



# **PROGRAMA DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES**

## **Conservación del bosque Galilea-Amé**

**4 de mayo de 2018**

**Documento preparado por South Pole Carbon Asset  
Management S.A.S**



# Tabla de Contenido

<b>1 Descripción general</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Nombre del programa de compensación de emisiones</b>	<b>6</b>
<b>1.2 Localización y límites geográficos del programa</b>	<b>6</b>
1.2.1 Área de expansión del programa	6
1.2.2 Área actual del programa	7
<b>1.3 Proponente del programa y tenencia de la tierra</b>	<b>10</b>
<b>1.4 Fecha de inicio del programa de compensación de emisiones</b>	<b>12</b>
<b>1.5 Actividades para reducir la deforestación</b>	<b>13</b>
1.5.1 Descripción de las actividades	13
1.5.2 Monitoreo, impacto y actores de las actividades	18
1.5.3 Cronograma de actividades	24
<b>2 Condiciones ambientales en el área de expansión del programa</b>	<b>25</b>
<b>2.1 Temperatura y precipitación</b>	<b>25</b>
<b>2.2 Zonas de vida</b>	<b>26</b>
<b>2.3 Hidrografía</b>	<b>28</b>
<b>2.4 Geología, geomorfología y suelos</b>	<b>29</b>
<b>2.5 Biodiversidad</b>	<b>30</b>
2.5.1 Flora	30
2.5.2 Fauna	32
<b>3 Cuantificación de remociones para la auditoría de otorgamiento</b>	<b>35</b>
<b>3.1 Selección de la metodología</b>	<b>35</b>
<b>3.2 Elegibilidad de tierras</b>	<b>35</b>
<b>3.3 Escenario de referencia para acciones REDD+</b>	<b>37</b>
<b>3.4 Remociones debidas a las acciones REDD+</b>	<b>39</b>
3.4.1 Detección de cambios y tasas de deforestación histórica	39
3.4.2 Reservorios de carbono	57
3.4.3 Cálculo de remociones	58
<b>3.5 Protocolo de monitoreo de remociones</b>	<b>61</b>
3.5.1 Cambio de cobertura para el periodo de seguimiento	61
3.5.2 Cálculo de remociones	64
<b>4 Monitoreo</b>	<b>65</b>
<b>4.1 Actividades del Proyecto</b>	<b>65</b>
<b>4.2 Cuantificación de remociones primera auditoría de seguimiento</b>	<b>66</b>
4.2.1 Monitoreo del cambio de bosque para el periodo 2010-2017	66



4.2.2	Calculo de remociones	69
<b>5</b>	<b>Gestión de requisitos legales</b>	<b>71</b>
<b>6</b>	<b>Gestión de la información</b>	<b>74</b>
6.1	Base de datos	74
6.2	Gestión de la calidad de la información y control de documentos	75
<b>7</b>	<b>Eventos de perturbación previos a alcanzar la compensación</b>	<b>76</b>

## Lista de tablas

Tabla 1. Coordenadas del centroide de los lotes .....	8
Tabla 2. Escrituras Fundación Amé .....	10
Tabla 3. Escrituras universidad del Tolima .....	11
Tabla 4. Variables para el raster de costo.....	16
Tabla 5. Monitoreo, impacto y actores de las actividades .....	19
Tabla 6. Priorización de actividades.....	23
Tabla 7. Temperatura promedio anual .....	25
Tabla 8. Listado de algunas de las especies de flora reportadas por diferentes fuentes. ....	31
Tabla 9. Especies de fauna reportadas por el SIB en el área del proyecto. ....	34
Tabla 10. Áreas actual del programa .....	37
Tabla 11. Rangos de pendientes .....	38
Tabla 12. Rangos de precipitación.....	38
Tabla 13. Tipo de cobertura de bosque .....	39
Tabla 14. Conversión de las clases de Corine Land Cover .....	41
Tabla 15. Matriz de cambio de uso del suelo.....	43
Tabla 16. Actores sociales en el área del programa. ....	44
Tabla 17. Viviendas y población en los municipios del área de referencia.....	46
Tabla 18. Características poblacionales y demograficas del área de referencia.....	46
Tabla 19. Caracterización vial por municipio.....	54
Tabla 20. Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) en el área de referencia. ....	55
Tabla 21. Porcentaje de minifundios por municipio. ....	56
Tabla 22. Carbono ponderado almacenado en el programa .....	58
Tabla 23. Proyección de la deforestación para el periodo 2010-2039 teniendo en cuenta la deforestación historica del periodo 2000-2010. ....	58
Tabla 24. Promedio ponderado de carbono.....	60
Tabla 25. Estimación de la reducción de emisiones <i>ex ante</i> .....	60
Tabla 26. Coberturas en el área actual del proyecto para el periodo 2010-2017.....	68
Tabla 27. Estimación de las remociones debido a la deforestación evitada en el periodo 2010 – 2017. ....	69
Tabla 28. Normativa ambiental de Colombia relacionada con la conservación de bosques y de la biodiversidad. ....	71
Tabla 29. Gestión de datos .....	74

## Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Localización del área expansión del programa. ....	7
Ilustración 2. Localización del área actual del programa. ....	8
Ilustración 3. División predial.....	12
Ilustración 4. Clasificación del riesgo de deforestación de acuerdo a un análisis de movilidad considerando las restricciones de acceso. ....	17
Ilustración 5. Árbol de actividades de acuerdo con los resultados de la Tabla 6. ....	23
Ilustración 6. Precipitación media mensual, estación Puerto Lleras .....	25
Ilustración 7. Precipitación media anual [mm/año].....	26
Ilustración 8. Temperatura media anual [°C].....	27
Ilustración 9. Zonas de vida de Holdridge .....	28
Ilustración 10. Cauce del Río Negro en el área del área del programa .....	29
Ilustración 11. Red Hídrica en el área de programa .....	29
Ilustración 12. Robledal en el área actual del programa.....	32
Ilustración 13. Ubicación de especies de fauna reportadas por el SIB dentro del área del programa. ....	34



Ilustración 14. Área de bosque-no bosque de las capas de IDEAM en el área de expansión del programa en los años 2000 (izquierda) y 2010 (derecha).	36
Ilustración 15. Mapa de elegibilidad del área de expansión del programa.	37
Ilustración 16. Región de referencia.	38
Ilustración 17. Imagen bordes suavizados en comparación con los bardes en formato <i>raster</i> .	40
Ilustración 18. Coberturas de la tierra 2000 y 2010 con las áreas de nubes iguales para ambas capas.	40
Ilustración 19. cambio de uso del suelo de bosque en 2000 a categorías de no bosque en 2010.	42
Ilustración 20. Alcance territorial de los actores sociales.	45
Ilustración 21. Análisis de los motores de deforestación: expansión de la frontera agrícola	48
Ilustración 22. Comportamiento del inventario bovino en el área de referencia para el periodo 2001 a 2009.	48
Figura 23. Comportamiento del inventario bovino en Villarrica para el periodo 2001 a 2009.	49
Ilustración 24. Comportamiento del área sembrada en el área de referencia entre 2007 – 2010.	50
Ilustración 25. Comportamiento del área sembrada en el municipio de Villarrica entre 2007 – 2010.	50
Ilustración 26. Análisis de los motores de deforestación: tala de árboles.	51
Ilustración 27. Correlación entre deforestación y distancia a centros poblados, relieve (msnm) y aptitud forestal.	52
Ilustración 28. Áreas otorgadas a hidrocarburos de acuerdo a información de la ANLA.	53
Ilustración 29. Mapa de pendientes del área de referencia.	55
Ilustración 30. Créditos agropecuarios otorgados entre 2004 y 2010	56
Ilustración 31. Cadena de eventos que conducen a la deforestación en el área de referencia.	57
Ilustración 32. Pasos metodológicos para la detección de cambios en coberturas de bosque.	62
Ilustración 34. Imagen Landsat del año 2010 con alta nubosidad en el área de estudio	67
Ilustración 35. Capa de Bosque-No Bosque para los años 2010 (izquierda) y 2017 (derecha).	68
Ilustración 36. Cambio de bosque para el periodo 2010 - 2017	69

## 1 Descripción general

El programa busca la conservación de 29.859 hectáreas de bosque conocidos por la comunidad como los bosques de Galilea. Estos bosques hacen parte de las áreas prioritarias para la conservación en la región de los Andes y Piedemonte Amazónico, ya que están ubicados en el corredor biológico que conecta el bosque Andino y Alto andino con los páramos del Parque Natural Nacional Sumapaz<sup>1</sup>. Además, con respecto al departamento, es el último relicto de bosque primario del oriente del Tolima y contiene el nacimiento del río Negro, uno de los principales afluentes de la represa de Hidro Prado<sup>2</sup>.

Los objetivos del programa de compensación para la conservación del bosque Galilea-Amé, tiene los siguientes objetivos:

- Reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> al evitar la deforestación del bosque.
- La protección de la biodiversidad al ser un bosque de alta riqueza florística y faunística de la zona Alta Andina del Tolima.
- La seguridad y conservación de fuentes hídricas naturales que benefician a comunidades locales, a sistemas de riego agropecuario y al sistema de generación de energía de la hidroeléctrica de Prado para beneficios regionales y nacionales.
- Mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades rurales que se encuentran dentro o en los alrededores del área de expansión del proyecto a través de la implementación de actividades productivas.

El programa inicia con 12.701 hectáreas de bosque pertenecientes a la Fundación Amé y a la Universidad del Tolima, las cuales conforman el área actual del programa. Las 17.158 hectáreas restantes son áreas de bosque con potencial de ser incluido en el programa en las próximas auditorías del seguimiento<sup>3</sup>. La suma del área actual del programa y las áreas con potencial de ser incluidas se definieron como el área de expansión del programa.

### 1.1 Nombre del programa de compensación de emisiones

Conservación del bosque Galilea-Amé

### 1.2 Localización y límites geográficos del programa

#### 1.2.1 Área de expansión del programa

El programa está localizado en la cordillera oriental de la zona andina colombiana, su área esta principalmente, dentro del municipio de Villarrica, aunque también incluye áreas de los municipios de Cunday, Dolores, Purificación y Prado, todos pertenecen al departamento del Tolima. Se encuentra ubicado entre las coordenadas: 3°40'34.28" – 4°1'21.87" N y 74°30'40.27" - 74°43'58.8" W (Ilustración 1). El área de expansión del programa consiste en 29.859 ha de bosque<sup>4</sup> pertenecientes a La Fundación Amé, Universidad del Tolima, municipios de Dolores y Villarica y otros propietarios privados.

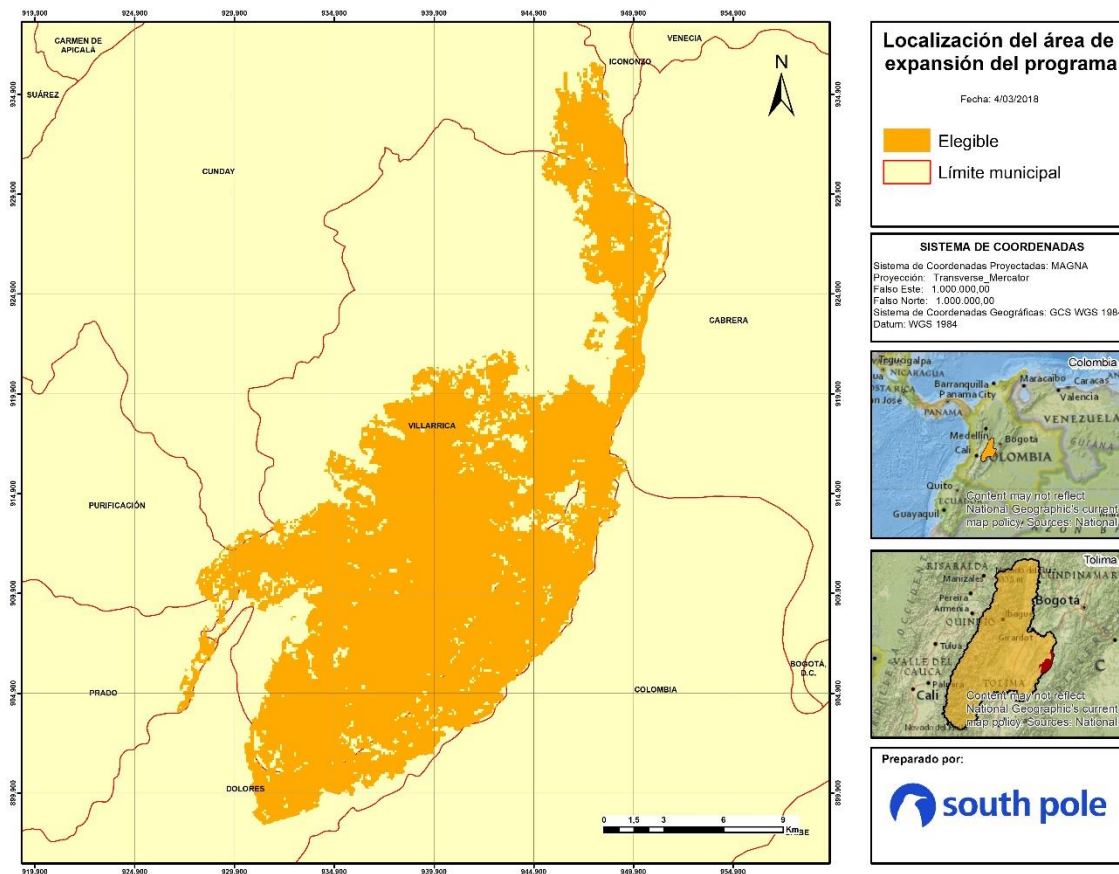
---

<sup>1</sup> Villalba X. (2017). Bosque Galilea: un paraíso tolimense en riesgo por intereses petroleros. El Nuevo Día, el periódico de los tolimenses. Tomado de: <http://www.elnuevodia.com.co/nuevodia/tolima/regional/403812-bosque-galilea-un-paraiso-tolimense-en-riesgo-por-intereses-petroleros>

<sup>2</sup> Información obtenida del Atlas Ambiental del Tolima 2014

<sup>3</sup> Actualmente el programa inició la inversión en la consulta de bases de datos que permitan ver la distribución predial de estas áreas y sus respectivos propietarios con el objetivo de determinar las áreas que si pueden ser incluidas al programa e iniciar con el acercamiento a los propietarios para la firma de acuerdos de conservación.

<sup>4</sup> Estas son las áreas de bosque que cumplen con la definición de elegibilidad presentada en la sección 3.2.



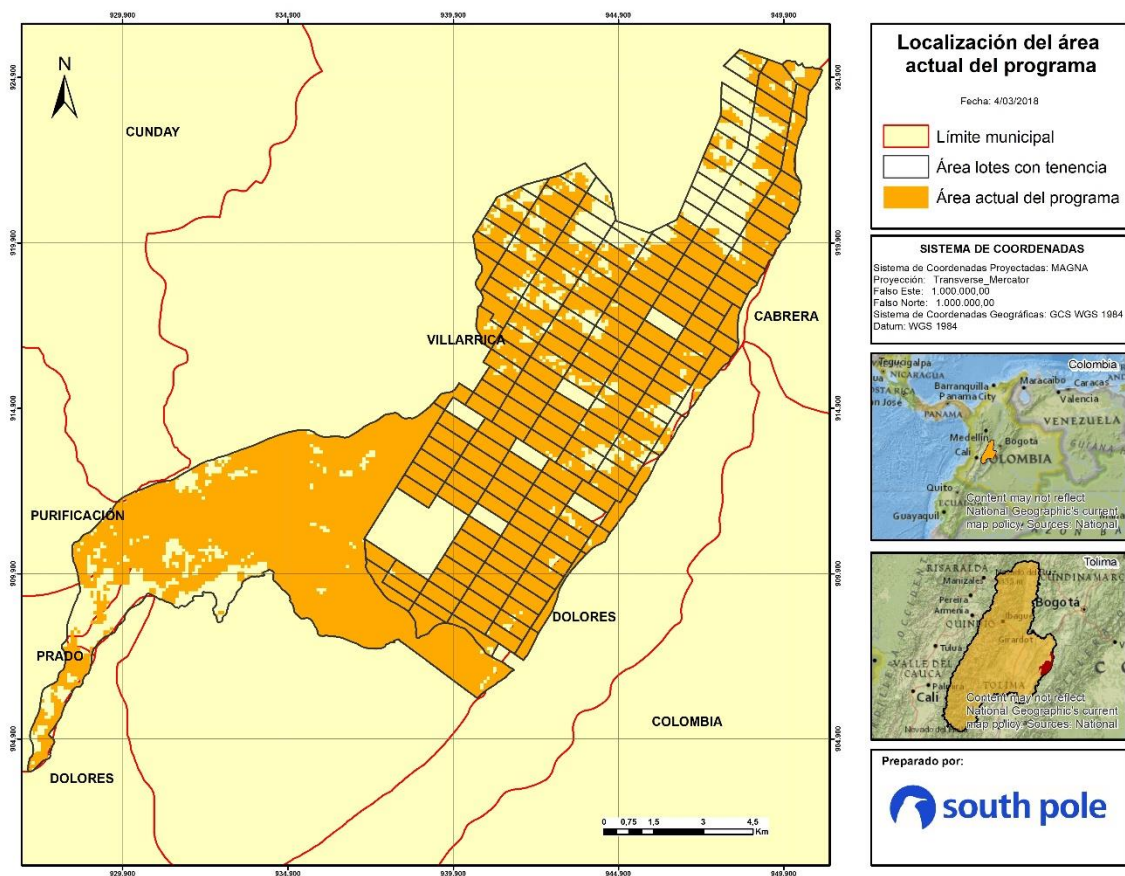
**Ilustración 1. Localización del área expansión del programa.**

### 1.2.2 Área actual del programa

El área actual del programa comprende 12.701 ha de bosque<sup>5</sup> (Ilustración 2) ubicados en el municipio de Villarrica, el cual está localizado al oriente del departamento del Tolima a una distancia de 161 km de Ibagué, capital del departamento. Limita por el norte con los municipios de Cunday e Icononzo, por el oriente con el departamento de Cundinamarca, por el occidente con los municipios de Cunday, Purificación y Prado, y por el sur con el municipio de Dolores. Cuenta con 32 veredas y tres corregimientos, y su estructura económica está basada en la agricultura (café, plátano, guayaba y banano) y la ganadería.<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Estas son las áreas de bosque que cumplen con la definición de elegibilidad presentada en la sección 3.2.

<sup>6</sup> Plan de desarrollo Villarrica: 2012-2015. Disponible en: <http://www.villarrica-tolima.gov.co/index.shtml?apc=v-xx1-&x=2640611>



**Ilustración 2. Localización del área actual del programa.**

En la Tabla 1 se encuentran las coordenadas geográficas del centroide de los lotes que pertenecen a la fecha al programa de compensaciones.

**Tabla 1. Coordenadas del centroide de los lotes**

Lote	X	Y	Lote	X	Y	Lote	X	Y
1	-74,66820	3,80023	98	-74,6050	3,8381	206	-74,54760	3,89083
3	-74,52980	3,91753	100	-74,5875	3,8267	207	-74,53930	3,88558
4	-74,52330	3,91775	101	-74,5784	3,8212	209	-74,54570	3,89458
5	-74,53960	3,91891	103	-74,5720	3,8122	211	-74,53500	3,89271
6	-74,53080	3,91333	104	-74,5807	3,8176	213	-74,54240	3,90210
8	-74,52540	3,90325	106	-74,5985	3,8289	214	-74,54160	3,90633
9	-74,52700	3,89434	107	-74,6063	3,8340	217	-74,54120	3,91069
10	-74,52730	3,88768	108	-74,6085	3,8304	2	-74,53730	3,92174
11	-74,52870	3,88370	109	-74,6006	3,8254	7	-74,52390	3,91058
13	-74,53260	3,87634	110	-74,5918	3,8198	12	-74,53070	3,88005
14	-74,53500	3,87281	112	-74,5742	3,8086	16	-74,53920	3,86549
15	-74,53710	3,86917	113	-74,5763	3,8051	21	-74,58770	3,88634
17	-74,54150	3,86198	114	-74,5851	3,8106	26	-74,5437	3,85835
18	-74,55030	3,86760	119	-74,6066	3,8194	27	-74,54690	3,85547
19	-74,55880	3,87294	121	-74,5889	3,8081	30	-74,57230	3,87160
20	-74,59620	3,88684	122	-74,5799	3,8024	33	-74,59970	3,88404



Lote	X	Y	Lote	X	Y	Lote	X	Y
22	-74,57910	3,88087	124	-74,5911	3,8046	38	-74,55680	3,85683
23	-74,56980	3,87441	125	-74,6000	3,8103	40	-74,55110	3,84831
24	-74,56130	3,86961	126	-74,6088	3,8159	45	-74,59440	3,87591
25	-74,55250	3,86398	127	-74,6175	3,8215	46	-74,60280	3,88120
28	-74,55460	3,86039	130	-74,6022	3,8067	48	-74,59660	3,87236
29	-74,56340	3,86599	131	-74,5934	3,8011	51	-74,56990	3,85532
31	-74,58110	3,87725	132	-74,5847	3,7955	60	-74,60720	3,87421
32	-74,59010	3,88295	133	-74,5870	3,7920	61	-74,60910	3,87051
34	-74,59220	3,87943	134	-74,5957	3,7975	63	-74,59220	3,85948
35	-74,58330	3,87374	135	-74,6044	3,8031	65	-74,57430	3,84810
36	-74,57440	3,86807	137	-74,6219	3,8144	67	-74,55680	3,83708
37	-74,56560	3,86245	138	-74,6242	3,8109	77	-74,58760	3,84655
39	-74,54900	3,85189	140	-74,6066	3,7996	80	-74,56110	3,82993
41	-74,55890	3,85326	141	-74,5979	3,7939	83	-74,58090	3,83739
42	-74,56770	3,85889	142	-74,5892	3,7884	87	-74,60930	3,84853
44	-74,58550	3,87023	144	-74,6001	3,7904	92	-74,56540	3,82292
47	-74,60500	3,87775	146	-74,6176	3,8017	93	-74,56750	3,81936
49	-74,58770	3,86670	147	-74,6264	3,8073	97	-74,60290	3,84162
50	-74,57880	3,86099	148	-74,6285	3,8038	99	-74,59630	3,83238
53	-74,55250	3,84421	150	-74,6110	3,7925	102	-74,56980	3,81582
54	-74,55470	3,84063	151	-74,6023	3,7869	105	-74,58960	3,82327
55	-74,56320	3,84609	153	-74,5960	3,7778	111	-74,58280	3,81415
56	-74,57210	3,85174	154	-74,6045	3,7833	115	-74,59400	3,81625
57	-74,58100	3,85743	155	-74,6133	3,7890	116	-74,60270	3,82181
58	-74,58990	3,86316	160	-74,6155	3,7854	117	-74,61060	3,82683
59	-74,59870	3,86882	161	-74,6067	3,7798	128	-74,61980	3,81798
62	-74,60100	3,86517	162	-74,5982	3,7743	129	-74,61100	3,81234
64	-74,58320	3,85376	163	-74,6004	3,7708	136	-74,61310	3,80873
66	-74,56540	3,84250	164	-74,6089	3,7762	139	-74,61540	3,80520
68	-74,55900	3,83349	165	-74,6177	3,7819	143	-74,59150	3,78487
69	-74,56760	3,83890	170	-74,6199	3,7784	152	-74,59370	3,78132
70	-74,57650	3,84448	171	-74,6111	3,7727	176	-74,63080	3,78051
71	-74,58540	3,85010	172	-74,6026	3,7672	177	-74,63890	3,78584
72	-74,59440	3,85583	173	-74,6048	3,7637	179	-74,63280	3,77744
73	-74,60320	3,86153	174	-74,6133	3,7692	180	-74,62400	3,77180
74	-74,60950	3,86456	175	-74,6221	3,7749	182	-74,60970	3,76199
75	-74,60530	3,85795	178	-74,6358	3,7758	185	-74,59120	3,77427
76	-74,59650	3,85225	181	-74,6266	3,7685	186	-74,57970	3,79070
78	-74,57870	3,84093	184	-74,5985	3,7619	189	-74,56000	3,81949
79	-74,56980	3,83533	187	-74,5738	3,7982	191	-74,54730	3,83870
81	-74,56330	3,82640	188	-74,5666	3,8087	192	-74,54470	3,84418
82	-74,57200	3,83180	190	-74,5533	3,8301	198	-74,55560	3,87583
84	-74,58980	3,84301	193	-74,5430	3,8497	204	-74,54160	3,88203



Lote	X	Y	Lote	X	Y	Lote	X	Y
85	-74,59870	3,84873	194	-74,6158	3,8301	208	-74,53720	3,88913
86	-74,60680	3,85356	196	-74,5839	3,8897	210	-74,54380	3,89834
88	-74,60080	3,84518	199	-74,5481	3,8712	212	-74,53360	3,89663
89	-74,59200	3,83951	200	-74,5460	3,8748	215	-74,53290	3,90083
90	-74,58310	3,83388	201	-74,5534	3,8795	216	-74,53220	3,90502
91	-74,57410	3,82831	202	-74,5514	3,8833	219	-74,53150	3,90922
94	-74,57630	3,82483	203	-74,5438	3,8784			
96	-74,59420	3,83593	205	-74,5495	3,8871			

### 1.3 Proponente del programa y tenencia de la tierra

La Fundación Amé -FUNDAME.COL- es la entidad proponente y responsable del desarrollo del programa. El área actual del programa está conformada por los lotes de la Fundación Amé (Tabla 2) y de la Universidad del Tolima (Tabla 3)<sup>7</sup>. Los certificados de tradición que garantizan la tenencia legal de la tierra se encuentran como documentos soporte<sup>8</sup>. En la Ilustración 3 se encuentra la localización de los predios de ambos propietarios.

**Tabla 2. Escrituras Fundación Amé**

Escritura Fondo Ambiental	Área (ha)	Escritura Fondo Ambiental	Área (ha)	Escritura Fondo Ambiental	Área (ha)	Escritura Fondo Ambiental	Área (ha)
366-32831	5379,378	366-32883	51,985	366-32933	51,985	366-32984	55,205
366-32833	54,215	366-32884	51,985	366-32934	55,205	366-32985	55,205
366-32834	58,343	366-32885	55,205	366-32936	55,205	366-32990	55,205
366-32835	45,230	366-32886	55,205	366-32937	44,100	366-32991	55,205
366-32836	54,323	366-32887	55,205	366-32938	44,100	366-32992	51,842
366-32838	38,776	366-32888	55,205	366-32939	55,205	366-32993	51,842
366-32839	37,371	366-32889	55,205	366-32940	55,205	366-32994	55,205
366-32840	40,474	366-32892	55,205	366-32942	51,985	366-32995	55,205
366-32841	49,466	366-32894	55,205	366-32943	51,985	366-33000	55,205
366-32843	55,432	366-32896	55,205	366-32944	55,205	366-33001	55,205
366-32844	54,358	366-32898	51,985	366-32949	55,205	366-33002	51,842
366-32845	54,551	366-32899	55,205	366-32951	55,205	366-33003	51,842
366-32847	54,649	366-32900	55,205	366-32952	55,205	366-33004	55,205
366-32848	55,205	366-32901	55,205	366-32954	55,205	366-33005	55,205
366-32849	50,314	366-32902	55,205	366-32955	55,205	366-33008	59,949
366-32850	35,311	366-32903	55,205	366-32956	55,205	366-33011	56,201
366-32852	52,685	366-32904	40,823	366-32957	55,205	366-33014	30,026
366-32853	39,186	366-32905	55,205	366-32960	55,205	366-33017	55,171

<sup>7</sup> Ver acuerdo entre la universidad de Tolima y la Fundación Amé en [Soportes\Gestion de la informacion\Tenencia de la tierra\Acuerdo\_Fundame\_UT].

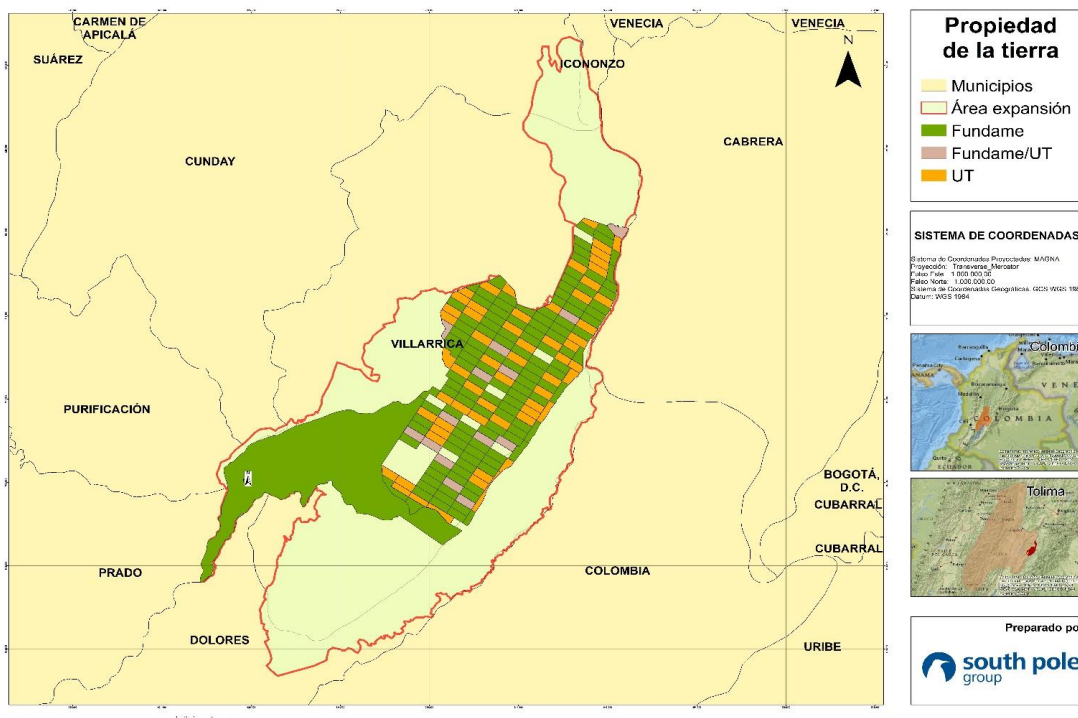
<sup>8</sup> Los certificados de tradición de matrícula inmobiliaria se encuentran en [Soportes\Gestion de la informacion\Tenencia de la tierra\Certificados tradición].

Escritura Fondo Ambiental	Área (ha)	Escritura Fondo Ambiental	Área (ha)	Escritura Fondo Ambiental	Área (ha)	Escritura Fondo Ambiental	Área (ha)
366-32854	55,205	366-32906	55,205	366-32961	55,205	366-33018	47,136
366-32855	55,205	366-32908	55,205	366-32962	51,842	366-33020	52,053
366-32858	55,205	366-32909	55,205	366-32963	51,842	366-33023	46,976
366-32859	55,205	366-32911	51,985	366-32964	55,205	366-33024	42,701
366-32861	55,205	366-32912	55,205	366-32965	55,205	366-33026	48,689
366-32862	55,205	366-32914	55,205	366-32967	55,205	366-33029	55,205
366-32864	55,205	366-32915	55,205	366-32968	55,205	366-33030	55,205
366-32865	55,205	366-32916	59,215	366-32970	55,205	366-33031	37,051
366-32866	55,205	366-32918	55,205	366-32971	55,205	366-33032	40,420
366-32867	55,205	366-32919	55,205	366-32972	51,842	366-33033	55,205
366-32869	41,818	366-32920	55,205	366-32974	55,205	366-33035	43,790
366-32871	55,205	366-32921	55,205	366-32976	55,205	366-33036	47,159
366-32872	55,205	366-32924	55,205	366-32977	55,205	366-33037	55,205
366-32874	55,205	366-32926	55,205	366-32978	55,205	366-33039	50,528
366-32877	51,000	366-32928	55,205	366-32980	55,205	366-33041	55,205
366-32879	55,205	366-32930	55,205	366-32981	55,205	366-33043	48,662
366-32880	55,205	366-32931	55,205	366-32983	51,842	366-33044	47,063
						366-33047	49,461

**Tabla 3. Escrituras universidad del Tolima**

Escritura	Área (ha)	Escritura	Área (ha)	Escritura	Área (ha)
366-32832	31,486	366-32897	51,985	366-32982	51,842
366-32837	38,173	366-32907	55,205	366-33006	55,205
366-32842	51,646	366-32910	51,985	366-33007	46,771
366-32846	55,482	366-32913	55,205	366-33009	39,801
366-32851	49,335	366-32917	59,590	366-33010	39,801
366-32856	55,188	366-32922	51,985	366-33012	51,289
366-32857	41,818	366-32923	51,985	366-33015	50,039
366-32860	55,205	366-32927	55,205	366-33016	33,527
366-32863	37,138	366-32929	55,205	366-33019	48,739
366-32868	55,205	366-32932	51,985	366-33021	48,965
366-32870	41,818	366-32935	55,205	366-33022	38,844
366-32873	41,818	366-32941	55,205	366-33027	38,844
366-32875	55,205	366-32945	55,205	366-33028	37,251
366-32876	49,749	366-32946	55,205	366-33034	55,205

Escritura	Área (ha)	Escritura	Área (ha)	Escritura	Área (ha)
366-32878	55,205	366-32947	44,100	366-33038	55,205
366-32881	55,205	366-32958	55,205	366-33040	53,898
366-32890	51,000	366-32959	55,205	366-33042	56,870
366-32891	46,846	366-32966	55,205	366-33045	57,575
366-32893	55,205	366-32969	55,205	366-33046	58,515
366-32895	55,205	366-32973	51,842	366-33049	58,190



**Ilustración 3. División predial**

## 1.4 Fecha de inicio del programa de compensación de emisiones

Las acciones para evitar la deforestación han sido realizadas por la Universidad del Tolima y la Fundación Amé. El impacto de éstas se da en toda el área del proyecto debido a la localización de los lotes de ambos propietarios (Ilustración 3). Las actividades se han centrado en la gobernanza territorial y el uso de la investigación como estrategia de concientización a la comunidad de la importancia de la conservación de los bosques de Galilea.

### Antecedentes

*Esquema de donación de áreas a la Universidad del Tolima:*

Antes de la formalización Jurídica de la Fundación Amé -FUNDAME.COL- la administración de los predios estaba a cargo de la Asociación de Propietarios de Bosques de Galilea



ASOPROBOSQUES<sup>9</sup>, la cual diseñó el esquema de donación de áreas para la Universidad del Tolima. El objetivo principal de este esquema es la conservación de los bosques de Galilea en donde personas, empresas e instituciones se constituyen en benefactores que apoyan financieramente la investigación y la conservación de uno de los últimos relictos de bosque andino de la cordillera oriental al donar áreas a la Universidad del Tolima.

#### *Investigación para la conservación:*

El conocimiento del bosque ha sido el pilar fundamental para los dueños del área del proyecto para la generación de conciencia acerca de la importancia del bosque como prestador de diferentes servicios ecosistémicos para la comunidad. Por tanto, la Universidad del Tolima ha realizado estudios de investigación en las áreas y periodos de tiempo en los que el conflicto armado lo permitió, como es el caso de los trabajos de grado de Nieto (2003), Campos (2006) y Malagón (2008). Adicional a los estudios de investigación, la Universidad ha trabajado en conjunto con CORTOLIMA en diferentes estudios para la caracterización de la flora y la fauna del área de extensión del proyecto.

Si bien se desarrollaron actividades parciales de investigación y donaciones desde antes del año 2010, a partir de este año fue posible hacer presencia física en el área del proyecto producto de la estrategia del gobierno para integrar territorios con episodios de conflicto a la Nación a través de la presencia legítima de las fuerzas armadas militares.

#### **Inicio de actividades para la generación de bonos de carbono**

El 01 de septiembre de 2010, luego de que se retomara la presencia estatal y se brindaran garantías de seguridad para que los propietarios retornaran al territorio, la Universidad del Tolima y ASOPROBOSQUES iniciaron su proceso de administración y gobernanza del área del proyecto, desarrollando recorridos en campo, acercamientos a los colonos existentes y reuniones con la comunidad en general para evitar la ampliación de la frontera agropecuaria y dar a conocer que esos terrenos pertenecen a un dueño privado.

A partir de estos recorridos y acercamientos, se identificó la necesidad de incrementar aún más la presencia en el territorio y se inició con visitas de campo de los diferentes cursos y estudiantes de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad del Tolima, caracterizando la flora y fauna e interactuando con los habitantes del bosque con el objetivo de transmitir de manera mutua el conocimiento acerca del mismo.

De manera complementaria, se buscaron alternativas de financiación para asegurar la conservación de la zona, para lo cual se desarrolló una nota de idea (PIN) de un proyecto para reducir la deforestación presentada al programa “Desarrollo del Portafolio Nacional de Proyectos Forestales de Mitigación de Carbono” liderado por la Fundación Natura y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID)<sup>10</sup>.

Con base en lo anterior, es que se establece el 01 de septiembre de 2010 como fecha de inicio del proyecto<sup>11</sup>.

## **1.5 Actividades para reducir la deforestación**

### **1.5.1 Descripción de las actividades**

A continuación, se describen las actividades para reducir la deforestación planteadas por el programa:

---

<sup>9</sup> Ver [Soportes\Actividades proyecto\camara comercio asoprobosques]

<sup>10</sup> Ver [Soportes\Actividades proyecto\PIN Proyecto REDD]

<sup>11</sup> Ver [Soportes\Gestion de la informacion\Fecha de inicio]

### **Programa de donación:**

El programa de donación fue descrito en la sección 1.4. Si bien es una actividad que inició antes del programa de Compensación, es una actividad que se mantiene como estrategia principal para realizar las actividades de conservación en el territorio en conjunto con la Universidad del Tolima.

### **Apicultura:**

Proyecto de producción de miel<sup>12</sup> que busca cumplir con los siguientes objetivos:

- Establecimiento de 350 Colmenas en el área actual del proyecto y áreas cercanas en dónde se presente interés por parte de la comunidad.
- Extracción de miel, polen y propóleo de óptima calidad.
- Capacitación a comunidades locales en los diferentes eslabones de la cadena melífera.
- Posicionamiento de una marca de productos melíferos de alta calidad.

### Producción

#### *Etapa I:*

- Estudio de viabilidad del proyecto
- Proyecto piloto: establecimiento de 30 colmenas en el año 2017 con el potencial de producir 25 kilos de miel por colmena por año.
- Establecimiento de reglas de manejo de las colmenas y cuidado de las abejas.
- Producción de cajones para las colmenas del programa y venta de cajones para proyectos externos.

#### *Etapa II*

- Establecimiento de 100, 110 y 110 colmenas en los años 2018, 2019 y 2020 respectivamente.
- Contratación de un técnico en apicultura para lograr las metas presentadas anteriormente y evaluar las necesidades de personal a ser contratado para obtener el establecimiento de las 350 colmenas y el mantenimiento de estas.
- Inclusión de la comunidad cercana en el proyecto como productores directos de miel.
- Tecnificación de la extracción de miel: esta actividad dependerá del éxito en la inclusión de la comunidad como productores de miel.

### Comercialización

#### *Etapa III*

- Comercialización de la miel en el mercado gourmet SERATTA.
- Trámite del registro INVIMA para la ampliación del mercado.

### **Investigación**

La conservación a través de la investigación ha sido la actividad principal del proponente del proyecto, la cual continuara durante el periodo de vida del programa. Las actividades de investigación que plantea el programa para ser ejecutadas con los ingresos por la venta de bonos de carbono son las siguientes:

#### Creación del Centro de investigación en biodiversidad en medio ambiente (CIMA):

El objetivo principal del CIMA es *“obtener resultados en el conocimiento de los ecosistemas boscosos de Galilea, por medio de la constitución de un grupo multidisciplinario e interinstitucional*

---

<sup>12</sup> La descripción del proyecto, materiales y pasos para su implementación se encuentra en [Soportes/Actividades proyecto/ Proyecto apicultura]



de investigadores a nivel regional, nacional e internacional, que permitan la consecuyente generación de propuestas que logren el manejo sostenible de dichos recursos, conjugando la conservación de la biodiversidad presente en la zona y el usufructo de la misma, para el bienestar de las comunidades locales, la región, el país y sus generaciones futuras". Este centro de investigación no se ha consolidado debido a la falta de recursos de la Universidad, por tanto, los recursos generados por los bonos de carbono constituirán el capital principal para la creación de este Centro de Investigación.

Los pasos para la creación del CIMA son:

- Actualización del plan de investigación existente<sup>13</sup>.
- Presentación del proyecto ante el Consejo de Sede.
- Creación de un comité central de investigación que incluya a la Fundación Amé. Este comité estará a cargo de la selección y aprobación de apoyos para los proyectos presentados al CIMA, dando prioridad a aquellos que hagan énfasis en las especies de alto valor de conservación y los proyectos productivos que ayuden a evitar la deforestación dando.

Apoyo en especie o con recursos a las prácticas de campo de los diferentes cursos de la Universidad del Tolima:

Al igual que el programa de donación, esta actividad fue descrita en la sección 1.4 y continuará durante el periodo de vida del programa.

Apoyo a la publicación de un libro de aves:

Apoyo en la publicación del libro de aves del Tolima que está siendo desarrollado por los profesores Miguel Ángel Quimbayo-Cardona, Hugo Nelson Loaiza-Hernández, Vivian Tatiana Flórez-Delgado y Julián Leal-Villamil. En este libro se presentarán las principales especies ubicadas en todo el Departamento del Tolima, dedicando una sección (Unidad VII) a las aves presentes en el área de expansión del programa.

El libro es resultado de proyectos de investigación del Grupo de Investigación en Biodiversidad y Dinámica de Ecosistemas Tropicales (GIBDET) de la Universidad del Tolima. El documento se fundamenta en la experiencia de sus autores en el área de la ornitología y los sistemas de información geográfica y cuenta con una compilación de documentos técnicos y científicos ornitológicos actualizados al año 2017<sup>14</sup>.

### **Acuerdos de conservación**

El objetivo de la firma de acuerdos de conservación es ampliar el área actual del programa. Para lograr esto se realizarán las siguientes acciones:

- Estudio de tenencia de los predios localizados en el área de expansión del programa que no fueron incluidos en la primera auditoría de seguimiento.
- Compra de la posesión a los colonos que se acerquen a la Fundación con el interés de vender.
- Reuniones con los propietarios del bosque con el objetivo de aumentar el área actual del programa.

### **Ecoturismo**

El proyecto de turismo ecológico busca concientizar al turista sobre la importancia del cuidado del medio ambiente a través de la implementación de paquetes turísticos y ecológicos. Esta es una actividad que debe ser realizada en etapas debido a los altos costos de establecimiento y mantenimiento.

---

<sup>13</sup> Ver documento soporte en [Soportes/Actividades proyecto/Plan de investigacion\_CIMA]

<sup>14</sup> El resumen ejecutivo del libro se encuentra en [Soportes/Actividades proyecto/Resumen Ejecutivo Libro Avifauna del Tolima]

### *Etapa I*

Identificación de las actividades de ecoturismo que se pueden realizar en el proyecto teniendo en cuenta un estudio económico de costo efectividad. Este estudio debe incluir el análisis de las variables topográficas y de acceso que permitan identificar las actividades de mayor potencial y los sitios en los que se debe desarrollar la infraestructura y la identificación de áreas con mayor potencial para la observación de fauna y flora.

### *Etapa II:*

Construcción de infraestructura para ecoturismo, especialmente cabañas, senderos ecológicos y puentes.

### *Etapa III:*

Inicio de las actividades de ecoturismo

### **Programa de guardabosques (capacitación con la Universidad del Tolima)**

El objetivo de este programa es capacitar a colonos u otras personas de la comunidad al rededor del área del programa para que realicen:

- Labores de control y vigilancia en las áreas con mayor posibilidad de acceso a la deforestación
- Acompañamiento en los senderos ecológicos.
- Monitoreo de coberturas con drones.

La capacitación se hará en conjunto con el programa de Administración de Empresas Turísticas de la Universidad del Tolima o con el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Esta actividad se realizará en dos etapas: i) capacitación y ii) contratación de guardabosques<sup>15</sup>.

#### *Labores de control y vigilancia en las áreas con mayor posibilidad de acceso a la deforestación:*

Mediante un análisis de movilidad, se identificaron las áreas con mayor probabilidad de acceso a la población para la deforestación con el objetivo de determinar los lugares cercanos al área actual del programa que requieren de mayor atención. Los pasos para determinar las áreas de más acceso se presentan a continuación:

- Realización de un ráster de costos de accesibilidad en el que se tuvieron en cuenta los factores presentes en la Tabla 4 incluyendo su peso ponderado:

**Tabla 4. Variables para el raster de costo**

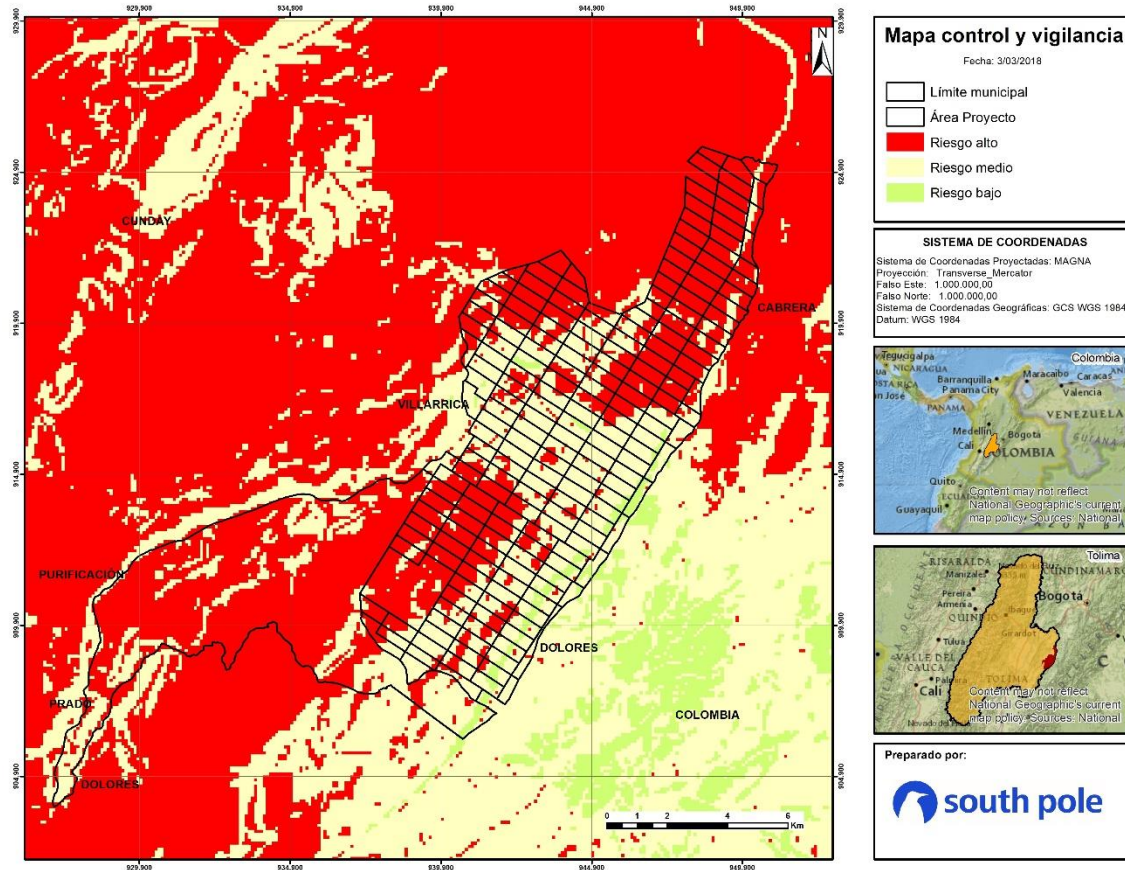
Factor	Peso ponderado (%)
Pendiente	30
Distancia a centros poblados	30
Distancia a vías	20
Distancia a redes de drenaje	20

Previo a la realización del ráster de costos, las variables utilizadas fueron reclasificadas en una escala de valores que va entre uno y siete con base a los siguientes criterios: i) el riesgo aumenta con la cercanía a los centros poblados, drenajes y vías; ii) el riesgo aumenta con la disminución de la pendiente.

- Delimitación de un tamaño de pixel de 100 x 100 m para todas las capas.

<sup>15</sup> Los guardabosques realizarán las labores iniciales de control y vigilancia a través de recorridos constantes por los diferentes caminos de acceso al bosque al tiempo que realizan la capacitación.

- Una vez generado el ráster de costos, se clasificaron como áreas de mayor riesgo aquellas con un costo menor a 3, áreas de riesgo medio con un costo de 4 y áreas de bajo riesgo con valores de costo entre 4 y 7 (Ilustración 4).



**Ilustración 4. Clasificación del riesgo de deforestación de acuerdo a un análisis de movilidad considerando las restricciones de acceso.**

### Monitoreo de coberturas con drones

El monitoreo tiene como principal objetivo identificar cambios en puntos específicos de la cobertura boscosa sometidas a procesos de degradación y deforestación que solo son observables desde el cielo, con imágenes de sensores remotos de alta resolución espacial. Los drones también permiten el monitoreo de incendios forestales e invasiones al territorio, permitiendo así una mejor gestión de los recursos naturales. La actividad del monitoreo de cobertura con drones se realizará en dos etapas: i) capacitación de los guardabosques en el manejo de drones y ii) implementación de la actividad.

### Adecuación de sendero histórico

En la entrada al área actual del proyecto que se encuentra localizada en la vereda La Colonia (municipio de Villarica) se encuentra un camino real construido en la época de la Colonia a base de piedra que comunicaba la vereda La Colonia con la vereda la Vereda Galilea. Se plantea la recuperación y adecuación de este sendero complementado con un proceso de reconstrucción de la memoria histórica que permita realizar visitas guiadas por el sendero.



## **Establecimiento de mariposario**

### *Etapa I*

Utilizar la tesis de mariposas realizada por Campos (2008) para realizar un estudio complementario de la identificación de las especies con mayor potencial para realizar un proyecto de biocomercio. Este análisis se realizará a través de un convenio con la institución Zoonatura.

### *Etapa II*

Trámite de los requerimientos legales para el establecimiento del mariposario  
Implementación de la iniciativa

## **Aula ambiental y un museo de la memoria**

Trabajo conjunto con la Junta de Acción Comunal de la Vereda Galilea y la Vereda El Piñal para adecuar las instalaciones de la Escuela que se encuentra en el área actual del programa con el objetivo de establecer un centro de capacitación ambiental y un museo de la memoria.

### **1.5.2 Monitoreo, impacto y actores de las actividades**

El monitoreo, impacto esperado y los actores impactados por las actividades del proyecto se presentan en la Tabla 5. En la Tabla 6 y la Ilustración 5 se presenta la priorización de actividades de acuerdo con los impactos ambientales y sociales esperados a partir de la implementación de las actividades.

Tabla 5. Monitoreo, impacto y actores de las actividades

Nombre actividad	Monitoreo	Impacto esperado	Actores relacionados
Programa de donación	Área bajo propiedad de la Universidad del Tolima	Conservación del bosque a través de las labores de investigación y gobernanza en el territorio por parte de la Universidad del Tolima.	-Fundación Amé: está a cargo de la gestión del programa de donantes. -Donantes: realizan todo el proceso legal para entregar los lotes a la universidad. -Universidad del Tolima: recepción de los lotes donados para la realización de acciones de conservación.
Apicultura	<p><b>Producción</b> Registro de: -Número de colmenas colectadas. -Actividades de mantenimiento de las colmenas. -Número de litros entregados a La Fundación Amé. -Número de personas empleadas de manera temporal y permanente.</p> <p><b>Comercialización</b> -Registro de la cantidad de litros vendidos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de empleo y fuente alternativa de ingresos para la comunidad.</li> <li>-Transferencia de conocimiento a través de la capacitación a personas de la comunidad.</li> <li>-Concientización de la importancia de las colmenas.</li> <li>-Incremento de la población de abejas, aportando a la conservación de las especies polinizadas por las mismas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fundación Amé: gestión y administración del proyecto.</li> <li>-La generación de empleo está dirigida a los colonos que habitan el área actual del programa y miembros de la comunidad que habitan en los alrededores del área actual del proyecto, especialmente aquellos ubicados en las áreas con mayor riesgo a ser deforestadas.</li> </ul>
Investigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Publicación del libro de aves</li> <li>-Creación del CIMA.</li> <li>-Proyectos aprobados por el comité central de investigación del CIMA donde participan en conjunto la Universidad del Tolima y la Fundación Amé.</li> <li>-Trabajos de Grado. Y Pasantías.</li> <li>Informes científicos y Publicaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Apoyo al conocimiento y a la participación de las comunidades locales y comunidades científicas.</li> <li>-Educación y concientización de la necesidad de proteger la biodiversidad y el medio ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Universidad del Tolima: creación del CIMA e implementación de las acciones de investigación.</li> <li>-Fundación Amé: apoyo a la Universidad del Tolima en la creación del CIMA, participación en la selección de proyectos a ser financiados y apoyo con recursos a diferentes iniciativas que aporten al conocimiento del bosque.</li> </ul>



Nombre actividad	Monitoreo	Impacto esperado	Actores relacionados
Acuerdos de conservación	Áreas agregadas al programa en cada auditoría de seguimiento.	Ampliación del área de conservación.	<p>-Fundación Amé: Coordinación de encuentros con los propietarios de bosque para la socialización e invitación a la participación en el programa. Acuerdos de compra de posesión a los colonos interesados en vender.</p> <p>-Colonos: interesados en vender la posesión al proponente del programa, deberán acompañar a la Fundación en las acciones necesarias para hacer la entrega del lote.</p> <p>-Universidad del Tolima: inclusión de las áreas que reciban como donación en las próximas auditorías de seguimiento.</p> <p>-Propietarios del área de expansión del proyecto que aún no pertenecen al programa, Fundación Amé: atender a los encuentros que programa la Fundación Amé y realizar la gestión documental necesaria para poder incluir los predios al programa.</p>
Ecoturismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio de priorización de actividades.</li> <li>- Informe semestral de las actividades realizadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Crea conciencia y respeto a la cultura local y el medioambiente.</li> <li>-Ofrece experiencias positivas para todos.</li> <li>-Emplea y beneficia a las comunidades.</li> <li>-Educa a los visitantes acerca de los problemas políticos, sociales y ambientales locales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fundación Amé y Universidad del Tolima: trabajo conjunto en la identificación, priorización e implementación de las actividades de ecoturismo.</li> <li>-La generación de empleo estará dirigida a los colonos que habitan el área actual del programa y miembros de la comunidad que habitan en los alrededores del área actual del proyecto.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>-El dinero de los turistas se destina a la conservación del área.</li> </ul>	

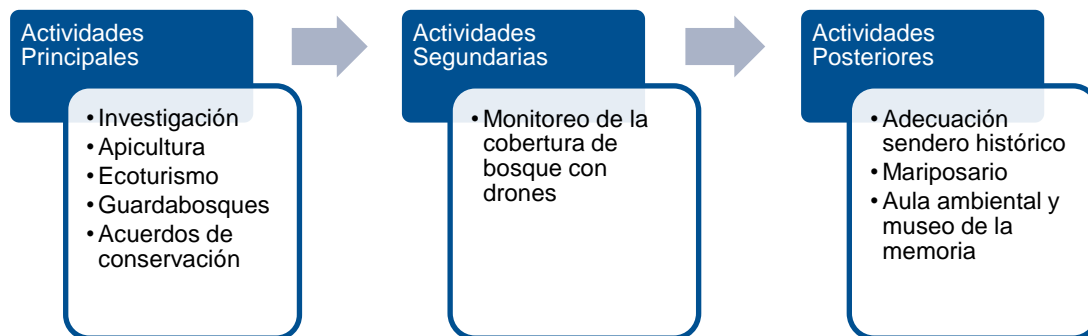
Nombre actividad	Monitoreo	Impacto esperado	Actores relacionados
		<p>-Los visitantes se llevan nuevas ideas que influyen en su propio entorno.</p>	
<p>Programa de guardabosques</p>	<p>Etapa I Convenio con el programa de Administración de Empresas Turísticas de la Universidad del Tolima o con el SENA. Registro de las personas en capacitación</p> <p>Etapa II Reporte semestral de las actividades</p>	<p>-Control a la deforestación. -Protección y conservación del bosque. -Capacitación Guardabosques -Generación de empleo e ingresos.</p>	<p>-Fundación Amé y Universidad del Tolima: trabajo conjunto en la capacitación de los guardabosques. La Fundación será la encargada de la contratación. -La generación de empleo estará dirigida a los colonos que habitan el área actual del programa y miembros de la comunidad que habitan en los alrededores del área actual del proyecto.</p>
<p>Monitoreo de la cobertura de bosque con drones</p>	<p>Reporte semestral con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fecha de los vuelos realizados</li> <li>- Descripción de los hallazgos del vuelo</li> <li>- Almacenamiento de las imágenes tomadas</li> <li>-Divulgación de los resultados en la página web de la Fundación AME.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Información detallada y precisa de áreas de difícil acceso.</li> <li>- Facilita la detección y evaluación de factores adversos.</li> <li>-Vuelos realizados y programados por los mismos miembros de la comunidad sin necesidad de un entrenamiento avanzado.</li> <li>-Transferencia de conocimiento a través de la capacitación de personas de la comunidad.</li> <li>-Las imágenes de drones son baratas y de rápido acceso.</li> <li>-Datos bajo cualquier condición climática.</li> <li>-Permiten generar datos de campo, mejores estimaciones y mapeo del bosque.</li> </ul>	<p>-Fundación Amé y Universidad del Tolima: trabajo conjunto en la capacitación de los guardabosques. -Guardabosques: implementación de la actividad</p>



Nombre actividad	Monitoreo	Impacto esperado	Actores relacionados
Adecuación de sendero histórico	-Reporte de avance de actividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contribución al Proyecto Ecoturístico Regional</li> <li>-Generación de empleo en las actividades de recuperación del camino y posteriormente en el acompañamiento de las visitas guiadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Alcaldía de Villarrica, Universidad del Tolima y Fundación Amé: gestión de las actividades de adecuación.</li> <li>-La generación de empleo estará destinada a la comunidad cercana al área actual del proyecto, especialmente la localizada en la vereda La Colonia.</li> </ul>
Establecimiento de mariposario	<p>Etapa I Resultado del estudio de especies potenciales.</p> <p>Etapa II Convenio con Zoonatura. Registro de las actividades.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Generación de empleo</li> <li>-Transferencia de conocimiento a través de la capacitación y entrenamiento a madres cabeza de hogar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Zoonatura, Fundación Amé y Universidad del Tolima: trabajo conjunto en la creación y administración del mariposario.</li> <li>-La generación de empleo estará dirigida a los colonos que habitan el área actual del programa y miembros de la comunidad que habitan en los alrededores del área actual del proyecto.</li> </ul>
Aula ambiental y museo de la memoria	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Convenio con la Secretaria de Educación de Villarrica y la Comunidad.</li> <li>- Registro de las reuniones con los actores de interés</li> <li>- Registro de los avances en la actividad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Capacitación Ambiental a líderes juveniles de las Veredas con influencia en esta Zona</li> </ul>	<p>Universidad del Tolima, Fundación Amé y comunidad en general</p>

**Tabla 6. Priorización de actividades**

Actividad	Prioridad (***) <sup>16</sup>	Co-beneficio Económico & Social (***) <sup>17</sup>		Impacto Ambiental (***) <sup>18</sup>
		Comunidades	PO	
Apicultura	***	***	***	***
Ecoturismo	***	***	***	*
Monitoreo con Drones	**	*		**
Programa de guardabosques	**	*		***
Investigación	**	*		***
Mariposario	*	*	*	*
Aula ambiental, museo de la memoria y adecuación del sendero histórico	*	*		*



**Ilustración 5. Árbol de actividades de acuerdo con los resultados de la Tabla 6.**

<sup>16</sup> Prioridad atribuida a cada actividad en una escala de (\*\*\*) dependiendo del plazo para ponerlo en marcha, de los co-beneficios e impactos esperados, además de la necesidad actual de dicha actividad para el proyecto.

<sup>17</sup> Estimación de co-beneficios Económicos y Sociales de cada actividad en una escala de (\*\*\*) para las partes interesadas y dirigidas por el proyecto. De no tener ningún (\*) se considera como un costo o una inversión. En el caso de las comunidades se tuvo en cuenta el potencial de cada actividad para crear bienestar, empleo y nuevas formas de ingreso. En el caso del PO se tuvo en cuenta el potencial de cada actividad para generar un beneficio o la capacidad de generar créditos como es el caso de un Proyecto de Restauración.

<sup>18</sup> Estimación del impacto ambiental esperado por cada actividad en una escala de (\*\*\*) en el que se consideraron aspectos relacionados con las externalidades positivas esperadas. En efecto, esta escala se basó en aspectos como la protección ambiental, protección de la biodiversidad y la regeneración de los bosques, además de la educación y concientización, tanto de las comunidades como de los turistas, que se espera sacar de estas actividades.

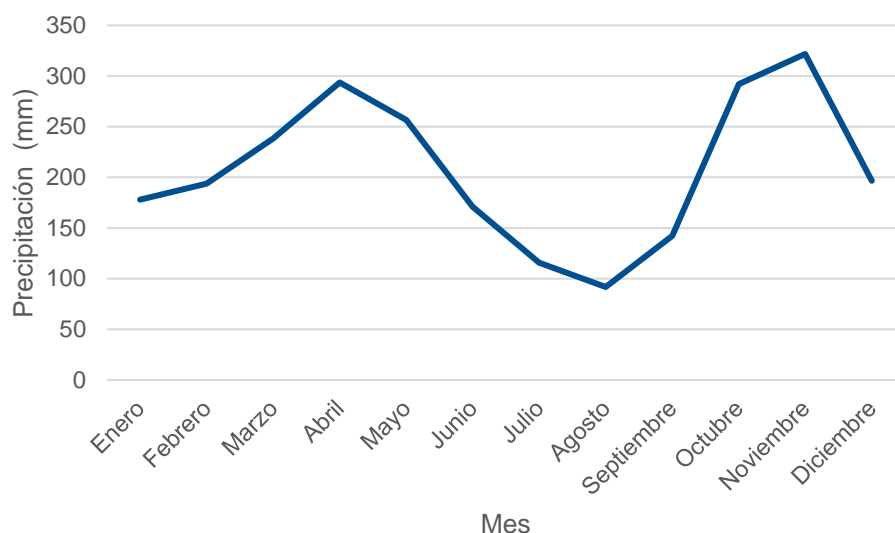




## 2 Condiciones ambientales en el área de expansión del programa

### 2.1 Temperatura y precipitación<sup>19</sup>

A partir de los datos de precipitación registrados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en la estación Puerto Lleras, del municipio de Villarrica (número 21160180),<sup>20</sup> fue posible construir una curva que muestra el comportamiento medio anual para la región, esta estación cuenta con un registro de datos que empezó en el año 1984. Los datos de la Ilustración 6 muestran un comportamiento bimodal, característico de la zona andina colombiana, los mayores registros están presentes entre los meses abril – mayo y octubre – noviembre y una época seca entre julio – agosto. Los datos medios muestran un registro anual de lluvias superior a los 2.400mm.



**Ilustración 6. Precipitación media mensual, estación Puerto Lleras<sup>21</sup>**

En cuanto a la temperatura, Villarrica tiene un variado rango altitudinal, desde los 800 msnm, hasta más de 3.000 msnm, por lo que la temperatura, variable influenciada por la altitud, tiene un cambio similar. La Tabla 7 muestra la temperatura promedio anual y la isoterma en la que se encuentran.

**Tabla 7. Temperatura promedio anual<sup>22</sup>**

Estación	Temperatura promedio anual (°C)	Isoterma (msnm)
Villarrica	23,87	975
Puerto Lleras	22,35	1.195
Cabrera	17,49	1.900
Núñez	17,15	1.950
El Fique	23,15	1.080

<sup>19</sup> Sección desarrollada a partir de datos de Villarrica debido a que el 74% del área de expansión del programa se encuentra en este municipio y el área actual del programa se encuentra en su totalidad en el municipio de Villarrica.

<sup>20</sup> La información base se encuentra como documento soporte en: [Soportes\Datos climáticos]

<sup>21</sup> Datos obtenidos de la estación Puerto Lleras (21160180), perteneciente al IDEAM.

<sup>22</sup> Tabla obtenida del Documento Técnico I “Estudios de clima, hidrología y caracterización de aguas superficiales” del Esquema de Ordenamiento Territorial de Villarrica 2003 – Pág. 40, Temperatura.

## 2.2 Zonas de vida

Las zonas de vida fueron clasificadas de acuerdo con Holdridge<sup>23</sup>, siguiendo los lineamientos de la sección 5.5.2.4.1 de la Norma Técnica Colombiana NTC 6802 “*Acciones de mitigación en el sector de uso del suelo, cambio en el uso del suelo y silvicultura (USCUSS) a nivel rural, incorporando consideraciones sociales y de biodiversidad*”. Esta clasificación se realiza según los parámetros de precipitación y temperatura media en la zona. Los datos de precipitación y temperatura fueron obtenidos del WorldClim<sup>24</sup>, conjunto de capas climáticas globales con una resolución de aproximadamente 1km<sup>2</sup>. Utilizando herramientas de sistemas de información geográfica, las capas descargadas fueron reclasificadas (ver Ilustración 7 e Ilustración 8). Posteriormente, se hizo una combinación de ambas capas en donde la capa resultante tenía los intervalos de precipitación y temperatura propuestos, y, finalmente, de acuerdo con la combinación de intervalos presente, cada pixel se nombró de acuerdo a la zona de vida perteneciente.

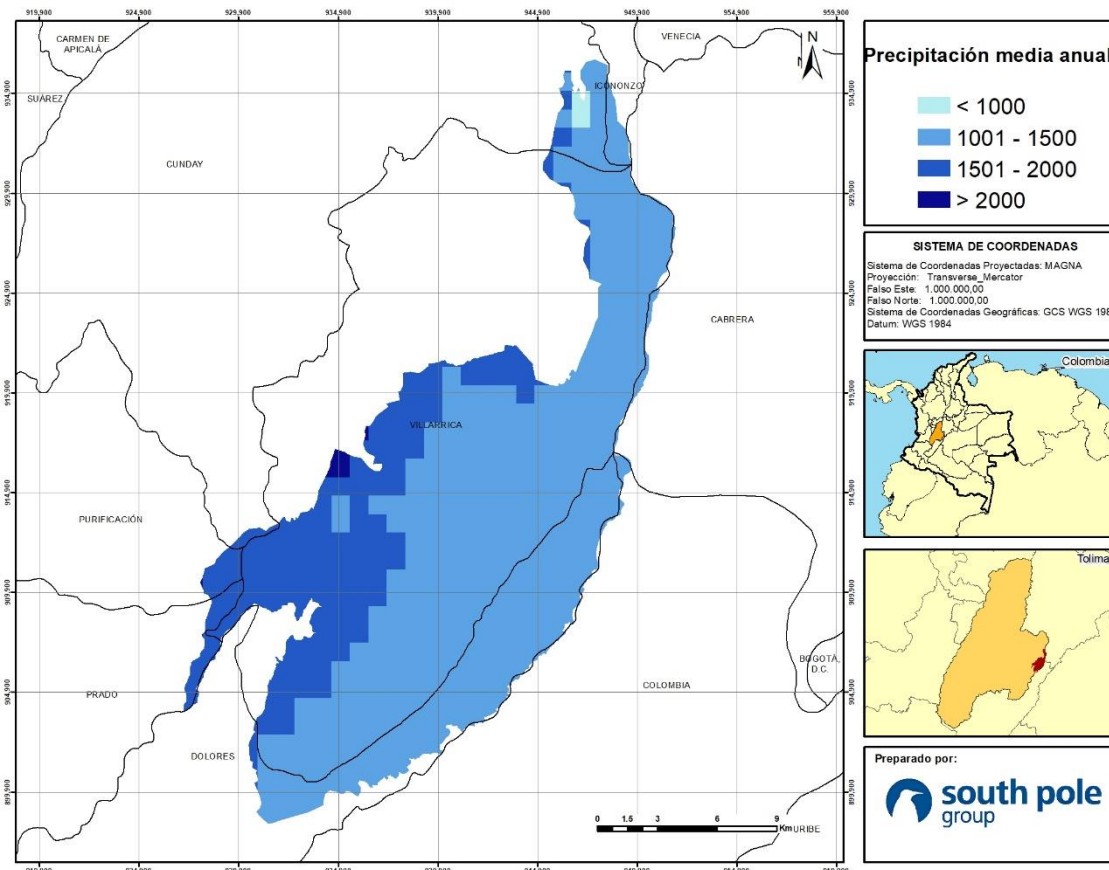
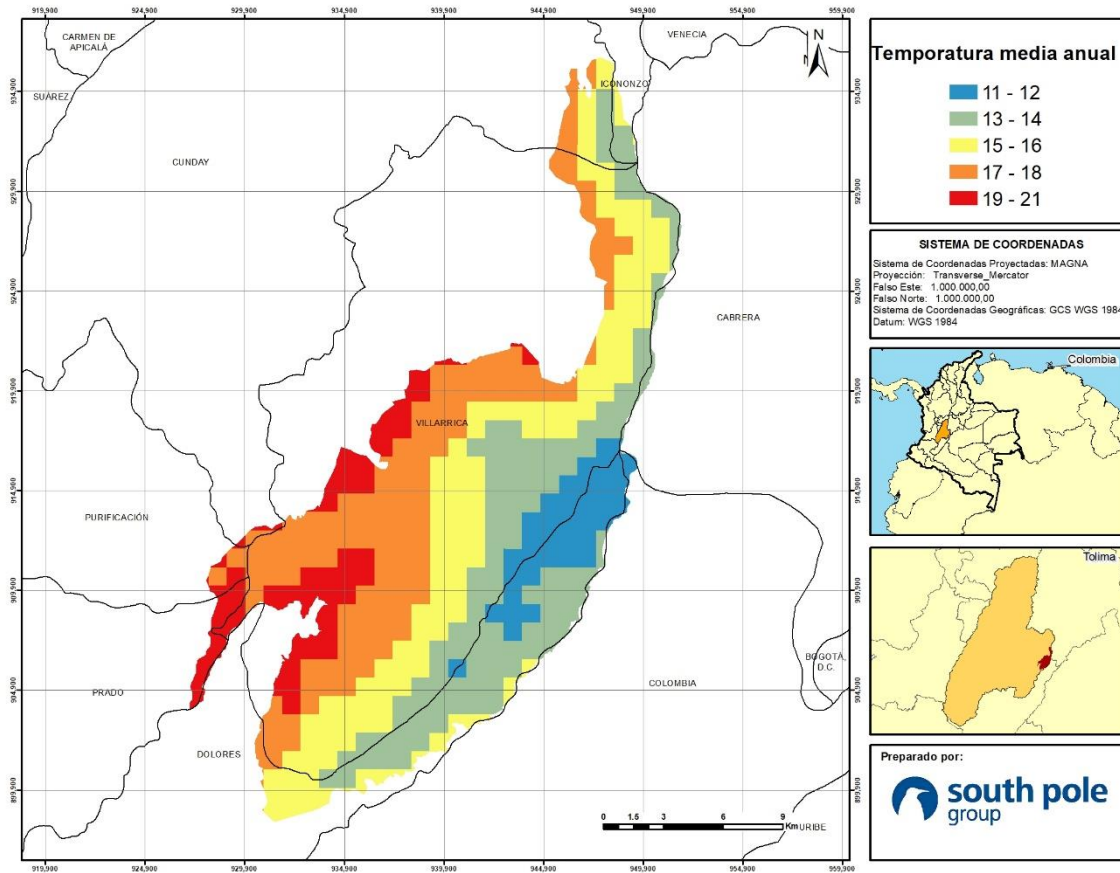


Ilustración 7. Precipitación media anual [mm/año]

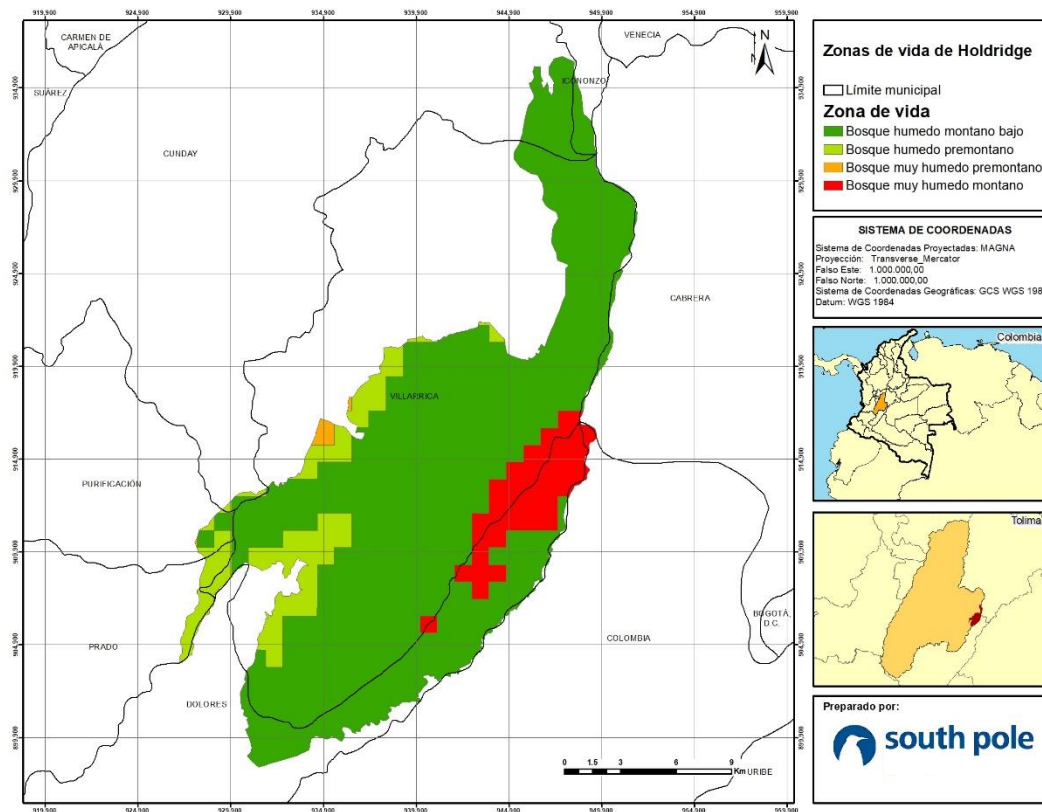
<sup>23</sup> Holdridge, L. R. 1967. «Life Zone Ecology». Tropical Science Center. San José, Costa Rica

<sup>24</sup> <http://www.worldclim.org/bioclim>



**Ilustración 8. Temperatura media anual [°C]**

Al realizar este proceso, tal como se observa en la Ilustración 9, la zona de vida predominante en el programa es el bosque húmedo montano bajo, que cubre un poco más del 80% del área total, seguido por el bosque húmedo premontano (más del 10%), bosque muy húmedo montano (aproximadamente un 8%) y bosque muy húmedo premontano (área restante).



**Ilustración 9. Zonas de vida de Holdridge**

### 2.3 Hidrografía

La red hídrica que recorre el municipio de Villarrica pertenece a las cuencas del río Cuinde Negro, cuya cuenca cubre más del 50% del municipio, río Negro, un 35% y río Riachón, un 10%. El río Negro es de especial interés para el programa y su zona de influencia, ya que sus aguas nacen en la zona alta del área actual del programa, atraviesa gran parte de su territorio (Ilustración 10) y abastece el embalse de Prado,<sup>25</sup> al igual que el río Negro, el río Cunday y el río Prado también drenan dicho embalse. En la Ilustración 11, se presenta la red hídrica del área del programa (aquellas líneas marcadas bajo la clasificación 1 en el orden de Strahler-Horton),<sup>26</sup> la cual evidencia la oferta del recurso hídrico que hay en la zona.

<sup>25</sup> Información obtenida del Documento Técnico I “Estudios de clima, hidrología y caracterización de aguas superficiales” del Esquema de Ordenamiento Territorial de Villarrica 2003 – Pág. 51, Estudio hidrológico.

<sup>26</sup> El Orden de Strahler-Horton se utiliza en la hidrología para representar la jerarquía de las redes de drenaje en donde los valores de 1 representan el nivel inferior (nacimientos).





Ilustración 10. Cauce del Río Negro en el área del área del programa

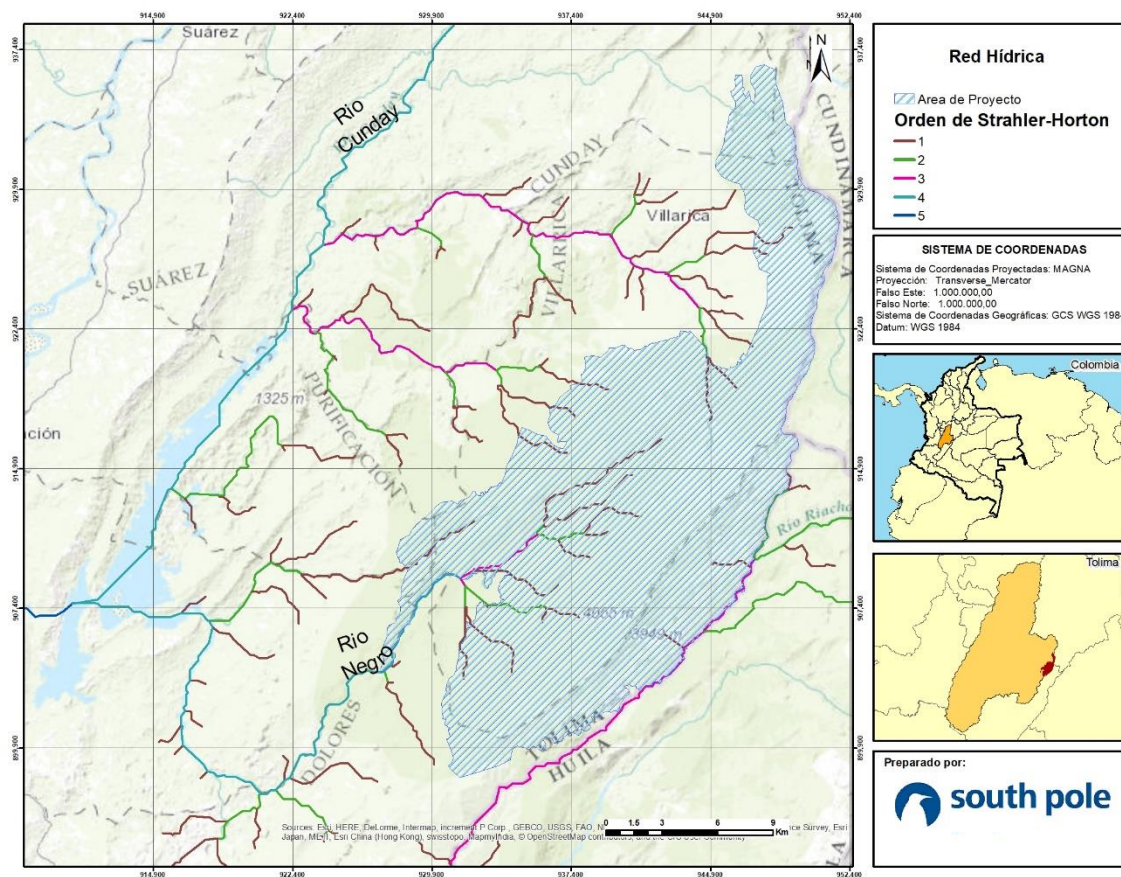


Ilustración 11. Red Hídrica en el área de programa

## 2.4 Geología, geomorfología y suelos

En el municipio de Villarrica afloran rocas sedimentarias con edades que van desde el cretácico al paleógeno superior. En la geología predominan tres grupos que son: grupo Villeta (Kv) conformado por esquistos grises con calizas y arenitas; grupo Guadalupe (Ksg) formado por estratos métricos de cuarzo-arenitas que van de finas a gruesas y lutitas grises; y el grupo Gualanday (Tg) unidad constituida por acillas, areniscas y conglomerados. También existe una

formación seca (TKs) en el sinclinal del río Negro y Altamizal, y depósitos de coluvión (Qco) localizados generalmente, al pie de escarpes constituidos por detritos de roca y suelo.<sup>27</sup>

El paisaje que predomina en el municipio es el montañoso, acompañado en algunas ocasiones por relieve plano. Dentro de este paisaje, se identifican siete unidades geomorfológicas: i) el relieve montañoso y el colinado estructural – erosional, ii) relieves de cresta monoclinial abrupto de liditas y areniscas cuarzosas, iii) ondulaciones en bancos de arcillolitas interestratificada con arenisca cuarzosas, iv) espinazo monoclinial colinado en areniscas cuarzosas interestratificados con arcillolitas, v) loma de una cubeta sinclinal de lodolitas interestratificado con areniscas cuarzosas, vi) anticlinal excavado abrupto de liditas y areniscas cuarzosas y, vii) coluvión de remoción derivados de liditas y areniscas cuarzosas.<sup>28</sup>

En cuanto a los suelos, en el estudio realizado para el Esquema de Ordenamiento Territorial en el año 2003, se identificaron 19 unidades de suelo en igual número de paisajes, con variedad de profundidades y características.<sup>29</sup>

## 2.5 Biodiversidad

El área del programa hace parte de las áreas prioritarias para la conservación en la región de los Andes y Piedemonte Amazónico, ya que están ubicados en el corredor biológico que conecta el bosque Andino y Alto andino con los páramos del Parque Natural Nacional Sumapaz<sup>30</sup>. A continuación, se describen las principales especies de fauna y flora reportadas en la zona.

### 2.5.1 Flora

Según Malagón (2008),<sup>31</sup> en los bosques del programa se registran 108 familias de plantas vasculares, 317 géneros y unas 594 especies. La mayoría de los individuos se agrupan en clases diamétricas inferiores albergando un gran número de especies endémicas o de área de distribución local. A su vez, CORTOLIMA (2012)<sup>32</sup>, reporta para esta área 74 especies de árboles distribuidas entre las zonas de vida bosque muy húmedo premontano y bosque húmedo montano bajo. Ambos autores coinciden en que algunas de las especies más representativas dentro del bosque se encuentran bajo cierta categoría de amenaza como el Roble (*Quercus humboldtii*) y el Chaquiro (*Podocarpus oleifolius*) que se encuentran en la categoría de vulnerabilidad (UV); Comino crespo (*Aniba perutilis*) y *Magnolia cf.*, en peligro crítico (CR); Truco o Carmensi (*Hyeronima macrocarpa*) y (*Magnolia caricifrangs*) en peligro (EN); y Cedro (*Cedrela montana*) casi amenazada (NT).

En la Tabla 8, se presentan algunas de las especies reportadas en el área de referencia por los autores mencionados, por Nieto (2006)<sup>33</sup> y por el Sistema de Información de Biodiversidad de Colombia (SIB)<sup>34 35</sup>.

<sup>27</sup> Información obtenida del Esquema de Ordenamiento Territorial de Villarrica 2003 – Pag 41, Geología

<sup>28</sup> Información obtenida del Esquema de Ordenamiento Territorial de Villarrica 2003 – Pag 43, Geomorfología

<sup>29</sup> Información obtenida del Documento Técnico III “Estudios de suelos, uso y cobertura, I.P.H., flora y fauna” del Esquema de Ordenamiento Territorial de Villarrica 2003

<sup>30</sup> Villalba X. (2017). Bosque Galilea: un paraíso tolimense en riesgo por intereses petroleros. El Nuevo Día, el periódico de los tolimenses. Tomado de: <http://www.elnuevodia.com.co/nuevodia/tolima/regional/403812-bosque-galilea-un-paraíso-tolimense-en-riesgo-por-intereses-petroleros>

<sup>31</sup> Malagón, W. (2008). Composición florística, estructura y diversidad de los bosques de la reserva forestal Galilea, Tolima (Colombia). Universidad del Tolima. Tesis para optar al título de Magister.

<sup>32</sup> CORTOLIMA (2012). Plan de Ordenamiento de la Cuenca del río Prado.

<sup>33</sup> Nieto (2006). Estructura y composición florística de bosques en la cuenca mayor del río Prado, Tolima

<sup>34</sup> <https://www.sibcolombia.net/>

<sup>35</sup> Las especies reportadas por el SIB que no tienen el nombre de la vereda donde se registraron tienen coordenadas geográficas, las cuales fueron verificadas para conocer su ubicación (ver Soportes\GIS\Shapes\Biodiversidad). La fecha de reporte se presenta en el archivo: (Soportes\Fuentes secundarias\Biodiversidad\Documentos\Info SIB\_Coordenadas)



Tabla 8. Listado de algunas de las especies de flora reportadas por diferentes fuentes.

Nombre científico	Familia	Categoría de amenaza UICN	Reportado por:
<i>Anthurium spp.</i>	Araceae	-	SIB
<i>Ardisia guianensis</i>	Myrsinaceae	-	SIB
<i>Banara guianensis</i>	Flacourtiaceae	-	SIB
<i>Blakea andreana</i>	Melastomataceae	-	SIB
<i>Brunellia subsessilis</i>	Brunelliaceae	-	SIB
<i>Biophytum falcifolium</i>	Oxalidaceae	-	SIB
<i>Cavendishia angustifolia</i>	Ericaceae	-	SIB
<i>Cedrela montana</i>	Meliaceae	-	SIB
<i>Chrysochlamys colombiana</i>	Clusiaceae	-	SIB
<i>Condaminea corymbosa</i>	Rubiaceae	NT	SIB
<i>Cuphea buravii</i>	Lythraceae	-	Nierto (2006)
<i>Cyperus odoratus</i>	Cyperaceae	-	SIB
<i>Desmodium uncinatum</i>	Fabaceae	-	SIB
<i>Elaeagia utilis</i>	Rubiaceae	-	SIB
<i>Ficus sp</i>	Moraceae	-	Malagón (2008)
<i>Hyeronima macrocarpa</i>	Phyllanthaceae	-	Malagón (2008)
<i>Inga</i>	Mimosaceae	-	SIB
<i>Juncus densiflorus</i>	Juncaceae	-	SIB
<i>Magnolia caricifragans</i>	Magnoliaceae	-	Malagón (2008)
<i>Magnolia cf</i>	Magnoliaceae	EN	Malagón (2008)
<i>Meriania longifolia</i>	Melastomataceae	-	SIB
<i>Miconia acuminifera</i>	Melastomataceae	-	SIB
<i>Miconia affinis</i>	Melastomataceae	-	SIB
<i>Miconia argyrophylla</i>	Melastomataceae	EN	SIB
<i>Miconia barbinervis</i>	Melastomataceae	CR	SIB
<i>Miconia smaragdina</i>	Melastomataceae	-	SIB
<i>Miconia velutina</i>	Melastomataceae	-	SIB
<i>Myrsine coriacea</i>	Myrsinaceae	-	SIB
<i>Ocotea longifolia</i>	Lauraceae	-	Malagón (2008)
<i>Olmedia aspera</i>	Moraceae	-	Nierto (2006)
<i>Palicourea ovalis</i>	Rubiaceae	-	SIB
<i>Phytolacca rivinoides</i>	Phytolaccaceae	-	SIB
<i>Piper eriopodon</i>	Piperaceae	-	SIB
<i>Podocarpus oleifolius</i>	Podocarpaceae	-	Malagón (2008)
<i>Protium cranipyrenum</i>	Burseraceae	-	Malagón (2008)
<i>Protium cundinamarcense</i>	Burseraceae	-	SIB
<i>Psychotria chaponiana</i>	Rubiaceae	-	SIB
<i>Quercus humboldtii</i>	Fagaceae	-	Malagón (2008)
<i>Schefflera morototoni</i>	Araliaceae	-	Nierto (2006)
<i>Solanum</i>	Solanaceae	-	SIB
<i>Sphyrospermum cordifolium</i>	Ericaceae	CR	SIB
<i>Sphyrospermum cordifolium</i>	Ericaceae	-	SIB

Nombre científico	Familia	Categoría de amenaza UICN	Reportado por:
<i>Tibouchina ciliaris</i>	Melastomataceae	-	SIB
<i>Vismia baccifera</i>	Hypericaceae	-	Nierto (2006)
<i>Wettinia praemorsa</i>	Arecaceae	UV	Nierto (2006)

Sumado a lo anterior, se resalta la importancia de *Quercus humboldtii* dentro del área actual del programa, ya que esta especie presenta una distribución gregaria formando asociaciones boscosas llamadas Robledales. Los bosques de Robles están dominados por especies de fagáceas que constituyen el esqueleto de varios tipos de ecosistemas boscosos representativos del ambiente montañoso, desde los 750 msnm hasta los 3.450 msnm<sup>36</sup>. Son considerados refugios de otras especies amenazadas o endémicas con un alto valor de conservación a nivel nacional, regional y local, como *Aniba perutilis*, *Podocarpus oleifolius*, *Prumnopitys montana*, *Sterigmaphalum tachiriensis*, *Matudaea colombiana*, *Magnolia viroliniensis*, *Magnolia arcabucoana*, *Magnolia caricifragans*, laureles (especies pertenecientes a géneros *Nectandra*, *Ocotea*, y *Persea*), encenillos (especies del género *Weinmannia*), cedros (*Cedrela montana*, *Junglands neotropica*) y palmas como la San Pablo (*Geonoma orbignyana*) y las palmas de cera (*Ceroxylum quinduense*, *C. vogelianum*, *C. parvifrons*), algunas de estas reportadas para el área de referencia<sup>37</sup> (Tabla 8, Ilustración 12).

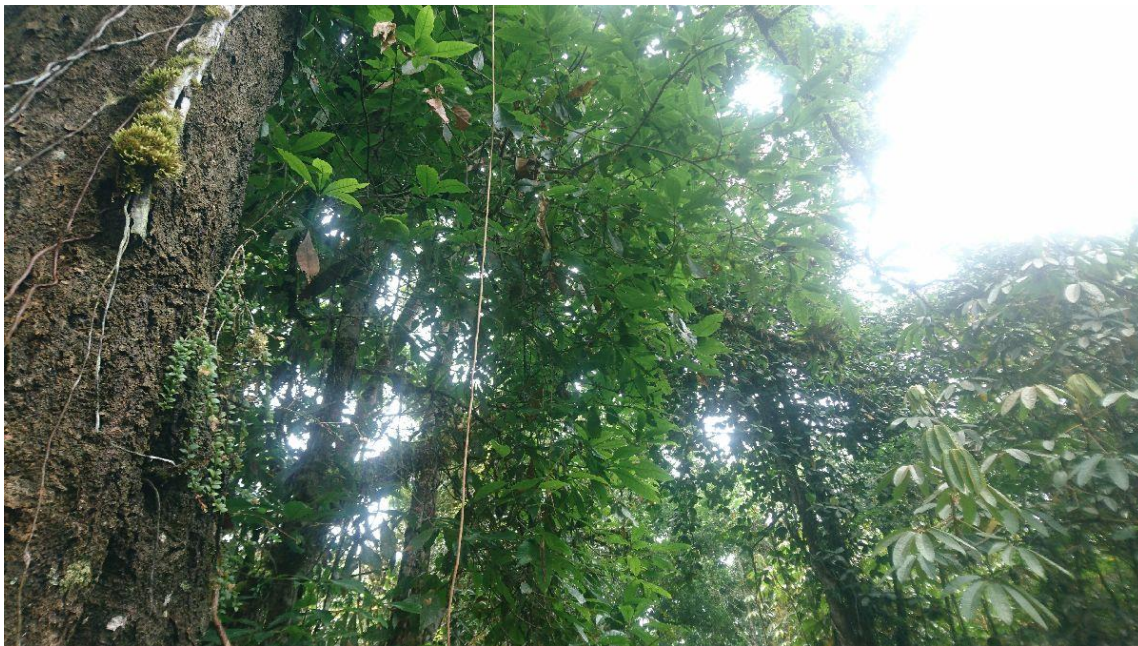


Ilustración 12. Robleal en el área actual del programa.

## 2.5.2 Fauna

### Mamíferos

En los bosques de Villarrica y de la vereda La Pepina en el municipio de Cunday, se han reportado especies consideradas en vía de extinción como, venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*),

<sup>36</sup> Instituto Alexander Von Humboldt. Los Robledales. Tomado de: <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2016/cap1/105/index.html#seccion5>.

<sup>37</sup> Avella A. M., (2016). Los Bosques de Robles (Fagáceas) en Colombia: composición florística, estructura, diversidad y conservación.

nutria (*Lutra longicaudus*), mico pulgón (*Aotus trivirgatus*), oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) y tigrillo (*Felis tigrina*)<sup>38</sup>.

Por otra parte, según el Plan de Ordenación Forestal del departamento de Tolima (2007), en los Bosques de Galilea que corresponden a la unidad de ordenación forestal VI Icononzo – Villarrica, se ha registrado la mayor diversidad de mamíferos, con 30 especies en el bosque húmedo montano bajo y 24 especies en el bosque húmedo premontano, de un total reportado para el departamento de 39 especies. Las familias de mayor abundancia relativa de especies son Didelphidae, Procyonidae y Felidae.

### Aves

Según el Plan de Ordenación Forestal del departamento del Tolima (2007), la avifauna presente en la zona está conformada por 106 especies de aves, pertenecientes a 35 familias y 14 ordenes taxonómicos. Las familias registradas con mayor abundancia con *Trochilidae*, *Thraupidae*, *Tyrannidae* y *Emberizidae*. La especie *Crypturellus soui* (Tinamidae) es rara de acuerdo con su frecuencia realtiva.

Adicionalmente, se encontraron 13 especies poco comunes: *Aramidaes cajanea* (Rallidae), *Claravis mondetoura*, *Zenaida auriculata* (Columbidae), *Coccyzus melacorhyphus* (Cuculidae), *Tyto alba* (Tytonidae), *Otus choliba* (Strigidae), *Piculus rubiginosus* (Picidae), *Eubucco bourcierii* (Ramphastidae), *Thamnophilus multistriatus* (Thamnophilidae), *Elaenia frantzii* (Tyrannidae), *Stelgidopteryx ruficollis* (Hirundinidae), *Cyanocorax affinis* y *Cyanocorax yncas* (Corvidae).

Se encontró que 13 especies son vulnerables, de las cuales dos (*Psarocolius angustifrons* y *Psarocolius decumanus*) tienen gran tamaño y amplio rango de distribución y las restantes (*Chamaepetes goudoti*, *Aratinga wagleri*, *Forpus conspicillatus*, *Pionus chalcopterus*, *Pionus menstruus*, *Aulacorhynchus haematopygus*, *Aulacorhynchus prasinus*, *Cyanocorax affinis*, *Cyanocorax yncas*, *Mimus gylvus* e *Icterus chrysater*) no tanto.

### Reptiles

Dentro de las especies de reptiles reportadas para el municipio de Villarrica, las más abundantes corresponden a Taya x (*Bothrops atrox*), cazadora (*Drymarchon corais*), lagartos (*Mabuya mabouya*, *Cnemidophorus lemniscatus*) y lagartijas (*Anolis latifrons*, *Anolis antonii*); seguido de Bejuca Verde (*Leptophis ahaetulla*), Sabanera (*Atractus wernerii*) y la Iguana (*Iguana s.p.*); las más escasas Granadilla (*Bothrops schlegelii*), Icotea (*Pseudomus scripta*), Morrocoy (*Geochelonia carbonaria*), Tortuga (*Chelonia mydas*), Falsa Coral (*Erythrolamprus bizona*), Candela (*Pseudoboa neuwedii*), Bejuca (*Imantodes cenchoa c*), serpiente Rabo de Ají (*Micrurus mipartitus*) y Coral (*Micrurus dumerilii*). y las especies consideradas raras Tatacoa (*Amphisbaena fuliginosa*), Cascabel (*Crotalus durissus*).

Se destacan con hábitos terrestres las especies *Anolis latifrons* y *Anolis antonii*. En el caso de las serpientes, se encuentran la Granadilla (*Bothrops schlegelii*) y Sabanera (*Atractus wernerii*); con hábitos arbóricola la especie *Leptophis ahaetulla*, y con hábito acuático, Tortuga (*Chelonia mydas*), Morrocoy (*Geochelonia denticulata*) e Icotea (*Pseudomus scripta*).

Finalmente, el SIB reporta, para el área del proyecto, las especies de fauna presentadas en la Tabla 9, de las cuales se destaca la presencia de *Lagothrix lagothricha lugens*, especie de primate poco abundante que se encuentra críticamente amenazada, según los reportes del IUCN<sup>39</sup>.

<sup>38</sup> Alcaldía de Cunday (2003). Esquema de ordenamiento territorial.

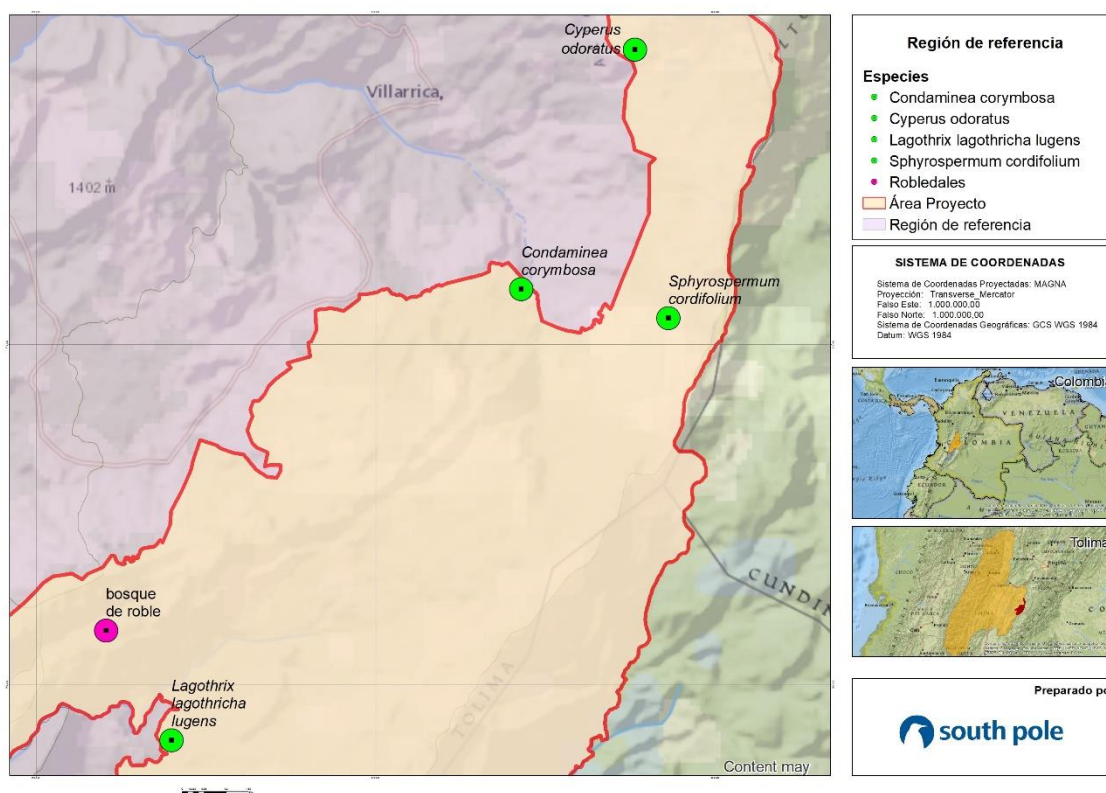
<sup>39</sup>Lista roja de la Unión Internacional por la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) Ver: <http://www.iucnredlist.org/details/39926/0>.



**Tabla 9. Especies de fauna reportadas por el SIB en el área del proyecto.**

Nombre científico	Clase	Familia
<i>Akodon sp.</i>	Mammalia	Mammalia
<i>Lagothrix lagothricha lugens (CR)</i> <sup>40</sup>	Mammalia	Atelidae
<i>Marmosa sp.</i>	Mammalia	Didelphidae
<i>Oligoryzomys sp.</i>	Mammalia	Muridae
<i>Erythrodiplax</i>	Insecta	Libellulidae

Adicionalmente en la Ilustración 13, se presenta la localización de las especies de fauna reportadas por el SIB y la ubicación de los robledales dentro del área del programa.



**Ilustración 13. Ubicación de especies de fauna reportadas por el SIB dentro del área del programa<sup>41</sup>.**

Por último, Campos (2008)<sup>42</sup> reportó la presencia de 659 individuos distribuidos en 101 especies de mariposas pertenecientes a las superfamilias Hesperioidea y Papilionoidea, encontrando que las subfamilias más diversas en el Bosque de Galilea fueron Satyrinae, Nymphalinae, Heliconiinae, Ithomiinae y Riodinidae.

<sup>40</sup> Especie en peligro crítico de extinción de acuerdo con la lista roja de la Unión Internacional por la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) Ver: <http://www.iucnredlist.org/details/39926/0>.

<sup>41</sup> Ver [Soportes\GIS\Biodiversidad]

<sup>42</sup> Campos L. R., (2008). Estudio de la riqueza y composición de la comunidad de mariposas (Hesperioidea: Papilionoidea) en la cordillera oriental, Bosque Galilea (Tolima – Colombia). Tesis doctoral. Ver [Soportes/Biodiversidad/ Campos (2008)]

## 3 Cuantificación de remociones para la auditoría de otorgamiento

### 3.1 Selección de la metodología

La metodología aplicada para la estimación de remociones es la Norma Técnica Colombiana NTC 6802 “Acciones de mitigación en el sector de uso del suelo, cambio en el uso del suelo y silvicultura (USCUSS) a nivel rural, incorporando consideraciones sociales y de biodiversidad”. Las secciones de esta metodología que fueron desarrolladas son aquellas que hacen referencia a las acciones REDD:

Sección 5.2 Elegibilidad de tierras

Sección 5.3 Escenario de referencia para acciones REDD+

Sección 5.5.2 Remociones debidas a las acciones REDD+

Los análisis para cumplir con los requisitos de la NTC 6802 que no tienen una metodología detallada se hicieron siguiendo los lineamientos de la metodología del VCS “VM0015 Avoided Unplanned Deforestation”<sup>43</sup>.

### 3.2 Elegibilidad de tierras

La Sección 5.2 de la NTC 6802 y la sección 2 del “Protocolo Certificación De Programas De Compensación ES-I-CC-002” establecen que las áreas elegibles para un proyecto de reducción de emisiones debido a actividades REDD+ son las áreas cubiertas por bosques<sup>44</sup> por lo menos diez años antes del inicio del programa. Para cumplir con el requerimiento de elegibilidad, se siguieron los siguientes pasos:

- Identificación de las áreas de bosque utilizando las capas de Bosque-No Bosque generadas por el IDEAM para el año 2000 y 2010<sup>45</sup> (Ilustración 14). La capa del año 2010 fue además mejorada mediante el uso de sensores remotos (ópticos y radar) con el fin de categorizar de mejor forma la información que en las imágenes satelitales se consideraba perdida (sin información) por la presencia de nubes. Las capas de IDEAM en formato satelital contienen información de toda Colombia bajo las categorías “bosque”, “no bosque” y “sin información” (áreas con presencia de nubes u otros factores que impiden su interpretación), los datos suministrados por dichas capas son obtenidos principalmente, utilizando imágenes LANDSAT (sensores TM y ETM+) con resolución espacial de 30 m, complementada en algunos casos con otro tipo de imágenes ópticas y de RADAR de resolución media.<sup>46</sup>
- Siguiendo las recomendaciones de la metodología del IDEAM<sup>47</sup>, son excluidas aquellas áreas “sin información” que se presentaron durante cualquiera de los periodos. Una vez excluidas las áreas “sin información”, mediante el uso de sistemas de información geográfica (ArcGIS), se hace un análisis de las capas 2000 y 2010 con el fin de encontrar aquellas áreas

---

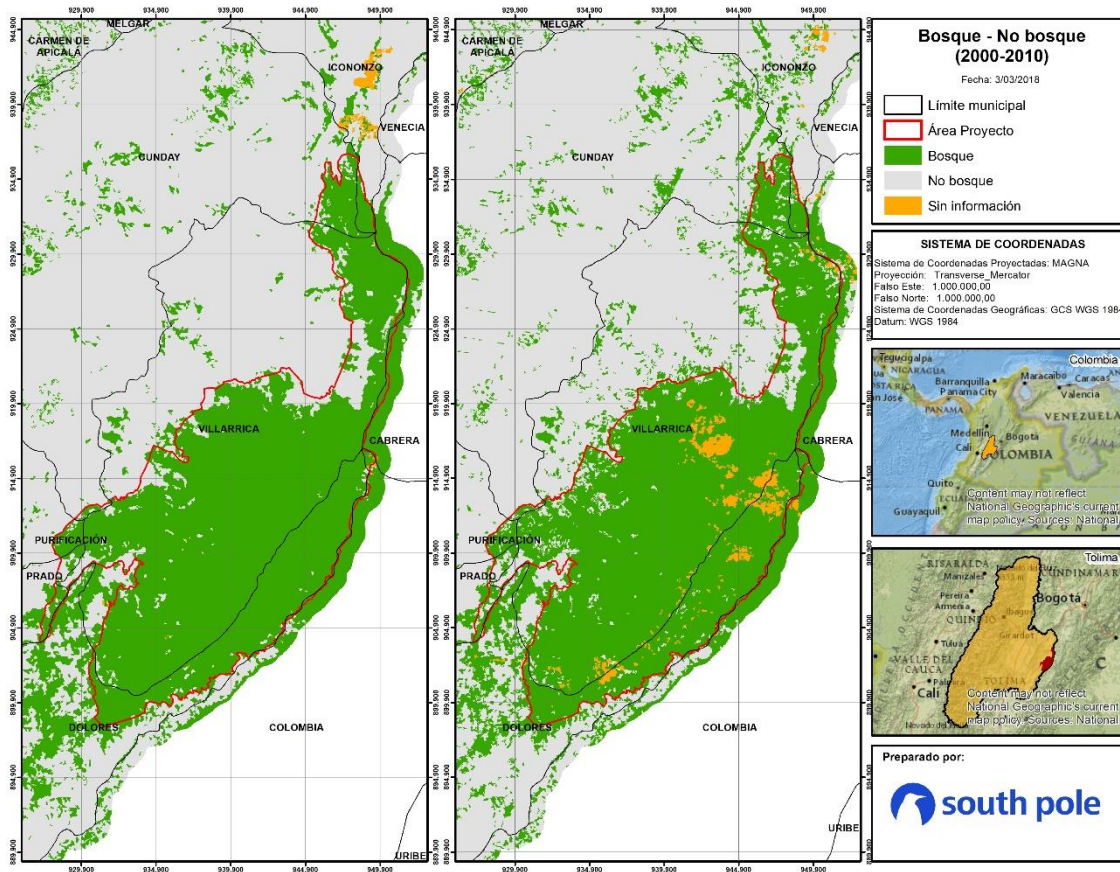
<sup>44</sup> La delimitación de las áreas de bosque elegibles para el programa de compensación de emisiones de GEI se realizó bajo la definición dada por el IDEAM para bosque natural: “Conjunto de comunidades vegetales dominadas por árboles con altura mínima de 5 metros, densidad de copas superior al 30% y extensión mínima de una hectárea”. Fuente: Cabrera E., Vargas D. M., Galindo G., García M. C. y Ordóñez M. F. 2011a. Cuantificación de la tasa de deforestación para Colombia, Período 1990-2000 y 2000-2005. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM-. Bogotá, D. C., Colombia. Pág.22

<sup>45</sup> Descargadas del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC): <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>

<sup>46</sup> Información contenida en la metodología “Cambio en la superficie cubierta por bosque natural (CSBN)” – IDEAM. Disponible en: [http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/49-4.05\\_HM\\_Cambio\\_bosque\\_natural\\_3\\_FI.pdf/64d68d79-56ce-4ab5-916e-e69dd94bea3c](http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/49-4.05_HM_Cambio_bosque_natural_3_FI.pdf/64d68d79-56ce-4ab5-916e-e69dd94bea3c)

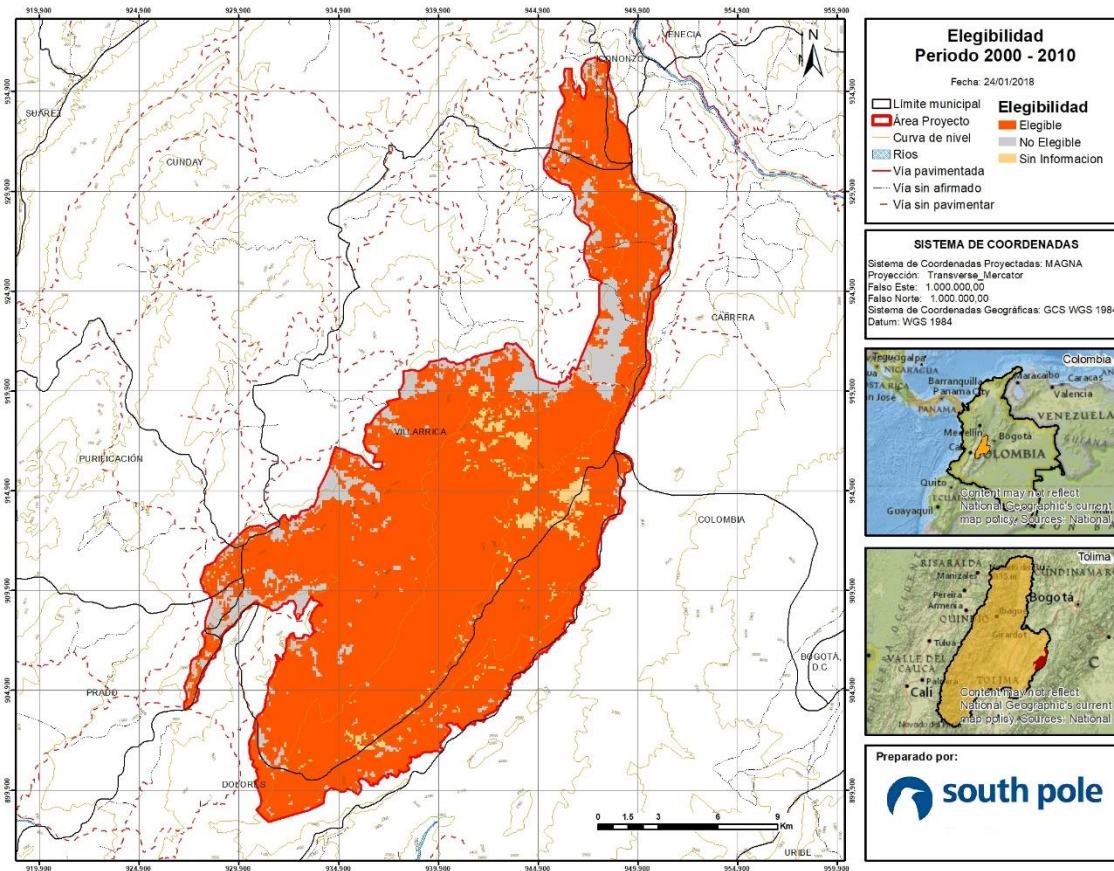
<sup>47</sup> Información contenida en la metodología “Cambio en la superficie cubierta por bosque natural (CSBN)” – IDEAM. Disponible en: [http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/49-4.05\\_HM\\_Cambio\\_bosque\\_natural\\_3\\_FI.pdf/64d68d79-56ce-4ab5-916e-e69dd94bea3c](http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/49-4.05_HM_Cambio_bosque_natural_3_FI.pdf/64d68d79-56ce-4ab5-916e-e69dd94bea3c)

que hayan conservado la categoría de bosque durante estos diez años, estas son las áreas elegibles, mientras que, aquellas que hayan pasado de categoría “bosque” a “no bosque” (áreas deforestadas), que hayan pasado de “no bosque” a “bosque” (áreas regeneradas) y aquellas que se conserven bajo la categoría “no bosque”, son consideradas como no elegibles. En la Ilustración 15 se presenta la distribución espacial de las áreas de bosque, no bosque y sin información dentro de los límites del programa y en la Tabla 10 se presentan las áreas en hectáreas bajo cada categoría.



**Ilustración 14.** Área de bosque-no bosque de las capas de IDEAM en el área de expansión del programa en los años 2000 (izquierda) y 2010 (derecha).





**Ilustración 15. Mapa de elegibilidad del área de expansión del programa.**

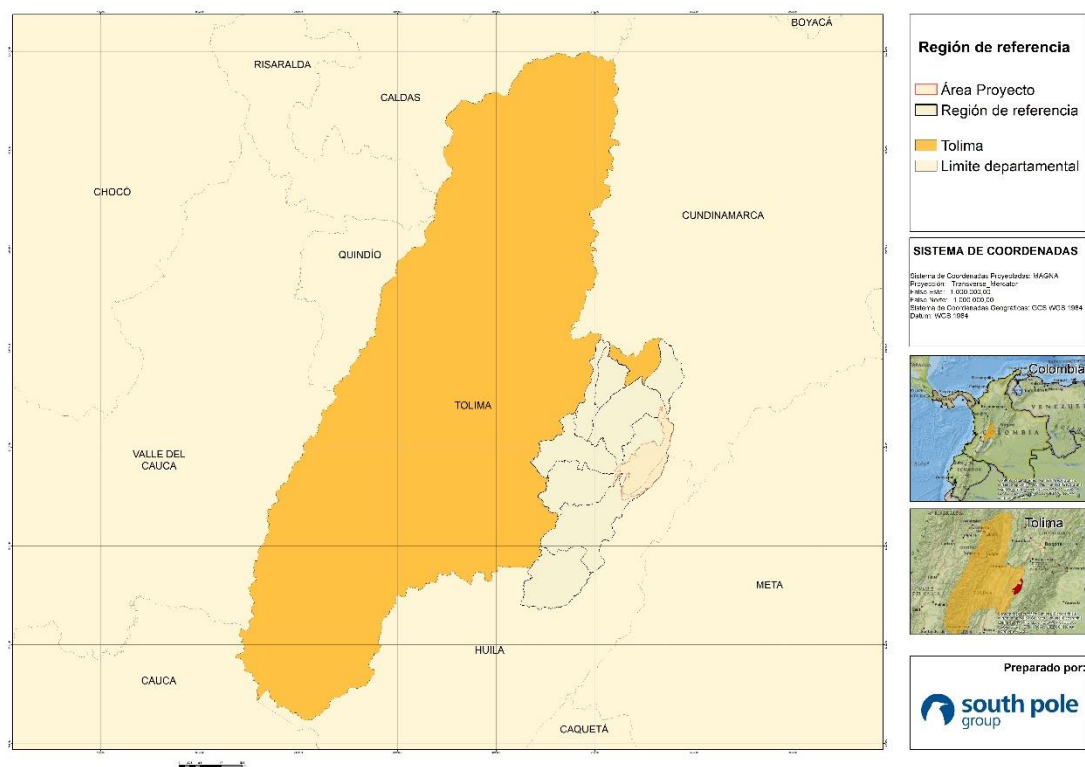
**Tabla 10. Áreas actual del programa**

Elegibilidad	Área (ha)	Porcentaje (%)
Elegible	12.701	82,9
No Elegible	2.006	13,1
Sin información	617	4,0
Total	15.324	100

### 3.3 Escenario de referencia para acciones REDD+

La región de referencia corresponde al área en la cual se realiza el análisis de deforestación, cambio de uso del suelo y análisis de agentes y motores de deforestación. La selección de la región de referencia se realizó considerando los lineamientos planteados por la sección “1.1.1 *Reference región*” de la metodología “VM0015 *Avoided Unplanned Deforestation*”<sup>48</sup>, la cual indica que la región de referencia representa debidamente el área de programa si cumple con tres de cuatro criterios de paisaje: rangos de altitud, rangos de pendiente, precipitación media anual y tipo de cobertura boscosa. La región seleccionada incluye los municipios Alpujarra, Carmen de Apicalá, Cunday, Dolores, Icononzo, Prado, Purificación, Suarez y Villarrica, municipios del oriente del Tolima (Ilustración 16), la cual cumple con la similitud en las condiciones de rangos de

pendiente, precipitación media anual y tipo de cobertura boscosa (Tabla 11, Tabla 12 y Tabla 13).



**Ilustración 16. Región de referencia**

**Tabla 11. Rangos de pendientes**

Rangos de pendientes (grados)	Área de expansión del programa (ha)	Región de referencia (ha)	Área de proyecto acumulada (%)	Región de referencia acumulada (%)
0 - 3	931,3	55.745,6	2,67%	17,61%
4 - 12	19.382,6	141.459,0	58,34%	62,28%
13 - 18	8.449,1	62.790,6	82,60%	82,11%
19 - 27	4.124,8	40.688,0	94,45%	94,96%
28 - 36	1.291,1	12.653,3	98,15%	98,96%
37 - 45	474,9	2640,5	99,52%	99,79%
>45	168,0	663,6	100,00%	100,00%
<b>Total</b>	<b>34.822</b>	<b>316.641</b>		

**Tabla 12. Rangos de precipitación**

Precipitación media anual (mm)	Área de proyecto (ha)	Región de referencia (ha)	Área de proyecto acumulada (%)	Región de referencia acumulada (%)
900-1000	159,4	11,1	0,46%	0,00%
1000-1100	13.703,6	4.060,8	39,81%	1,29%
1100-1200	6.740,4	6.108,9	59,17%	3,22%
1200-1300	2.190,2	3.902,2	65,46%	4,45%

1300-1400	1.605,6	4.888,4	70,07%	5,99%
1400-1500	1.258,1	11.241,2	73,68%	9,54%
1500-1600	1.160,2	21.919,3	77,01%	16,46%
1600-1700	1.155,9	28.308,5	80,33%	25,40%
1700-1800	1.981,7	36.392,9	86,02%	36,90%
1800-1900	2.549,1	56.775,3	93,34%	54,83%
1900-2000	2.169,8	65.283,7	99,58%	75,45%
2000-2100	147,9	51.730,5	100,00%	91,78%
2100-2200	0	23.884,9	100,00%	99,33%
2200-2300	0	2.132,51	100,00%	100,00%
Total	34.822	316.640		

**Tabla 13. Tipo de cobertura de bosque**

Clasificación de bosque	Área de proyecto (ha)	Región de referencia (ha)	Área de proyecto acumulada (%)	Región de referencia acumulada (%)
Bosque seco tropical	0	105.832	0,00%	33,42%
Bosque húmedo tropical	0	32.359,1	0,00%	43,64%
Bosque húmedo premontano	3.539,1	98.018,5	10,16%	74,60%
Bosque muy húmedo premontano	147,9	45.815,4	10,59%	89,07%
Bosque húmedo montano bajo	28.140,4	34.615,4	91,40%	100,00%
Bosque muy húmedo montano bajo	2.994,4	0	100,00%	100,00%
Total	34.822	316.640		

### 3.4 Remociones debidas a las acciones REDD+

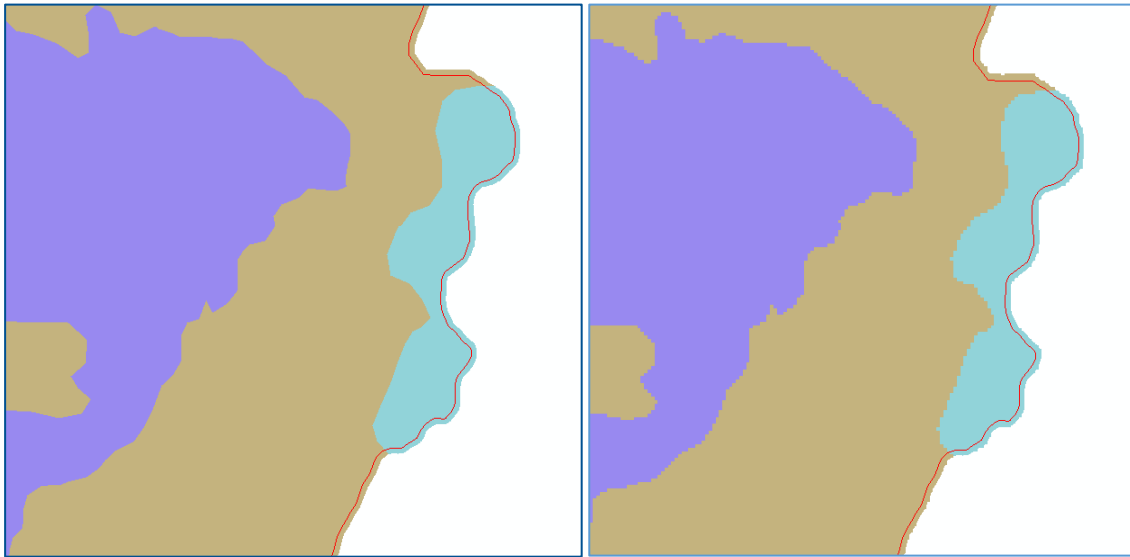
#### 3.4.1 Detección de cambios y tasas de deforestación histórica

##### 3.4.1.1 Análisis de cambios en las coberturas de uso del suelo

El análisis de cambios en las coberturas del suelo se realizó para el periodo 2000 – 2010 siguiendo los lineamientos de la sección 5.5.2.1 de la NTC 6208. Para este, se utilizó la información de Coberturas de la Tierra para Colombia del IDEAM a escala 1:100.000, realizada con base en la metodología del “*Corine Land Cover*” adaptada para Colombia y disponible en el SIAC (Sistema de Información Ambiental de Colombia) <sup>49</sup>. Con el objetivo de homogenizar la información de las capas de coberturas con las capas de Bosque-No Bosque, se utilizaron las capas descritas en la sección 3.2. A continuación, se describe el proceso para la realización de la matriz de cambio de coberturas:

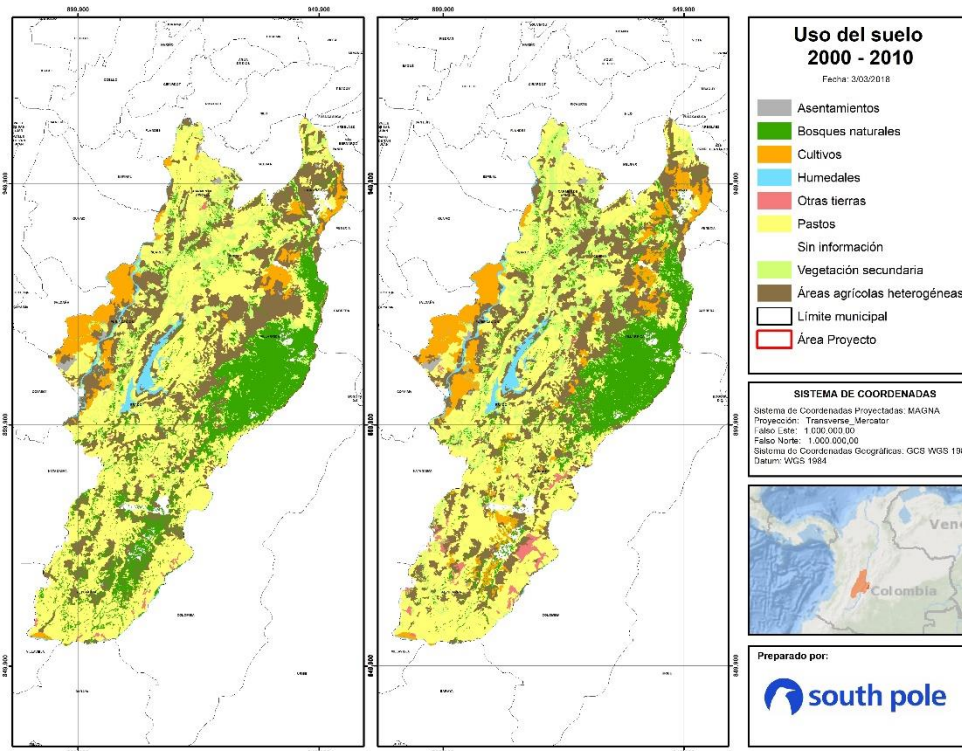
- Se cortaron las capas de coberturas y de Bosque-No Bosque con el área de referencia del programa, estableciendo un buffer de 50 m, con el fin de evitar espacios vacíos al cruzar la información. Las capas de coberturas que estaban en formato vector se convirtieron a formato *raster*, para hacerlas comparables con los datos de los *raster* de Bosque- No bosque, y luego de esto, se convirtieron nuevamente a polígono.

<sup>49</sup> <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>



**Ilustración 17. Imagen bordes suavizados en comparación con los bordes en formato raster**

- Después de tener las capas de coberturas convertidas en formato *vector*, se extrajeron las áreas de nubes de ambas capas y las áreas sin información de la capa de bosque de IDEAM, se unieron y definieron como áreas sin información, que no son comparables, pues difieren a nivel temporal y espacial.
- Se homologaron las categorías de coberturas del suelo del *Corine Land Cover* a las categorías de coberturas que cuentan con valores de biomasa aérea de acuerdo con los factores de emisión de IDEAM. Esta homologación se hizo siguiendo el anexo A y la tabla 6 de la NTC 6208, generando las clases presentadas en Ilustración 21 y la Tabla 14.



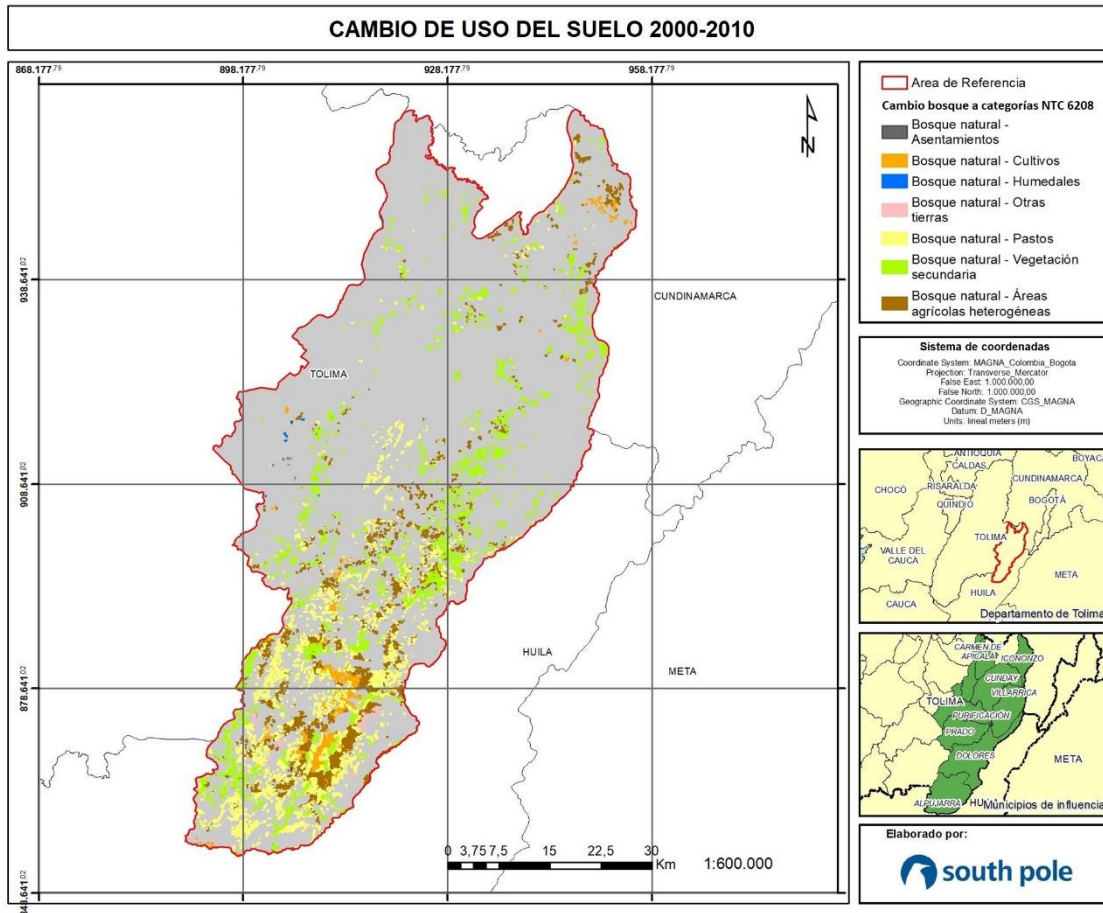
**Ilustración 18. Coberturas de la tierra 2000 y 2010 con las áreas de nubes iguales para ambas capas.**



**Tabla 14. Conversión de las clases de Corine Land Cover**

Cobertura Corine Land Cover	Cobertura NTC 6208 (tabla 6)
2.4.1. Mosaico de cultivos	Áreas agrícolas heterogéneas
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	
1.1.1. Tejido urbano continuo	Asentamientos
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	
1.2.4. Aeropuertos	
1.4.2. Instalaciones recreativas	
3.1.1. Bosque denso	Bosque Natural
2.1.1. Otros cultivos transitorios	Cultivos
2.1.2. Cereales	
2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	
5.1.1. Ríos (50 m)	
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	
3.3.2. Afloramientos rocosos	Otras tierras
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	
3.3.4. Zonas quemadas	
2.3.1. Pastos limpios	Pastos
2.3.2. Pastos arbolados	
2.3.3. Pastos enmalezados	
3.2.1. Herbazal	
3.2.2. Arbustal	Sin información
9.9. Nubes	
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	Vegetación secundaria

Finalmente, para obtener la matriz de cambio de uso del suelo que requiere la metodología (sección 5.5.2.1 de la NTC 6208) se realizó un intercepto con el uso de la herramienta *Analysis Tools/Overlay/Intercept* usando las capas con las categorías finales y las respectivas áreas. Los cambios de uso del suelo de bosque en 2000 a categorías de no bosque en 2010 se encuentran en la Ilustración 19 y la matriz de cambio de uso del suelo se presenta en la Tabla 15.



**Ilustración 19. cambio de uso del suelo de bosque en 2000 a categorías de no bosque en 2010.**



Tabla 15. Matriz de cambio de uso del suelo

Categorías NTC 6208	Humedales	Bosque Natural	Cultivos	Áreas agrícolas heterogéneas	Sin información	Pastos	Asentamiento	Otras tierras	Vegetación secundaria	Total 2000
Humedales	5.520,2	3,1	159,8	440,3	0,0	167,1	0,0	0,0	51,1	6.341,6
Bosque Natural	87,0	44.316,6	2.341,7	5.778,7	911,8	5.570,6	2,2	158,3	3.869,4	63.036,3
Cultivos	75,4	188,4	16.680,4	757,9	0,0	656,7	26,0	14,0	93,7	18.492,5
Áreas agrícolas heterogéneas	460,1	1.468,8	8.656,0	43.824,0	0,0	12.783,0	22,1	389,8	7.751,5	75.355,2
Sin información	0,0	178,2	0,0	0,0	4.071,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4.249,2
Pastos	250,4	1.056,7	1.844,8	20.320,5	0,0	112.612,1	17,6	3.116,5	12.427,0	151.645,6
Asentamiento	5,1	0,1	5,9	2,2	0,0	6,5	1.393,0	0,0	3,3	1.416,0
Otras tierras	0,0	77,9	0,0	128,8	0,0	387,5	1,8	587,4	5,1	1.188,5
Vegetación secundaria	185,3	0	396,1	4.148,3	0,0	4.206,8	5,7	4,8	20.660,0	29.607,0
<b>Total 2010</b>	<b>6.583,6</b>	<b>47.289,8</b>	<b>30.084,6</b>	<b>75.400,7</b>	<b>4.982,8</b>	<b>136.390,4</b>	<b>1.468,3</b>	<b>4.270,7</b>	<b>42.890,2</b>	<b>351.331,9</b>

### 3.4.1.2 Tasa de deforestación

La tasa de deforestación para la cuantificación de la deforestación futura fue calculada utilizando la fórmula dada por Puyravaud (2003)<sup>50</sup>, conforme a la sección 5.5.2.2 de la NTC 6208. Esta fórmula expresa el porcentaje de área boscosa disminuida por año, con la siguiente ecuación:

$$r = \left( \frac{1}{(t_2 - t_1)} \right) * \ln \left( \frac{A_2}{A_1} \right) * 100$$

Donde, **r** es la tasa anual de deforestación, **t<sub>2</sub>** y **t<sub>1</sub>** son el periodo de tiempo para el análisis, en este caso 2010 y 2000 respectivamente, y **A<sub>2</sub>** y **A<sub>1</sub>** son el área de bosque al final e inicio del periodo de análisis. Al reemplazar los parámetros de la ecuación con los datos de bosque en el área de referencia para los años 2000 y 2010 descritos en la Tabla 15 se tiene una tasa anual de 2.87%<sup>51</sup>.

### 3.4.1.3 Análisis de agentes y motores de deforestación

A continuación se describe el análisis de agentes y motores de deforestación para dar cumplimiento a la sección 5.5.2.1 de la NTC 6208.

#### 3.4.1.3.1 Agentes de deforestación

##### Análisis de actores<sup>52</sup>

Los actores que se encuentran en el área de expansión del programa se agrupan de la siguiente manera: i) instituciones públicas, privadas, educativas o benéficas externas que hacen presencia en el territorio, ii) asociaciones conformadas en la comunidad y iii) conocedores locales (Tabla 16). De estos, se identificaron a nivel local, municipal y departamental, aquellos que son claves por su presencia constante en el territorio (Ilustración 20).

**Tabla 16. Actores sociales en el área del programa.**

Instituciones	Asociaciones	Comunidad (conocedores locales)
Universidad del Tolima	Juntas de acción comunal	Saúl Sosa (Vereda Galilea)
Alcaldía de Cunday	Fundación reiniciar	Fidel Tovar
CORTOLIMA	Asociación (en proceso de creación) para la defensa del agua y medio ambiente	José Sánchez (Veredas Cuatro Mil - Galilea)
Gobernación del Tolima	Comité de cafeteros	José Iván Haya (Vereda Galilea)
Instituciones educativas de las veredas Alto Puerto Lleras, Cuatro Mil y Galilea	Comité de cacaoteros	Deogracia (Vereda Galilea)
Enertolima	Comité de bananeros	Luis Briceño (Vereda Galilea)
	Ganaderos	Hermida Briceño (Vereda Galilea)
	Comité dinamizador todos por la defensa de la cordillera	Isidro Parra (Veredas. Alto Puerto Lleras - Galilea)
	Comité de plataneros	Ebristelio Godoy (Vereda Galilea)
	Comité de luleros	Aurelio Sánchez (Vereda Galilea)
	Asojuntas Cunday	Alirio Pinzón (Vereda. Galilea)
	Guanabaneros	

<sup>50</sup> Puyravaud, J.-P., 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management*, 177: 593-596

<sup>51</sup> Soportes\Gestion de la informacion\Estimaciones otorgamiento\180227\_Estimaciones\_Ex-ante]

<sup>52</sup> Gómez, E. J., Pastrana G. E., (2016). Estrategias de conservación comunitaria como contribución al desarrollo ambiental sostenible del Bosque de Galilea, en el oriente del departamento de Tolima. Universidad Nacional del Tolima. Departamento de Ingeniería Forestal.

#### DEPARTAMENTAL

- CORTOLIMA
- Asociación Unidos por la Cordillera
- Gobernación del Tolima
- Universidad del Tolima

#### MUNICIPAL

- Alcaldía de Cunday
- Alcaldía de Villarrica
- Comité de productores

#### LOCAL

- Comunidad
- Institución educativa
- Juntas de Acción comunal

#### Ilustración 20. Alcance territorial de los actores sociales<sup>53</sup>.

Adicionalmente, se han identificado conflictos de intereses entre los actores, dentro de los cuales se destacan:

- La comunidad local del Bosque de Galilea está interesada en la conservación de los recursos naturales de las veredas Alto Torres, Cuatro Mil, Galilea y Puerto Lleras. Por su parte, los productores agrícolas aprovechan el bosque natural de dichas veredas para el establecimiento de cultivo.
- El Comité de cafeteros y el Comité de productores buscan orientar sus procesos productivos de una manera que les permitan conservar los Bosques de Galilea y al mismo tiempo, darle un uso adecuado. A su vez, los pequeños y medianos productores tienen el interés de acceder a las tierras informalmente a través del establecimiento de pastos y cultivos.

#### Identificación de agentes de deforestación

Los productores agrícolas, ganaderos y la población local son los principales agentes de deforestación, debido a que es causada por la expansión de la frontera agropecuaria, para establecimiento de cultivos y potreros, y por la extracción de madera del bosque ya sea para apropiación de tierras, uso local o para comercio.<sup>54</sup>

#### Caracterización socioeconómica área de referencia

La población del área de referencia cuenta con un total de 23.242 viviendas, con 71.235 habitantes en 2005 y 78.258 proyectados a 2010.<sup>55</sup> Del total de municipios, Purificación, Icononzo y Cunday son los que mayor población presentan, y Villarrica y Dolores los menos poblados (Tabla 17).

<sup>53</sup> Tomado de Gómez & E. J., Pastrana G. E. (2016)

<sup>54</sup> Gómez. E. J., Pastrana G. E., (2016). Estrategias de conservación comunitaria como contribución al desarrollo ambiental sostenible del Bosque de Galilea, en el oriente del departamento de Tolima. Universidad Nacional del Tolima. Departamento de Ingeniería Forestal. En la sección de prospectiva, la comunidad local identificó para las veredas Puerto Lleras, Alto Puerto Lleras y Galilea, las áreas donde actualmente hay cultivos o potreros para ganadería, las cuales hace 20 años eran bosque natural. Además, asegura que a pesar de que, durante una época la población disminuyó por el conflicto armado, en los últimos años ha aumentado.

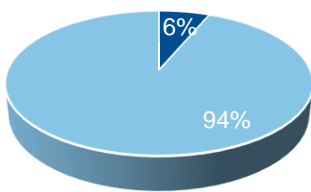
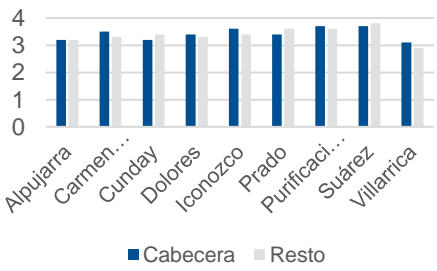
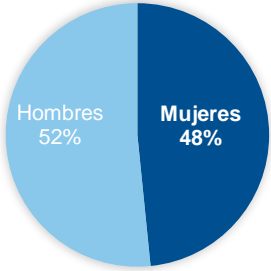
<sup>55</sup> CENSO Nacional de Población 2005. Los boletines de cada municipio se encuentran en: Soportes\Amenazas de deforestación\Boletín Censo 2005. Los municipios de Suárez y Prado no presentan esta información en sus boletines.

**Tabla 17. Viviendas y población en los municipios del área de referencia<sup>56</sup>.**

Municipio	Viviendas	Personas 2005	Personas 2010
Alpujarra	1.868	5.098	5.092
Carmen de Apicalá	3.773	8.330	8.605
Cunday	3.275	8.445	10.171
Dolores	1.914	5.636	8.600
Icononzo	3.095	10.130	11.365
Purificación	7.288	27.586	28.601
Villarrica	2.029	6.010	5.824
Total	23.242	71.235	78.258

En la Tabla 18 se describe el porcentaje de hogares con actividades económicas, el promedio de personas por hogar, la proporción de población de hombres y mujeres, y el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI).

**Tabla 18. Características poblacionales y demográficas del área de referencia<sup>57</sup>.**

Variable	Estadística descriptiva	Descripción
Porcentaje de hogares con actividades económicas		El 6% de los hogares del área de referencia cuenta con actividades económicas.
Promedio de personas por hogar		En promedio, todos los municipios cuentan con una cantidad similar de personas por hogar, aproximadamente de 3 a 4 personas, tanto en las cabeceras municipales como en las áreas rurales.
Población de mujeres y hombres		La población de hombres y mujeres es similar, siendo un poco mayor la de los hombres (52%).

<sup>56</sup> Tomado de DANE (2005)

<sup>57</sup> Tomado del Censo Nacional de Población (2005)

Variable	Estadística descriptiva	Descripción																								
Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)	<table border="1"> <caption>Data for NBI Index Chart</caption> <thead> <tr> <th>Municipio</th> <th>Cabecera</th> <th>Resto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alpujarra</td> <td>28</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>Carmen de apicalá</td> <td>25</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Cunday</td> <td>25</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Dolores</td> <td>35</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Iconozco</td> <td>20</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Purificación</td> <td>25</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>Villarrica</td> <td>25</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	Municipio	Cabecera	Resto	Alpujarra	28	42	Carmen de apicalá	25	40	Cunday	25	45	Dolores	35	60	Iconozco	20	40	Purificación	25	42	Villarrica	25	40	De los municipios para los cuales se reporta esta variable, Dolores presenta la mayor proporción de personas con necesidades básicas insatisfechas. El resto de municipios tienen proporciones similares.
Municipio	Cabecera	Resto																								
Alpujarra	28	42																								
Carmen de apicalá	25	40																								
Cunday	25	45																								
Dolores	35	60																								
Iconozco	20	40																								
Purificación	25	42																								
Villarrica	25	40																								

### Caracterización socioeconómica de las veredas de Villarrica en las que se encuentra el área de expansión del programa

Del total de veredas que tiene el municipio de Villarrica, 4 hacen parte de la jurisdicción del área del programa. Estas son: Alto Puerto Lleras con 14 viviendas y una de ellas deshabitada, Cuatro Mil con ocho viviendas, Galilea con 26 viviendas y Puerto Lleras con 11 viviendas.<sup>58</sup>

Según el Censo Nacional Agropecuario (2014), el total de habitantes en estas veredas es de 42 personas, distribuidas en 13 viviendas, con un total de 8 productores residentes, 148 unidades de producción agropecuaria y 19 unidades de producción no agropecuaria<sup>59</sup>.

La economía de la zona se basa principalmente, en la ganadería y en la producción de cultivos de subsistencia, esto ha representado un conflicto, ya que el uso del suelo está destinado para la conservación.<sup>60</sup>

En cuanto a los servicios educativos y hospitalarios, según la Alcaldía de Villarrica (2003), Puerto Lleras es la única vereda, de las cuatro, que hacen parte de la jurisdicción del bosque de Galilea, que cuenta con una institución educativa activa, con 20 estudiantes y un puesto de atención de salud. En las demás veredas, los planteles educativos no están activos por ausencia de estudiantes. Con respecto a los puestos de salud, han sido destruidos por el conflicto armado en Colombia, en el caso de la vereda Galilea; o nunca han existido, en el caso de las veredas Alto Puerto Lleras y Cuatro Mil.

#### 3.4.1.3.2 Motores de deforestación

A continuación, se evalúan los factores que conducen a los agentes identificados (ganaderos, agricultores y población local) a tomar decisiones, sobre el uso del suelo, con el objetivo de reconocer cuáles han sido las causas de la deforestación.

### Variables que explican el área (hectáreas) deforestadas

#### Variables clave

- Expansión de la frontera agropecuaria

<sup>58</sup> Gómez E. J. & Pastrana G. E. (2016). Estrategias de conservación comunitaria como contribución al desarrollo ambiental sostenible del bosque de Galilea, en el oriente del departamento del Tolima. Universidad del Tolima. Tesis para optar al título de Ingeniería Forestal.

<sup>59</sup> Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (2014). Censo Nacional Agropecuario. Tomado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-agropecuario-2014#entrega-de-resultados-del-3er-censo-nacional-agropecuario-preliminar>. Ver soporte: Soportes\Amenazas de deforestación\Censo Agropecuario informacion-veredas.

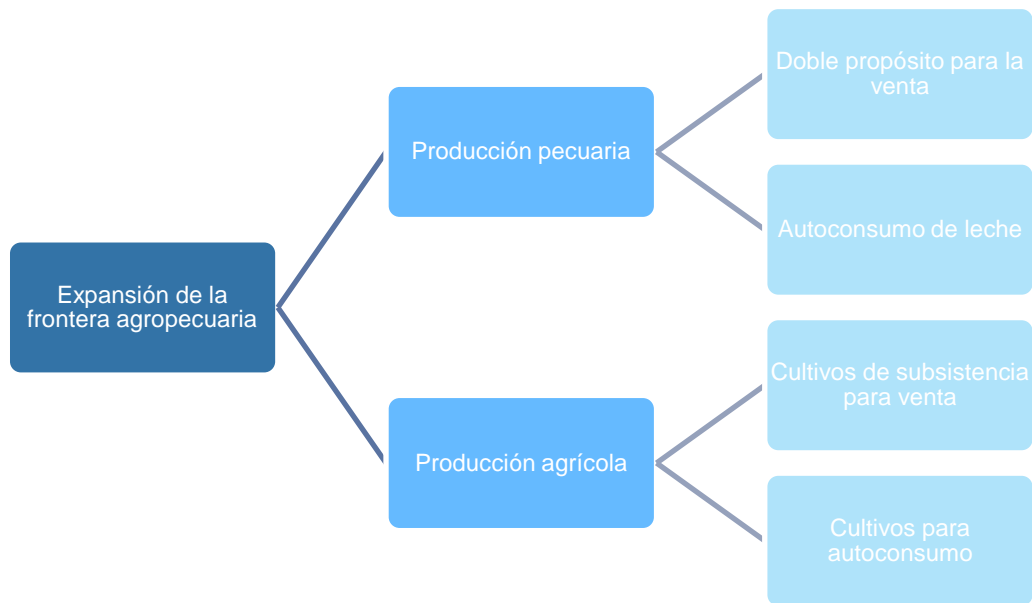
<sup>60</sup> Gómez E. J. & Pastrana G. E. (2016). Estrategias de conservación comunitaria como contribución al desarrollo ambiental sostenible del bosque de Galilea, en el oriente del departamento del Tolima.

- Tala de árboles

### Descripción de las variables

#### *Expansión de la frontera agropecuaria*

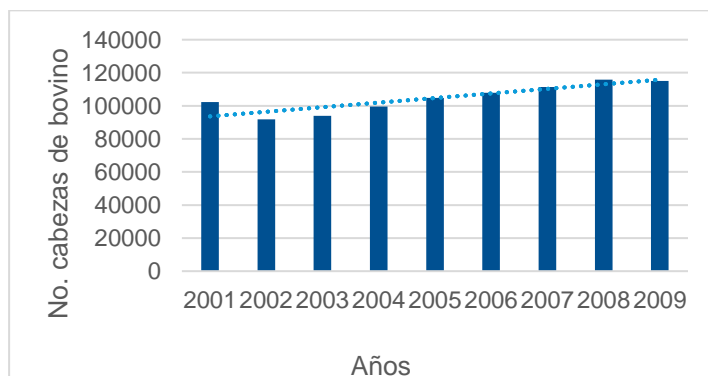
Las principales causas de la expansión de la frontera agropecuaria son el establecimiento de cultivos y potreros para ganadería doble propósito. Además de esto, la baja calidad de los suelos hace que los productores amplíen sus áreas de producción con el fin de mantener su producción. Otro aspecto que conduce a la expansión de la frontera agropecuaria en las zonas ribereñas es la búsqueda de fuentes hídricas para abastecimiento de los sistemas productivos.<sup>61</sup>



### **Ilustración 21. Análisis de los motores de deforestación: expansión de la frontera agrícola**

#### Producción pecuaria

Se refiere a campesinos dedicados a la cría, explotación y comercio de ganado doble propósito. Debido a que no hay información disponible de la cantidad de personas dedicadas a la ganadería, se utilizó la información del número de cabezas de bovinos para el periodo de análisis de deforestación (2000 – 2010) como un valor de referencia (Ilustración 22).



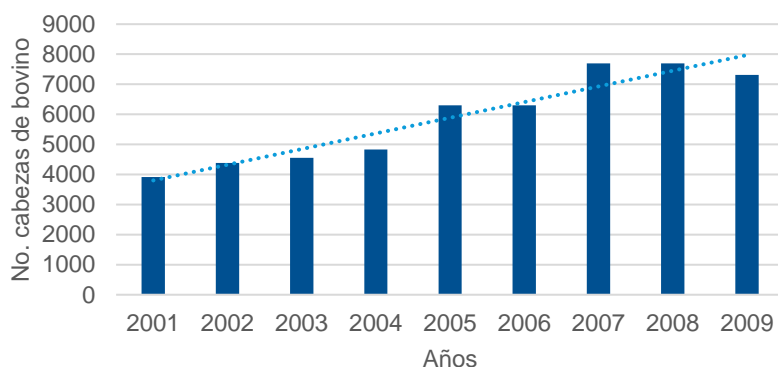
### **Ilustración 22. Comportamiento del inventario bovino en el área de referencia para el periodo 2001 a 2009<sup>62</sup>.**

<sup>61</sup> CORTOLIMA (2009). Plan de Ordenamiento de la Cuenca Hidrográfica del Río Prado.

<sup>62</sup> Tomado de Fedegan. Inventario bovino por municipio. Subgerencia de Bienestar y Sanidad animal, 2016: <http://www.fedegan.org.co/estadisticas/inventario-ganadero>.



En Villarrica donde se encuentran el área actual del programa, entre los años 2001-2009, la cantidad de cabezas de bovinos presentó una tendencia creciente (Figura 23).



**Figura 23. Comportamiento del inventario bovino en Villarrica para el periodo 2001 a 2009<sup>63</sup>.**

#### Producción agrícola

Según las evaluaciones agrícolas municipales (EVA),<sup>64</sup> en los municipios que componen la región de referencia<sup>65</sup> los cultivos con mayor área sembrada entre 2006 y 2010 fueron: café y arroz con un área mayor a 50.000 ha; seguido de maíz, banano, plátano, cacao, naranja, guayaba, caña panelera y mango con extensiones entre 1.000 y 10.000 ha; y frijol, limón, bananito, cholupa, sorgo, tomate de árbol, entre otros, con áreas entre 0 y 1.000 ha. En la Ilustración 24 se muestra la tendencia que ha tenido el área establecida con estos cultivos en la región de referencia.

Según la misma fuente de información, el cultivo con mayor área sembrada<sup>66</sup> en Villarrica es el café y en menor medida los cultivos de plátano, guayaba, cacao, caña panelera, guanábana, maíz tradicional, tomate y bananito. En la Ilustración 25 se presenta la tendencia del área sembrada de estos cultivos en la región, la cual a partir de 2008 tiende a ser constante. En las veredas donde se encuentra el área de expansión del programa, la agricultura se caracteriza por cultivos de subsistencia como maíz, caña, cebolla, plátano, cacao, café, yuca, mora y frutales, dentro de los cuales predomina el café.<sup>67</sup>

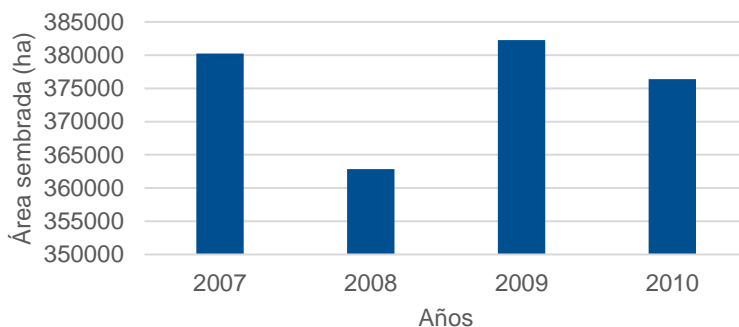
<sup>63</sup> Fedegan (2016). Inventario bovino por municipio. Subgerencia de Bienestar y Sanidad animal

<sup>64</sup> MinAgricultura (2016). Evaluaciones Agrícolas Municipales. Tomado de: [http://www.agronet.gov.co/\\_layouts/15/xlviewer.aspx?id=/Lists/Boletin/Attachments/1052/Base%20Agr%C3%ADcola%20EVA%202007-2016%20\(P\).xlsx&Source=http%3A%2F%2Fwww%2Eagronet%2Egov%2Eco%2FLists%2FBoletin%2FDispForm%2Easpx%3FID%3D1052](http://www.agronet.gov.co/_layouts/15/xlviewer.aspx?id=/Lists/Boletin/Attachments/1052/Base%20Agr%C3%ADcola%20EVA%202007-2016%20(P).xlsx&Source=http%3A%2F%2Fwww%2Eagronet%2Egov%2Eco%2FLists%2FBoletin%2FDispForm%2Easpx%3FID%3D1052)

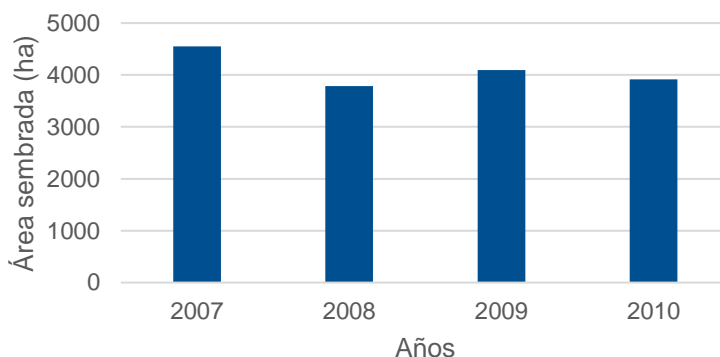
<sup>65</sup> Se incluye información de todos los municipios de la región de referencia a excepción del municipio de Suárez debido a que no se registran datos de este en las evaluaciones agropecuarias.

<sup>66</sup> Al menos 50 ha.

<sup>67</sup> Gomez E. J. & Pastrana G. E. (2016). Estrategias de conservación comunitaria como contribución al desarrollo ambiental sostenible del bosque de Galilea, en el oriente del departamento del Tolima.



**Ilustración 24. Comportamiento del área sembrada en el área de referencia entre 2007 – 2010<sup>68</sup>.**



**Ilustración 25. Comportamiento del área sembrada en el municipio de Villarrica entre 2007 – 2010<sup>69</sup>.**

### Extracción de madera

La tala de árboles es la segunda causa principal de deforestación, se realiza con tres fines, i) como método de apropiación de terrenos que la población local considera baldíos,<sup>70</sup> ii) comercialización de la madera para diferentes propósitos, y iii) uso local de la madera. La falta de herramientas e incentivos para emprender proyectos de conservación y los problemas por el uso del suelo que se viven en la región, son algunas de las causas que llevan a la población local a talar el bosque.<sup>71</sup>

La tasa con fines de apropiación ha alcanzado históricamente su mayor expresión en el concepto de “mejoras”, es decir, despojar de su cobertura original o bosque el terreno baldío o tierra colonizable, requisitos para hacerse propietario.<sup>72</sup>

En la región en la que se encuentra el área de expansión del programa, la tala para comercialización de madera alcanzó tal magnitud que redujo significativamente la abundancia de las especies maderables, de las cuales se destacan *Tabebuia rosea*, *Juglans neotropica*, *Aniba perutilis*, *Nectandra spp.*, *Nectandra acutifolia*, *Cedrela sp.* y *Cinchona pubescens*.

<sup>68</sup> MinAgricultura (2016). Evaluaciones Agrícolas Municipales. Tomado de: [www.agronet.gov.co/\\_layouts/15/xlviewer.aspx?id=/Lists/Boletin/Attachments/1052/Base%20Agr%C3%ADcola%20EVA%202007](http://www.agronet.gov.co/_layouts/15/xlviewer.aspx?id=/Lists/Boletin/Attachments/1052/Base%20Agr%C3%ADcola%20EVA%202007)

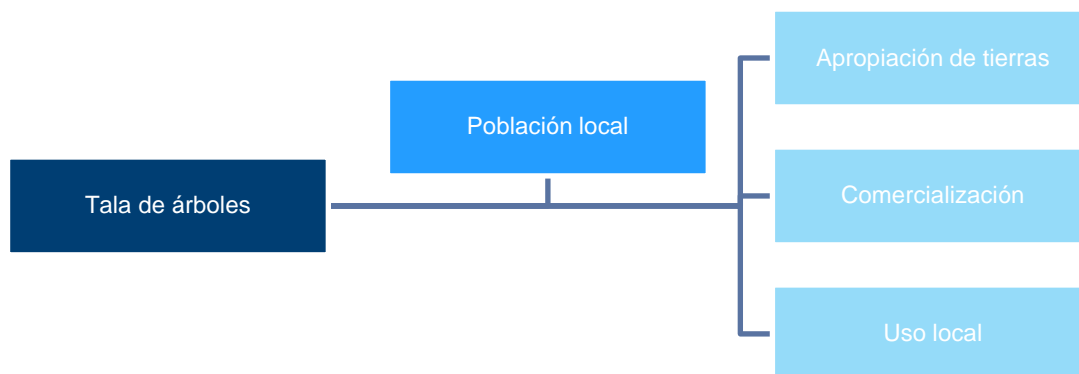
<sup>69</sup> MinAgricultura (2016). Evaluaciones Agrícolas Municipales. Tomado de: [www.agronet.gov.co/\\_layouts/15/xlviewer.aspx?id=/Lists/Boletin/Attachments/1052/Base%20Agr%C3%ADcola%20EVA%202007-2016%20\(P\).xls&Source=http%3A%2F%2Fwww%2Eagronet%2Egov%2Eco%2FLists%2FBoletin%2FDispForm%2Easpx%3FID%3D1052](http://www.agronet.gov.co/_layouts/15/xlviewer.aspx?id=/Lists/Boletin/Attachments/1052/Base%20Agr%C3%ADcola%20EVA%202007-2016%20(P).xls&Source=http%3A%2F%2Fwww%2Eagronet%2Egov%2Eco%2FLists%2FBoletin%2FDispForm%2Easpx%3FID%3D1052)

<sup>70</sup> Conversaciones con los pobladores durante visitas de campo al proyecto.

<sup>71</sup> Gómez E. J. & Pastrana G. E. (2016). Estrategias de conservación comunitaria como contribución al desarrollo ambiental sostenible del bosque de Galilea, en el oriente del departamento del Tolima.

<sup>72</sup> CORTOLIMA (2009). Plan de Ordenación de la Cuenca Hidrográfica del Río Prado.

Adicionalmente, se identificó que estas especies son usadas localmente para construcción, postes, artesanías, usos medicinales y leña.<sup>49</sup>



**Ilustración 26. Análisis de los motores de deforestación: tala de árboles.**

### **Variables que explican la ubicación de la deforestación**

#### Deforestación histórica atribuible a la ganadería y a la agricultura

Según el análisis realizado para el cambio de las coberturas vegetales en los años 2000 a 2010, se estimó en el área de referencia, que 5.570,6 ha pasaron de ser bosque natural en el año 2000 a ser pastos. Para el caso de la agricultura, según el mismo análisis, se calculó que 2.341,7 ha de bosque fueron transformadas a áreas de cultivo durante dicho periodo. Adicionalmente, 5.778,7 ha de bosque pasaron a ser áreas agrícolas heterogéneas, donde se puede desarrollar tanto la agricultura como la ganadería (sección 3.4.1.1). Teniendo en cuenta lo anterior, un total de 13.691 ha fueron deforestadas para ser transformadas a áreas de cultivo y pastoreo, valor que representa un 22% del total de bosque natural presente en el año 2000 (63.036,26 ha).

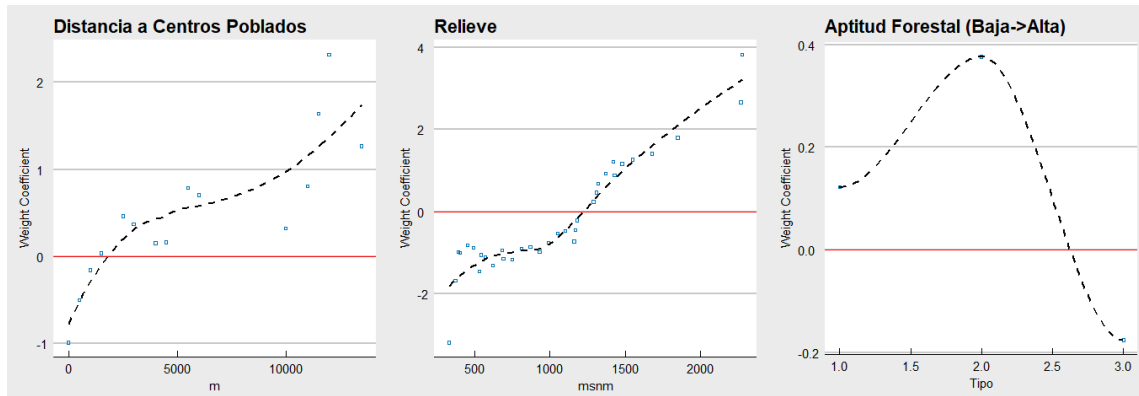
#### Análisis de correlación de factores topográficos y de aptitud de uso del suelo

Para definir la correlación entre la deforestación y los factores que la explican se utilizó la última versión del software Dinamica-EGO (Soares-Filho, Rodrigues, & Costa, 2009)<sup>73</sup>. El análisis se desarrolló en dos etapas: i) elaboración de los mapas con los factores explicativos de la deforestación: distancia a centros poblados, relieve, aptitud forestal, número de cabezas de bovinos y área sembrada; y (ii) selección de un modelo de calibración determinando el peso de la evidencia y analizando las correlaciones entre variables<sup>74</sup>.

Los resultados indican una relación directamente proporcional entre la deforestación y la distancia a centros poblados, altura sobre el nivel del mar y aptitud forestal. Según la **Ilustración 27a**, la deforestación aumenta a medida que los bosques se encuentran a una distancia mayor de 2.500 m de los centros poblados. Esto se atribuye a que a una distancia menor de 2500 m no hay bosque para ser aprovechado y la población debe recorrer una distancia mayor a la mencionada para acceder a estos. Para el caso de la altura sobre el nivel del mar, la deforestación aumenta a partir de 1250 msnm aproximadamente. Por último, las áreas con aptitud forestal entre 1 y 2 presentan mayor deforestación, ya que tienden a ser zonas con mayor accesibilidad por la pendiente, la altura y posible existencia de vías.

<sup>73</sup> Soares-Filho, B., Rodrigues, H., & Follador, M. (2013). A hybrid analytical-heuristic method for calibrating land-use change models. *Environmental Modelling & Software*, 43, 80–87. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2013.01.010>

<sup>74</sup> Ver modelo de calibración: Soportes\Análisis de correlacion\Procedimiento.



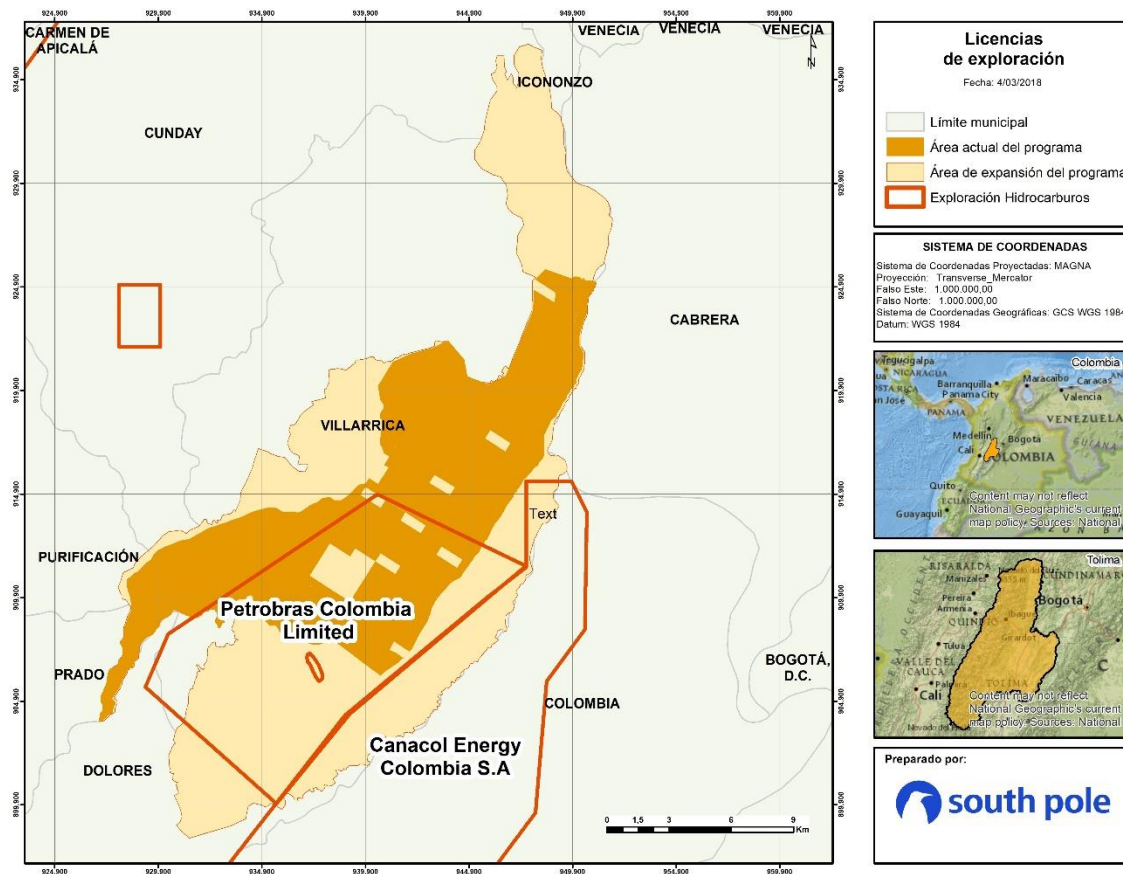
**Ilustración 27. Correlación entre deforestación y distancia a centros poblados, relieve (msnm) y aptitud forestal.**

### Motores de deforestación a futuro

#### Explotación petrolera en el área del programa<sup>75</sup>

A partir de la información de las licencias ambientales para áreas otorgadas a hidrocarburos de la Autoridad Nacional De Licencias Ambientales (ANLA) se encontraron dos permisos de exploración: i) licencia de exploración otorgada a la empresa Petrobras Colombia Limited y ii) licencia de exploración otorgada a Canacol Energy (Ilustración 28). Si bien las actividades de exploración no impactan aún de manera directa el área actual del programa, ambas empresas tienen permisos para apertura de vías y actualmente la empresa Canacol Energy ya se encuentra adecuando una vía existente que hay cerca del área actual del programa. Por tanto, las actividades de exploración pueden afectar de manera indirecta la deforestación en el área del programa debido a la mejora en el acceso al bosque.

<sup>75</sup> Ver: Soportes\GIS\Shapes\Hidrocarburos



**Ilustración 28. Áreas otorgadas a hidrocarburos de acuerdo a información de la ANLA.**

### 3.4.1.3.3 Causas subyacentes de deforestación

Las causas subyacentes de deforestación son factores relacionados con condiciones socioeconómicas o biofísicas, que influyen sobre las causas directas de la deforestación y permiten entender el motivo por el cual esta se desarrolla. Están determinadas por factores estructurales macro económicos, de políticas, tecnológicos, culturales, demográficos y biofísicos.<sup>76</sup>

En el área de referencia, las principales causas subyacentes de deforestación son, en el aspecto biofísico, la baja productividad de los suelos, la accesibilidad al bosque a través de vías y la topografía del terreno. En cuanto a lo socioeconómico, la pobreza, el financiamiento de las actividades agropecuarias y la tenencia de la tierra.

#### Descripción de las causas

##### Causas biofísicas

##### *Productividad de los suelos<sup>77</sup>*

La productividad baja de los suelos ha sido identificada como una de las principales causas de deforestación, ya que, al ser suelos pobres, el ciclo productivo es limitado y obliga el desplazamiento de los productores a zonas donde puedan establecer nuevamente sus cultivos, generando presión sobre los bosques con la expansión de la frontera agrícola.

En el área de referencia, los suelos pertenecientes al paisaje de montaña en clima frío húmedo y muy húmedo se caracterizan por ser poco evolucionados en relieves con fuertes pendientes y

<sup>76</sup> Tomado de: <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/4530.pdf>.

<sup>77</sup> CORTOLIMA (2009). POMCA Cuenca Hidrográfica del Río Prado

suelos con un contenido de materia orgánica bajo a medio, alta pedregosidad, poca profundidad efectiva, reacción ácida y baja fertilidad. Con relación a los suelos del clima medio húmedo y muy húmedo, son susceptibles a la erosión severa en zonas con pendientes mayores a 75% y erosión ligera en pendientes entre 50 y 75%. Al igual que en clima frío, son suelos con niveles bajos de fertilidad, con reacción ácida, bajos niveles de fósforo y contenidos de materia orgánica moderados a altos. Sus mayores limitantes son la pedregosidad, susceptibilidad a la erosión y las altas pendientes. Por último, los suelos en clima cálido no difieren significativamente de los anteriores, debido a que tienen las mismas limitaciones.

#### Vías

La densidad vial se consideró como otra variable determinante en la deforestación, por dos razones; en primer lugar, la construcción de las vías implica remoción de la cobertura vegetal y en segundo lugar, esta apertura facilita el acceso y posterior extracción de los recursos del bosque. En el área de referencia, las vías constituyen un total de 574 km, con una densidad vial en cada uno de los municipios menor a 0,5 km/km<sup>2</sup> (Tabla 19).

**Tabla 19. Caracterización vial por municipio**

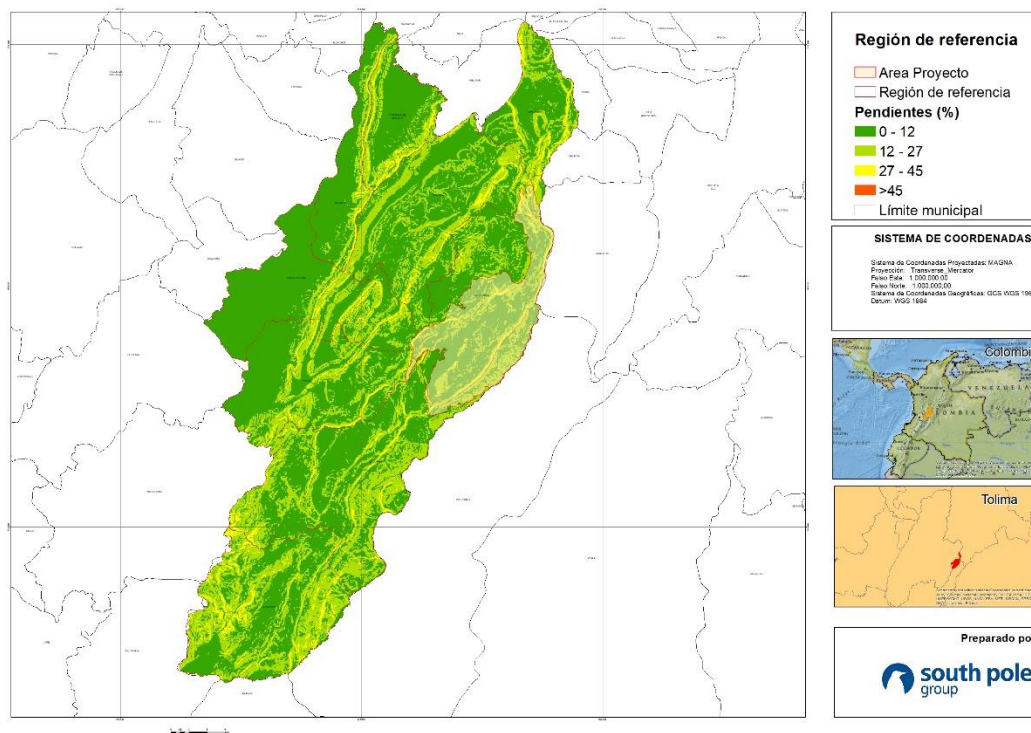
Municipio	Área (ha)	Vías (km)	Densidad vial (km/km <sup>2</sup> )
Alpujarra	50603,75	35,05	0,07
Carmen de Apicalá	19110,69	32	0,17
Cunday	50863,09	114,6	0,23
Dolores	65544,16	89,4	0,14
Icononzo	21361,75	69,9	0,33
Prado	41780,73	74,6	0,18
Purificación	40775,73	77,6	0,19
Suárez	19208,94	26,4	0,14
Villarrica	43218,18	51,9	0,12

#### Topografía

La topografía es considerada como una variable que puede favorecer la deforestación, ya que la pendiente del terreno facilita o no el acceso a este. En el área de referencia, la mayor parte del área presenta pendientes entre 0 y 12% y en el área del programa, predominan pendientes entre 4 – 12% (ocupan 56% del área) y 13 – 18% (ocupan el 24% del área) (Ilustración 28).

Dado lo anterior se considera que la pendiente favorece la deforestación, ya que en el área predominan pendientes que permiten el acceso de la población. Adicional a lo anterior, la pendiente no es una limitante tan fuerte para el establecimiento de cultivos como el café o para la ganadería, ya que es común observar estos sistemas en terrenos de altas pendientes.





**Ilustración 29. Mapa de pendientes del área de referencia.**

### Causas socioeconómicas

#### *Pobreza*

En el área de referencia en promedio, el 26,4% de la población ubicada en la cabecera municipal tiene necesidades básicas insatisfechas (NBI), condición que en la zona rural alcanza el 45,3% de la población.<sup>78</sup> Los municipios con mayor población con NBI son Dolores, Cunday y Alpujarra (Tabla 20).

Los habitantes de la zona rural aprovechan los recursos del bosque para satisfacer sus necesidades, y a su vez extraen productos que pueden ser comercializados. Es por esta razón, que el nivel de pobreza en una zona influye sobre la deforestación, ya que en la medida en que una población no alcance a satisfacer todas sus necesidades a través de sus propios recursos, debe acceder al bosque para extraer una fuente de recursos, ya sea para comercializar y obtener ingresos o para terminar de suplir sus necesidades.

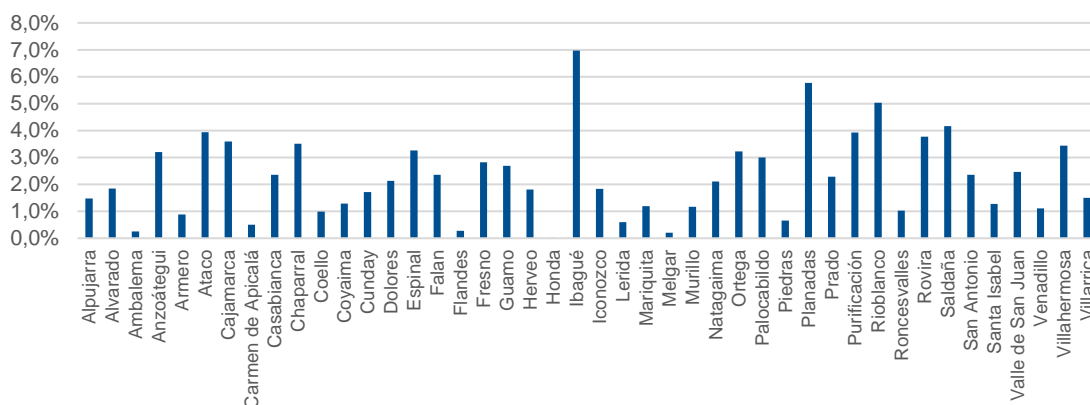
**Tabla 20. Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) en el área de referencia.**

Municipio	Cabecera	Resto
<b>Alpujarra</b>	28,8	44,9
<b>Carmen de Apicalá</b>	25,0	39,7
<b>Cunday</b>	25,6	46,0
<b>Dolores</b>	34,2	59,9
<b>Icononzo</b>	20,4	41,6
<b>Purificación</b>	25,8	43,3
<b>Villarrica</b>	25,3	41,6

<sup>78</sup> Ver Soportes\Amenazas de deforestación\Boletín Censo 2005

### Financiamiento de actividades agropecuarias

Los créditos al sector agropecuario y la falta de incentivos reales para el manejo forestal constituyen un factor que indirectamente favoreció la deforestación. La existencia de créditos con bajas tasas de interés y otros incentivos para el sector agropecuario, en contraste con la ausencia de incentivos para la conservación, favorecen el avance de la frontera agrícola. Entre 2004 y 2010 FINAGRO otorgó créditos al sector agropecuario, tanto a grandes como a medianos y pequeños productores (Ilustración 30).



**Ilustración 30. Créditos agropecuarios otorgados entre 2004 y 2010**

### Tenencia de la tierra

En el área de referencia, la mayoría o por lo menos aproximadamente el 50% del total de predios presentes en el área rural son minifundios con un área menor a 5 ha (Tabla 21) y los predios con un área mayor a 100 ha alcanzan el 2% o menos de su área<sup>79</sup>. Esta situación genera una presión sobre el bosque, debido a que gran parte de la población encuentra la necesidad de ampliar sus áreas productivas para aumentar sus ingresos y alcanzar la producción esperada<sup>80</sup>.

**Tabla 21. Porcentaje de minifundios por municipio<sup>81</sup>.**

Municipio	Predios con área > 100 ha (%)	Predios con área entre 5 y 100 ha (%)	Predios con área < 5 ha (%)
Cunday	2	54,	44
Dolores	2	44	54
Iconozco	0	25	75
Prado	2	41	57
Purificación	1	22	77
Villarrica	0	62	38

### Análisis de la cadena de eventos que conducen a la deforestación

<sup>79</sup> CORTOLIMA (2009). POMCA Cuenca Hidrográfica del Río Prado. Disponible en: <https://www.cortolima.gov.co/contenido/fase-ii-diagnostico-r%C3%ADo-prado>

<sup>80</sup> CORTOLIMA (2009). POMCA Cuenca Hidrográfica del Río Prado.

<sup>81</sup> CORTOLIMA (2009).

Según la información histórica evaluada, se analizaron las relaciones entre los agentes, los factores y las causas subyacentes de la deforestación, con el fin de explicar la secuencia de los eventos que han llevado y conducirán a la deforestación (Ilustración 31).

La deforestación en el área de referencia está relacionada con fenómenos socioeconómicos, y su localización depende de variables geográficas y económicas. En zonas donde la vocación del suelo es forestal, los campesinos talan el bosque para el desarrollo de actividades agropecuarias o como un método de apropiación informal de la tierra, para luego comercializar o usar localmente los productos que extraen del bosque.

Por tal motivo las principales causas que han llevado a la deforestación en el área de referencia son la expansión de la frontera agropecuaria y la tala de árboles con diferentes fines, siendo los ganaderos, agricultores y la población local, los agentes que toman las decisiones sobre el uso del suelo.

La población del área de referencia tiene necesidades básicas insatisfechas, lo que representa una situación de pobreza. Las fuentes de ingresos se derivan de las actividades económicas que se desarrollan en sus predios, que en muchos casos son menores a 5 ha, razón por la cual en caso de querer aumentar sus ingresos deben buscar áreas adicionales para producción. Tanto los ganaderos como los agricultores no tienen una asistencia técnica que les permita desarrollar sistemas de producción más limpios, además las características de los suelos no los favorecen debido a que son pobres y pedregosos. Sumado a esto, se encuentra la red vial de los municipios que conforman el área de referencia y los proyectos a futuro de apertura de vías que facilitan el acceso a los bosques.



**Ilustración 31. Cadena de eventos que conducen a la deforestación en el área de referencia.**

### 3.4.2 Reservorios de carbono

La Sección 5.5.2.3 de la NTC 6802 y la 6.2.3 del “Protocolo Certificación De Programas De Compensación ES-I-CC-002” establecen que los reservorios que se deben incluir como mínimo son la biomasa aérea y la biomasa subterránea. Como una aproximación conservadora, no se tuvieron en cuenta otros reservorios de carbono para el cálculo de las remociones. A continuación, se describe el cálculo del valor por hectárea de cada uno de los reservorios.

#### Carbono en la biomasa aérea

El valor del carbono en la biomasa aérea del área actual del proyecto se definió conforme a Yepes (2011)<sup>82</sup>, la cual se presenta según la zona de vida de Holdridge. Teniendo en cuenta que el área

<sup>82</sup> Yepes, A., Navarrete D.A., Phillips J.F., Duque, A.J., Cabrera, E., Galindo, G., Vargas, D., García, M.C y Ordoñez, M.F. 2011. Estimación de las emisiones de dióxido de carbono generadas por deforestación durante el periodo 2005-2010. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 32 pp.

actual del proyecto tiene cuatro zonas de vida (sección 2.2), para tener un valor del carbono en la biomasa aérea<sup>83</sup> por hectárea para todo el proyecto, se realizó un promedio ponderado de carbono teniendo en cuenta el área del programa en cada zona de vida (Tabla 22) dando como resultado 132.7 toneladas de carbono por hectárea que equivalen a 486.4 tCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup>.

**Tabla 22. Carbono ponderado almacenado en el programa**

Zona de vida	Area (ha)	Carbono almacenado (t/ha)	Carbono por región
Bosque húmedo montano bajo	11536	147.5	1701516
Bosque húmedo pre-montano	1111	57.0	63325
Bosque muy húmedo pre-montano	0.03	91.5	2
Bosque muy húmedo montano	1244	62.7	78012
Valor promedio ponderado de Carbono (t/ha)			<b>132.7</b>

#### Carbono en la biomasa subterránea

El valor de la biomasa subterránea se estimó a partir del cuadro 4.4 de la Guía para Inventarios Nacionales de GEI del IPCC,<sup>84</sup> el cual establece la relación entre la biomasa aérea y la subterránea. La relación biomasa aérea/subterránea para la zona ecológica “Bosque tropical lluvioso” es de 0.37. Por lo tanto, el carbono presente en la biomasa subterránea en el área del programa es de 180.0 tCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup>.

#### Carbono total

El carbono total almacenado por los bosques del área del proyecto corresponde a la suma del carbono aéreo y subterráneo, el cual equivale a 666,43 tCO<sub>2</sub>e/ha.

### 3.4.3 Cálculo de remociones

#### Proyección de la deforestación

La proyección de la deforestación fue calculada teniendo en cuenta una estimación lineal de la pérdida de bosque a partir de la multiplicación de la tasa de deforestación descrita en la sección 3.4.1.2 y el área actual del proyecto en el año 2010 (Tabla 23).

**Tabla 23. Proyección de la deforestación para el periodo 2010-2039 teniendo en cuenta la deforestación histórica del periodo 2000-2010.**

Año	Área deforestada anualmente	Área remanente
2010	365,1	12.336,2
2011	365,1	11.971,2
2012	365,1	11.606,1
2013	365,1	11.241,1
2014	365,1	10.876,0
2015	365,1	10.511,0
2016	365,1	10.145,9
2017	365,1	9.780,9

<sup>83</sup> Tomado como el 0.

<sup>84</sup> IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Vol 4 - AFOLU - Chapter 4 Forest Land”

Año	Área deforestada anualmente	Área remanente
2018	365,1	9.415,8
2019	365,1	9.050,8
2020	365,1	8.685,7
2021	365,1	8.320,6
2022	365,1	7.955,6
2023	365,1	7.590,5
2024	365,1	7.225,5
2025	365,1	6.860,4
2026	365,1	6.495,4
2027	365,1	6.130,3
2028	365,1	5.765,3
2029	365,1	5.400,2
2030	365,1	5.035,2
2031	365,1	4.670,1
2032	365,1	4.305,0
2033	365,1	3.940,0
2034	365,1	3.574,9
2035	365,1	3.209,9
2036	365,1	2.844,8
2037	365,1	2.479,8
2038	365,1	2.114,7
2039	365,1	1.749,7
2040	365,1	1.384,6

#### **Carbono en el uso del suelo final después de la deforestación:**

La estimación del contenido de carbono en las clases de uso del suelo de las áreas deforestadas se estimó teniendo en cuenta los resultados de la matriz de cambio de uso del suelo (Tabla 15), los valores de carbono en la biomasa aérea de las clases de no bosque especificados en la tabla 6 de la NTC 6208 y la relación biomasa aérea/biomasa subterránea de acuerdo con IPCC (2006)<sup>85</sup>. Al igual que con el carbono aéreo del bosque, se realizó un promedio ponderado de carbono aéreo y subterráneo en relación con el porcentaje del área deforestada en cada categoría de no bosque (Tabla 25).

<sup>85</sup>Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 6. Table 6.1.



**Tabla 24. Promedio ponderado de carbono.**

Cobertura final	Área de la cobertura final de bosque a categorías de post deforestación (%)	t C aéreo/ha	t C subterráneo/ha <sup>86</sup>
Vegetación secundaria	0,22	19,60	8,23
Cultivos permanentes	0,13	28,90	17,34
Pastos	0,31	6,40	3,84
Áreas agrícolas heterogéneas	0,32	5,80	3,48
Asentamientos	0,00	0,00	0,00
Otras tierras	0,01	0,00	0,00
Humedales	0,00	0,00	0,00
	<b>Promedio ponderado</b>	<b>11,94</b>	<b>6,40</b>

### Remociones al evitar el cambio de uso del suelo

El valor del carbono en el uso del suelo final es de 18.34 tC/ha, las cuales equivalen a 67.24 tCO<sub>2</sub>e/ha. El valor final de las remociones por hectárea al pasar de bosque a no bosque es de 599,17 tCO<sub>2</sub>e/ha, lo cual es el resultado de restar el carbono presente en las áreas deforestadas al carbono almacenado por los bosques (sección 3.4.2).

Para estimar la remoción de emisiones en el área actual del proyecto se multiplicó el contenido de carbono evitado por el cambio de uso por el área a ser deforestada anualmente presentada en la Tabla 23. Las remociones esperadas por evitar la deforestación en el área del programa incluyen el descuento una reserva del 15% por no permanencia conforme a los requerimientos de la sección 7.1 del protocolo ES-I-CC-002<sup>87</sup>. La Tabla 25 presenta las remociones por año y acumuladas conforme con los requerimientos de la sección 5.5.2.4.3.

**Tabla 25. Estimación de la reducción de emisiones ex ante**

Año	Reducción de emisiones de GEI anual (toneladas de CO <sub>2</sub> e)	Reducción de emisiones de GEI acumulado (toneladas de CO <sub>2</sub> e)
2010	142.209	142.209
2011	147.066	289.275
2012	151.923	441.198
2013	156.780	597.978
2014	161.636	759.614
2015	166.493	926.107
2016	171.350	1.097.457
2017	176.207	1.273.664

<sup>86</sup> La relación biomasa aérea/subterránea para la vegetación secundaria fue consultada en: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. Chapter 3: LUCF Sector Good Practice Guidance.

La relación biomasa aérea/subterránea para los pastos es de 0.6 de acuerdo con: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 6.

Como una aproximación conservadora, la misma relación fue utilizada para cultivos y áreas agrícolas heterogéneas ya que de acuerdo con IPCC los cambios en biomasa subterránea de bosque a no bosque no son significativos. Fuente: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 5.

<sup>87</sup> Las estimaciones detalladas paso a paso se encuentran en [Soportes\Gestión de la información\Estimaciones otorgamiento\180227\_Estimaciones\_Ex-ante]

Año	Reducción de emisiones de GEI anual (toneladas de CO2e)	Reducción de emisiones de GEI acumulado (toneladas de CO2e)
2018	181.063	1.454.727
2019	185.920	1.640.647
2020	185.920	1.826.567
2021	185.920	2.012.487
2022	185.920	2.198.407
2023	185.920	2.384.327
2024	185.920	2.570.247
2025	185.920	2.756.167
2026	185.920	2.942.087
2027	185.920	3.128.007
2028	185.920	3.313.927
2029	185.920	3.499.847
2030	185.920	3.685.767
2031	185.920	3.871.687
2032	185.920	4.057.607
2033	185.920	4.243.527
2034	185.920	4.429.447
2035	185.920	4.615.367
2036	185.920	4.801.287
2037	185.920	4.987.207
2038	185.920	5.173.127
2039	185.920	5.359.047

### 3.5 Protocolo de monitoreo de remociones

#### 3.5.1 Cambio de cobertura para el periodo de seguimiento

El proceso de monitoreo para obtener la certificación de la reducción de emisiones generadas por las actividades del programa se basa en la propuesta metodológica “*Protocolo de Procesamiento Digital de Imágenes para la Cuantificación de la Deforestación en Colombia a Nivel Nacional*”<sup>88</sup>. La propuesta metodológica está orientada a la detección directa de cambios, en la que se procesan y comparan simultáneamente las imágenes de satélite de las dos fechas de monitoreo, identificando los cambios en la respuesta espectral que puedan corresponder a una pérdida o ganancia de la cobertura de bosque.

#### Proceso metodológico

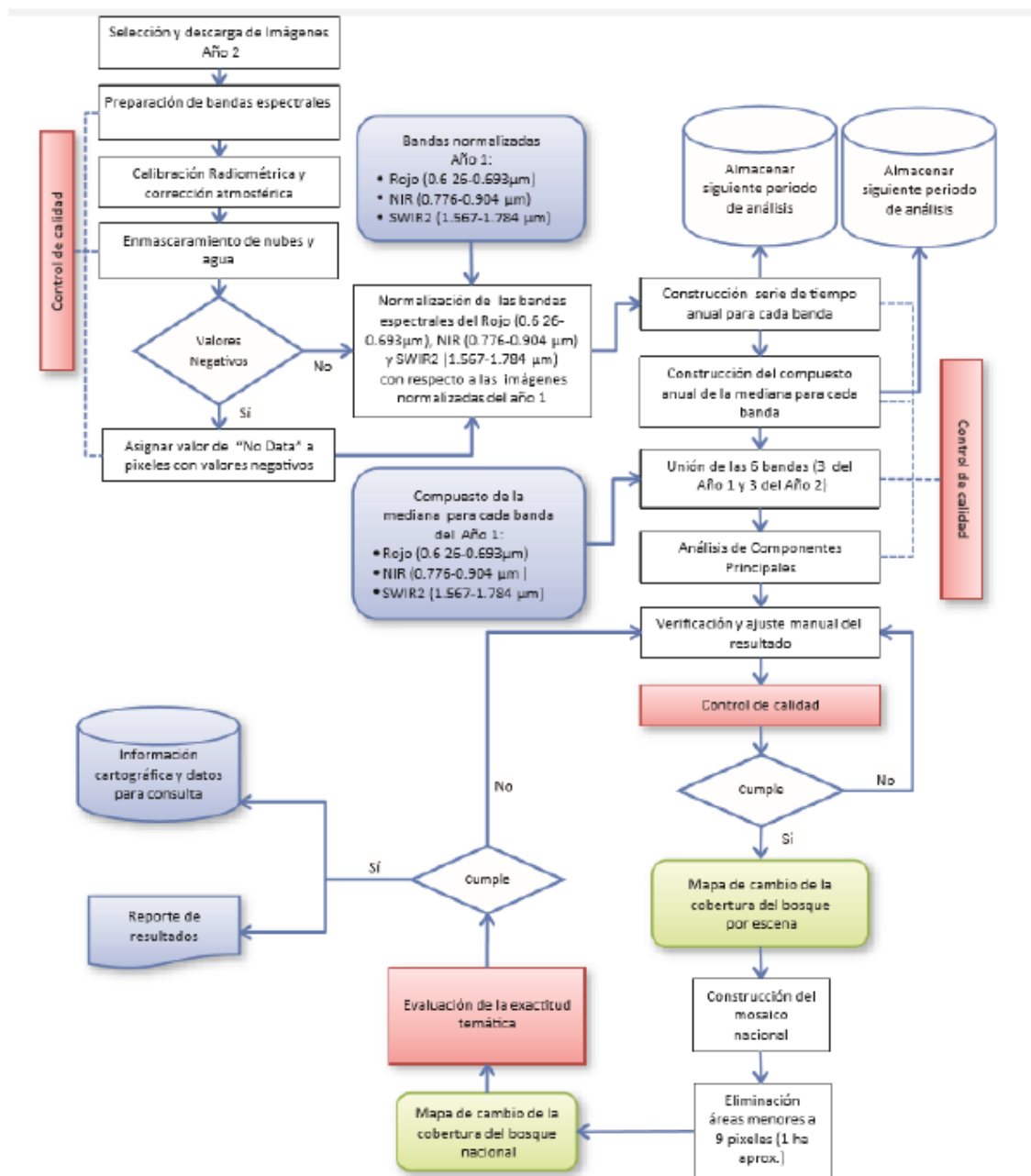
La metodología se basa en la elaboración y análisis del cambio de la cobertura tomando como insumo las capas de Bosque-No Bosque de los años analizados. La información de sensores remotos (Óptico-Radar) se procesa con base en el “Protocolo de Procesamiento Digital de

<sup>88</sup> Trabajo financiado por la Fundación Gordon y Betty Moore, proyecto “Consolidación de un Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBYC), como soporte a la política ambiental y de manejo en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

Imágenes para la Cuantificación de la Deforestación en Colombia a Nivel Nacional”, propuesto por el IDEAM.

Protocolo que propone una metodología orientada a la detección directa de cambios en las coberturas, en la que se procesan y comparan simultáneamente las imágenes de satélite de las dos fechas de monitoreo, en el que se identifican los cambios en la repuesta espectral que puedan corresponder a una pérdida o ganancia de la cobertura del bosque.

El protocolo también presenta los pasos mínimos a seguir para detectar los cambios en el área del bosque ocurridos entre dos fechas e integra herramientas de preprocesamiento y procesamiento tradicionales y semiautomatizadas que reducen los errores aleatorios causados por desatención y falta de experiencia del intérprete y facilitan el mejoramiento continuo de los resultados de manera estandarizada (Galindo, Espejo, Rubiano, Vergara, & Cabrera, 2014).



**Ilustración 32. Pasos metodológicos para la detección de cambios en coberturas de bosque**

A continuación, se realiza una descripción de los pasos metodológicos:

### 3.5.1.1 Selección y descarga de imágenes

Búsqueda y selección de imágenes gratuitas Landsat del *Earth Resources Observation and Science Center* (EROS, por sus siglas en inglés) del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés), descargando la mayor cantidad de imágenes con información disponible libre de nubes para la generación del compuesto de cada año.

La metodología en el protocolo no es de uso exclusivo de imágenes Landsat, siendo posible el uso de datos de otros sensores que cumplan con la resolución espacial y temporal adecuada para la escala y la aplicación de la misma. La mayoría de los pasos metodológicos del protocolo pueden y deben ser aplicados a cualquier tipo de imágenes provenientes de sensores remotos (Galindo et al., 2014).

### 3.5.1.2 Preprocesamiento

Las tareas de preprocesamiento indicadas se utilizan para el primer y último año del periodo en el que se identifica el cambio. A continuación, se describen cada uno de los pasos a seguir:

- *Apilamiento o compilado de bandas*: Una vez descargadas las imágenes, se compilan o unen en orden las bandas de cada imagen, se descartan las que corresponden a la longitud de onda del infrarrojo térmico, en el caso de Landsat 8 OLI, y las capas de Aerosoles y Cirrus.
- *Corrección geométrica*: Para la construcción de la serie de tiempo de imágenes y los compuestos es indispensable tener un correregistro exacto a nivel de pixel, entre todas las imágenes obtenidas para cada escena Landsat. Los productos Landsat suministrados por el EROS suelen tener una correspondencia exacta de los píxeles; sin embargo, se recomienda hacer una revisión visual de cada imagen y ajustar aquellas que no cumplan esta condición. Se mantiene el sistema de referencia geográfico WGS84 UTM Zona 18N de las imágenes durante todo el proceso, con el fin de evitar la pérdida del correregistro entre píxeles al aplicar los ajustes geométricos de los modelos de reproyección cartográfica (Galindo et al., 2014)<sup>89</sup>.
- *Proceso de conversión de los datos a superficie de reflectancia*: Los valores de píxeles de imágenes Landsat se encuentran en unidades de niveles digitales y se deben transformar en unidades de energía reflejada, lo que se conoce como calibración radiométrica (Asner, Tasar, Sousan, & Knapp, 2013)<sup>90</sup>. También, debido a que los datos radiométricos contienen información tanto de la superficie terrestre como de la atmósfera, se requiere aplicar una corrección que minimice los efectos atmosféricos en los valores de cada pixel, obteniendo una imagen de superficie de reflectancia. Esta superficie tiene una mayor consistencia en las respuestas radiométricas dentro y entre imágenes, permitiendo la aplicación de procesos y modelos estándar para todas las escenas y fechas analizadas.  
Existen diferentes algoritmos y modelos que pueden ser utilizados para la calibración radiométrica y corrección atmosférica, uno de los modelos más utilizados y que viene incluido en varias herramientas de procesamiento es el de Transferencia Radiativa S6. Este modelo se utilizó en las pruebas del protocolo con buenos resultados.
- *Enmascaramiento de agua y nubes*: Se realizó el enmascaramiento de áreas de sombras, nubes, bruma y bandeamiento de las imágenes de superficie de reflectancia, de tal forma que cada escena quedó únicamente con los píxeles que contienen información de coberturas.
- *Proceso de normalización radiométrica*: La normalización radiométrica aplicada a las imágenes multitemporales de series de tiempo es necesaria, ya que las respuestas espectrales para una misma cobertura, como por ejemplo bosques, varían entre las diferentes fechas, limitando la efectividad en la clasificación o detección de cambios por deforestación.

---

<sup>89</sup> Galindo, G., Espejo, O. ., Rubiano, J. ., Vergara, L. ., & Cabrera, E. (2014). Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestación en Colombia.

<sup>90</sup> Asner, G., Tasar, E., Sousan, S., & Knapp, D. (2013). CLASlite Forest monitoring technology. Version 3.1 Use Guide.

Lo que se busca con la normalización es ajustar las señales radiométricas de las imágenes utilizadas de manera que sean consistentes entre sí (Potapov et al., 2012)<sup>91</sup>.

El método de normalización se aplica bajo la premisa de que la relación entre las irradiancias registradas por el sensor en dos fechas distintas es espacialmente homogénea y puede ser aproximada por funciones lineales (Tarantino, n.d.)<sup>92</sup>. La normalización se realiza buscando disminuir la variabilidad debida a diferencias atmosféricas, de iluminación, distorsiones geométricas, calibración del sensor, con el fin de hacer las imágenes comparables y evitar que los cambios detectados no se deban a este tipo de factores (Olthof, Pouliot, Fernandes, & Latifovic, 2005; Potapov et al., 2012)<sup>93</sup>. Las imágenes se ajustan por medio de códigos de programación y modelos la media y desviación estándar, cada banda con los valores de la banda respectiva del compuesto de referencia.

### 3.5.1.3 *Generación compuestos de imágenes*

Después de realizar el proceso de normalización a cada imagen, se genera una serie de tiempo anual de cada una de las bandas por separado (Rojo, NIR, SWIR2), en donde se unen todas las fechas anuales disponibles para cada banda mediante una función de apilado Layer Stack). Los compuestos se generan para cada banda, a partir de la mediana obteniéndose un único valor de cada serie. Finalmente, se obtiene un compuesto anual de cada una de las bandas que contiene el valor de la mediana de los valores de reflectancia normalizados incluidos en la serie de tiempo

### 3.5.1.4 *Detección de cambios por deforestación*

Para la detección de cambio por deforestación se utiliza un método de detección directa como es el Análisis de Componentes Principales (PCA, por sus siglas en inglés), con matrices de correlación a los datos fusionados de las dos fechas de comparación; siendo, generalmente los componentes superiores a tres los que presentan los cambios de interés.

En el resultado obtenido de componentes se debe seleccionar el rango de valores o umbral que serán considerados como cambio por deforestación o regeneración de bosque. Los rangos dependen del método seleccionado, del tipo de cambio ocurrido (deforestación a cultivo, pasto, etc.), de coberturas presentes del área en estudio, por lo que no es posible generalizar un único valor o rango para todas las áreas. La selección del umbral se realiza visualmente al comparar los resultados obtenidos con las imágenes de superficie de reflectancia.

El umbral se reclasifica a valores de la clase o categoría así: i) Bosque Estable, ii) Deforestación, iii) Sin Información, iv) Regeneración y v) No Bosque Estable.

### 3.5.1.5 *Verificación visual de los cambios detectados por parte del intérprete*

La verificación con el mapa preliminar de cambio se realiza contrastando el mapa resultante con las imágenes de superficie de reflectancia de los años requeridos. En caso de encontrarse errores se reclasifican a la clase correspondiente.

## 3.5.2 *Cálculo de remociones*

La estimación de la reducción de emisiones para el periodo de monitoreo se realiza de acuerdo con lo presentado en la sección 3.4.3.

---

<sup>91</sup> Potapov, P. V., Turubanova, S. A., Hansen, M. C., Adusei, B., Broich, M., Altstatt, A., ... Justice, C. O. (2012). Quantifying forest cover loss in Democratic Republic of the Congo, 2000–2010, with Landsat ETM+ data. *Remote Sensing of Environment*, 122, 106–116. <https://doi.org/10.1016/J.RSE.2011.08.027>

<sup>92</sup> Tarantino, E. (n.d.). Radiometric Normalization of Landsat Etm+ data for Multitemporal Analysis. IAPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Retrieved from [http://www.academia.edu/3034346/Radiometric\\_Normalization\\_of\\_Landsat\\_Etm\\_data\\_for\\_Multitemporal\\_Analysis](http://www.academia.edu/3034346/Radiometric_Normalization_of_Landsat_Etm_data_for_Multitemporal_Analysis)

<sup>93</sup> Olthof, I., Pouliot, D., Fernandes, R., & Latifovic, R. (2005). Landsat-7 ETM+ radiometric normalization comparison for northern mapping applications. *Remote Sensing of Environment*, 95(3), 388–398. <https://doi.org/10.1016/J.RSE.2004.06.024>



## 4 Monitoreo

### 4.1 Actividades del Proyecto<sup>94</sup>

#### Investigación

- Prácticas de campo de la Universidad del Tolima en el área actual del proyecto.
- Estudio de las estrategias de conservación comunitaria como contribución al desarrollo ambiental sostenible del bosque de Galilea, en el oriente del departamento del Tolima (2016)<sup>95</sup>.
- Desarrollo del libro de aves. La Fundación Amé realizará la publicación del libro de aves. Actualmente los autores se encuentran realizando tomas fotográficas de las especies endémicas en el área del proyecto para incluirlas en la Unidad VII del libro.
- Apoyo a CORTOLIMA en los estudios de flora y fauna de la zona.
- Asistencia a reuniones con CORTOLIMA y la comunidad en general para la búsqueda de estrategias de conservación.

#### Programa de donación:

La Universidad del Tolima ha recibido los lotes presentados en la Tabla 3.

#### Creación de Fundación Amé:

- La creación de la Fundación Amé reemplaza el papel de ASOPROBOSQUES como administrador de los bosques que no pertenecen a la Universidad del Tolima. El objetivo de la creación de la Fundación es el apoyo en sitio a la universidad para implementar las estrategias de conservación complementarias a la investigación que se han venido planeando desde el inicio del proyecto.
- Contrato de prestación de servicios con la Empresa STRATIK, firma especializada en la producción de medios y Marketing para la definición de la Imagen Corporativa de la Fundación. El resultado de este contrato fue la creación del logo Institucional, logo símbolo, página web, video institucional y videos temáticos referentes a la importancia del Bosque.
- Reunión de socialización con la Comunidad y la Universidad del Tolima a nivel informativo para la toma de imágenes de campo y de acciones testimoniales de líderes comunitarios.

#### Comunicación con los diferentes actores de interés

Asistencia a talleres y diferentes actividades con los actores de interés para las actividades de conservación:

1. Taller con miembros de la Junta de Acción Comunal de la Vereda Galilea, con el objeto de definir acciones concretas y actividades de trabajo conjunto.
2. Asistencia y participación a reunión citada por la Junta de Acción Comunal de la Vereda Galilea y la Fundación Reiniciar con el objetivo de conocer los planes de la Fundación Reiniciar y de la Mesa Ambiental del Oriente del Departamento e identificar las sinergias con dichas instituciones.
3. Reunión de trabajo Interinstitucional en la vereda Alto de Torres, convocada por la Corporación Autónoma Regional del Tolima- CORTOLIMA para revisar los compromisos de manejo que determina el POMCA del río Prado y del EOT del municipio de Villarrica.
4. Conformación de mesa de trabajo permanente para definir la ruta de actividades para los bosques de Galilea. Esta mesa está conformada por integrantes de CORTOLIMA, La Universidad del Tolima y la Fundación Amé como representante de los propietarios de

---

<sup>94</sup> Ver [Gestion de la informacion\Monitoreo\Seguimiento 1\Actividades]

<sup>95</sup> Ver [Soportes/Biodiversidad/Campos 2008]

los bosques. Hasta el momento la Fundación y la Universidad del Tolima han asistido a tres mesas de trabajo.

5. Reunión con la alcaldía de Villarica y de Dolores para presentar el programa de compensación.

#### **Inversión en estudios**

- Apoyo con recursos a la Universidad del Tolima para la realización de estudios de investigación que apoyen el proyecto de conservación.
- Estudios para la implementación del proyecto de remoción de GEI.
- Estudios de actividades potenciales a realizar en el área actual del proyecto.
- Inicio de estudio de tenencia en el área de expansión del proyecto para la inclusión de nuevos propietarios al programa.
- Estudio de inversión en un proyecto de apicultura.

#### **Apicultura**

- Capacitación de dos habitantes de la comunidad para la producción de miel.
- Contratación de un empleado permanente para la implementación de la primera etapa del proyecto mediante el establecimiento de 30 colmenas.
- Inicio de la comercialización de la miel.

#### **Monitoreo de coberturas con dron**

- Ensayo de actividad de monitoreo con dron en el área actual del proyecto. Toma de fotografías y cotización para la compra de equipos y capacitación.

## **4.2 Cuantificación de remociones primera auditoría de seguimiento**

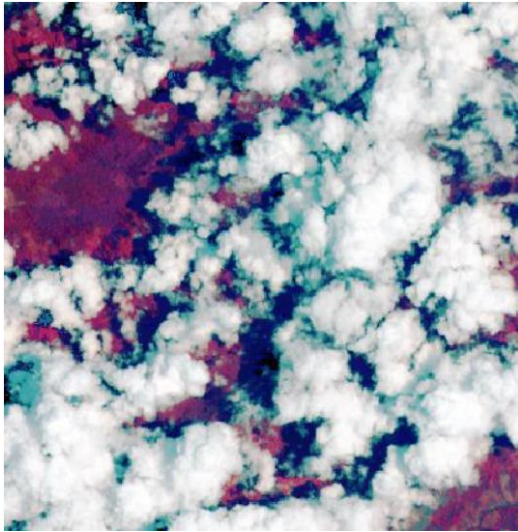
La cuantificación de la reducción de remociones se realizó teniendo en cuenta los pasos descritos en la sección 3.4.3.

### **4.2.1 Monitoreo del cambio de bosque para el periodo 2010-2017**

Los cambios reales en la cobertura de bosque para el área del programa en el periodo 2010-2017 se realizaron de acuerdo con la metodología descrita en la sección 3.5.

#### **Selección y descarga de imágenes**

El principal problema para la selección de imágenes ópticas del área en estudio está relacionado a las condiciones climáticas, ya que se presenta una gran nubosidad, que dificulta la obtención de suficiente información con imágenes ópticas, tal como se observa en la Ilustración 33. Por tal razón, se requirió el apoyo de imágenes de Radar del sensor SAR para la elaboración de los mapas.

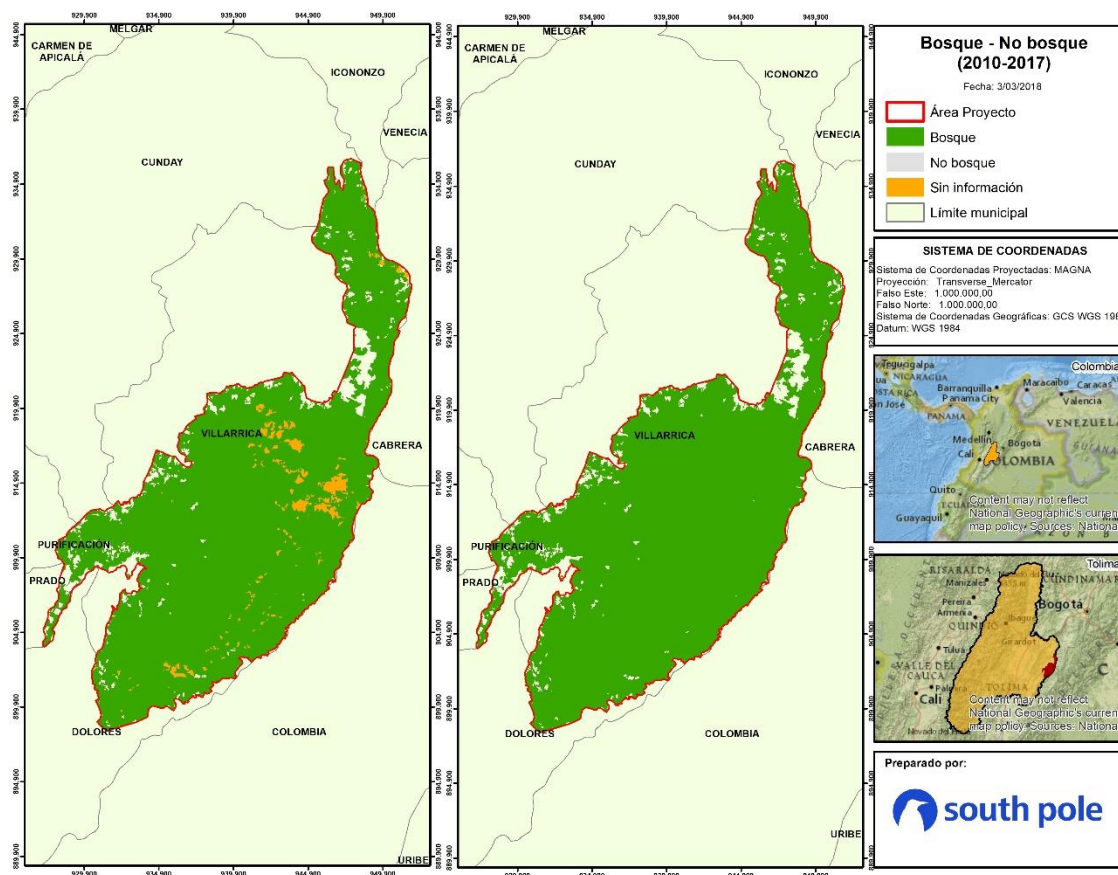


**Ilustración 33. Imagen Landsat del año 2010 con alta nubosidad en el área de estudio**

Se utilizaron imágenes de radar gratuitas adquiridas para el año 2017. Estas imágenes presentan doble polarización (VV y VH) y una resolución espacial de 10 m, lo que permitió obtener más información y detalle sobre las coberturas vegetales en el área de programa con respecto a las imágenes ópticas de Landsat. La información de imágenes de radar es complementaria a las ópticas, ya que se obtiene información nueva e importante para mejorar la calidad de los mapas obtenidos y eliminar los vacíos de información generados por la alta nubosidad en las imágenes.

#### **Preprocesamiento y generación compuestos de imágenes**

Se siguió el paso a paso descrito en las secciones 3.5.1.2 - 3.5.1.5 para identificar el cambio en el periodo 2010–2017 y obtener un compuesto anual de las bandas para la generación de los mapas de cobertura boscosa para el área en estudio (Ilustración 34). Los resultados de la combinación de las imágenes Landsat con radar indican que de las 617 ha que en la Tabla 10 se categorizaron como sin información, 613 en realidad correspondían a cobertura boscosa y las restantes a no boscosa (Tabla 26).

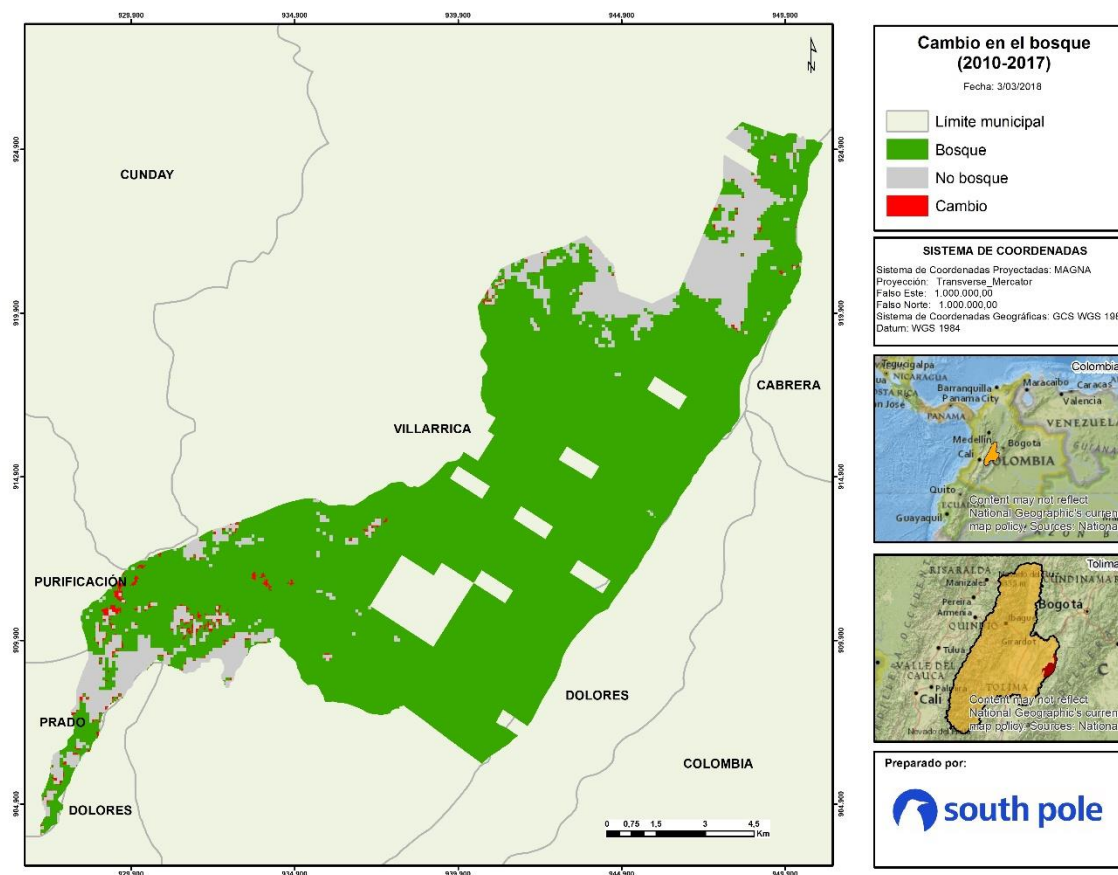


**Ilustración 34. Capa de Bosque-No Bosque para los años 2010 (izquierda) y 2017 (derecha)**

**Tabla 26. Coberturas en el área actual del proyecto para el periodo 2010-2017**

Elegibilidad 2010	Monitoreo 2017	Área
No Elegible	No bosque	2006
Elegible	Deforestación	114
Elegible	Bosque	12587
Sin Información	No bosque	4
Sin Información	Bosque	613

Para determinar el cambio en la cobertura de bosque en el área actual del proyecto se interseccionaron las capas del cambio de bosque para el área de expansión del proyecto con el área actual del proyecto (Ilustración 35). El total de área deforestada en el periodo 2010-2017 es de 114 ha, lo cual corresponde a una pérdida anual de 16,4 ha.



**Ilustración 35. Cambio de bosque para el periodo 2010 - 2017**

#### 4.2.2 Cálculo de remociones

La estimación de la remoción de emisiones realizada por el programa debido a la deforestación evitada se realizó conforme a lo presentado en la sección 3.5.2, cambiando el área deforestada por el valor monitoreado (16,4 ha/año). En la Tabla 27 se presentan los resultados de las remociones de acuerdo con los resultados del monitoreo de la cobertura para los años 2010-2017, descontando una reserva del 15% de los bonos por no permanencia conforme a los requerimientos de la sección 7.1 del protocolo ES-I-CC-002<sup>96</sup>.

**Tabla 27. Estimación de las remociones debido a la deforestación evitada en el periodo 2010 – 2017.**

Año	Reducción de emisiones de GEI anual (toneladas de CO <sub>2</sub> e)	Reducción de emisiones de GEI acumulado (toneladas de CO <sub>2</sub> e)
2010	142.693	142.693
2011	147.566	290.259
2012	152.439	442.698
2013	157.312	600.010
2014	162.186	762.196
2015	167.059	929.255

<sup>96</sup> Las estimaciones detalladas paso a paso se encuentran en [Soportes\Gestion de la informacion\Estimaciones otorgamiento\180227\_Estimaciones\_Monitoreo]





Año	Reducción de emisiones de GEI anual (toneladas de CO2e)	Reducción de emisiones de GEI acumulado (toneladas de CO2e)
2016	171.932	1.101.187
2017	176.805	1.277.992

## 5 Gestión de requisitos legales

El desarrollo de este programa está enmarcado bajo el cumplimiento de la legislación ambiental en Colombia. Las principales leyes y decretos que regulan el tema de la conservación ambiental en Colombia se presentan en la Tabla 28. Hasta ahora, las actividades realizadas en el área actual del programa durante el periodo 2010-2017 cumplen con los requisitos legales de las actividades de conservación ambiental.

El desarrollo de las actividades productivas incluirá la consulta de la legislación ambiental que se debe cumplir y en cada auditoría de seguimiento se presentará el reporte de la identificación de dichos requerimientos y el cumplimiento de los mismos como es el caso de: i) condiciones laborales para los trabajadores temporales; ii) licencia de colección de mariposas para realizar la investigación base para el desarrollo del mariposario; iii) las licencias que deban tramitarse para tecnificar la extracción de miel en el área del proyecto; iv) las licencias requeridas para realizar ecoturismo en el área del proyecto incluyendo el aprovechamiento domestico para la construcción de infraestructura y la identificación de la capacidad de carga del proyecto de ecoturismo y v) cualquier otro requerimiento que defina CORTOLIMA para el área del programa.

**Tabla 28. Normativa ambiental de Colombia relacionada con la conservación de bosques y de la biodiversidad.**

Norma	Fecha	Descripción	Cumplimiento del Programa
Decreto 2811	1974	Por medio del cual se crea el Código Nacional de Recursos Naturales. En el Libro II, Parte VIII, se reglamentan los bosques, las áreas de reserva forestal, los aprovechamientos forestales y la reforestación. Además, se definen medidas de protección, conservación y aprovechamiento de bosques.	Actualmente, el área no se encuentra bajo una categoría de protección.  En el periodo 2010-2017 no se realizaron aprovechamientos del bosque. Al contrario, las actividades se centraron en la investigación conservación del bosque.
Decreto 622	1977	Se denominan a las áreas con valores excepcionales establecidas en el Código Nacional de Recursos Naturales, como "Sistema de Parques Nacionales Naturales" y se reglamenta todo lo relacionado a estas áreas.	Actualmente, el área no se encuentra bajo una categoría de protección del Sistema de Parques Nacionales Naturales.
Constitución Política	1991	Se incluyeron alrededor de 80 artículos relacionados con el manejo sostenible del medio ambiente.	En el periodo 2010-2017 no se realizaron aprovechamientos del bosque. Al contrario, las actividades se centraron en la investigación conservación del bosque.
Ley 99	1993	Se crea el Ministerio de Medio Ambiente, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), entre otras. Se establece un nuevo régimen de aprovechamiento forestal, se amplían y se crean nuevas áreas protegidas y se crea una unidad	Actualmente, el área no se encuentra bajo una categoría de protección del SINAP.  En el periodo 2010-2017 no se realizaron aprovechamientos del bosque. Al contrario, las actividades se centraron en

Norma	Fecha	Descripción	Cumplimiento del Programa
		administrativa especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales	la investigación conservación del bosque.
Conpes No. 2834	1996	Por medio del cual se aprueba la "Política de Bosques", que busca lograr el uso sostenible de los bosques, con el fin de conservarlos, consolidar la incorporación al sector forestal en la economía nacional y contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población.	En el periodo 2010-2017 no se realizaron aprovechamientos del bosque. Al contrario, las actividades se centraron en la investigación conservación del bosque.  En el momento en el que se desarrollen las actividades productivas que requieran permisos de aprovechamiento, estos se tramitaran ante los entes encargados y se presentara la actualización de este cuadro en cada auditoría de seguimiento.
Decreto 900	1997	Mediante el cual se reglamente el Certificado de Incentivo Forestal para Conservación.	Este certificado no se encuentra vigente. En caso de que a futuro se apruebe, se consultará con el ICONTEC si es posible que las áreas se presenten a algún beneficio adicional a los bonos de carbono.
Ley 165	1994	Por medio de la cual se aprueba el convenio de la diversidad biológica, y se reconocen los valores ecológicos, sociales, genéticos, educativos y culturales de la diversidad biológica.	Las actividades del periodo 2010-2017 se centraron en la investigación y conservación del bosque, lo cual va en línea con lo establecido por la Ley 165 de 1994.
Conpes No. 3582	2009	Se considera la biodiversidad como un área estratégica y reconoce la necesidad de avanzar en el conocimiento y uso sostenible de esta.	Las actividades del periodo 2010-2017 se centraron en la investigación y conservación del bosque, lo cual va en línea con lo establecido por el Conpes No. 3582 de 2009.
Decreto 1076	2015	Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible. Recoge toda la normativa ambiental de Colombia.	Debido a las razones expuesta anteriormente, las actividades del programa desarrolladas durante el periodo 2010-2017 cumplen con lo establecido por el Decreto 1076 de 2015.
Conpes No. 3850	2015	Por medio del cual se crea el Fondo Colombia en Paz, se concibe como un instrumento para contribuir a materializar dividendos económicos, sociales y ambientales de la paz, asociados a las intervenciones en materia de desarrollo rural sostenible, conservación de la biodiversidad y lucha	El programa no es beneficiario del Fondo Colombia en Paz. Sin embargo, se buscará la alineación de las actividades del programa con las actividades que se realicen en la zona por este Fondo.

Norma	Fecha	Descripción	Cumplimiento del Programa
		contra el cambio climático en un marco de fortalecimiento del Estado de derecho en el posconflicto.	
Resolución 2028	2016	A través de la cual se crea el Programa Nacional Bosques de Paz, cuyo objetivo es crear modelos de gestión sostenible que busca integrar la conservación en beneficio de comunidades asentadas en áreas boscosas, fortaleciendo su organización y educación ambiental constituyéndolos como guardianes de paz y ambiente.	El programa no es beneficiario Programa Nacional Bosques de Paz. Sin embargo, se buscará la alineación de las actividades del programa con las actividades que se realicen en la zona por este Programa.
Decreto 1655	2017	Por medio del cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Monitoreo Forestal, el Inventario Forestal Nacional y el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono que hacen parte del Sistema de Información Ambiental para Colombia y se dictan otras disposiciones.	El programa estará al tanto de los resultados del Sistema de Información Ambiental para Colombia para realizar los cambios en los valores de carbono y en la línea base de deforestación en caso de que sea necesario. Previo a cada auditoría de seguimiento, se consultarán los portales de los diferentes programas del Sistema de Información Ambiental para hacer los ajustes necesarios.

## 6 Gestión de la información

### 6.1 Base de datos

Según lo establecido en el protocolo, la organización responsable del programa debe contar con una base de datos que incluya la información presentada en la Tabla 29.

**Tabla 29. Gestión de datos**

Información requerida	Ubicación en la base de datos
Área con actividades forestales.	Soportes\Gestion de la informacion\Area actual programa
Coordenadas geográficas.	Soportes\Gestion de la informacion\Tenencia de la tierra\Centroides_lotes
Cobertura Vegetal al inicio de las actividades forestales.	Soportes\Gestion de la informacion\Cobertura inicial
Información sobre los derechos de tenencia y uso del suelo.	Soportes\Gestion de la informacion\Tenencia de la tierra\Acuerdo_Fundame_UT
Especie(s).	No aplica – Programa de conservación
Procedencia y producción del material vegetal.	No aplica – Programa de conservación
Objetivo de la actividad forestal (p.e conservación, recuperación, producción, etc.).	Conservación
Ciclo de manejo de la(s) especie(s) y duración de las actividades forestales.	No aplica – Programa de conservación
Fecha de inicio de las actividades forestales.	Sección 1.4 del Documento del programa Soportes\Gestion de la informacion\Fecha de inicio
Manejo silvicultural.	No aplica – Programa de conservación
Crecimiento anual en biomasa, si realiza mediciones periódicas.	No aplica – El monitoreo será sin medición de parcelas
Parámetros relacionados con la conservación de biomasa a variación de carbono de acuerdo con la metodología seleccionada.	No aplica – Programa de conservación
Resultados de la cuantificación de las remociones.	Soportes\Gestion de la informacion\Estimaciones otorgamiento
Eventos de perturbación (si se presentan)	En caso de presentarse se recopilarán y almacenarán en la carpeta: Soportes\Gestion de la informacion\
Monitoreo	Soportes\Gestion de la informacion\Monitoreo

Adicional a la información presentada en la tabla anterior, la organización tendrá dentro de la base de datos una carpeta llamada *Informe\_compensaciones* para realizar el seguimiento de las remociones asignadas o vendidas como compensaciones, que garantice que no se presente doble contabilización. En esta carpeta se creará una carpeta por año para almacenar cada una de las ventas realizadas. Para esto, en la carpeta del año que corresponda, se guardara el archivo





“Informe\_compensaciones”<sup>97</sup> con la información de cada venta que se realice. El nombre del archivo debe de contener la fecha de entrega, el nombre del comprador y la cantidad de bonos asignadas tal y como se presenta a continuación: ddmmaa\_comprador\_bonos.

## 6.2 Gestión de la calidad de la información y control de documentos

Toda la información que se encuentre en la base de datos será revisada periódicamente para garantizar el cumplimiento de las metas propuestas y que la información sea verídica. Así mismo, en caso de encontrarse errores u omisiones en las revisiones, estos serán tratados generando un reporte del hallazgo, posteriormente se debe hacer un ajuste respectivo y notificar a quien corresponda. Contar con la base de datos de información documental hace posible generar un control de documentos adecuado, en esta estarán aquellos correspondientes a las remociones y compensaciones emitidas por tal remoción.

---

<sup>97</sup> El archivo que debe ser diligenciado se encuentra en [Soportes\Gestion de la informacion\Compensaciones ventas\Informe\_compensaciones].

## 7 Eventos de perturbación previos a alcanzar la compensación

Tal como lo especifica el protocolo ICONTEC, en caso de presentarse un evento que evite alcanzar las compensaciones ya vendidas, el programa tendrá la responsabilidad de informar la situación al cliente que corresponda y las acciones que serán tomadas.

Se han identificado como amenazas al alcance de la compensación los siguientes eventos:

- Pérdida de cobertura boscosa por eventos naturales: la zona se encuentra en un territorio con baja amenaza por incendios naturales, no obstante, existe un riesgo de incendios por fuentes antrópicas, debido al proceso de tumba y quema que realizan algunos campesinos para el establecimiento de potreros o cultivos. Adicionalmente, el área de referencia presenta una amenaza media y alta por procesos de remoción en masa e inundaciones.<sup>98</sup>
- En caso de no desarrollarse adecuadamente las actividades propuestas por el programa en cuanto a la inclusión exitosa de las comunidades cercanas al área del programa o a los colonos que habitan el área del programa, es posible que el control de la deforestación que se tuvo en el periodo 2010-2017 se disminuya.

Para el caso de los incendios, se realizarán reuniones con la comunidad para concientizarlos acerca de los riesgos de la quema para la preparación de terrenos e identificar un sistema de comunicación eficiente. Así mismo, se espera aumentar las actividades de control y vigilancia mediante la implementación de la actividad de guardabosques. Con relación a las amenazas naturales, al mantener una cobertura boscosa, se espera que el riesgo por deslizamiento en las zonas con mayores pendientes sea bajo. Sin embargo, en caso de presentarse alguna de las perturbaciones descritas, se estimará el área afectada y se descontarán las tCO<sub>2</sub>e emitidas de la cantidad total estimada.

Para el periodo 2010–2017, no se presentó ningún tipo de perturbación.

---

<sup>98</sup> CORTOLIMA (2009). POMCA Cuenca Hidrográfica del Río Prado.



# **EMISSIONS OFFSET PROGRAM**

## **Conservation of the Galilea- Amé Forest**



**May 4, 2018**

**Document prepared by South Pole Carbon Asset Management  
S.A.S**

# Table of Contents

<b>1</b>	<b>General description</b>	<b>6.</b>
1.1	<b>Name of the emissions offset program</b>	<b>6.</b>
1.2	<b>Location and geographic boundaries of the program</b>	<b>6.</b>
1.2.1	Program expansion area	6.
1.2.2	Current program area	7.
1.3	<b>Program proponent and land tenure</b>	<b>10.</b>
1.4	<b>Start date of the emissions offset program</b>	<b>12.</b>
1.5	<b>Activities to reduce deforestation</b>	<b>13.</b>
1.5.1	Description of activities	13.
1.5.2	Monitoring, impact and stakeholders of activities	18.
1.5.3	Schedule of activities	24.
<b>2</b>	<b>Environmental conditions in the program expansion area</b>	<b>25.</b>
2.1	<b>Temperature and precipitation</b>	<b>25</b>
2.2	<b>Life zones</b>	<b>26</b>
2.3	<b>Hydrography</b>	<b>28</b>
2.4	<b>Geology, geomorphology and soils</b>	<b>29</b>
2.5	<b>Biodiversity</b>	<b>30</b>
2.5.1	Flora	30
2.5.2	Fauna	32
<b>3</b>	<b>Quantification of removals for the granting audit</b>	<b>35</b>
3.1	<b>Methodology selection</b>	<b>35</b>
3.2	<b>Land eligibility</b>	<b>35</b>
3.3	<b>Reference scenario for REDD+ actions</b>	<b>37</b>
3.4	<b>Removals due to REDD+ actions</b>	<b>39</b>
3.4.1	Detection of changes and historical deforestation rates	39
3.4.2	Carbon reservoirs	57
3.4.3	Calculation of removals	58
3.5	<b>Protocol for monitoring removals</b>	<b>61</b>
3.5.1	Change in coverage for the monitoring period	61
3.5.2	Calculation of removals	64
<b>4</b>	<b>Monitoring</b>	<b>65</b>
4.1	<b>Project Activities</b>	<b>65</b>
4.2	<b>Quantification of removals first monitoring audit</b>	<b>66</b>
4.2.1	Monitoring of forest change for the period 2010-2017	66



4.2.2	Calculation of removals	69
<b>5</b>	<b>Management of legal requirements</b>	<b>71</b>
<b>6</b>	<b>Information management</b>	<b>74</b>
6.1	Database	74
6.2	Information quality management and document control	75
<b>7</b>	<b>Disruptive events prior to reaching compensation</b>	<b>76</b>



## List of tables

Table 1. Coordinates of the centroid of the lots.....	8
Table 2. Fundación Amé deeds .....	10
Table 3. Deeds from the Universidad del Tolima .....	11
Table 4. Variables for the cost matrix.....	16
Table 5. Monitoring, impact and stakeholders of activities.....	19
Table 6. Prioritization of activities.....	23
Table 7. Average annual temperature.....	25
Table 8. List of some of the flora species reported by different sources.....	30
Table 9. Faunal species reported by the SIB (by its acronym in Spanish) in the project area ....	34
Table 10. Current program areas .....	37
Table 11. Slope ranges .....	38
Table 12. Precipitation ranges.....	38
Table 13. Forest cover type.....	39
Table 14. Conversion of Corine Land Cover classes.....	41
Table 15. Land use change matrix .....	43
Table 16. Social actors in the program area. ....	44
Table 17. Housing and population in the municipalities of the reference area .....	46
Table 18. Population and demographic characteristics of the reference area.....	46
Table 19. Road characterization by municipality.....	54
Table 20. Unsatisfied Basic Needs (UBN) in the reference area .....	55
Table 21. Percentage of small landholdings by municipality.....	56
Table 22. Weighted carbon stored in the program.....	58
Table 23. Deforestation projection for the period 2010-2039 considering historical deforestation for the period 2000-2010.....	58
Table 24. Weighted average carbon. ....	60
Table 25. Estimated <i>ex-ante</i> emission reductions .....	60
Table 26. Coverage in the current project area for the period 2010-2017 .....	68
Table 27. Estimated removals due to avoided deforestation in the period 2010 - 2017.....	69
Table 28. Colombian environmental regulations related to forest and biodiversity conservation.	71
Table 29. Data management.....	74

## List of illustrations

Illustration 1. Location of the program expansion area. ....	7
Illustration 2. Location of the current program area. ....	8
Illustration 3. Property division .....	12
Illustration 4. Classification of the risk of deforestation according to a mobility analysis considering access restrictions.....	17
Illustration 5. Tree of activities according to the results of Table 6. ....	23
Illustration 6. Average monthly precipitation, Puerto Lleras station .....	25
Illustration 7. Average annual precipitation [mm/year] .....	26
Illustration 8. Average annual temperature [°C] .....	27
Illustration 9. Holdridge life zones .....	28
Illustration 10. Rio Negro riverbed in the area of the program area .....	29
Illustration 11. Hydric network in the program area.....	29
Illustration 12. Oak grove in the current program area.....	32
Illustration 13. Location of fauna species reported by the SIB (by its acronym in Spanish) within the program area.....	34

Illustration 14. Forest-non-forest area of the IDEAM (by its acronym in Spanish) layers in the program expansion area in the years 2000 (left) and 2010 (right).....	36
Illustration 15. Eligibility map of the program expansion area.....	37
Illustration 16. Reference region .....	38
Illustration 17. Image of smoothed edges compared to the bardes in raster format.....	40
Illustration 18. Land coverages 2000 and 2010 with equal cloud areas for both layers. ....	40
Illustration 19. Land use change from forest in 2000 to non-forest categories in 2010. ....	42
Illustration 20. Territorial scope of social actors. ....	45
Illustration 21. Analysis of the drivers of deforestation: expansion of the agricultural frontier .....	48
Illustration 22. Behavior of the cattle inventory in the reference area for the period 2001 to 2009. ....	48
Figure 23. Behavior of the cattle inventory in Villarrica for the period 2001 to 2009.....	49
Illustration 24. Behavior of the area planted in the reference area between 2007 - 2010 .....	50
Illustration 25. Behavior of the area planted in the municipality of Villarrica between 2007 - 2010. ....	50
Illustration 26. Analysis of the drivers of deforestation: logging. ....	51
Illustration 27. Correlation between deforestation and distance to populated centers, relief (m.a.s.l.) and forest suitability. ....	52
Illustration 28. Areas granted to hydrocarbons according to ANLA (by its acronym in Spanish) information.....	53
Illustration 29. Map of slopes of the reference area. ....	55
Illustration 30. Agricultural loans granted between 2004 and 2010 .....	56
Illustration 31. Chain of events leading to deforestation in the reference area.....	57
Illustration 32. Methodological steps for the detection of changes in forest coverage.....	62
Illustration 33. 2010 Landsat image with high cloud cover in the study area.....	67
Illustration 34. Forest-Non-forest layer for the years 2010 (left) and 2017 (right) .....	68
Illustration 35. Forest change for the 2010 - 2017 period .....	69

## 1 General description

The program seeks to conserve 29,859 hectares of forest known by the community as the Galilea forests. These forests are part of the priority areas for conservation in the region of the Andes and Piedemonte Amazónico, as they are in the biological corridor that connects the Andean and High Andean Forest with the moorlands of the Sumapaz National Natural Park<sup>1</sup>. In addition, regarding the department, it is the last relict of primary forest in eastern Tolima and contains the source of the Negro River, one of the main tributaries of the Hidro Prado dam<sup>2</sup>.

The objectives of the compensation program for the conservation of the Galilea-Amé Forest are as follows:

- Reduction of CO<sub>2</sub> emissions by avoiding deforestation of the forest.
- The protection of biodiversity as it is a forest of high floristic and faunistic richness of the High Andean zone of Tolima.
- The security and conservation of natural hydric sources that benefit local communities, agricultural and livestock irrigation systems, and the Prado hydroelectric power generation system for regional and national benefits
- Improving the living conditions of rural communities located in or around the project's expansion area through the implementation of productive activities.

The program starts with 12,701 hectares of forest belonging to the Fundación Amé and the Universidad del Tolima, which constitute the current area of the program. The remaining 17,158 hectares are forest areas with potential to be included in the program in the next monitoring audits<sup>3</sup>. The sum of the current program area and the areas with potential to be included were defined as the program expansion area.

### 1.1 Name of the emission offset program

Conservation of the Galilee-Amé Forest

### 1.2 Program Location and Geographic Boundaries

#### 1.2.1 Program expansion area

The program is located in the eastern mountain range of the Colombian Andean zone, its area is mainly within the municipality of Villarrica, although it also includes areas of the municipalities of Cunday, Dolores, Purificación and Prado, all of which belong to the department of Tolima. It is located between the coordinates: 3°40'34.28" - 4°1'21.87" N and 74°30'40.27" - 74°43'58.8" W (Illustration 1). The program expansion area consists of 29,859 ha of forest<sup>4</sup> belonging to the Fundación Amé, Universidad del Tolima, the municipalities of Dolores and Villarica and other private landowners.

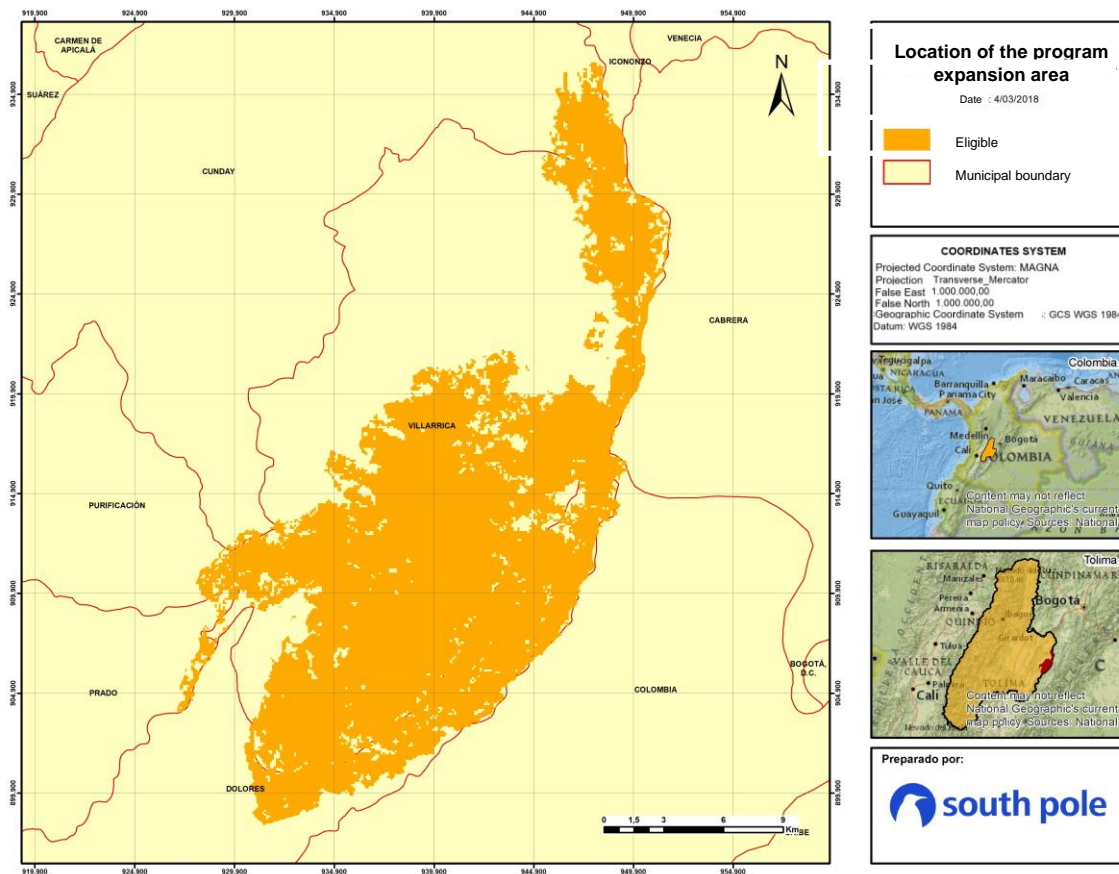
---

<sup>1</sup> Villalba X. (2017). Bosque Galilea: un paraíso tolímense en riesgo por intereses petroleros. El Nuevo Día, el periódico de los tolímenses. Retrieved from: <http://www.elnuevodia.com.co/nuevodia/tolima/regional/403812-bosque-galilea-un-paraiso-tolimense-en-riesgo-por-intereses-petroleros>

<sup>2</sup> Information obtained from the Atlas Ambiental del Tolima 2014.

<sup>3</sup> Currently, the program has begun to invest in the consultation of databases that allow to see the property distribution of these areas and their respective owners to determine the areas that can be included in the program and start approaching the owners to sign conservation agreements.

<sup>4</sup> These are the forest areas that meet the definition of eligibility presented in section 3.2.



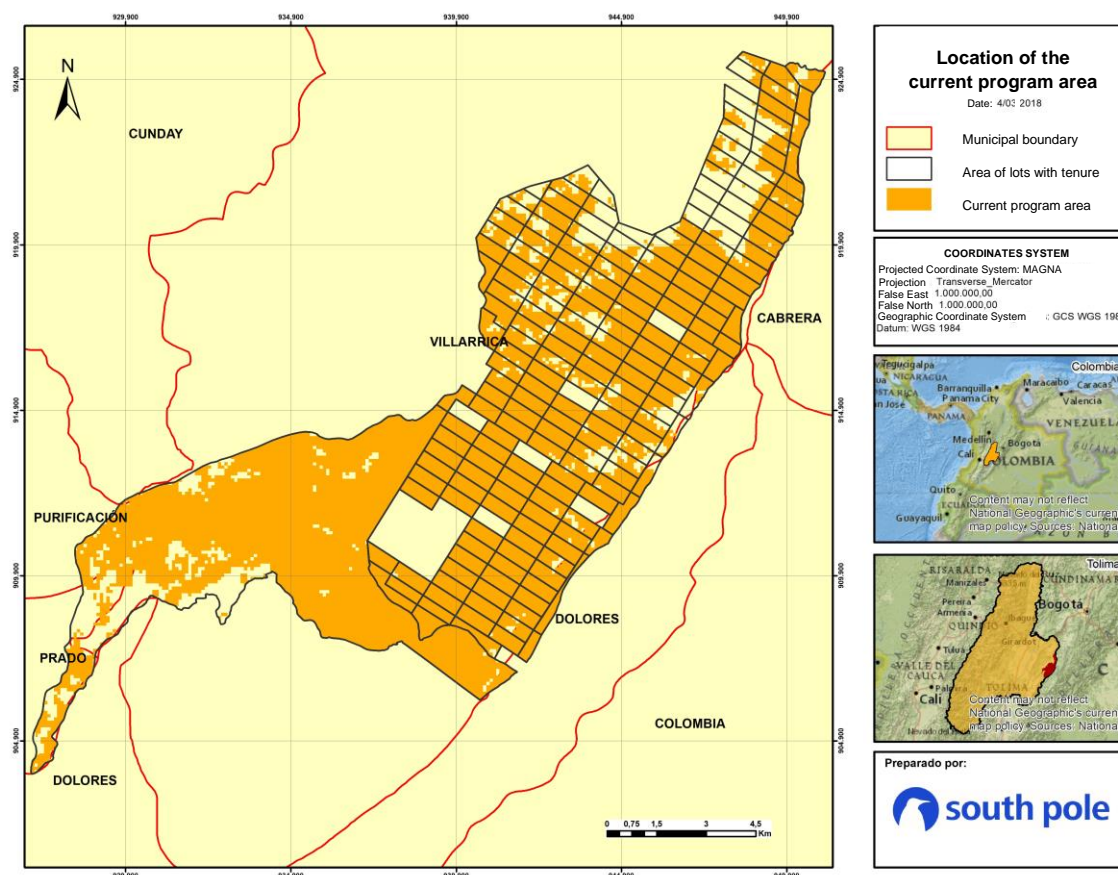
**Illustration 1. Location of the program expansion area.**

### 1.2.2 Current program area

The current program area comprises 12,701 ha of forest<sup>5</sup> (Illustration 2) located in the municipality of Villarrica, which is situated in the eastern part of the department of Tolima at 161 km from Ibagué, the department's capital. It is bordered on the north by the municipalities of Cunday and Icononzo, on the east by the department of Cundinamarca, on the west by the municipalities of Cunday, Purificación and Prado, and on the south by the municipality of Dolores. It has 32 rural districts and three townships, and its economic structure is based on agriculture (coffee, banana, guava, and banana) and cattle raising.<sup>6</sup>

<sup>5</sup> These are the forest areas that meet the definition of eligibility presented in section 3.2.

<sup>6</sup> Plan de desarrollo Villarrica: 2012-2015. Available at: <http://www.villarrica-tolima.gov.co/index.shtml?apc=v-xx1-&x=2640611>



**Illustration 2. Location of the current program area**

Table 1 shows the geographic coordinates of the centroid of the lots that currently belong to the compensation program.

**Table 1. Coordinates of the centroid of the lots**

Lot	X	Y	Lot	X	Y	Lot	X	Y
1	-74,66820	3,80023	98	-74,6050	3,8381	206	-74,54760	3,89083
3	-74,52980	3,91753	100	-74,5875	3,8267	207	-74,53930	3,88558
4	-74,52330	3,91775	101	-74,5784	3,8212	209	-74,54570	3,89458
5	-74,53960	3,91891	103	-74,5720	3,8122	211	-74,53500	3,89271
6	-74,53080	3,91333	104	-74,5807	3,8176	213	-74,54240	3,90210
8	-74,52540	3,90325	106	-74,5985	3,8289	214	-74,54160	3,90633
9	-74,52700	3,89434	107	-74,6063	3,8340	217	-74,54120	3,91069
10	-74,52730	3,88768	108	-74,6085	3,8304	2	-74,53730	3,92174
11	-74,52870	3,88370	109	-74,6006	3,8254	7	-74,52390	3,91058
13	-74,53260	3,87634	110	-74,5918	3,8198	12	-74,53070	3,88005
14	-74,53500	3,87281	112	-74,5742	3,8086	16	-74,53920	3,86549
15	-74,53710	3,86917	113	-74,5763	3,8051	21	-74,58770	3,88634
17	-74,54150	3,86198	114	-74,5851	3,8106	26	-74,5437	3,85835
18	-74,55030	3,86760	119	-74,6066	3,8194	27	-74,54690	3,85547
19	-74,55880	3,87294	121	-74,5889	3,8081	30	-74,57230	3,87160
20	-74,59620	3,88684	122	-74,5799	3,8024	33	-74,59970	3,88404





Lot	X	Y	Lot	X	Y	Lot	X	Y
22	-74,57910	3,88087	124	-74,5911	3,8046	38	-74,55680	3,85683
23	-74,56980	3,87441	125	-74,6000	3,8103	40	-74,55110	3,84831
24	-74,56130	3,86961	126	-74,6088	3,8159	45	-74,59440	3,87591
25	-74,55250	3,86398	127	-74,6175	3,8215	46	-74,60280	3,88120
28	-74,55460	3,86039	130	-74,6022	3,8067	48	-74,59660	3,87236
29	-74,56340	3,86599	131	-74,5934	3,8011	51	-74,56990	3,85532
31	-74,58110	3,87725	132	-74,5847	3,7955	60	-74,60720	3,87421
32	-74,59010	3,88295	133	-74,5870	3,7920	61	-74,60910	3,87051
34	-74,59220	3,87943	134	-74,5957	3,7975	63	-74,59220	3,85948
35	-74,58330	3,87374	135	-74,6044	3,8031	65	-74,57430	3,84810
36	-74,57440	3,86807	137	-74,6219	3,8144	67	-74,55680	3,83708
37	-74,56560	3,86245	138	-74,6242	3,8109	77	-74,58760	3,84655
39	-74,54900	3,85189	140	-74,6066	3,7996	80	-74,56110	3,82993
41	-74,55890	3,85326	141	-74,5979	3,7939	83	-74,58090	3,83739
42	-74,56770	3,85889	142	-74,5892	3,7884	87	-74,60930	3,84853
44	-74,58550	3,87023	144	-74,6001	3,7904	92	-74,56540	3,82292
47	-74,60500	3,87775	146	-74,6176	3,8017	93	-74,56750	3,81936
49	-74,58770	3,86670	147	-74,6264	3,8073	97	-74,60290	3,84162
50	-74,57880	3,86099	148	-74,6285	3,8038	99	-74,59630	3,83238
53	-74,55250	3,84421	150	-74,6110	3,7925	102	-74,56980	3,81582
54	-74,55470	3,84063	151	-74,6023	3,7869	105	-74,58960	3,82327
55	-74,56320	3,84609	153	-74,5960	3,7778	111	-74,58280	3,81415
56	-74,57210	3,85174	154	-74,6045	3,7833	115	-74,59400	3,81625
57	-74,58100	3,85743	155	-74,6133	3,7890	116	-74,60270	3,82181
58	-74,58990	3,86316	160	-74,6155	3,7854	117	-74,61060	3,82683
59	-74,59870	3,86882	161	-74,6067	3,7798	128	-74,61980	3,81798
62	-74,60100	3,86517	162	-74,5982	3,7743	129	-74,61100	3,81234
64	-74,58320	3,85376	163	-74,6004	3,7708	136	-74,61310	3,80873
66	-74,56540	3,84250	164	-74,6089	3,7762	139	-74,61540	3,80520
68	-74,55900	3,83349	165	-74,6177	3,7819	143	-74,59150	3,78487
69	-74,56760	3,83890	170	-74,6199	3,7784	152	-74,59370	3,78132
70	-74,57650	3,84448	171	-74,6111	3,7727	176	-74,63080	3,78051
71	-74,58540	3,85010	172	-74,6026	3,7672	177	-74,63890	3,78584
72	-74,59440	3,85583	173	-74,6048	3,7637	179	-74,63280	3,77744
73	-74,60320	3,86153	174	-74,6133	3,7692	180	-74,62400	3,77180
74	-74,60950	3,86456	175	-74,6221	3,7749	182	-74,60970	3,76199
75	-74,60530	3,85795	178	-74,6358	3,7758	185	-74,59120	3,77427
76	-74,59650	3,85225	181	-74,6266	3,7685	186	-74,57970	3,79070
78	-74,57870	3,84093	184	-74,5985	3,7619	189	-74,56000	3,81949
79	-74,56980	3,83533	187	-74,5738	3,7982	191	-74,54730	3,83870
81	-74,56330	3,82640	188	-74,5666	3,8087	192	-74,54470	3,84418
82	-74,57200	3,83180	190	-74,5533	3,8301	198	-74,55560	3,87583
84	-74,58980	3,84301	193	-74,5430	3,8497	204	-74,54160	3,88203

Lot	X	Y	Lot	X	Y	Lot	X	Y
85	-74,59870	3,84873	194	-74,6158	3,8301	208	-74,53720	3,88913
86	-74,60680	3,85356	196	-74,5839	3,8897	210	-74,54380	3,89834
88	-74,60080	3,84518	199	-74,5481	3,8712	212	-74,53360	3,89663
89	-74,59200	3,83951	200	-74,5460	3,8748	215	-74,53290	3,90083
90	-74,58310	3,83388	201	-74,5534	3,8795	216	-74,53220	3,90502
91	-74,57410	3,82831	202	-74,5514	3,8833	219	-74,53150	3,90922
94	-74,57630	3,82483	203	-74,5438	3,8784			
96	-74,59420	3,83593	205	-74,5495	3,8871			

### 1.3 Program proponent and land tenure

The Fundación Amé -FUNDAME.COL- is the proponent and responsible for the development of the program. The current area of the program consists of the lots of the Fundación Amé (Table 2) and of the Universidad del Tolima (Table 3)<sup>7</sup>. The certificates of tradition that guarantee the legal tenure of the land are found as supporting documents<sup>8</sup>. Illustration 3 shows the location of the properties of both owners.

**Table 2. Fundación Amé deeds**

Deed Environmental Fund	Area (ha)	Deed Environmental Fund	Area (ha)	Deed Environmental Fund	Area (ha)	Deed Environmental Fund	Area (ha)
366-32831	5379,378	366-32883	51,985	366-32933	51,985	366-32984	55,205
366-32833	54,215	366-32884	51,985	366-32934	55,205	366-32985	55,205
366-32834	58,343	366-32885	55,205	366-32936	55,205	366-32990	55,205
366-32835	45,230	366-32886	55,205	366-32937	44,100	366-32991	55,205
366-32836	54,323	366-32887	55,205	366-32938	44,100	366-32992	51,842
366-32838	38,776	366-32888	55,205	366-32939	55,205	366-32993	51,842
366-32839	37,371	366-32889	55,205	366-32940	55,205	366-32994	55,205
366-32840	40,474	366-32892	55,205	366-32942	51,985	366-32995	55,205
366-32841	49,466	366-32894	55,205	366-32943	51,985	366-33000	55,205
366-32843	55,432	366-32896	55,205	366-32944	55,205	366-33001	55,205
366-32844	54,358	366-32898	51,985	366-32949	55,205	366-33002	51,842
366-32845	54,551	366-32899	55,205	366-32951	55,205	366-33003	51,842
366-32847	54,649	366-32900	55,205	366-32952	55,205	366-33004	55,205
366-32848	55,205	366-32901	55,205	366-32954	55,205	366-33005	55,205
366-32849	50,314	366-32902	55,205	366-32955	55,205	366-33008	59,949
366-32850	35,311	366-32903	55,205	366-32956	55,205	366-33011	56,201
366-32852	52,685	366-32904	40,823	366-32957	55,205	366-33014	30,026
366-32853	39,186	366-32905	55,205	366-32960	55,205	366-33017	55,171

<sup>7</sup> See agreement between the Universidad del Tolima and the Fundación Amé in [Supports/Information management/Land tenure/Agreement\_Fundame\_UT].

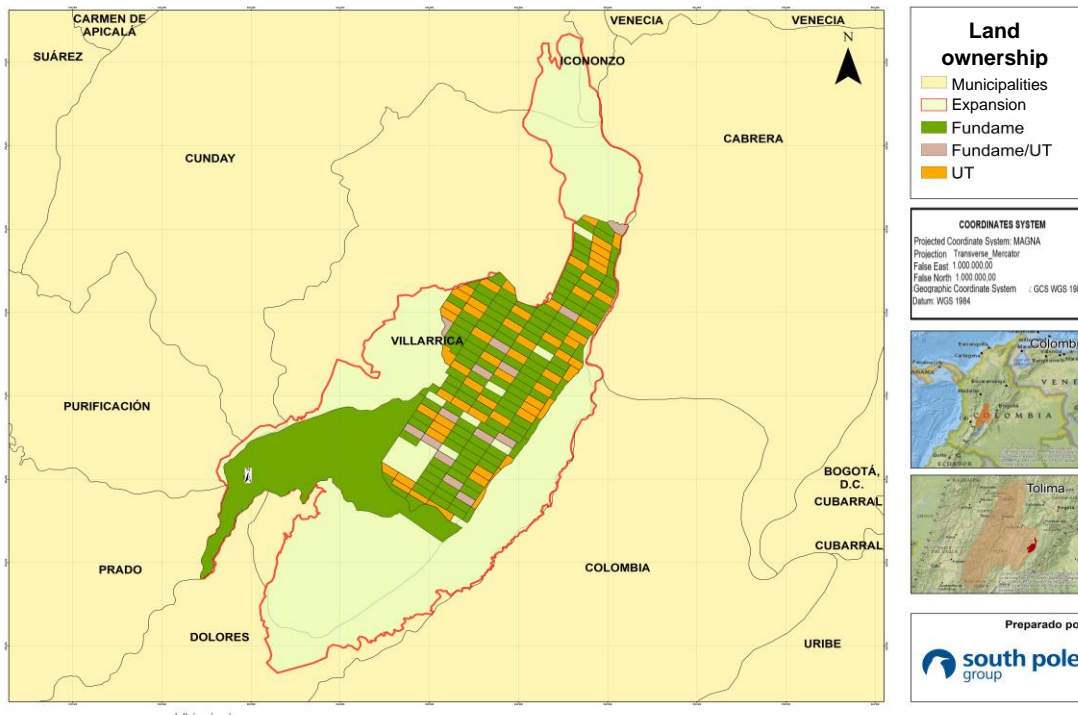
<sup>8</sup> The certificates of tradition of real estate registration can be found in [Supports/Information Management/Land Tenure/Traditional Certificates].

Deed Environmental Fund	Area (ha)	Deed Environmental Fund	Area (ha)	Deed Environmental Fund	Area (ha)	Deed Environmental Fund	Area (ha)
366-32854	55,205	366-32906	55,205	366-32961	55,205	366-33018	47,136
366-32855	55,205	366-32908	55,205	366-32962	51,842	366-33020	52,053
366-32858	55,205	366-32909	55,205	366-32963	51,842	366-33023	46,976
366-32859	55,205	366-32911	51,985	366-32964	55,205	366-33024	42,701
366-32861	55,205	366-32912	55,205	366-32965	55,205	366-33026	48,689
366-32862	55,205	366-32914	55,205	366-32967	55,205	366-33029	55,205
366-32864	55,205	366-32915	55,205	366-32968	55,205	366-33030	55,205
366-32865	55,205	366-32916	59,215	366-32970	55,205	366-33031	37,051
366-32866	55,205	366-32918	55,205	366-32971	55,205	366-33032	40,420
366-32867	55,205	366-32919	55,205	366-32972	51,842	366-33033	55,205
366-32869	41,818	366-32920	55,205	366-32974	55,205	366-33035	43,790
366-32871	55,205	366-32921	55,205	366-32976	55,205	366-33036	47,159
366-32872	55,205	366-32924	55,205	366-32977	55,205	366-33037	55,205
366-32874	55,205	366-32926	55,205	366-32978	55,205	366-33039	50,528
366-32877	51,000	366-32928	55,205	366-32980	55,205	366-33041	55,205
366-32879	55,205	366-32930	55,205	366-32981	55,205	366-33043	48,662
366-32880	55,205	366-32931	55,205	366-32983	51,842	366-33044	47,063
						366-33047	49,461

**Table 3. Deeds from the Universidad del Tolima**

Deed	Area (ha)	Deed	Area (ha)	Deed	Area (ha)
366-32832	31,486	366-32897	51,985	366-32982	51,842
366-32837	38,173	366-32907	55,205	366-33006	55,205
366-32842	51,646	366-32910	51,985	366-33007	46,771
366-32846	55,482	366-32913	55,205	366-33009	39,801
366-32851	49,335	366-32917	59,590	366-33010	39,801
366-32856	55,188	366-32922	51,985	366-33012	51,289
366-32857	41,818	366-32923	51,985	366-33015	50,039
366-32860	55,205	366-32927	55,205	366-33016	33,527
366-32863	37,138	366-32929	55,205	366-33019	48,739
366-32868	55,205	366-32932	51,985	366-33021	48,965
366-32870	41,818	366-32935	55,205	366-33022	38,844
366-32873	41,818	366-32941	55,205	366-33027	38,844
366-32875	55,205	366-32945	55,205	366-33028	37,251
366-32876	49,749	366-32946	55,205	366-33034	55,205

Deed	Area (ha)	Deed	Area (ha)	Deed	Area (ha)
366-32878	55,205	<u>366-32947</u>	<u>44,100</u>	<u>366-33038</u>	<u>55,205</u>
366-32881	55,205	366-32958	55,205	366-33040	53,898
366-32890	51,000	366-32959	55,205	366-33042	56,870
366-32891	46,846	366-32966	55,205	366-33045	57,575
366-32893	55,205	366-32969	55,205	366-33046	58,515
366-32895	55,205	366-32973	51,842	366-33049	58,190



**Illustration 3. Property division**

### 1.4 Start date of the emissions offset program

Actions to avoid deforestation have been carried out by the Universidad del Tolima and the Fundación Amé. These actions have had an impact throughout the project area due to the location of the lots owned by both landowners (Illustration 3). Activities have focused on territorial governance and the use of research as a strategy to raise community awareness of the importance of conserving Galilea's forests.

#### Background

*Scheme of donation of areas to the Universidad del Tolima:*

Before the legal formalization of the Fundación Amé -FUNDAME.COL- the administration of the land oversaw the *Asociación de Propietarios de Bosques de Galilea ASOPROBOSQUES*<sup>9</sup>, which

<sup>9</sup> See [Supporting documents/project activities/chamber of trade asoprobosques].

designed the area donation scheme for the Universidad del Tolima. The main objective of this scheme is the conservation of the Galilea forests where individuals, companies and institutions become benefactors that financially support the research and conservation of one of the last relicts of Andean Forest in the eastern mountain range by donating areas to the Universidad del Tolima.

#### *Conservation research:*

Knowledge about the forest has been the fundamental pillar for the owners of the project area to generate awareness about the importance of the forest as a provider of different ecosystem services for the community. Therefore, the Universidad del Tolima has conducted research studies in the areas and time periods in which the armed conflict allowed it, as is the case of the graduate works of Nieto (2003), Campos (2006) and Malagón (2008). In addition to the research studies, the Universidad has worked together with CORTOLIMA in different studies for the characterization of the flora and fauna of the project's extension area.

Although partial research activities and donations were developed before 2010, from this year onwards it was possible to have a physical intervention in the project area as a result of the government's strategy to integrate territories with episodes of conflict to the Nation through the legitimate presence of the military armed forces.

#### **Start of activities for the generation of carbon bonds**

On September 1, 2010, after the state presence was reestablished and security guarantees were provided for the owners to return to the territory, the Universidad del Tolima and ASOPROBOSQUES began the process of administration and governance of the project area, developing field visits, approaches to the existing settlers and meetings with the community in general to prevent the expansion of the agricultural frontier and to make them aware that these lands belong to a private owner.

From these visits and approaches, it was identified the need to further increase the presence in the territory and began with field visits of different courses and students of the Faculty of Forestry Sciences of the Universidad del Tolima, characterizing the flora and fauna and interacting with the inhabitants of the forest with the aim of mutually transmitting knowledge about it.

In a complementary manner, financing alternatives were sought to ensure the conservation of the area, for which a project idea note (PIN) was developed for a project to reduce deforestation presented to the program "*Desarrollo del Portafolio Nacional de Proyectos Forestales de Mitigación de Carbon*" led by the Fundación Natura and the Inter-American Development Bank (IDB)<sup>10</sup>.

Based on the above, September 1, 2010, is established as the start date of the project <sup>11</sup>.

## **1.5 Activities to reduce deforestation**

### **1.5.1 Description of activities**

The activities proposed by the program to reduce deforestation are described below:

---

<sup>10</sup> See [Supports/Project Activities/PIN REDD Project]

<sup>11</sup> See[Supports/Information Management/Start Date].





### **Donation program:**

The donation program was described in section 1.4. Although it is an activity that started before the Compensation program, it is an activity that is maintained as a main strategy to carry out conservation activities in the territory in conjunction with the Universidad del Tolima.

### **Beekeeping:**

Honey production project<sup>12</sup> that seeks to meet the following objectives:

- Establishment of 350 hives in the current project area and nearby areas where there is interest from the community.
- Extraction of high-quality honey, pollen and propolis.
- Training of local communities in the different stages of the honey chain.
- Positioning of a brand of high-quality honey products.

### Production

#### *Stage I:*

- Project feasibility study.
- Pilot project: establishment of 30 hives in 2017 with the potential to produce 25 kilograms of honey per hive per year.
- Establishment of rules for hive management and bee care.
- Production of crates for the program's hives and sale of crates for external projects.

#### *Stage II*

- Establishment of 100, 110 and 110 hives in 2018, 2019 and 2020 respectively.
- Hiring of a beekeeping technician to achieve the goals presented above and evaluate the needs of personnel to be hired to obtain the establishment of the 350 hives and their maintenance.
- Inclusion of the nearby community in the project as direct honey producers.
- Technification of honey extraction: this activity will depend on the success of the inclusion of the community as honey producers.

### Commercialization

#### *Stage III*

- Commercialization of honey in the SERATTA gourmet market.
- Processing of the INVIMA registration for the expansion of the market.

### **Research**

Conservation through research has been the main activity of the project proponent and will continue throughout the life of the program. The research activities proposed by the program to be executed with the revenues from the sale of carbon bonds are the following:

#### Creation of the Center for Environmental Biodiversity Research (CIMA by its Spanish acronym):

The main objective of CIMA is *"to obtain results in the knowledge of the forest ecosystems of Galilea, through the constitution of a multidisciplinary and interinstitutional group of researchers at regional, national and international level, which will allow the consequent generation of proposals that achieve the sustainable management of these resources, combining the conservation of biodiversity present in the area and the use of it, for the welfare of local communities, the region,*

---

<sup>12</sup> The description of the project, materials and steps for its implementation can be found in [Supporting documents/Project activities/ Beekeeping project].

*the country and its future generations*". This research center has not been consolidated due to the lack of resources of the university; therefore, the resources generated by the carbon bonds will constitute the main capital for the creation of this research center.

The steps for the creation of CIMA are:

- Updating the existing research plan<sup>13</sup>.
- Presentation of the project to the Headquarters Council.
- Creation of a central research committee that includes the Fundación Amé. This committee will oversee selecting and approving support for projects presented to CIMA, giving priority to those that emphasize species of high conservation value and productive projects that help avoid deforestation.

#### Support in-kind or with resources to the field practices of the different courses of the Universidad del Tolima:

As with the donation program, this activity was described in section 1.4 and will continue throughout the life of the program.

#### Support for the publication of a bird book:

Support in the publication of the Tolima bird book being developed by professors Miguel Ángel Quimbayo-Cardona, Hugo Nelson Loaiza-Hernández, Vivian Tatiana Flórez-Delgado and Julián Leal-Villamil. This book will present the main species located throughout the Department of Tolima, dedicating a section (Unit VII) to the birds present in the expansion area of the program.

The book is the result of research projects of the Research Group on Biodiversity and Dynamics of Tropical Ecosystems (GIBDET by its Spanish acronym) of the University of Tolima. The document is based on the experience of its authors in the area of ornithology and geographic information systems and has a compilation of technical and scientific ornithological documents updated to the year 2017<sup>14</sup>.

### **Conservation agreements**

The objective of signing conservation agreements is to expand the current area of the program. To achieve this, the following actions will be carried out:

- Tenure study of the properties located in the expansion area of the program that were not included in the first follow-up audit.
- Purchase of possession from settlers who approach the foundation with an interest in selling.
- Meetings with the owners of the forest with the objective of increasing the current area of the program.

### **Ecotourism**

The ecotourism project seeks to make tourists aware of the importance of caring for the environment through the implementation of ecological tourism packages. This is an activity that must be carried out in stages due to the high costs of establishment and maintenance.

---

<sup>13</sup> See support document in [Supporting documents/Project activities/Research plan\_CIMA].

<sup>14</sup> The executive summary of the book can be found in [Supporting documents/Project activities/Executive summary of the book Avifauna del Tolima Book].

### Stage I

Identification of the ecotourism activities that can be carried out in the project considering a cost-effectiveness economic study. This study should include an analysis of topographic and access variables to identify the activities with the greatest potential

and the sites where infrastructure should be developed, as well as the identification of areas with the greatest potential for fauna and flora observation.

### Stage II:

Construction of infrastructure for ecotourism, especially cabins, ecological trails, and bridges.

### Stage III:

Start of ecotourism activities

### Forest Ranger Program (training with the Universidad del Tolima)

The objective of this program is to train settlers or other people from the community around the program area to carry out the following activities:

- Control and surveillance tasks in the areas where deforestation is most likely to occur.
- Accompaniment on ecological trails.
- Monitoring of cover with drones.

The training will be done in conjunction with the Tourism Business Administration program at the Universidad del Tolima or with the Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA by its Spanish acronym). This activity will be carried out in two stages: i) training and ii) hiring park rangers.<sup>15</sup>

#### *Control and surveillance work in the areas where deforestation is most likely to occur:*

Through a mobility analysis, the areas with the highest probability of access to the population for deforestation were identified with the objective of determining the places near the current program area that require more attention. The steps to determine the most accessible areas are presented below:

- Performing an accessibility cost raster in which the factors present in Table 4 were considered including their weighted weight:

**Table 4. Variables for the cost matrix**

Factor	Weighted weight (%)
Slope	30
Distance to populated centers	30
Distance from tracks	20
Distance to drainage networks	20

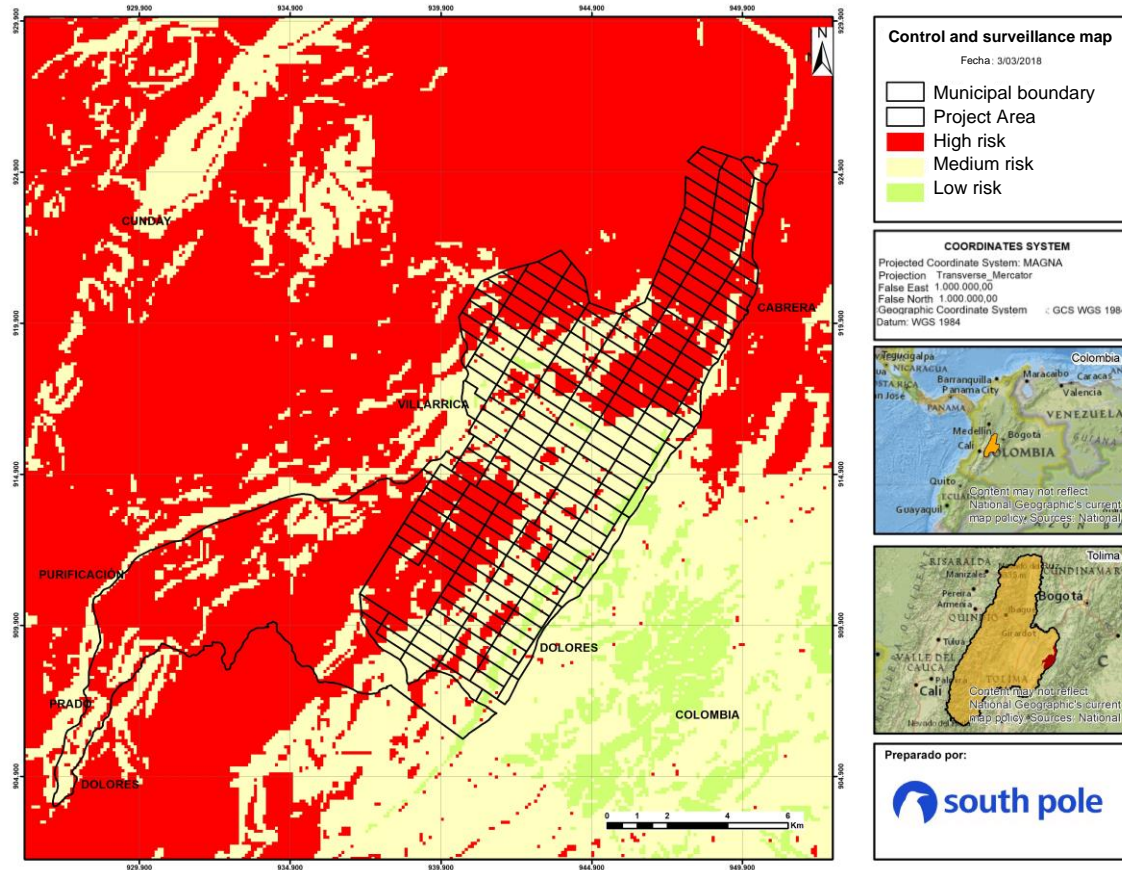
Prior to the creation of the cost raster, the variables used were reclassified on a scale of values ranging from one to seven based on the following criteria: i) risk increases with proximity to population centers, drains and roads; ii) risk increases with decreasing slope.

- Delimitation of a pixel size of 100 x 100 m for all layers.

---

<sup>15</sup> The rangers will carry out the initial control and surveillance tasks through constant patrols along the different access roads to the forest while they carry out the training.

- Once the cost raster was generated, areas with a cost of less than 3 were classified as higher risk, medium risk areas with a cost of 4 and low risk areas with cost values between 4 and 7 (Illustration 4).



**Illustration 4. Classification of the risk of deforestation according to a mobility analysis considering access restrictions**

### Land cover monitoring with drones

The main objective of monitoring is to identify changes in specific points of the forest cover subject to degradation and deforestation processes that are only observable from the sky, with remote sensing images of high spatial resolution. Drones also allow the monitoring of forest fires and land invasions, thus enabling better management of natural resources. The drone monitoring activity will be carried out in two stages: i) training forest rangers in the use of drones and ii) implementation of the activity.

### Adequacy of historic Trail

At the entrance to the current project area, which is located in the La Colonia rural district (municipality of Villarica), there is a stone path built in colonial times that connected the La Colonia rural district with the Galilea rural district. The project proposes the recovery and adaptation of this trail, complemented by a process of reconstruction of the historical memory that will allow guided tours along the trail.

### Establishment of a butterfly farm

#### Stage I

Use the butterfly thesis by Campos (2008) to carry out a complementary study to identify the species with the greatest potential for a biocommerce project. This analysis will be carried out through an agreement with the institution Zoonatura.



### *Stage II*

Processing of legal requirements for the establishment of the butterfly farm.

#### **Environmental classroom and a museum of memory**

Joint work with the Junta de Acción Comunal of the Galilea rural district and the El Piñal rural district to adapt the facilities of the school located in the current program area with the objective of establishing an environmental training center and a museum of memory.

#### **1.5.2 Monitoring, impact, and stakeholders of activities**

The monitoring expected impact and stakeholders involved in the project activities are presented in Table 5. In Table 6 and Illustration 5 the prioritization of activities is presented according to the environmental and social impacts expected from the implementation of the activities.

**Table 5. Monitoring, impact and stakeholders of activities**

Name of the activity	Monitoring	Expected impact	Related actors
Donation program	Area under the ownership of the Universidad del Tolima	Forest conservation through research and governance work in the territory by the Universidad del Tolima.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundación Amé: oversees managing the donor program.</li> <li>-Donors: carry out the entire legal process to deliver the lots to the university.</li> <li>-Universidad del Tolima: reception of the donated lots for conservation actions.</li> </ul>
Beekeeping	<p><b>Production</b> Record of:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Number of hives collected.</li> <li>-Maintenance activities of the hives.</li> <li>-Number of liters delivered to the Fundación Amé.</li> <li>-Number of people employed on a temporary and permanent basis.</li> </ul> <p><b>Commercialization</b> -Record of the number of liters sold.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generation of employment and alternative source of income for the community.</li> <li>-Transfer of knowledge through training for community members.</li> <li>-Awareness of the importance of beehives.</li> <li>-Increase of the bee population, contributing to the conservation of the species pollinated by them.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundación Amé: project management and administration.</li> <li>-Employment generation is aimed at settlers living in the current program area and community members living around the current project area, especially those located in the areas at greatest risk of being deforested.</li> </ul>
Research	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Publication of the bird book</li> <li>-Creation of CIMA.</li> <li>-Projects approved by CIMA's central research committee with the participation of the Universidad del Tolima and the Fundación Amé.</li> <li>-Undergraduate work. And internships.</li> <li>Scientific reports and publications.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Support for the knowledge and participation of local communities and scientific communities.</li> <li>-Education and awareness of the need to protect biodiversity and the environment.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Universidad del Tolima: creation of CIMA and implementation of research actions.</li> <li>-Fundación Amé: support to the Universidad del Tolima in the creation of CIMA, participation in the selection of projects to be financed and support with resources to different initiatives that contribute to the knowledge of the forest.</li> </ul>



Name of the activity	Monitoring	Expected impact	Related actors
Conservation agreements	Areas included in the program in each follow-up audit.	Expansion of the conservation area.	-Fundación Amé: Coordination of meetings with forest owners for socialization and invitation to participate in the program. Agreements for the purchase of possession to settlers interested in selling. -Settlers: interested in selling the possession to the program proponent, they must accompany the foundation in the necessary actions to deliver the lot. -Universidad del Tolima: inclusion of the areas they receive as donation in the next follow-up audits. -Owners of the expansion area of the project that do not yet belong to the program, Fundación Amé: attend the meetings scheduled by the Fundación Amé and carry out the necessary document management to include the land in the program.
Ecotourism	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Study of prioritization of activities.</li> <li>- Biannual report of activities carried out.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Creates awareness and respect for local culture and the environment.</li> <li>-Provides positive experiences for all.</li> <li>-Employs and benefits communities.</li> <li>-Educates visitors about local political, social, and environmental issues.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fundación Amé and Universidad del Tolima: joint work in the identification, prioritization, and implementation of ecotourism activities.</li> <li>-Employment generation will be aimed at settlers living in the current program area and members of the community living in the vicinity of the current project area.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tourists' money is used for the conservation of the area.</li> </ul>	

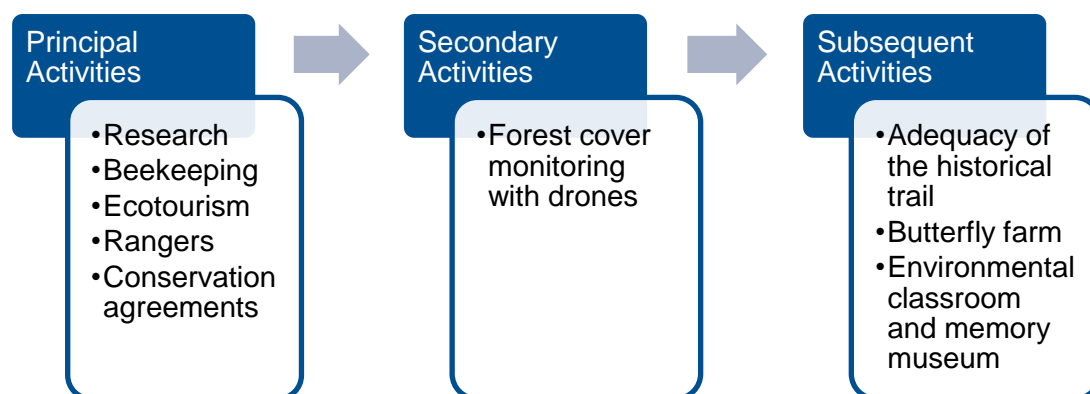
Name of the activity	Monitoring	Expected impact	Related actors
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visitors come away with new ideas that influence their own environment.</li> </ul>	
Forest Ranger Program	<p>Stage I Agreement with the Tourism Business Administration program of the Universidad del Tolima or with SENA. Registration of trainees</p> <p>Stage II Semiannual report of activities</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Control of deforestation.</li> <li>-Protection and conservation of the forest.</li> <li>-Training for forest rangers.</li> <li>-Employment and income generation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fundación Amé and Universidad del Tolima: joint work in the training of forest rangers. The foundation will be in charge of hiring.</li> <li>-Employment generation will be aimed at settlers living in the current program area and members of the community living in the area surrounding the current project area.</li> </ul>
Forest coverage monitoring with drones	<p>Semiannual report with:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Date of flights performed</li> <li>- Description of flight findings</li> <li>- Storage of the images taken</li> <li>-Dissemination of the results on the Fundación AME web page.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Detailed and accurate information of areas that are difficult to access.</li> <li>- Facilitates the detection and evaluation of adverse factors.</li> <li>-Flights carried out and programmed by community members themselves without the need for advanced training.</li> <li>-Knowledge transfer through training of community members.</li> <li>-Drone images are inexpensive and quickly accessible.</li> <li>-Data under all weather conditions.</li> <li>-Enable generation of field data, better estimates, and forest mapping.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fundación Amé and Universidad del Tolima: joint work in the training of forest rangers.</li> <li>-Forest rangers: implementation of the activity.</li> </ul>



Name of the activity	Monitoring	Expected impact	Related actors
Adequacy of historical trail	- Progress report of activities	-Contribution to the Regional Ecotourism Project. -Generation of employment in the activities of road recovery and later in the accompaniment of guided tours.	-Villarrica Mayor's Office, Universidad del Tolima and Fundación Amé: management of adaptation activities. -The generation of employment will be aimed at the community near the current project area, especially the community located in the La Colonia rural district.
Establishment of butterfly farm	Stage I Result of the study of potential species.  Stage II Partnership with Zoonatura. Registration of activities.	-Employment generation -Transfer of knowledge through training and coaching for mothers who are heads of households.	-Zoonatura, Fundación Amé and Universidad del Tolima: joint work in the creation and administration of the butterfly farm. -Employment generation will be aimed at settlers living in the current program area and members of the community living around the current project area.
Environmental classroom and museum of memory	-Partnership with the Secretary of Education of Villarrica and the community. - Record of meetings with stakeholders. - Record of progress in the activity	-Environmental training for youth leaders of the rural communities with influence in this zone.	Universidad del Tolima, Fundación Amé and the community in general

**Table 6. Prioritization of activities**

Activity	Priority (***) <sup>16</sup>	Economic & Social Co-benefit (***) <sup>17</sup>		Environmental Impact (***) <sup>18</sup>
		Communities	OP	
Beekeeping	***	***	***	***
Ecotourism	***	***	***	*
Drone Monitoring	**	*		**
Forest Ranger Program	**	*		***
Research	**	*		***
Butterfly Farm	*	*	*	*
Environmental classroom, museum of memory and adequacy of the historical trail	*	*		*



**Illustration 5. Tree of activities according to the results of Table 6.**

<sup>16</sup> Priority attributed to each activity on a scale of (\*\*\*) depending on the timeframe for implementation, expected co-benefits and impacts, as well as the current need for the activity for the project.

<sup>17</sup> Estimated Economic and Social co-benefits of each activity on a scale of (\*\*\*) for the parties interested and addressed by the project. If there is no (\*), it is considered as a cost or investment. In the case of the communities, the potential of each activity to create welfare, employment and new forms of income was considered. In the case of the OP, the potential of each activity to generate a benefit or the capacity to generate credits was considered, as in the case of a Restoration Project.

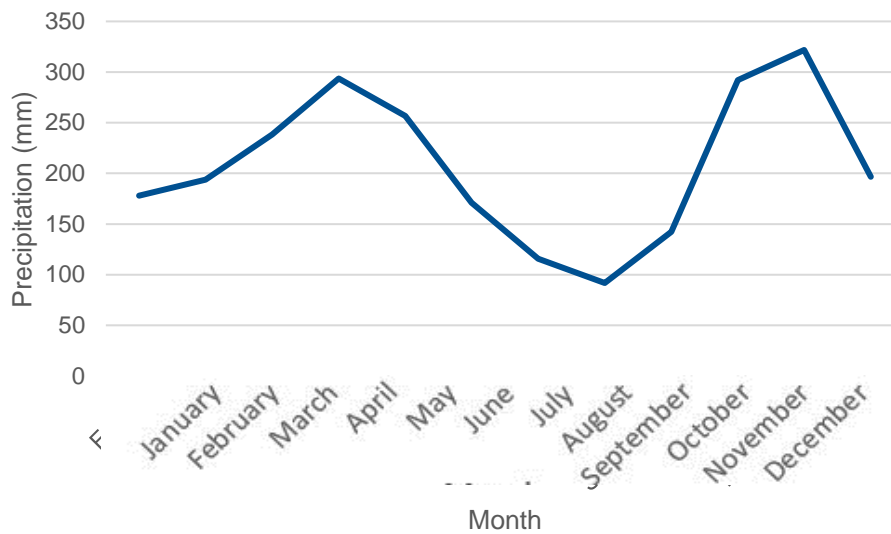
<sup>18</sup> Estimation of the expected environmental impact of each activity on a scale of (\*\*\*) in which aspects related to expected positive externalities were considered. In effect, this scale was based on aspects such as environmental protection, biodiversity protection and forest regeneration, in addition to the education and awareness of both communities and tourists that are expected to result from these activities.



## 2 Environmental conditions in the program expansion area

### 2.1 Temperature and precipitation <sup>19</sup>

Based on the precipitation data recorded by the Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies (IDEAM by its Spanish acronym) at the Puerto Lleras station in the municipality of Villarrica (number 21160180),<sup>20</sup> it was possible to construct a curve that shows the average annual behavior for the region; this station has a data record that began in 1984. The data in Illustration 6 show a bimodal behavior, characteristic of the Colombian Andean zone, with the highest records between April - May and October - November and a dry season between July - August. The average data show an annual rainfall record of more than 2,400 mm.



**Illustration 6. Average monthly precipitation, Puerto Lleras station <sup>21</sup>**

Regarding temperature, Villarrica has a varied altitudinal range, from 800 masl to more than 3,000 masl, so the temperature, a variable influenced by altitude, has a similar change. Table 7 shows the average annual temperature and the isotherm in which they are located.

**Table 7. Average annual temperature <sup>22</sup>**

Station	Average annual temperature (°C)	Isotherm (masl)
Villarrica	23,87	975
Puerto Lleras	22,35	1.195
Cabrera	17,49	1.900
Núñez	17,15	1.950
El Fique	23,15	1.080

<sup>19</sup> Section developed based on data from Villarrica because 74% of the program expansion area is located in this municipality and the current program area is located entirely in the municipality of Villarrica.

<sup>20</sup> The base information can be found as a support document in: [Climate Data Support].

<sup>21</sup> Data obtained from the Puerto Lleras station (21160180), belonging to IDEAM.

<sup>22</sup> Table obtained from Technical Document I "Climate, hydrology and surface water characterization studies" of the Villarrica Land Use Planning Scheme 2003 - Page 40, Temperature.



## 2.2 Life zones

The life zones were classified according to Holdridge<sup>23</sup>, following the guidelines of section 5.5.2.4.1 of the Colombian Technical Standard NTC 6802 *"Mitigation actions in the land use, land use change and forestry sector (USCUSS) at the rural level, incorporating social and biodiversity considerations"*. This classification is made according to the average precipitation and temperature parameters in the area. Precipitation and temperature data were obtained from WorldClim<sup>24</sup>, a set of global climate layers with a resolution of approximately 1km<sup>2</sup>. Using geographic information system tools, the downloaded layers were reclassified (see Illustration 7 and Illustration 8). Subsequently, a combination of both layers was made where the resulting layer had the proposed precipitation and temperature intervals, and, finally, according to the combination of intervals present, each pixel was named according to the life zone it belonged to.

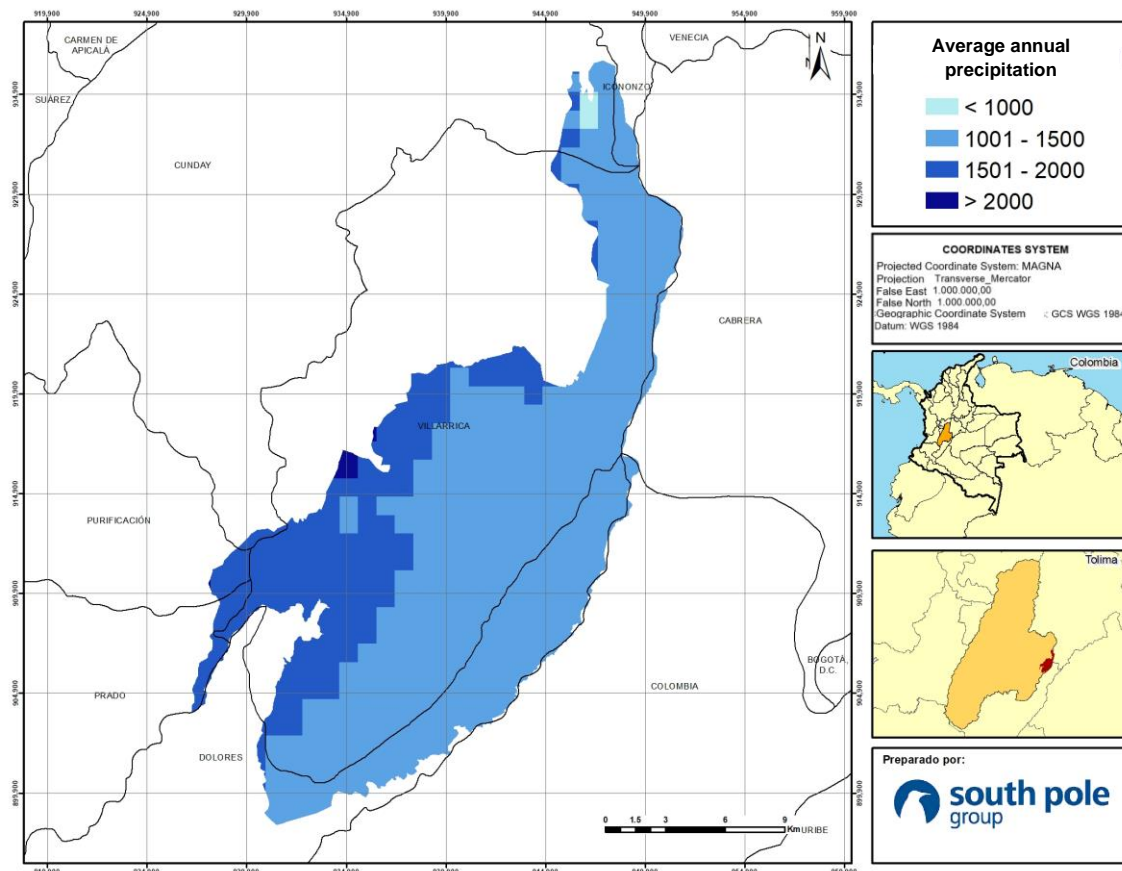
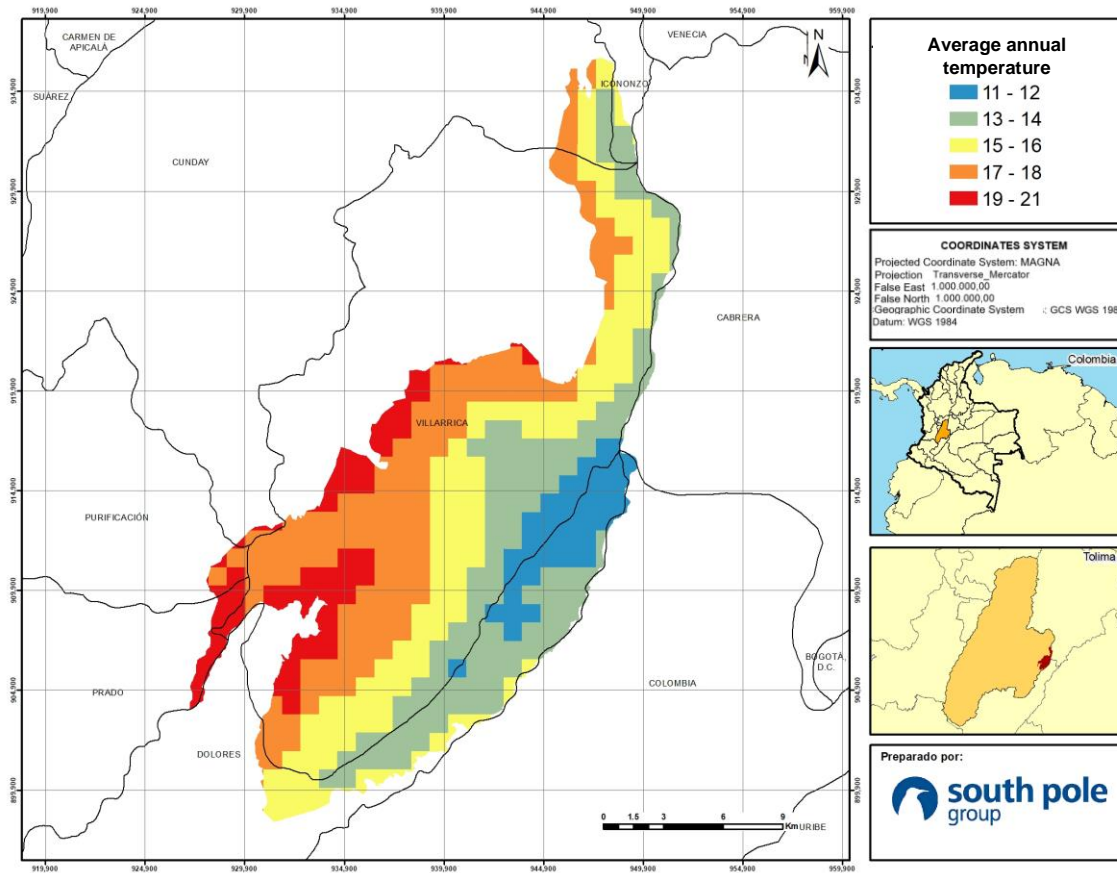


Illustration 7. Average annual precipitation [mm/year]

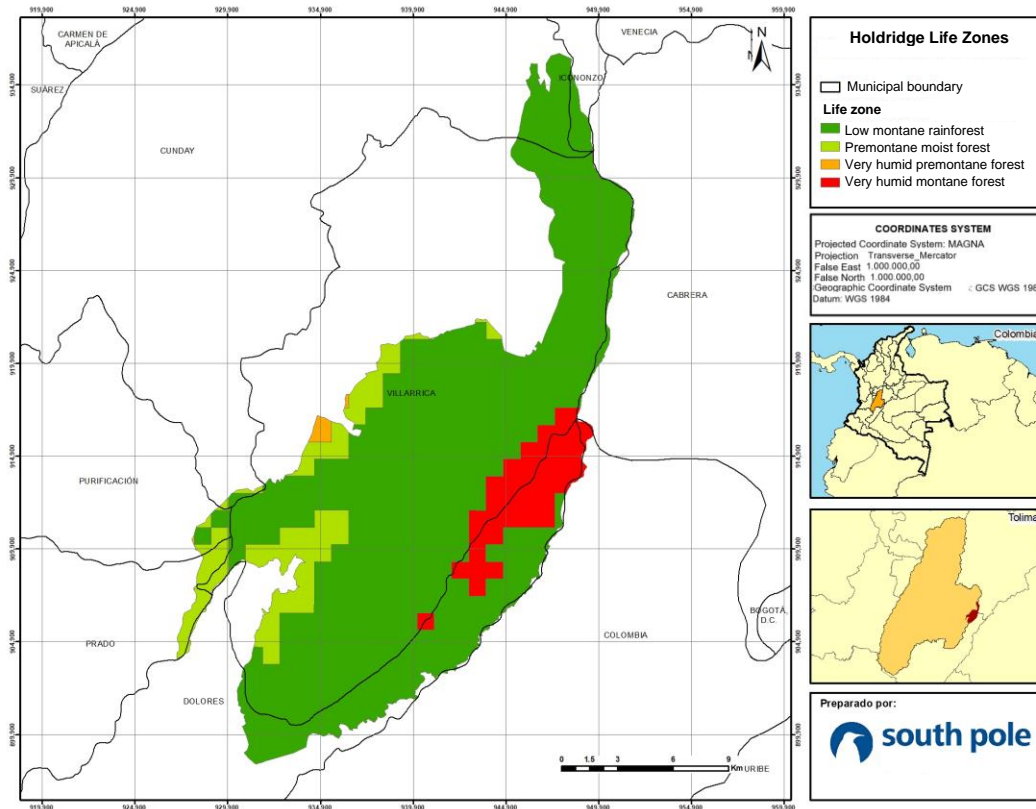
<sup>23</sup> Holdridge, L. R. 1967. «Life Zone Ecology». Tropical Science Center. San José, Costa Rica

<sup>24</sup> <http://www.worldclim.org/bioclim>



**Illustration 8. Average annual temperature [°C]**

In this process, as shown in Illustration 9, the predominant life zone in the program is the low montane rainforest, which covers a little more than 80% of the total area, followed by the premontane rainforest (more than 10%), very humid montane forest (approximately 8%) and very humid premontane forest (remaining area).



**Illustration 9. Holdridge life zones**

### 2.3 Hydrography

The hydrological network that runs through the municipality of Villarrica belongs to the basins of the Río Cunde Negro, whose watershed covers more than 50% of the municipality, the Río Negro (35%) and the Río Riachón (10%). The Río Negro River is of special interest for the program and its area of influence, since its waters originate in the upper zone of the current program area, crosses a large part of its territory (Illustration 10) and supplies the Prado reservoir,<sup>25</sup> as well as the Río Negro, the Río Cunday and the Río Prado also drain this reservoir. In Illustration 11, the water network of the program area is presented (those lines marked under classification 1 in the Strahler-Horton order),<sup>26</sup> which shows the supply of water resources in the area.

<sup>25</sup> Information obtained from Technical Document I "Estudios de clima, hidrología y caracterización de aguas superficiales" of the Villarrica Land Use Planning Scheme 2003 - Page 51, Hydrological study.

<sup>26</sup> The Strahler-Horton Order is used in hydrology to represent the hierarchy of drainage networks where values of 1 represent the lowest level (headwaters).



Illustration 10. Rio Negro riverbed in the area of the program area

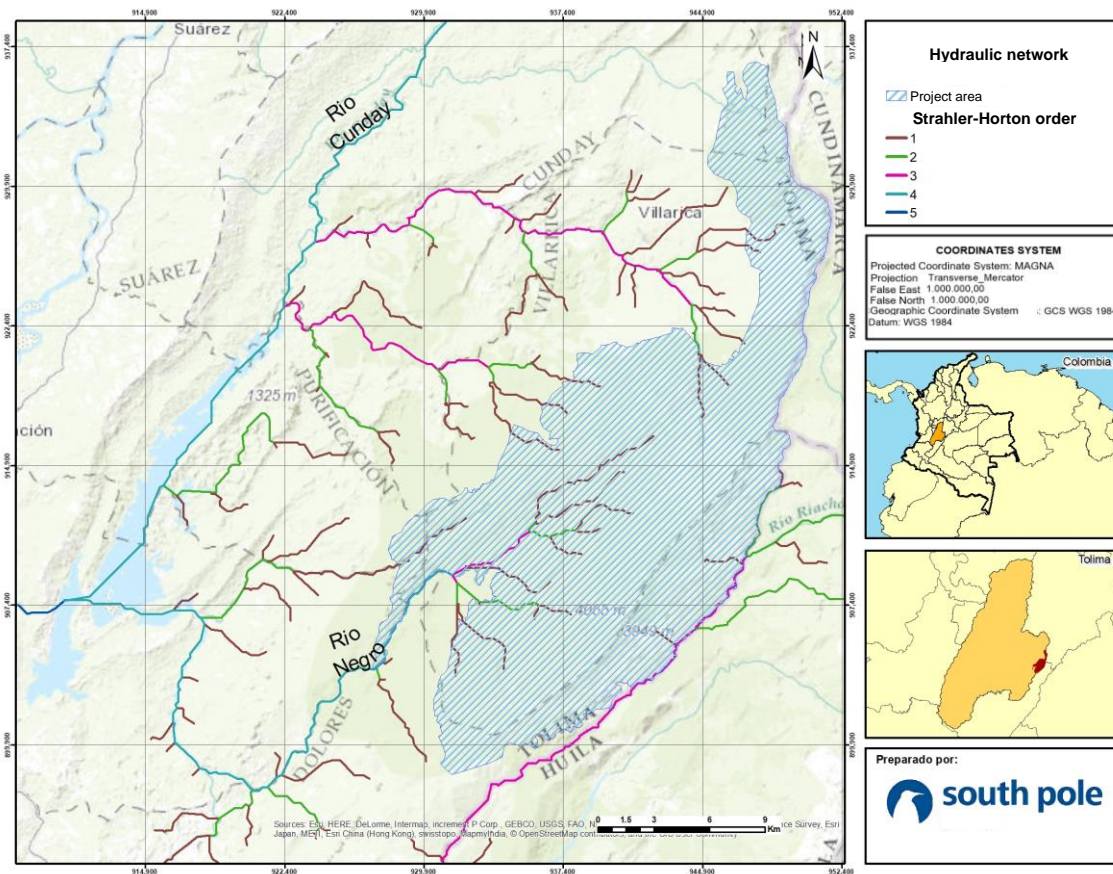


Illustration 11. Hydric network in the program area

## 2.4 Geology, geomorphology, and soils

In the municipality of Villarrica there are sedimentary rocks with ages ranging from the Cretaceous to the Upper Paleogene. Three groups predominate in the geology: Villeta group (Kv) formed by gray shales with limestones and sandstones; Guadalupe group (Ksg) formed by metric strata of quartz-sandstones ranging from fine to thick and gray shales; and the Gualanday group (Tg), a unit formed by clays, sandstones, and conglomerates. There is also a dry formation (TKs) in the



Río Negro and Altamizal synclines, and colluvium deposits (Qco) generally located at the foot of escarpments made up of rock debris and soil.<sup>27</sup>

The predominant landscape in the municipality is mountainous, sometimes accompanied by flat relief. Within this landscape, seven geomorphological units are identified: (i) mountainous and hilly structural-erosional relief, (ii) steep monoclinal ridge reliefs of lydites and quartz sandstones, (iii) ripples in banks of claystones interstratified with quartz sandstone, iv) steep monoclinal spine in quartz sandstones interbedded with claystones, v) slope of a synclinal bowl of mudstones interbedded with quartz sandstones, vi) steep excavated anticline of lydites and quartz sandstones and, vii) removal colluvium derived from lydites and quartz sandstones, viii) removal colluvium derived from lydites and quartz sandstones.<sup>28</sup>

In terms of soils, the study conducted for the 2003 Land Use Planning Scheme identified 19 soil units in an equal number of landscapes, with a variety of depths and characteristics.<sup>29</sup>

## 2.5 Biodiversity

The program area is part of the priority areas for conservation in the region of the Andes and Amazonian foothills, as they are in the biological corridor that connects the Andean and High Andean Forest with the moorlands of the Sumapaz National Natural Park.<sup>30</sup> The following is a description of the main fauna and flora species reported in the area. Flora

According to Malagón (2008),<sup>31</sup> 108 vascular plant families, 317 genuses and some 594 species are recorded in the program's forests. Most of the individuals are grouped in lower diameter classes, harboring many endemics or locally distributed species. Meanwhile, CORTOLIMA (2012)<sup>32</sup>, reports 74 tree species distributed between the life zones of very humid premontane forest and low montane rainforest for this area. Both authors agree that some of the most representative species within the forest are under a certain category of threat, such as the Oak (*Quercus humboldtii*) and the Chaquiro (*Podocarpus oleifolius*), which are in the vulnerable category (UV); Comino cresco (*Aniba perutilis*) and Magnolia cf, critically endangered (CR); Truco or Carmensi (*Hyeronima macrocarpa*) and (*Magnolia caricifrangis*) endangered (EN); and Cedar (*Cedrela montana*) near threatened (NT).

Table 8 shows some of the species reported in the reference area by the authors mentioned previously, by Nieto (2006)<sup>33</sup> and by the Colombian Biodiversity Information System (SIB by its Spanish acronym)<sup>34 35</sup>.

**Table 8. List of some of the flora species reported by different sources**

<sup>27</sup> Information obtained from the Esquema de Ordenamiento Territorial de Villarrica 2003 - Page 41, Geology.

<sup>28</sup> Information obtained from the Esquema de Ordenamiento Territorial de Villarrica 2003 - Page 43, Geomorphology.

<sup>29</sup> Information obtained from the Technical Document III "Estudios de suelos, uso y cobertura, I.P.H., flora y fauna" of the Esquema de Ordenamiento Territorial de Villarrica 2003.

<sup>30</sup> Villalba X. (2017). Galilea Forest: a paradise in Tolima at risk by oil interests. El Nuevo Día, the newspaper of the people of Tolima. Retrieved from: <http://www.elnuevodia.com.co/nuevodia/tolima/regional/403812-bosque-galilea-un-paraiso-tolimense-en-riesgo-por-intereses-petroleros>

<sup>31</sup> Malagón, W. (2008). Floristic composition, structure and diversity of the forests of the Galilea Forest reserve, Tolima (Colombia). Universidad del Tolima. Thesis for the title of Magister.

<sup>32</sup> CORTOLIMA (2012). Plan de Ordenamiento de la Cuenca del río Prado.

<sup>33</sup> Nieto (2006). Structure and floristic composition of forests in the greater Prado River basin, Tolima.

<sup>34</sup> <https://www.sibcolombia.net/>

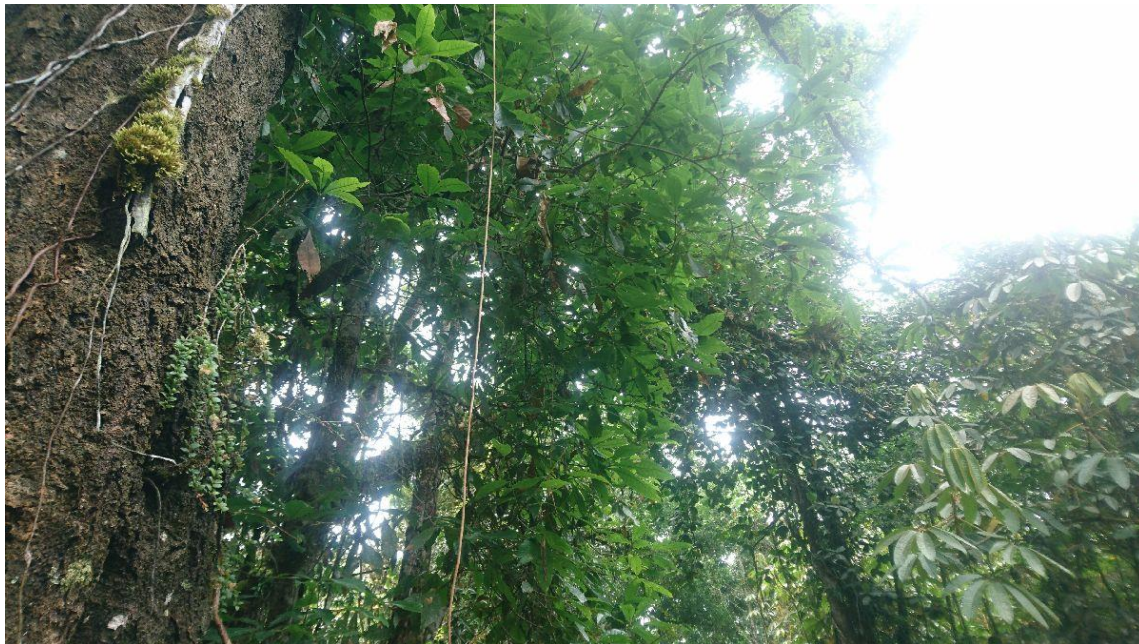
<sup>35</sup> The species reported by the SIB that do not have the name of the village where they were recorded have geographic coordinates, which were verified to know their location (see Supports/GIS/Shapes/Biodiversity). The date of the report is presented in the file: (Soportes\Fuentes secundarias\Biodiversidad\Documentos\Info SIB\_Coordenadas)

Scientific name	Family	IUCN Threat Category	Reported by:
<i>Anthurium spp.</i>	Araceae	-	SIB
<i>Ardisia guianensis</i>	Myrsinaceae	-	SIB
<i>Banara guianensis</i>	Flacourtiaceae	-	SIB
<i>Blakea andreana</i>	Melastomataceae	-	SIB
<i>Brunellia subsessilis</i>	Brunelliaceae	-	SIB
<i>Biophytum falcifolium</i>	Oxalidaceae	-	SIB
<i>Cavendishia angustifolia</i>	Ericaceae	-	SIB
<i>Cedrela montana</i>	Meliaceae	-	SIB
<i>Chrysochlamys colombiana</i>	Clusiaceae	-	SIB
<i>Condaminea corymbosa</i>	Rubiaceae	NT	SIB
<i>Cuphea buravii</i>	Lythraceae	-	Nierto (2006)
<i>Cyperus odoratus</i>	Cyperaceae	-	SIB
<i>Desmodium uncinatum</i>	Fabaceae	-	SIB
<i>Elaeagia utilis</i>	Rubiaceae	-	SIB
<i>Ficus sp</i>	Moraceae	-	Malagón (2008)
<i>Hyeronima macrocarpa</i>	Phyllanthaceae	-	Malagón (2008)
<i>Inga</i>	Mimosaceae	-	SIB
<i>Juncus densiflorus</i>	Juncaceae	-	SIB
<i>Magnolia caricifragans</i>	Magnoliaceae	-	Malagón (2008)
<i>Magnolia cf</i>	Magnoliaceae	EN	Malagón (2008)
<i>Meriania longifolia</i>	Melastomataceae	-	SIB
<i>Miconia acuminifera</i>	Melastomataceae	-	SIB
<i>Miconia affinis</i>	Melastomataceae	-	SIB
<i>Miconia argyrophylla</i>	Melastomataceae	EN	SIB
<i>Miconia barbinervis</i>	Melastomataceae	CR	SIB
<i>Miconia smaragdina</i>	Melastomataceae	-	SIB
<i>Miconia velutina</i>	Melastomataceae	-	SIB
<i>Myrsine coriacea</i>	Myrsinaceae	-	SIB
<i>Ocotea longifolia</i>	Lauraceae	-	Malagón (2008)
<i>Olmedia aspera</i>	Moraceae	-	Nierto (2006)
<i>Palicourea ovalis</i>	Rubiaceae	-	SIB
<i>Phytolacca rivinoides</i>	Phytolaccaceae	-	SIB
<i>Piper eriopodon</i>	Piperaceae	-	SIB
<i>Podocarpus oleifolius</i>	Podocarpaceae	-	Malagón (2008)
<i>Protium cranipyrenum</i>	Burseraceae	-	Malagón (2008)
<i>Protium cundinamarcense</i>	Burseraceae	-	SIB
<i>Psychotria chaponiana</i>	Rubiaceae	-	SIB
<i>Quercus humboldtii</i>	Fagaceae	-	Malagón (2008)
<i>Schefflera morototoni</i>	Araliaceae	-	Nierto (2006)
<i>Solanum</i>	Solanaceae	-	SIB
<i>Sphyrospermum cordifolium</i>	Ericaceae	CR	SIB
<i>Sphyrospermum cordifolium</i>	Ericaceae	-	SIB
<i>Tibouchina ciliaris</i>	Melastomataceae	-	SIB
<i>Vismia baccifera</i>	Hypericaceae	-	Nierto (2006)



Scientific name	Family	IUCN Threat Category	Reported by:
<i>Wettinia praemorsa</i>	Arecaceae	UV	Nierto (2006)

In addition to the above, the importance of *Quercus humboldtii* within the current program area is highlighted, since this species has a gregarious distribution forming forest associations called Robledales. The oak forests are dominated by fagaceae species that constitute the skeleton of various types of forest ecosystems representative of the mountainous environment, from 750 masl to 3,450 masl<sup>36</sup>. They are considered refuges of other threatened or endemic species with a high conservation value at national, regional and local levels, such as *Aniba perutilis*, *Podocarpus oleifolius*, *Prumnopitys montana*, *Sterigmapetalum tachiriensis*, *Matudaea colombiana*, *Magnolia viroliniensis*, *Magnolia arcabucoana*, *Magnolia caricifragans*, laurels (species belonging to genera *Nectandra*, *Ocotea*, and *Persea*), holm oaks (species of the genus *Weinmannia*), cedars (*Cedrela montana*, *Junglands neotropica*) and palms such as the San Pablo (*Geonoma orbignyana*) and wax palms (*Ceroxylum quinduense*, *C. vogelianum*, *C. parvifrons*), some of which have been reported for the reference area<sup>37</sup> (Table 8, Illustration 12).



**Illustration 12. Oak grove in the current program area**

### 2.5.1 Fauna

#### Mammals

In the forests of Villarrica and La Pepina in the municipality of Cunday, species considered endangered have been reported, such as white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*), otter (*Lutra*

<sup>36</sup> Alexander Von Humboldt Institute. Los Robledales. Retrieved from: <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2016/cap1/105/index.html#seccion5>.

<sup>37</sup> Avella A. M., (2016). Los Bosques de Robles (Fagaceas) in Colombia: floristic composition, structure, diversity and conservation.

*longicaudus*), *Aotus trivirgatus*, anteater (*Tamandua mexicana*) and ocelot (*Felis tigrina*)<sup>38</sup>.

On the other hand, according to the Forest Management Plan of the Department of Tolima (2007), in the Galilea Forests that correspond to the forest management unit VI Icononzo - Villarrica, the greatest diversity of mammals has been recorded, with 30 species in the low montane rainforest and 24 species in the premontane rainforest, out of a total of 39 species reported for the department. The families with the highest relative abundance of species are *Didelphidae*, *Procyonidae* and *Felidae*.

### Birds

According to the Forestry Management Plan of the Department of Tolima (2007), the avifauna present in the area is made up of 106 bird species, belonging to 35 families and 14 taxonomic orders. The most abundant families recorded are *Trochilidae*, *Thraupidae*, *Tyrannidae* and *Emberizidae*. The species *Crypturellus soui* (*Tinamidae*) is rare according to its true frequency.

Additionally, 13 uncommon species were found: *Aramidaes cajanea* (Rallidae), *Claravis mondetoura*, *Zenaida auriculata* (Columbidae), *Coccyzus melacorhyphus* (Cuculidae), *Tyto alba* (*Tytonidae*), *Otus choliba* (Strigidae), *Piculus rubiginosus* (Picidae), *Eubucco bourcierii* (Ramphastidae), *Thamnophilus multistriatus* (Thamnophilidae), *Elaenia frantzii* (Tyrannidae), *Stelgidopteryx ruficollis* (Hirundinidae), *Cyanocorax affinis* and *Cyanocorax yncas* (Corvidae).

Thirteen species were found to be vulnerable, of which two (*Psarocolius angustifrons* and *Psarocolius decumanus*) have large size and wide distribution range and the remaining (*Chamaepetes goudoti*, *Aratinga wagleri*, *Forpus conspicillatus*, *Pionus chalcopterus*, *Pionus menstruus*, *Aulacorhynchus haematopygus*, *Aulacorhynchus prasinus*, *Cyanocorax affinis*, *Cyanocorax yncas*, *Mimus gylvus* and *Icterus chrysater*) less so.

### Reptiles

Among the reptile species reported for the municipality of Villarrica, the most abundant are Taya x (*Bothrops atrox*), hunter (*Drymarchon corais*), alligators (*Mabuya mabouya*, *Cnemidophorus lemniscatus*) and lizards (*Anolis latifrons*, *Anolis antonii*); followed by Bejuca Verde (*Leptophis ahaetulla*), Sabanera (*Atractus weneri*) and the Iguana (*Iguana s.p*); the rarest species are Granadilla (*Bothrops schlegelii*), Icotea (*Pseudomus scripta*), Morrocoy (*Geochelonia carbonaria*), Turtle (*Chelonia mydas*), False Coral (*Erythrolamprus bizona*), Candela (*Pseudoboa neuwedii*), Bejuca (*Imaantodes cenchoa c*), Peppertail snake (*Micrurus mipartitus*) and Coral (*Micrurus dumerilii*). and the species considered rare Tatacoa (*Amphisbaene fuliginosa*), Rattlesnake (*Crotalus durissus*).

With terrestrial habits, the species *Anolis latifrons* and *Anolis antonii* stand out. In the case of snakes, there are the Granadilla (*Bothrops schlegelii*) and Sabanera (*Atractus weneri*); with arboreal habits, the species *Leptophis ahaetulla*, and with aquatic habits, Turtle (*Chelonia mydas*), Morrocoy (*Geochelonia denticulata*) and Icotea (*Pseudomus scripta*).

Finally, the SIB reports, for the project area, the fauna species presented in Table 9, of which the presence of *Lagothrix lagothricha lugens* a primate species that is not very abundant and is critically endangered, according to IUCN reports, stands out<sup>39</sup>.

---

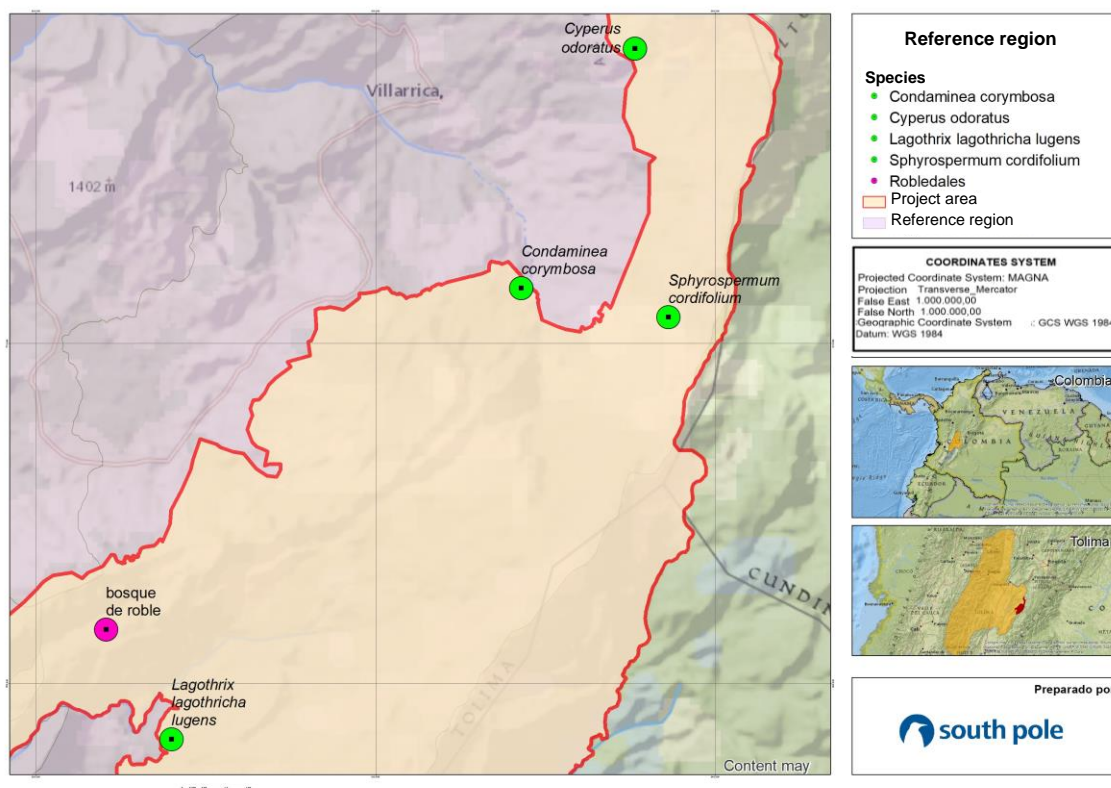
<sup>39</sup> Cunday City Hall (2003). Territorial planning scheme.

<sup>39</sup> International Union for Conservation of Nature (IUCN) Red List. See: <http://www.iucnredlist.org/details/39926/0>.

**Table 9. Faunal species reported by the SIB (by its acronym in Spanish) in the project area**

Scientific name	Class	Family
<i>Akodon sp.</i>	Mammalia	Mammalia
<i>Lagothrix lagothricha lugens (CR)</i> <sup>40</sup>	Mammalia	Atelidae
<i>Marmosa sp.</i>	Mammalia	Didelphidae
<i>Oligoryzomys sp.</i>	Mammalia	Muridae
<i>Erythrodiplax</i>	Insecta	Libellulidae

Additionally, Illustration 13 shows the location of the fauna species reported by the SIB and the location of the oak groves within the program area.



**Illustration 13. Location of fauna species reported by the SIB (by its acronym in Spanish) within the program area<sup>41</sup>.**

Finally, Campos (2008)<sup>42</sup> reported the presence of 659 individuals distributed in 101 species of butterflies belonging to the superfamilies Hesperioidea y Papilionoidea, finding that the most diverse subfamilies in the Galilea Forest were Satyrinae, Nymphalinae, Heliconiinae, Ithomiinae y Riodinidae.

<sup>40</sup> Critically endangered species according to the red list of the International Union for Conservation of Nature (IUCN). See: <http://www.iucnredlist.org/details/39926/0>.

<sup>41</sup> See [Supports/GIS/Biodiversity].

<sup>42</sup> Campos L. R., (2008). Study of the richness and composition of the butterfly community (Hesperioidea: Papilionoidea) in the eastern mountain range, Galilea Forest (Tolima - Colombia). Doctoral thesis. See [Supports/Biodiversity/ Campos (2008)].



### 3 Quantification of removals for the granting audit

#### 3.1 Methodology selection

The methodology applied for the estimation of removals is the Colombian Technical Standard NTC (by its Spanish acronym) 6802 *"Mitigation actions in the land use, land use change and forestry sector (USCUSS) at the rural level, incorporating social and biodiversity considerations"*. The sections of this methodology that were developed are those that refer to REDD actions:

Section 5.2 Land eligibility

Section 5.3 Reference scenario for REDD+ actions

Section 5.5.2 Removals due to REDD+ actions

Analyses to meet the requirements of NTC 6802 that do not have a detailed methodology were done following the guidelines of the VCS methodology *"VM0015 Avoided Unplanned Deforestation"*<sup>43</sup>.

#### 3.2 Land eligibility

Section 5.2 of NTC 6802 and section 2 of the *"Protocol for the Certification of Compensation Programs ES-I-CC-002"* establish that the eligible areas for an emission reduction project due to REDD+ activities are the areas covered by forests<sup>44</sup> for at least ten years prior to the start of the program. To meet the eligibility requirement, the following steps were followed:

- Identification of forest areas using the Forest-Non-Forest layers generated by IDEAM for the year 2000 and 2010 <sup>45</sup> (Illustrati). Identification of forest areas using the Forest-Non-Forest layers generated by IDEAM for the year 2000 and 2010 (Illustration 14). The 2010 layer was also improved by using remote sensing (optical and radar) to better categorize the information that in the satellite images was considered lost (no information) due to the presence of clouds. The IDEAM layers in satellite format contain information of all Colombia under the categories "forest", "non-forest" and "without information" (areas with presence of clouds or other factors that prevent their interpretation), the data provided by these layers are obtained mainly using LANDSAT images (TM and ETM+ sensors) with a spatial resolution of 30 m, complemented in some cases with other types of optical and RADAR images of medium resolution.<sup>46</sup>
- Following the recommendations of the IDEAM methodology<sup>47</sup>, "no information" areas that occurred during any of the periods are excluded. once the "no information" areas are excluded, using geographic information systems (ArcGIS), the 2000 and 2010 layers are analyzed in order to find those areas that have retained the forest category during these ten years, these are the eligible areas, while those that have gone from "forest" to "non-forest" category (deforested areas), those that have gone from "non-forest" to "forest" (regenerated areas) and those that are retained under the "non-forest" category, are

---

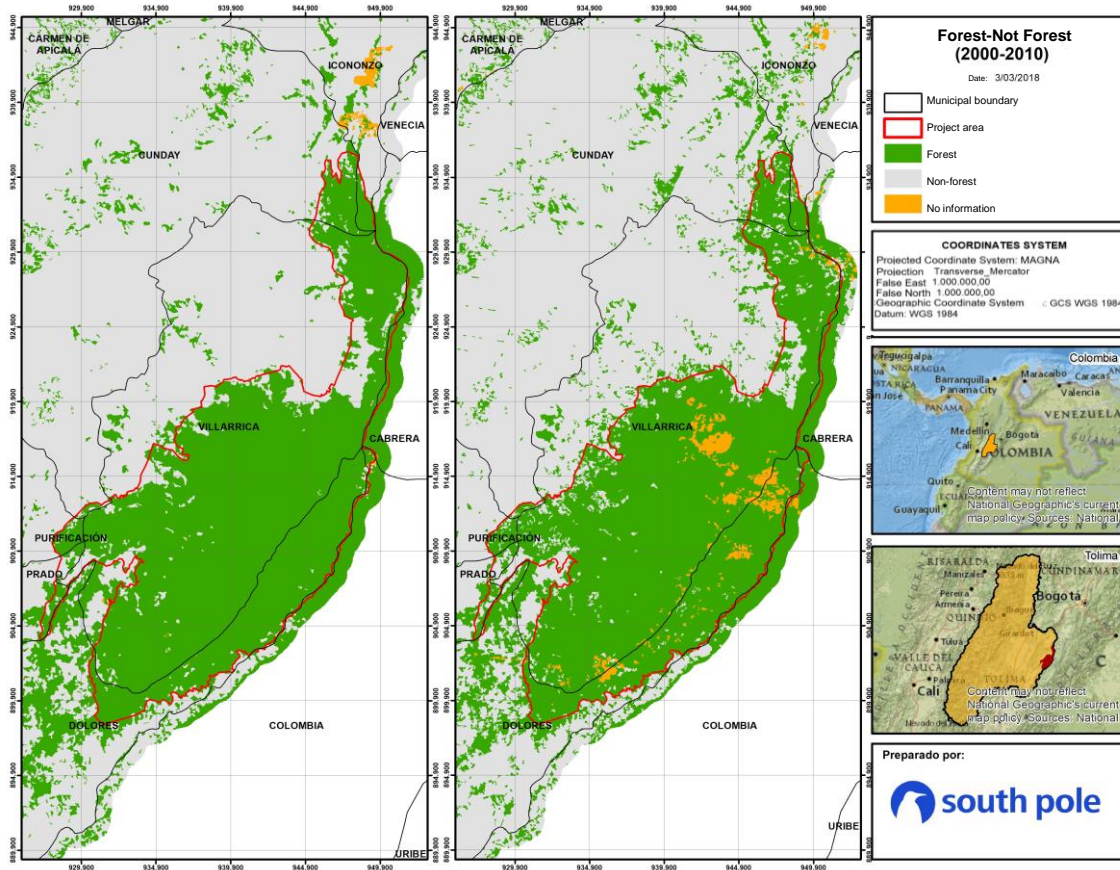
<sup>44</sup> The delimitation of forest areas eligible for the GHG emissions compensation program was carried out under the definition given by the IDEAM for natural forest: "Set of plant communities dominated by trees with a minimum height of 5 meters, crown density greater than 30% and minimum extension of one hectare" Source: Cabrera E., Vargas D. M., Galindo G., García M. C., and Ordóñez M. F. 2011a. Quantification of the deforestation rate for Colombia, Period 1990-2000 and 2000-2005. Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies – IDEAM-. Bogotá, D. C., Colombia. Page.22

<sup>45</sup> Downloaded from the Colombian Environmental Information System (SIAC): <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>

<sup>46</sup> Information contained in the methodology" Change in the area covered by natural forest (CSBN)". – IDEAM. Available at: [http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/49-4.05\\_HM\\_Cambio\\_bosque\\_natural\\_3\\_FI.pdf/64d68d79-56ce-4ab5-916e-e69dd94bea3c](http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/49-4.05_HM_Cambio_bosque_natural_3_FI.pdf/64d68d79-56ce-4ab5-916e-e69dd94bea3c)

<sup>47</sup> Information contained in the methodology" Change in the area covered by natural forest (CSBN)" – IDEAM. Available at: [http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/49-4.05\\_HM\\_Cambio\\_bosque\\_natural\\_3\\_FI.pdf/64d68d79-56ce-4ab5-916e-e69dd94bea3c](http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/49-4.05_HM_Cambio_bosque_natural_3_FI.pdf/64d68d79-56ce-4ab5-916e-e69dd94bea3c)

considered as ineligible. Illustration 15 shows the spatial distribution of forest, non-forest and no information areas within the program boundaries and Table 10 shows the areas in hectares under each category.



**Illustration 14. Forest-non-forest area of the IDEAM (by its acronym in Spanish) layers in the program expansion area in the years 2000 (left) and 2010 (right).**

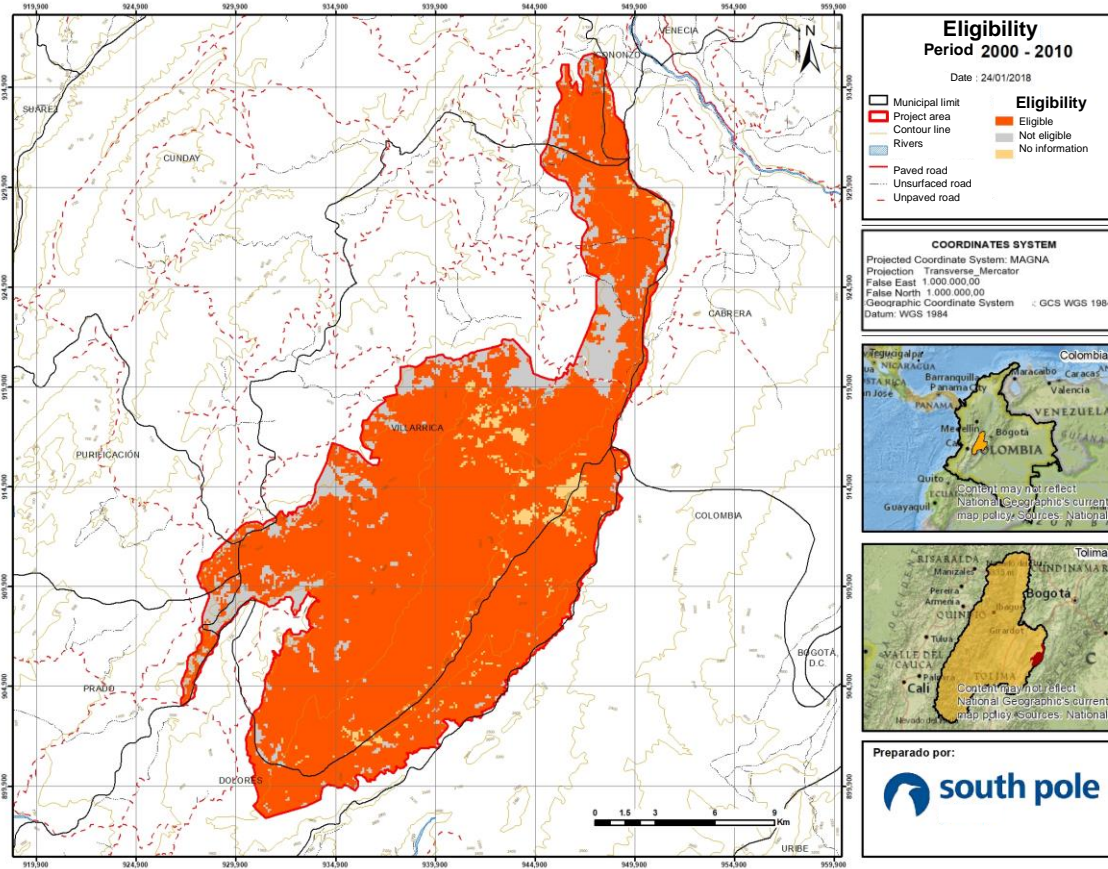


Illustration 14. Eligibility map of the program expansion area

Table 10. Current program areas

Eligibility	Area (ha)	Percentage (%)
Eligible	12.701	82,9
Not Eligible	2.006	13,1
No information	617	4,0
Total	15.324	100

### 3.3 Reference scenario for REDD+ actions

The reference region corresponds to the area in which the analysis of deforestation, land use change and analysis of agents and drivers of deforestation is carried out. The selection of the reference region was made considering the guidelines set forth in section "1.1.1 Reference region" of the methodology "VM0015 Avoided Unplanned Deforestation"<sup>48</sup>, which indicates that the reference region adequately represents the program area if it meets three of four landscape criteria: altitude ranges, slope ranges, mean annual precipitation and forest cover type. The selected region includes the municipalities of Alpujarra, Carmen de Apicalá, Cunday, Dolores, Icononzo, Prado, Purificación, Suarez and Villarrica, municipalities of eastern Tolima (Illustration 15), which meet the similarity in the conditions of slope ranges, mean annual precipitation and



forest cover type (Table 11, Table 12, and Table 13).

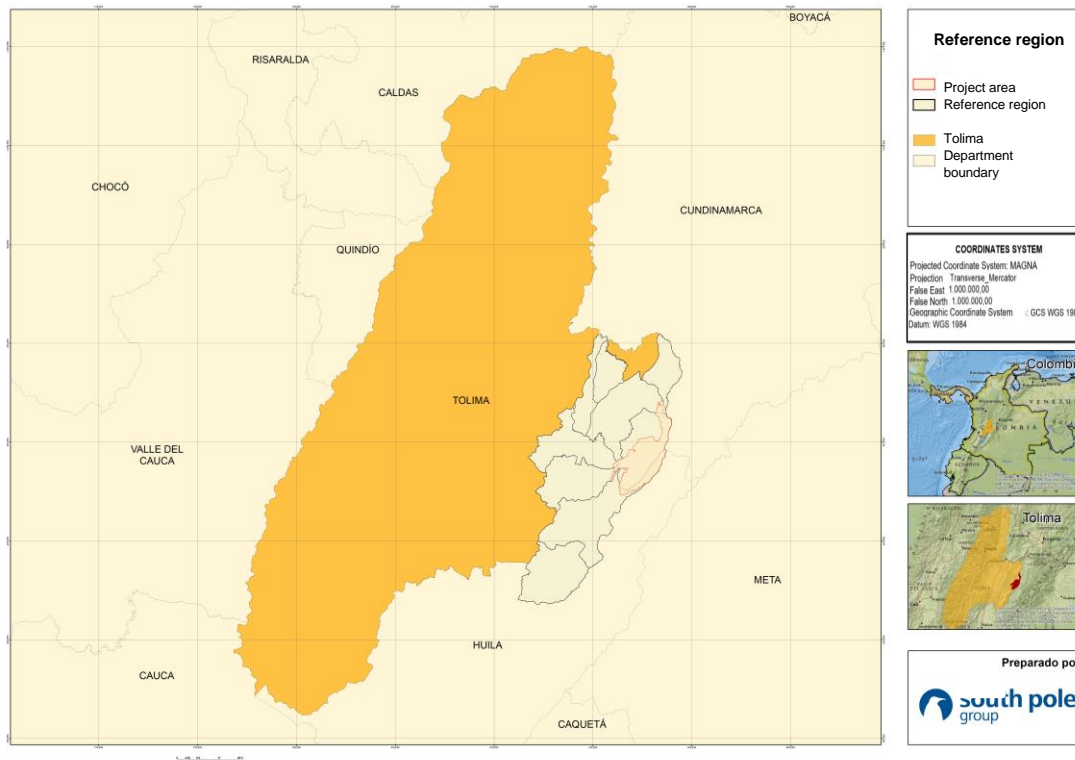


Illustration 15. Reference region

Table 11. Slope ranges

Slope ranges (degrees)	Program expansion area (ha)	Reference region (ha)	Cumulative project area (%)	Cumulative reference region (%)
0 - 3	931,3	55.745,6	2,67%	17,61%
4 - 12	19.382,6	141.459,0	58,34%	62,28%
13 - 18	8.449,1	62.790,6	82,60%	82,11%
19 - 27	4.124,8	40.688,0	94,45%	94,96%
28 - 36	1.291,1	12.653,3	98,15%	98,96%
37 - 45	474,9	2640,5	99,52%	99,79%
>45	168,0	663,6	100,00%	100,00%
<b>Total</b>	<b>34.822</b>	<b>316.641</b>		

Table 12. Precipitation ranges

Average annual precipitation (mm)	Project area (ha)	Reference region (ha)	Accumulated project area (%)	Cumulative reference region (%)
900-1000	159,4	11,1	0,46%	0,00%
1000-1100	13.703,6	4.060,8	39,81%	1,29%
1100-1200	6.740,4	6.108,9	59,17%	3,22%
1200-1300	2.190,2	3.902,2	65,46%	4,45%
1300-1400	1.605,6	4.888,4	70,07%	5,99%

1400-1500	1.258,1	11.241,2	73,68%	9,54%
1500-1600	1.160,2	21.919,3	77,01%	16,46%
1600-1700	1.155,9	28.308,5	80,33%	25,40%
1700-1800	1.981,7	36.392,9	86,02%	36,90%
1800-1900	2.549,1	56.775,3	93,34%	54,83%
1900-2000	2.169,8	65.283,7	99,58%	75,45%
2000-2100	147,9	51.730,5	100,00%	91,78%
2100-2200	0	23.884,9	100,00%	99,33%
2200-2300	0	2.132,51	100,00%	100,00%
Total	34.822	316.640		

**Table 13. Forest cover type**

Forest classification	Project area (ha)	Reference region (ha)	Cumulative project area (%)	Cumulative reference region (%)
Tropical dry forest	0	105.832	0,00%	33,42%
Tropical rain forest	0	32.359,1	0,00%	43,64%
Premontane rainforest	3.539,1	98.018,5	10,16%	74,60%
Very humid premontane forest	147,9	45.815,4	10,59%	89,07%
Low montane rain forest	28.140,4	34.615,4	91,40%	100,00%
Very humid low montane forest	2.994,4	0	100,00%	100,00%
Total	34.822	316.640		

### 3.4 Removals due to REDD+ actions

#### 3.4.1 Detection of changes and historical deforestation rates

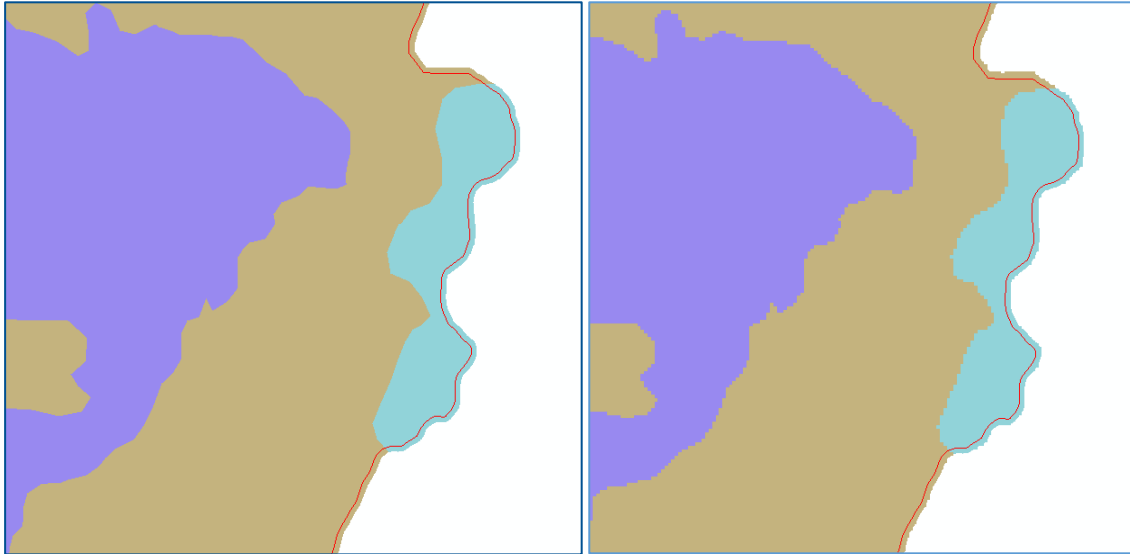
##### 3.4.1.1 Analysis of land use land cover changes

The analysis of changes in land cover was conducted for the period 2000 - 2010 following the guidelines of section 5.5.2.1 of NTC 6208. For this, the information on land cover for Colombia from the IDEAM at a scale of 1:100,000 was used, based on the "Corine Land Cover" methodology adapted for Colombia and available in the SIAC (Environmental Information System of Colombia)<sup>49</sup>. To homogenize the information of the land cover layers with the Forest-Non-Forest layers, the layers described in section 3.2 were used. The following is a description of the process for creating the land cover change matrix:

The cover and Forest-Non-Forest layers were cut with the reference area of the program, establishing a buffer of 50 m, to avoid empty spaces when crossing the information. The cover layers that were in vector format were converted to raster format, to make them comparable with

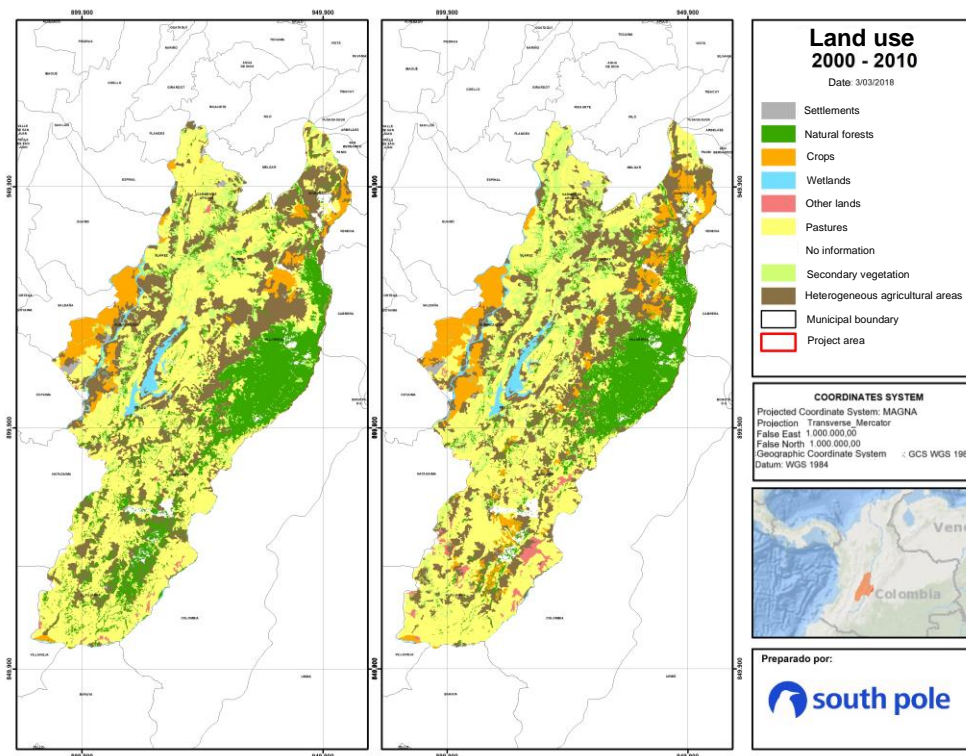
<sup>49</sup> <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>

the Forest-Non-Forest raster data, and then converted back to polygon.



**Illustration 16. Image of smoothed edges compared to the banded raster format**

- After having the cover layers converted into *vector*, format, the cloud areas were extracted from both layers and the areas without information from the IDEAM forest layer were merged and defined as areas without information, which are not comparable, as they differ at the temporal and spatial level.
- The land cover categories of the *Corine Land Cover* were homologated to the land cover categories that have aerial biomass values according to the IDEAM emission factors. This homologation was done following Annex A and Table 6 of NTC 6208, generating the classes presented in Illustration 21 and Table 14.



**Illustration 17. Land coverages 2000 and 2010 with equal cloud areas for both layers**

**Table 14. Conversion of Corine Land Cover classes**

Corine Land Cover	NTC 6208 Coverage (Table 6)
2.4.1. Crop mosaic	Heterogeneous agricultural areas
2.4.2. Mosaic of pastures and crops	
2.4.3. Mosaic of crops, pastures, and natural areas	
2.4.4. Mosaic of pastures with natural spaces	
2.4.5. Mosaic of crops with natural spaces	
1.1.1. Continuous urban fabric	Settlements
1.1.2. Discontinuous urban fabric	
1.2.4. Airports	
1.4.2. Recreational facilities	
3.1.1. Dense forest	Natural Forest
2.1.1. Other transitory crops	Crops
2.1.2. Cereals	
2.1.3. Oilseeds and leguminous plants	
2.2.2. Permanent bush crops	
2.2.3. Permanent tree crops	
5.1.1. Rivers (50 m)	
5.1.4. Artificial bodies of water	
3.3.2. Rock outcrops	Other lands
3.3.3. Bare and degraded land	
3.3.4. Burned areas	
2.3.1. Clean pastures	Pastures
2.3.2. Wooded pastures	
2.3.3. Weedy pastures	
3.2.1. Grassland	No information
3.2.2. Shrubland	
9.9. Clouds	Secondary vegetation
3.2.3. Secondary or transitional vegetation	

Finally, to obtain the land use change matrix required by the methodology (section 5.5.2.1 of NTC 6208) an intercept was performed using the *Analysis Tools/Overlay/Intercept* tool using the layers with the final categories and the respective areas. The land use changes from forest in 2000 to non-forest categories in 2010 are shown in Illustration 19 and the land use change matrix is presented in Table 15.

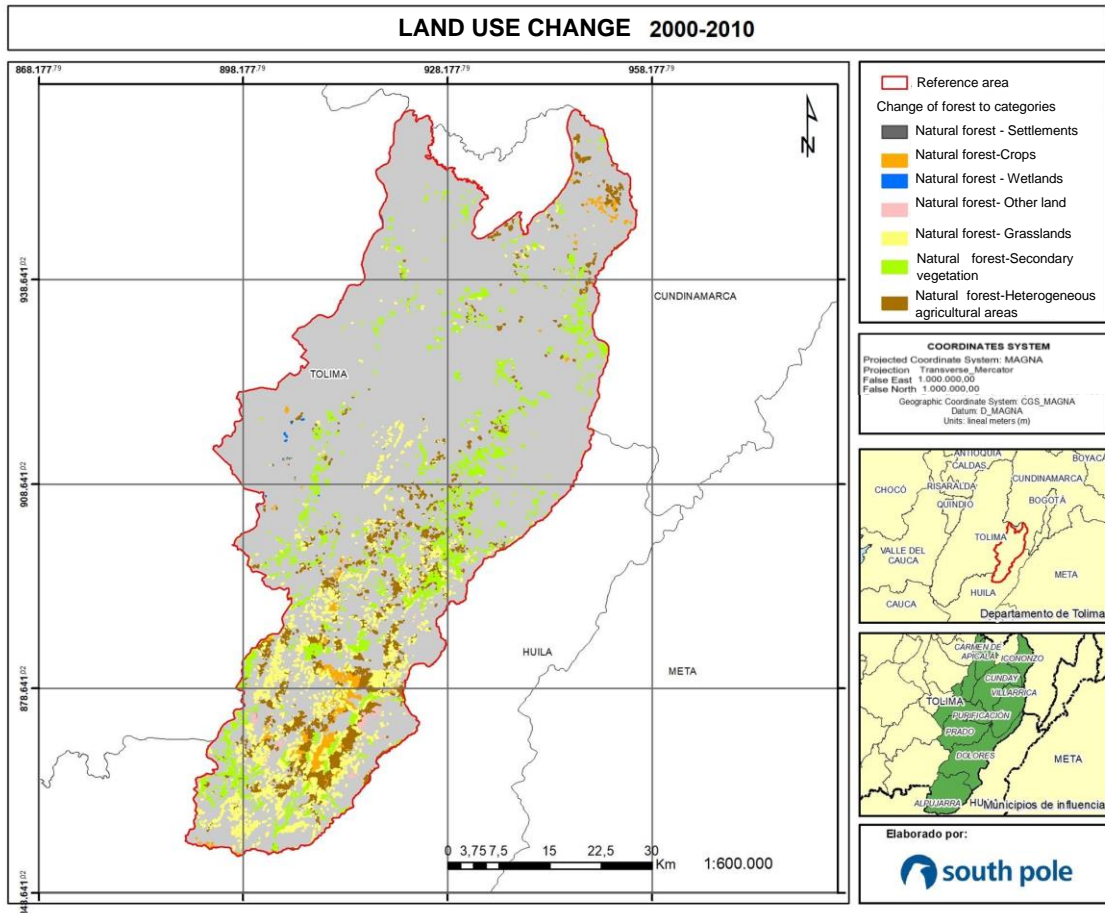


Illustration 18. Land use change from forest in 2000 to non-forest categories in 2010.



**Table 15. Housing and population in the municipalities of the reference area**

Categories NTC 6208	Wetlands	Natural Forest	Crops	Heterogeneous agricultural areas	No information	Pastures	Settlement	Other lands	Secondary vegetation	Total 2000
<b>Wetlands</b>	5.520,2	3,1	159,8	440,3	0,0	167,1	0,0	0,0	51,1	6.341,6
<b>Natural Forest</b>	87,0	44.316,6	2.341,7	5.778,7	911,8	5.570,6	2,2	158,3	3.869,4	63.036,3
<b>Crops</b>	75,4	188,4	16.680,4	757,9	0,0	656,7	26,0	14,0	93,7	18.492,5
<b>Heterogeneous agricultural areas</b>	460,1	1.468,8	8.656,0	43.824,0	0,0	12.783,0	22,1	389,8	7.751,5	75.355,2
<b>No information</b>	0,0	178,2	0,0	0,0	4.071,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4.249,2
<b>Pastures</b>	250,4	1.056,7	1.844,8	20.320,5	0,0	112.612,1	17,6	3.116,5	12.427,0	151.645,6
<b>Settlement</b>	5,1	0,1	5,9	2,2	0,0	6,5	1.393,0	0,0	3,3	1.416,0
<b>Other lands</b>	0,0	77,9	0,0	128,8	0,0	387,5	1,8	587,4	5,1	1.188,5
<b>Secondary vegetation</b>	185,3	0	396,1	4.148,3	0,0	4.206,8	5,7	4,8	20.660,0	29.607,0
<b>Total 2010</b>	6.583,6	47.289,8	30.084,6	75.400,7	4.982,8	136.390,4	1.468,3	4.270,7	42.890,2	351.331,9

### 3.4.1.2 Deforestation rate

The deforestation rate for the quantification of future deforestation was calculated using the formula given by Puyravaud (2003)<sup>50</sup>, according to section 5.5.2.2 of NTC 6208. This formula expresses the percentage of forest area decreased per year, with the following equation:

$$r = \left( \frac{1}{(t_2 - t_1)} \right) * \ln \left( \frac{A_2}{A_1} \right) * 100$$

Where, *r* is the annual rate of deforestation, *t*<sub>2</sub> y *t*<sub>1</sub> are the period for the analysis, in this case 2010 and 2000 respectively, and *A*<sub>2</sub> and *A*<sub>1</sub> are the area of forest at the end and beginning of the analysis period. Replacing the parameters of the equation with the forest data in the reference area for the years 2000 and 2010 described in Table 15 gives an annual rate of 2.87%<sup>51</sup>.

### 3.4.1.3 Analysis of agents and drivers of deforestation

The following is a description of the analysis of deforestation agents and drivers to comply with section 5.5.2.1 of NTC 6208.

#### 3.4.1.3.1 Deforestation Agents

##### Actors' analysis<sup>52</sup>

The actors in the program's expansion area are grouped as follows: i) public, private, educational or external charitable institutions that are present in the territory, ii) associations formed in the community and iii) local experts (Table 16). Of these, those that are key for their constant presence in the territory were identified at the local, municipal, and departmental levels (Illustration 20).

**Table 16. Social actors in the program area.**

Institutions	Associations	Community (local experts)
Universidad del Tolima	Community action boards	Saúl Sosa (Vereda Galilea)
Alcaldía de Cunday	Fundación reiniciar	Fidel Tovar
CORTOLIMA	Asociación (en proceso de creación) para la defensa del agua y medio ambiente	José Sánchez (Veredas Cuatro Mil - Galilea)
Gobernación del Tolima	Comité de cafeteros	José Iván Haya (Vereda Galilea)
Instituciones educativas de las veredas Alto Puerto Lleras, Cuatro Mil y Galilea	Comité de cacaoteros	Deogracia (Vereda Galilea)
Enertolima	Comité de bananeros	Luis Briceño (Vereda Galilea)
	Ganaderos	Hermida Briceño (Vereda Galilea)
	Comité dinamizador todos por la defensa de la cordillera	Isidro Parra (Veredas. Alto Puerto Lleras - Galilea)
	Comité de plataneros	Ebristelio Godoy (Vereda Galilea)
	Comité de luleros	Aurelio Sánchez (Vereda Galilea)
	Asojuntas Cunday	Alirio Pinzón (Vereda Galilea)
	Guanabaneros	

<sup>50</sup> Puyravaud, J.-P., 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management*, 177: 593-596

<sup>51</sup> Support/Information management/Estimations/180227\_Ex-ante\_estimates].

<sup>52</sup> Gómez. E. J., Pastrana G. E., (2016). Community conservation strategies as a contribution to the sustainable environmental development of the Galilea Forest, in the east of the department of Tolima. Universidad Nacional del Tolima. Department of Forest Engineering.

#### DEPARTMENTAL

- CORTOLIMA
- Asociación Unidos por la Cordillera
- Government of Tolima
- Universidad del Tolima

#### MUNICIPAL

- Cunday City Hall
- Villarrica City Hall
- Producers Committee

#### LOCAL

- Community
- Educational Institution
- Community Action Boards

#### Illustration 19. Territorial reach of the social actors<sup>53</sup>.

In addition, conflicts of interest have been identified among the stakeholders, which include the following:

- The local community of the Galilea Forest is interested in conserving the natural resources of the Alto Torres, Cuatro Mil, Galilea and Puerto Lleras trails. On the other hand, the agricultural producers take advantage of the natural forest in these areas for the establishment of crops.
- The Committee of Coffee Growers and the Committee of Producers seek to orient their productive processes in a way that allows them to conserve the Galilea Forests and at the same time, to use them appropriately. In turn, the small and medium sized producers are interested in accessing the land informally through the establishment of pastures and crops.

#### Identification of deforestation agents

Farmers, breeders, and the local population are the main agents of deforestation, since it is caused by the expansion of the agricultural frontier, for the establishment of crops and pastures, and by the extraction of timber from the forest for land appropriation, local use or trade.<sup>54</sup>

#### Socioeconomic characterization of the reference area

The population of the reference area has a total of 23,242 dwellings, with 71,235 inhabitants in 2005 and 78,258 projected for 2010.<sup>55</sup> Of the total number of municipalities, Purificación, Icononzo and Cunday are the most populated, and Villarrica and Dolores are the least populated (Table 17).

<sup>53</sup> Taken from Gómez & E. J., Pastrana G. E. (2016)

<sup>54</sup> Gómez. E. J., Pastrana G. E., (2016). Community conservation strategies as a contribution to the sustainable environmental development of the Galilea Forest, in the east of the department of Tolima. Universidad Nacional del Tolima. Department of Forest Engineering. In the prospective section, the local community identified for the Puerto Lleras, Alto Puerto Lleras and Galilea villages, the areas where there are currently crops or pastures for livestock, which 20 years ago were natural forest. In addition, he assures that despite the fact that, during a period of time, the population decreased due to the armed conflict, in the last few years it has increased.

<sup>55</sup> National Population Census 2005. The bulletins for each municipality can be found at: Supports/Deforestation Threats/Bulletin Census 2005. The municipalities of Suarez and Prado do not present this information in their bulletins.

**Table 17. Housing and population in the municipalities of the reference area<sup>56</sup>.**

Municipality	Housing	People 2005	People 2010
Alpujarra	1.868	5.098	5.092
Carmen de Apicalá	3.773	8.330	8.605
Cunday	3.275	8.445	10.171
Dolores	1.914	5.636	8.600
Icononzo	3.095	10.130	11.365
Purificación	7.288	27.586	28.601
Villarrica	2.029	6.010	5.824
Total	23.242	71.235	78.258

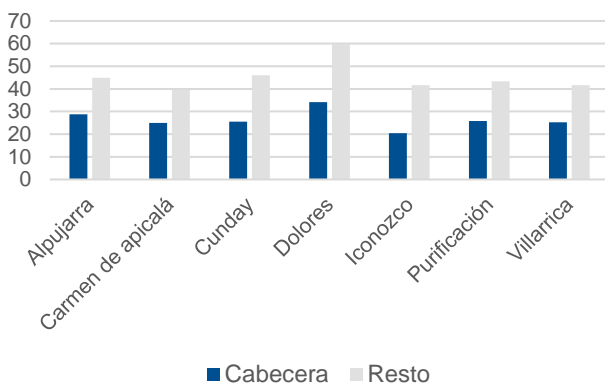
Table 18 describes the percentage of households with economic activities, the average number of people per household, the proportion of male and female population, and the Unsatisfied Basic Needs Index (UBN).

**Table 18. Population and demographic characteristics of the reference area<sup>57</sup>.**

Variable	Descriptive statistics	Description
Percentage of households with economic activities		Six percent of the households in the reference area have economic activities.
Average number of people per household		On average, all municipalities have a similar number of people per household, approximately 3 to 4 people, both in the municipal capitals and in rural areas.
Female and male population		The population of men and women is similar, with slightly more men (52%).

<sup>56</sup>Taken from DANE (2005)

<sup>57</sup>Taken from the National Population Census (2005).

Variable	Descriptive statistics	Description																								
Index of Unsatisfied Basic Needs (NBI)	 <table border="1"> <caption>Data for NBI Index Chart</caption> <thead> <tr> <th>Municipality</th> <th>Cabecera</th> <th>Resto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alpujarra</td> <td>28</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Carmen de apicalá</td> <td>25</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Cunday</td> <td>25</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Dolores</td> <td>35</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Iconozco</td> <td>20</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Purificación</td> <td>25</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Villarrica</td> <td>25</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	Municipality	Cabecera	Resto	Alpujarra	28	45	Carmen de apicalá	25	40	Cunday	25	45	Dolores	35	60	Iconozco	20	40	Purificación	25	45	Villarrica	25	40	Of the municipalities for which this variable is reported, Dolores has the highest proportion of people with unsatisfied basic needs. The rest of the municipalities have similar proportions.
Municipality	Cabecera	Resto																								
Alpujarra	28	45																								
Carmen de apicalá	25	40																								
Cunday	25	45																								
Dolores	35	60																								
Iconozco	20	40																								
Purificación	25	45																								
Villarrica	25	40																								

### Socioeconomic characterization of the Villarrica villages where the program expansion area is located.

Of the total number of villages in the municipality of Villarrica, 4 are within the jurisdiction of the program area. These are: Alto Puerto Lleras with 14 houses and one of them uninhabited, Cuatro Mil with eight houses, Galilea with 26 houses and Puerto Lleras with 11 houses.<sup>58</sup>

According to the National Agricultural Census (2014), the total number of inhabitants in these villages is 42 people, distributed in 13 dwellings, with a total of 8 resident producers, 148 agricultural production units and 19 non-agricultural production units<sup>59</sup>.

The area's economy is based mainly on cattle farming and subsistence crop production, which has represented a conflict because the land use is destined for conservation.<sup>60</sup>

According to the Villarrica City Hall (2003), Puerto Lleras is the only one of the four villages in the Galilea forest's jurisdiction that has an active educational institution with 20 students and a health care center. In the other villages, the schools are not active due to the absence of students. Regarding the health posts, they have been destroyed by the armed conflict in Colombia, in the case of the Galilea trail; or they have never existed, in the case of the Alto Puerto Lleras and Cuatro Mil trails.

#### 3.4.1.3.2 Deforestation drivers

Following this, the factors that lead the identified agents (ranchers, farmers, and local population) to make decisions on land use are evaluated, with the objective of recognizing what have been the causes of deforestation.

### Variables explaining area (hectares) deforested

#### Key variables

- Expansion of the agricultural and cattle raising frontier
- Logging

#### Variables description

<sup>58</sup> Gómez E. J. & Pastrana G. E. (2016). Community conservation strategies as a contribution to the sustainable environmental development of the Galilea forest, in the east of the department of Tolima. Universidad del Tolima. Thesis for the degree of Forestry Engineering.

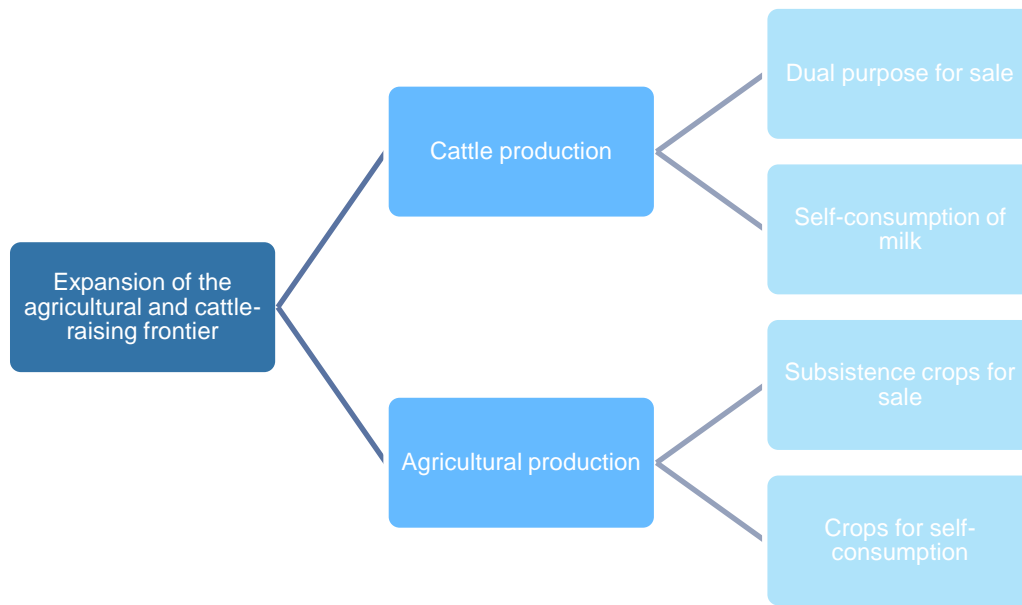
<sup>59</sup> National Administrative Department of Statistics DANE (2014). National Agricultural Census. Taken from: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-agropecuario-2014#entrega-de-resultados-del-3er-censo-nacional-agropecuario-preliminar>. See: Supports/Deforestation Threats/Agricultural Census information-trails..

<sup>60</sup> Gómez E. J. & Pastrana G. E. (2016). Community conservation strategies as a contribution to the sustainable environmental development of the Galilea forest, in the east of the department of Tolima..



*Expansion of the agricultural and cattle-raising frontier*

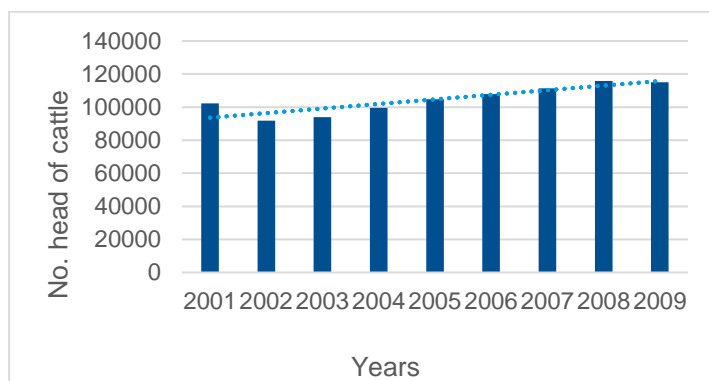
The main causes of the expansion of the agricultural frontier are the establishment of crops and pastures for dual-purpose cattle raising. In addition to this, the poor quality of the soils causes producers to expand their production areas to maintain their production. Another aspect that leads to the expansion of the agricultural frontier in riparian zones is the search for water sources to supply the production systems.<sup>61</sup>



**Illustration 20. Analysis of the drivers of deforestation: expansion of the agricultural frontier**

Cattle production

Refers to farmers dedicated to raising, exploiting, and trading dual-purpose cattle. Since there is no information available on the number of people dedicated to cattle raising, the information on the number of head of cattle for the deforestation analysis period (2000 - 2010) was used as a reference value (Illustration 22).

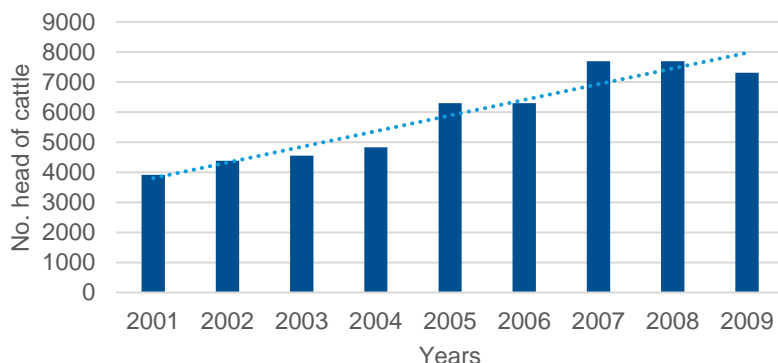


**Illustration 21. Behavior of the cattle inventory in the reference area for the period 2001 to 2009.<sup>62</sup>**

In Villarrica, where the current program area is located, between 2001-2009, the number of head of cattle showed an increasing trend (Figure 23).

<sup>61</sup> CORTOLIMA (2009). Management Plan for the Prado River Basin.

<sup>62</sup> Taken from Fedegan. Bovine inventory by municipality. Sub-management of Animal Welfare and Health, 2016: <http://www.fedegan.org.co/estadisticas/inventario-ganadero>.



**Figure 22. Behavior of the cattle inventory in Villarrica for the period 2001 to 2009<sup>63</sup>.**

### Agricultural production

According to the municipal agricultural evaluations (EVA by its Spanish acronym),<sup>64</sup> in the municipalities that make up the reference region<sup>65</sup> the crops with the largest planted area between 2006 and 2010 were: coffee and rice with an area greater than 50,000 ha; followed by corn, banana, plantain, cocoa, orange, guava, sugarcane and mango with areas between 1,000 and 10,000 ha; and beans, lemon, banana, cholupa, sorghum, tree tomato, among others, with areas between 0 and 1,000 ha. Illustration 24 shows the trend in the area established with these crops in the reference region.

According to the same source of information, the crop with the largest area planted<sup>66</sup> in Villarrica is coffee and to a lesser extent banana, guava, cacao, sugarcane, soursop, traditional corn, tomato, and banana. Illustration 25 shows the trend in the area planted with these crops in the region, which has been constant since 2008. In the villages where the program's expansion area is located, agriculture is characterized by subsistence crops such as corn, sugarcane, onion, banana, cocoa, coffee, yucca, blackberry, and fruit trees, among which coffee predominates.<sup>67</sup>

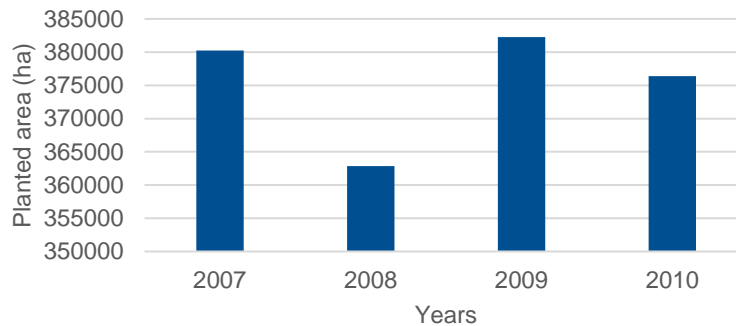
<sup>63</sup> Fedegan (2016). Cattle inventory by municipality. Animal Welfare and Health Sub-management.

<sup>64</sup>MinAgricultura (2016). Municipal Agricultural Evaluations. Taken from [http://www.agronet.gov.co/\\_layouts/15/xlviewer.aspx?id=/Lists/Boletin/Attachments/1052/Base%20Agr%C3%ADcola%20EVA%202007-2016%20\(P\).xlsb&Source=http%3A%2F%2Fwww%2Eagronet%2Egov%2Eco%2FLists%2FBoletin%2FDispForm%2Easpx%3FID%3D1052](http://www.agronet.gov.co/_layouts/15/xlviewer.aspx?id=/Lists/Boletin/Attachments/1052/Base%20Agr%C3%ADcola%20EVA%202007-2016%20(P).xlsb&Source=http%3A%2F%2Fwww%2Eagronet%2Egov%2Eco%2FLists%2FBoletin%2FDispForm%2Easpx%3FID%3D1052)

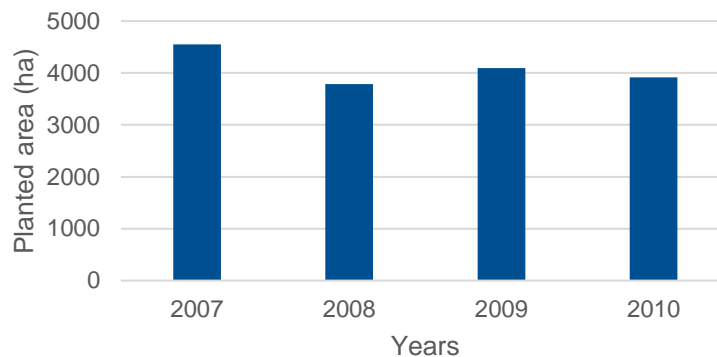
<sup>65</sup> Information is included for all the municipalities in the reference region with the exception of the municipality of Suarez due to the fact that no data from this municipality is recorded in the agricultural assessments.

<sup>66</sup> At least 50 ha.

<sup>67</sup> Gomez E. J. & Pastrana G. E. (2016). Community conservation strategies as a contribution to the sustainable environmental development of the Galilea forest, in the east of the department of Tolima.



**Illustration 23. Behavior of the area planted in the reference area between 2007 - 2010<sup>68</sup>.**



**Illustration 25. Behavior of the area planted in the municipality of Villarrica between 2007 – 2010<sup>69</sup>.**

### Timber extraction

Logging is the second leading cause of deforestation and is carried out for three purposes: i) as a method of appropriating land that the local population considers wasteland,<sup>70</sup> ii) commercialization of timber for different purposes, and iii) local use of the timber. The lack of tools and incentives to undertake conservation projects and land use problems in the region are some of the causes that lead local people to cut down the forest.<sup>71</sup>

The rate for appropriation purposes has historically reached its greatest expression in the concept of "improvements", i.e., stripping the vacant land or settleable land of its original cover or forest, which is a requirement to become an owner.<sup>72</sup>

In the region where the program expansion area is located, logging for timber commercialization has reached such a magnitude that it has significantly reduced the abundance of timber species, including *Tabebuia rosea*, *Juglans neotropica*, *Aniba perutilis*, *Nectandra spp.*, *Nectandra*

<sup>68</sup> MinAgricultura (2016). Municipal Agricultural Assessments. Taken from: [www.agronet.gov.co/\\_layouts/15/xlviewer.aspx?id=/Lists/Boletin/Attachments/1052/Base%20Agr%C3%ADcola%20EVA%202007](http://www.agronet.gov.co/_layouts/15/xlviewer.aspx?id=/Lists/Boletin/Attachments/1052/Base%20Agr%C3%ADcola%20EVA%202007)

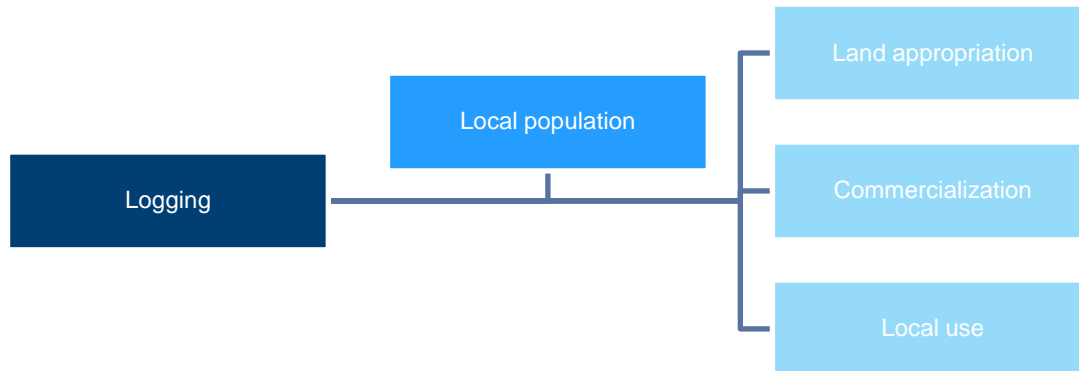
<sup>69</sup> MinAgricultura (2016). Municipal Agricultural Assessments. Taken from: [www.agronet.gov.co/\\_layouts/15/xlviewer.aspx?id=/Lists/Boletin/Attachments/1052/Base%20Agr%C3%ADcola%20EVA%202007-2016%20\(P\).xls&Source=http%3A%2F%2Fwww%2Eagronet%2Egov%2Eco%2FLists%2FBoletin%2FDispForm%2Easpx%3FID%3D1052](http://www.agronet.gov.co/_layouts/15/xlviewer.aspx?id=/Lists/Boletin/Attachments/1052/Base%20Agr%C3%ADcola%20EVA%202007-2016%20(P).xls&Source=http%3A%2F%2Fwww%2Eagronet%2Egov%2Eco%2FLists%2FBoletin%2FDispForm%2Easpx%3FID%3D1052)

<sup>70</sup> Conversations with villagers during field visits to the project.

<sup>71</sup> Gómez E. J. & Pastrana G. E. (2016). Community conservation strategies as a contribution to the sustainable environmental development of the Galilea forest, in the east of the department of Tolima.

<sup>72</sup> CORTOLIMA (2009). Management Plan for the Prado River Basin.

*acutifolia*, *Cedrela sp.* and *Cinchona pubescens*. Additionally, it was identified that these species are used locally for construction, poles, handicrafts, medicinal uses, and firewood.<sup>49</sup>



**Illustration 24. Analysis of the drivers of deforestation: logging.**

### Variables explaining the location of deforestation

#### Historical deforestation attributable to cattle raising and agriculture

According to the analysis carried out for the change in vegetation cover between 2000 and 2010, it was estimated that 5,570.6 ha in the reference area changed from natural forest in 2000 to pasture. In the case of agriculture, according to the same analysis, it was calculated that 2,341.7 ha of forest were converted to cropland during that period. In addition, 5,778.7 ha of forest became heterogeneous agricultural areas, where both agriculture and cattle raising can be developed (section 3.4.1.1). Considering the above, a total of 13,691 ha were deforested to be transformed into crop and pasture areas, which represents 22% of the total natural forest present in 2000 (63,036.26 ha).

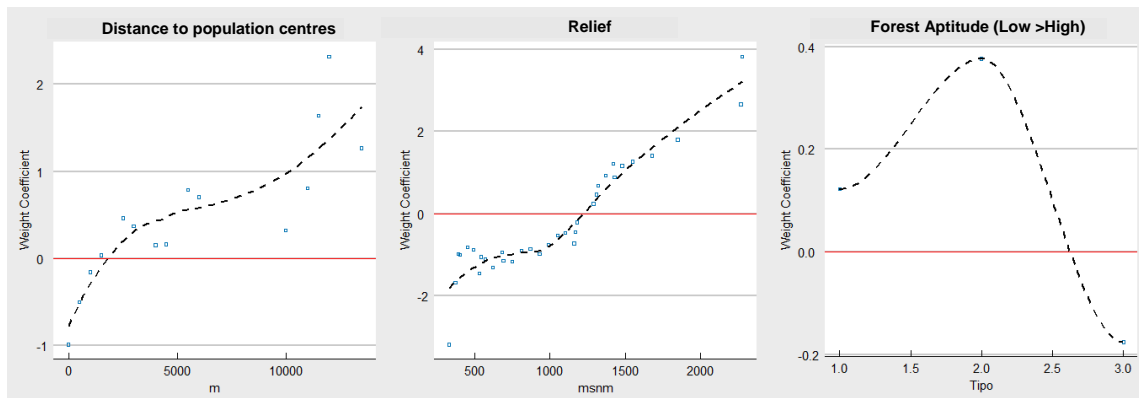
#### Correlation analysis of topographic and land use suitability factors.

The latest version of the Dinamica-EGO software was used to define the correlation between deforestation and the factors that explain it. (Soares-Filho, Rodrigues, & Costa, 2009)<sup>73</sup>. The analysis was developed in two stages: (i) elaboration of maps with the explanatory factors of deforestation: distance to population centers, relief, forest suitability, number of head of cattle and planted area; and (ii) selection of a calibration model by determining the weight of evidence and analyzing the correlations between variables<sup>74</sup>.

The results indicate a directly proportional relationship between deforestation and distance to population centers, height above sea level and forest suitability. According to Illustration 27, deforestation increases as forests are located at a distance greater than 2500 m from populated centers. This is attributed to the fact that at less than 2500 m there is no forest to be harvested and the population must travel a greater distance to access them. In the case of altitude above sea level, deforestation increases from approximately 1250 meters above sea level. Finally, the areas with forest suitability between 1 and 2 show greater deforestation, as they tend to be areas with greater accessibility due to the slope, altitude, and possible existence of roads.

<sup>73</sup> Soares-Filho, B., Rodrigues, H., & Follador, M. (2013). A hybrid analytical-heuristic method for calibrating land-use change models. *Environmental Modelling & Software*, 43, 80–87. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2013.01.010>

<sup>74</sup> See calibration model: Supports/Correlation analysis/Procedure.



**Illustration 25. Correlation between deforestation and distance to populated centers, relief (m.a.s.l.) and forest suitability.**

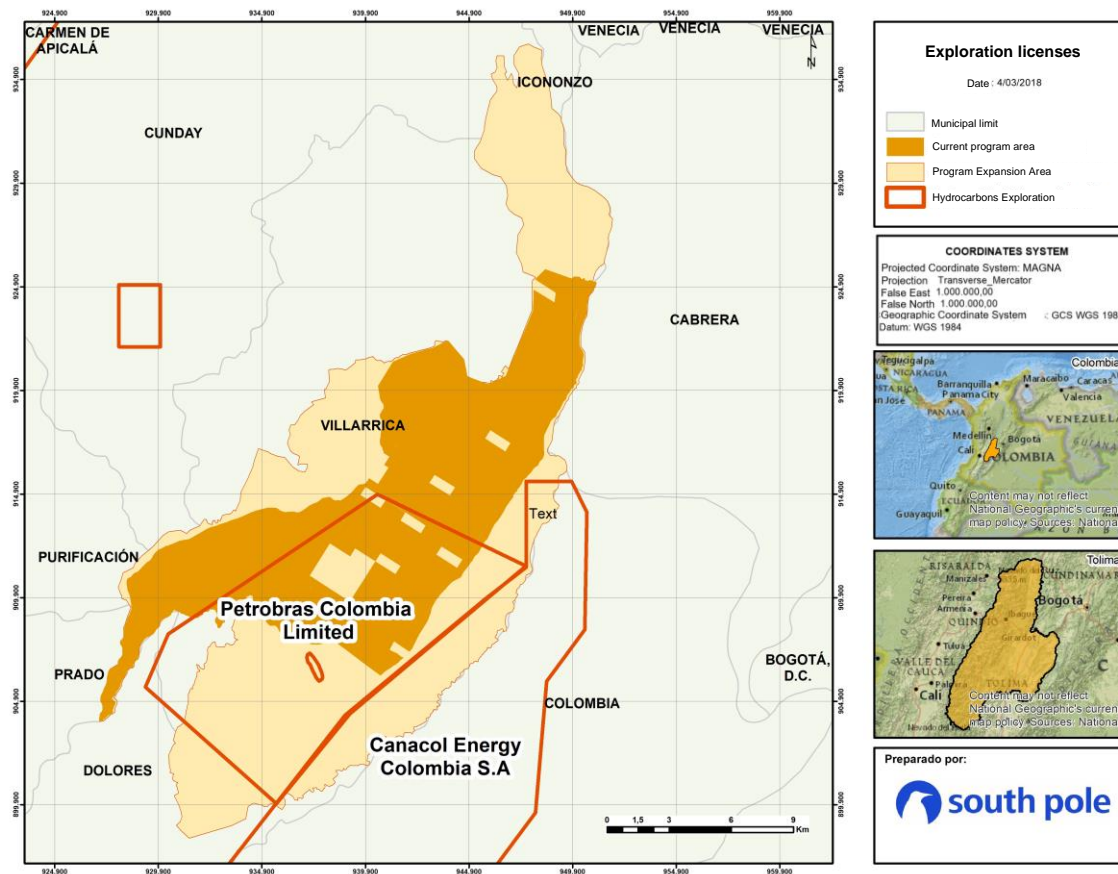
### Future drivers of deforestation

#### Oil exploration in the program area <sup>75</sup>

Based on information from the environmental licenses for hydrocarbon areas granted by the National Environmental Licensing Authority (ANLA by its Spanish acronym), two exploration permits were found: i) exploration license granted to Petrobras Colombia Limited and ii) exploration license granted to Canacol Energy (Illustration 28). Although exploration activities do not yet have a direct impact on the current program area, both companies have permits to open roads and Canacol Energy is currently adapting an existing road near the current program area. Therefore, exploration activities may indirectly affect deforestation in the program area due to improved access to the forest.

<sup>75</sup> See: Supports/GIS/Shapes/Hydrocarbons





**Illustration 26. Areas granted to hydrocarbons according to ANLA (by its acronym in Spanish) information**

### 3.4.1.3.3 Underlying Causes of Deforestation

Underlying causes of deforestation are factors related to socioeconomic or biophysical conditions, which influence the direct causes of deforestation and allow us to understand why deforestation occurs. They are determined by structural macroeconomic, policy, technological, cultural, demographic, and biophysical factors.<sup>76</sup>

In the reference area, the main underlying causes of deforestation are, in the biophysical aspect, low soil productivity, accessibility to the forest through roads and the topography of the terrain. On the socioeconomic side, poverty, financing of agricultural activities and land tenure.

#### Description of causes

##### Biophysical causes

##### *Soil productivity*<sup>77</sup>

Low soil productivity has been identified as one of the main causes of deforestation, since, being poor soils, the productive cycle is limited and forces the displacement of producers to areas where they can establish their crops again, generating pressure on forests with the expansion of the agricultural frontier.

In the reference area, the soils belonging to the mountain landscape in the cold humid and very humid climate are characterized by being poorly developed on steep slopes and soils with low to medium organic matter content, high stoniness, shallow effective depth, acid reaction and low

<sup>76</sup> Taken from: <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/4530.pdf>.

<sup>77</sup> CORTOLIMA (2009). POMCA Rio Prado Hydrographic Basin

fertility. With respect to medium-humid and very humid climate soils, they are susceptible to severe erosion in areas with slopes greater than 75% and light erosion on slopes between 50 and 75%. As in the cold climate, these are soils with low fertility levels, with acid reaction, low phosphorus levels and moderate to high organic matter content. Their main limitations are stoniness, susceptibility to erosion and high slopes. Finally, soils in warm climates do not differ significantly from the previous ones, because they have the same limitations.

### Roads

Road density was considered as another determining variable in deforestation for two reasons; first, road construction involves the removal of vegetation cover and second, this opening facilitates access and subsequent extraction of forest resources. In the reference area, roads constitute a total of 574 km, with a road density in each of the municipalities of less than 0.5 km/km<sup>2</sup> (Table 19).

**Table 19. Road characterization by municipality**

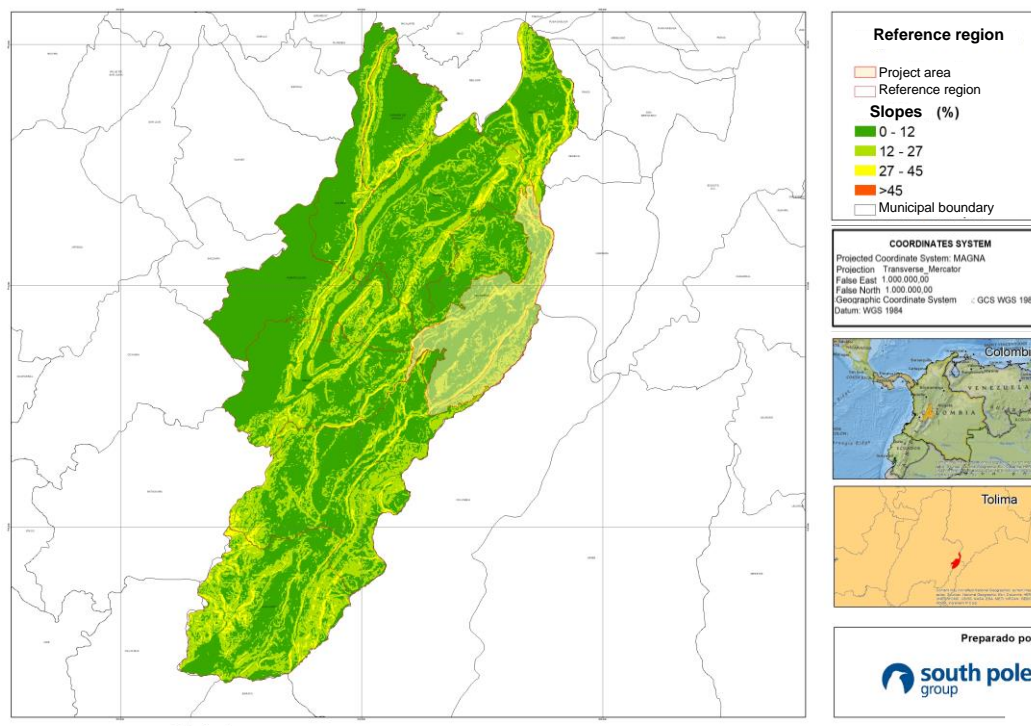
Municipality	Area (ha)	Roads (km)	Road density (km/km <sup>2</sup> )
Alpujarra	50603,75	35,05	0,07
Carmen de Apicalá	19110,69	32	0,17
Cunday	50863,09	114,6	0,23
Dolores	65544,16	89,4	0,14
Icononzo	21361,75	69,9	0,33
Prado	41780,73	74,6	0,18
Purificación	40775,73	77,6	0,19
Suárez	19208,94	26,4	0,14
Villarrica	43218,18	51,9	0,12

### Topography

Topography is considered a variable that can favor deforestation, since the slope of the land may or may not facilitate access to it. In the reference area, most of the area has slopes between 0 and 12% and in the program area, slopes between 4 - 12% (occupying 56% of the area) and 13 - 18% (occupying 24% of the area) predominate (Illustration 28).

Given the characteristics, it is considered that it favors deforestation, since the area is dominated by slopes that allow access to the population. In addition to the above, the slope is not such a strong constraint for the establishment of crops such as coffee or cattle raising since it is

common to observe these systems on steep slopes.



**Illustration 27. Map of slopes of the reference area.**

Socioeconomic causes

*Poverty*

In the reference area, on average, 26.4% of the population located in the municipal capital has unsatisfied basic needs (UBN), a condition that in rural areas reaches 45.3% of the population.<sup>78</sup> The municipalities with the highest population with UBN are Dolores, Cunday and Alpujarra (Table 20).

The inhabitants of the rural zone take advantage of the forest resources to satisfy their needs, and in turn extract products that can be marketed. It is for this reason that the level of poverty in an area influences deforestation, since to the extent that a population is not able to satisfy all its needs through its own resources, it must access the forest to extract a source of resources, either to market and obtain income or to finish supplying its needs.

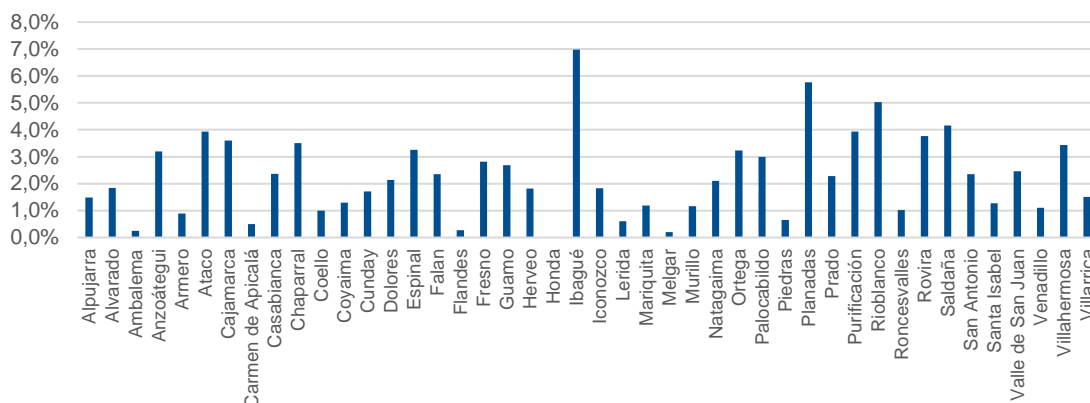
**Table 20. Unsatisfied Basic Needs (UBN) in the reference area.**

Municipality	Municipal capita	Rest of the area
<b>Alpujarra</b>	28,8	44,9
<b>Carmen de Apicalá</b>	25,0	39,7
<b>Cunday</b>	25,6	46,0
<b>Dolores</b>	34,2	59,9
<b>Icononzo</b>	20,4	41,6
<b>Purificación</b>	25,8	43,3
<b>Villarrica</b>	25,3	41,6

<sup>78</sup> See Supports/Deforestation Threats/Bulletin Census 2005

### Financing of agricultural activities

Credit to the agricultural sector and the lack of real incentives for forest management are a factor that indirectly favored deforestation. The existence of low-interest loans and other incentives for the agricultural sector, in contrast to the absence of incentives for conservation, favored the advance of the agricultural frontier. Between 2004 and 2010 FINAGRO granted loans to the agricultural sector to large, medium, and small producers (Illustration 30).



**Illustration 28. Agricultural loans granted between 2004 and 2010**

### Land tenure

In the reference area, the majority or at least approximately 50% of the total land in the rural area are smallholdings with an area of less than 5 ha (Table 21) and the land with an area greater than 100 ha reaches 2% or less of its area<sup>79</sup>. This situation generates pressure on the forest, because a large part of the population finds the need to expand their productive areas to increase their income and achieve the expected production.<sup>80</sup>

**Table 21. Percentage of smallholdings by municipality <sup>81</sup>.**

Municipality	Properties with area > 100 ha (%)	Properties with an area between 5 and 100 hectares (%)	Properties with area < 5 ha (%)
Cunday	2	54,	44
Dolores	2	44	54
Icononzo	0	25	75
Prado	2	41	57
Purificación	1	22	77
Villarrica	0	62	38

### Analysis of the chain of events leading to deforestation

Based on the historical information evaluated, the relationships between the agents, factors and underlying causes of deforestation were analyzed to explain the sequence of events that have led and will lead to deforestation (Illustration 31).

<sup>79</sup> CORTOLIMA (2009). POMCA Hydrographic Basin of the Prado River. Available at: <https://www.cortolima.gov.co/contenido/fase-ii-diagnostico-r%C3%ADo-prado>

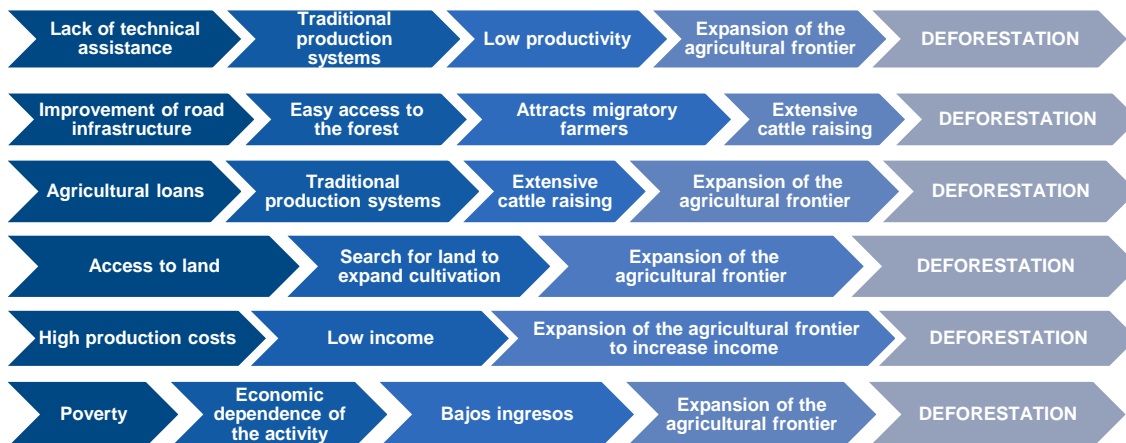
<sup>80</sup> CORTOLIMA (2009). POMCA Hydrographic Basin of the Prado River.

<sup>81</sup> CORTOLIMA (2009).

Deforestation in the reference area is related to socioeconomic factors, and its location depends on geographic and economic variables. In areas where the soil vocation is forestry, farmers cut down the forest to develop agricultural activities or as a method of informal land appropriation, and then commercialize or use the products they extract from the forest locally.

Therefore, the main causes that have led to deforestation in the area are the expansion of the agricultural frontier and the cutting of trees for different purposes, with cattle raisers, farmers and the local population being the agents that make decisions on land use.

The population of the reference area has unsatisfied basic needs, which represents a situation of poverty. The sources of income are derived from the economic activities carried out on their land, which in many cases is less than 5 ha, which is why if they want to increase their income, they must look for additional areas for production. Both cattle raisers and farmers do not have technical assistance that would allow them to develop cleaner production systems, and the soil characteristics do not favor them because they are poor and stony. In addition, there is the road network in the municipalities that make up the reference area and future projects to open roads to facilitate access to the forests.



**Illustration 29. Chain of events leading to deforestation in the reference area.**

### 3.4.2 Carbon reservoirs

Section 5.5.2.3 of NTC 6802 and 6.2.3 of the "Protocol Certification of Offset Programs ES-I-CC-002" establish that the reservoirs to be included as a minimum are aboveground biomass and belowground biomass. As a conservative approximation, other carbon reservoirs were not considered for the calculation of removals. The calculation of the value per hectare for each of the reservoirs is described below.

#### Carbon in aboveground biomass

The value of carbon in the aboveground biomass of the current project area was defined according to Yepes (2011)<sup>82</sup>, which is presented according to the Holdridge life zone. Considering that the

<sup>82</sup> Yepes, A., Navarrete D.A., Phillips J.F., Duque, A.J., Cabrera, E., Galindo, G., Vargas, D., García, M.C y Ordoñez, M.F. 2011. Estimation of carbon dioxide emissions generated by deforestation during the period 2005-2010. Institute of Hydrology, Meteorology, and Environmental Studies-IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 32 pp.

current project area has four life zones (section 2.2), to have a value of carbon in aboveground biomass <sup>83</sup> per hectare for the entire project, a weighted average of carbon was made according to the area of the program in each life zone (Table 22), resulting in 132.7 tons of carbon per hectare, equivalent to 486.4 tCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup>.

**Table 22. Weighted carbon stored in the program**

Life zone	Area (ha)	Stored carbon (t/ha)	Carbon by region
Low montane rain forest	11536	147.5	1701516
Pre-montane rainforest	1111	57.0	63325
Pre-montane very humid forest	0.03	91.5	2
Very humid montane forest	1244	62.7	78012
Carbon weighted average value (t/ha)			<b>132.7</b>

### Carbon in belowground biomass

The value of belowground biomass was estimated based on Table 4.4 of the IPCC National GHG Inventory Guidelines,<sup>84</sup> which establishes the relationship between aboveground and belowground biomass. The aboveground/underground biomass ratio for the "Tropical Rainforest" ecological zone is 0.37. Therefore, the carbon present in the belowground biomass in the program area is 180.0 tCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup>.

### Total carbon

The total carbon stored by the forests in the project area corresponds to the sum of above and below ground carbon, which is equivalent to 666,43 tCO<sub>2</sub>e/ha.

### 3.4.3 Calculation of removals

#### Deforestation projection

The deforestation projection was calculated based on a linear estimate of forest loss from the multiplication of the deforestation rate described in section 3.4.1.2 and the current project area in 2010 (Table 23).

**Table 23. Deforestation projection for the period 2010-2039 considering historical deforestation for the period 2000-2010.**

Year	Area deforested annually	Remaining area
2010	365,1	12.336,2
2011	365,1	11.971,2
2012	365,1	11.606,1
2013	365,1	11.241,1
2014	365,1	10.876,0
2015	365,1	10.511,0
2016	365,1	10.145,9
2017	365,1	9.780,9
2018	365,1	9.415,8

<sup>83</sup> Taken from 0.

<sup>84</sup> IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Vol 4 - AFOLU - Chapter 4 Forest Land"



Year	Area deforested annually	Remaining area
2019	365,1	9.050,8
2020	365,1	8.685,7
2021	365,1	8.320,6
2022	365,1	7.955,6
2023	365,1	7.590,5
2024	365,1	7.225,5
2025	365,1	6.860,4
2026	365,1	6.495,4
2027	365,1	6.130,3
2028	365,1	5.765,3
2029	365,1	5.400,2
2030	365,1	5.035,2
2031	365,1	4.670,1
2032	365,1	4.305,0
2033	365,1	3.940,0
2034	365,1	3.574,9
2035	365,1	3.209,9
2036	365,1	2.844,8
2037	365,1	2.479,8
2038	365,1	2.114,7
2039	365,1	1.749,7
2040	365,1	1.384,6

#### Carbon in the final land use after deforestation:

The estimation of carbon content in the land use classes of the deforested areas was estimated considering the results of the land use change matrix (Table 15), the carbon values in the aboveground biomass of the non-forest classes specified in Table 6 of NTC 6208 and the aboveground biomass/underground biomass ratio according to IPCC (2006)<sup>85</sup>. As with aboveground forest carbon, a weighted average of aboveground and belowground carbon in relation to the percentage of deforested area in each non-forest category was performed (Table 25).

<sup>85</sup>Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 6. Table 6.1.

**Table 24. Weighted average carbon.**

Final coverage	Area of final forest cover to post deforestation categories (%)	t C aboveground /ha	t C underground /ha <sup>86</sup>
Secondary vegetation	0,22	19,60	8,23
Permanent crops	0,13	28,90	17,34
Pastures	0,31	6,40	3,84
Heterogeneous agricultural areas	0,32	5,80	3,48
Settlements	0,00	0,00	0,00
Other lands	0,01	0,00	0,00
Wetlands	0,00	0,00	0,00
	<b>Weighted average</b>	<b>11,94</b>	<b>6,40</b>

### Removals when avoiding land use change

The value of carbon in the final land use is 18.34 tC/ha, which is equivalent to 67.24 tCO<sub>2</sub>e/ha. The final value of removals per hectare from forest to non-forest is 599.17 tCO<sub>2</sub>e/ha, which is the result of subtracting the carbon present in the deforested areas from the carbon stored by the forests (section 3.4.2).

To estimate emission removals in the current project area, the avoided carbon content per change of use was multiplied by the area to be deforested annually presented in Table 23. The expected removals from avoided deforestation in the program area include the discount of a 15% non-permanence reserve in accordance with the requirements of section 7.1 of the ES-I-CC-002 protocol<sup>87</sup>. Table 25 presents the removals per year and cumulative removals in accordance with the requirements of Section 5.5.2.4.3.

**Table 25. Estimated ex-ante emission reductions**

Year	Annual GHG emissions reduction (tons of CO <sub>2</sub> e)	Cumulative GHG emissions reduction (tons of CO <sub>2</sub> e)
2010	142.209	142.209
2011	147.066	289.275
2012	151.923	441.198
2013	156.780	597.978
2014	161.636	759.614
2015	166.493	926.107
2016	171.350	1.097.457
2017	176.207	1.273.664

<sup>86</sup> The aboveground/ground biomass ratio for secondary vegetation was consulted in: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. Chapter 3: LUCF Sector Good Practice Guidance.

The aboveground/ground biomass ratio for pastures is 0.6 according to: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 6.

As a conservative approximation, the same relationship was used for crops and heterogeneous agricultural areas since according to IPCC the changes in belowground biomass from forest to non-forest are not significant. Source: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 5.

<sup>87</sup> Detailed step-by-step estimates can be found in [Supports/Information management/Allocation estimates/180227\_Ex-ante\_estimates].

Year	Annual GHG emissions reduction (tons of CO <sub>2</sub> e)	Cumulative GHG emissions reduction (tons of CO <sub>2</sub> e)
2018	181.063	1.454.727
2019	185.920	1.640.647
2020	185.920	1.826.567
2021	185.920	2.012.487
2022	185.920	2.198.407
2023	185.920	2.384.327
2024	185.920	2.570.247
2025	185.920	2.756.167
2026	185.920	2.942.087
2027	185.920	3.128.007
2028	185.920	3.313.927
2029	185.920	3.499.847
2030	185.920	3.685.767
2031	185.920	3.871.687
2032	185.920	4.057.607
2033	185.920	4.243.527
2034	185.920	4.429.447
2035	185.920	4.615.367
2036	185.920	4.801.287
2037	185.920	4.987.207
2038	185.920	5.173.127
2039	185.920	5.359.047

### 3.5 Protocol for monitoring removals

#### 3.5.1 Change in coverage for the monitoring period

The monitoring process to obtain the certification of the reduction of emissions generated by the activities of the program is based on the methodological proposal "*Protocol for Digital Image Processing for the Quantification of Deforestation in Colombia at National Level*".<sup>88</sup> The methodological proposal is oriented to the direct detection of changes, in which satellite images from the two monitoring dates are processed and compared simultaneously, identifying changes in the spectral response that may correspond to a loss or gain of forest cover.

#### Methodological process

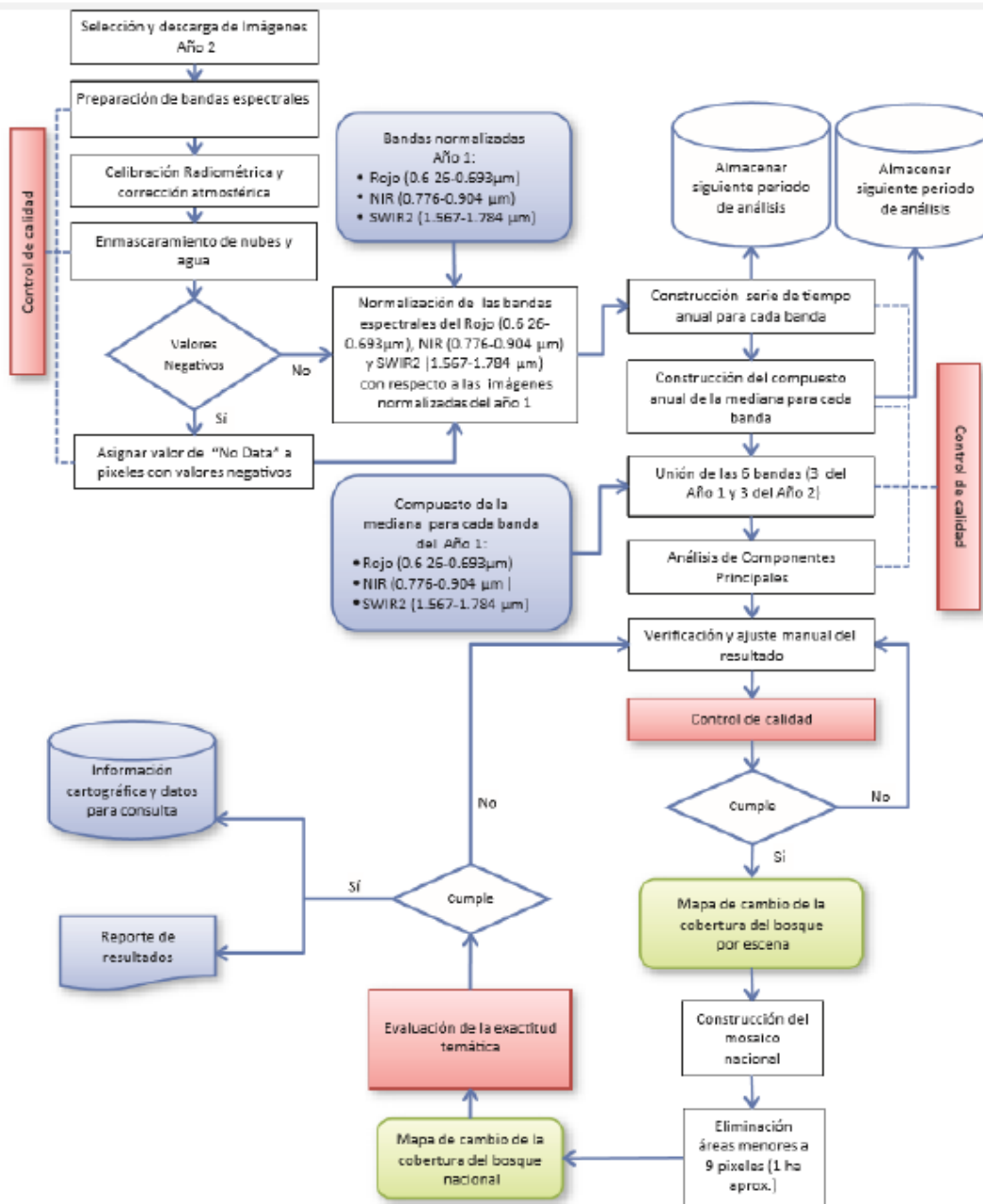
The methodology is based on the elaboration and analysis of the change in cover using as input the forest-non-forest layers for the years analyzed. The information from remote sensors (Optical-Radar) is processed based on the "Protocol for Digital Image Processing for the Quantification of Deforestation in Colombia at the National Level", proposed by IDEAM.

---

<sup>88</sup> Work funded by the Fundación Gordon y Betty Moore, project "Consolidation of a Forest and Carbon Monitoring System (SMBYC), as support for environmental policy and management in Colombia. Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies (IDEAM), Ministry of Environment and Sustainable Development (MADS).

Protocol that proposes a methodology oriented to the direct detection of changes in forest cover, in which satellite images from the two monitoring dates are processed and compared simultaneously, identifying changes in the spectral response that may correspond to a loss or gain of forest cover.

The protocol also presents the minimum steps to be followed to detect changes in forest area that occurred between two dates and integrates traditional and semi-automated preprocessing and processing tools that reduce random errors caused by inattention and lack of experience of the interpreter and facilitate continuous improvement of the results in a standardized manner (Galindo, Espejo, Rubiano, Vergara, & Cabrera, 2014).



**Illustration 30. Methodological steps for the detection of changes in forest coverage**

A description of the methodological steps is given below:

### 3.5.1.1 Image selection and download

Search and selection of free Landsat images from the *Earth Resources Observation and Science Center (EROS)* of the United States *Geological Survey (USGS)*, downloading as many images as possible with cloud-free information available for the generation of each year's composite.

The methodology in the protocol is not for exclusive use of Landsat images, being possible the use of data from other sensors that meet the spatial and temporal resolution appropriate for the scale and application thereof. Most of the methodological steps of the protocol can and should be applied to any type of images from remote sensors (Galindo et al., 2014).

### 3.5.1.2 Pre-processing

The preprocessing tasks indicated are used for the first and last year of the period in which the change is identified. Each of the steps to be followed is described below:

- *Band stacking or compilation*: Once the images have been downloaded, the bands of each image are compiled or joined in order, discarding those that correspond to the thermal infrared wavelength, in the case of Landsat 8 OLI, and the Aerosols and Cirrus layers.
- *Geometric correction*: For the construction of the time series of images and composites it is essential to have an exact pixel-level co-registration between all the images obtained for each Landsat scene. Landsat products supplied by EROS usually have an exact pixel correspondence; however, it is recommended to make a visual review of each image and adjust those that do not meet this condition. The geographic reference system WGS84 UTM Zone 18N of the images is maintained throughout the process, in order to avoid the loss of co-registration between pixels when applying the geometric adjustments of the cartographic reprojection models (Galindo et al., 2014)<sup>89</sup>.
- *Data conversion process to reflectance surface*: Landsat image pixel values are in units of digital levels and must be transformed into units of reflected energy, which is known as radiometric calibration (Asner, Tasar, Sousan, & Knapp, 2013)<sup>90</sup>. Also, because radiometric data contain information from both the land surface and the atmosphere, a correction that minimizes atmospheric effects on the values of each pixel must be applied, obtaining a reflectance surface image. This surface has a greater consistency in the radiometric responses within and between images, allowing the application of standard processes and models for all scenes and dates analyzed.  
There are different algorithms and models that can be used for radiometric calibration and atmospheric correction, one of the most used models that is included in several processing tools is the S6 Radiative Transfer model. This model was used in the protocol tests with good results.
- *Masking of water and clouds*: The masking of areas of shadows, clouds, haze, and banding of the reflectance surface images was performed, so that each scene was left with only the pixels containing coverage information.
- *Radiometric normalization process*: Radiometric normalization applied to multitemporal time series images is necessary, since the spectral responses for the same cover, such as forests, vary between different dates, limiting the effectiveness in the classification or detection of changes due to deforestation.

---

<sup>89</sup> Galindo, G., Espejo, O. ., Rubiano, J. ., Vergara, L. ., & Cabrera, E. (2014). Digital image processing protocol for deforestation quantification in Colombia.

<sup>90</sup> Asner, G., Tasar, E., Sousan, S., & Knapp, D. (2013). CLASlite Forest monitoring technology. Version 3.1 Use Guide.

The aim of normalization is to adjust the radiometric signals of the images used so that they are consistent with each other (Potapov et al., 2012)<sup>91</sup>.

The normalization method is applied under the premise that the relationship between the irradiances recorded by the sensor on two different dates is spatially homogeneous and can be approximated by linear functions (Tarantino, n.d.)<sup>92</sup>. The normalization is performed seeking to decrease the variability due to atmospheric differences, illumination, geometric distortions, sensor calibration, in order to make the images comparable and avoid that the detected changes are not due to these types of factors (Olthof, Pouliot, Fernandes, & Latifovic, 2005; Potapov et al., 2012)<sup>93</sup>. The images are fitted by programming codes and models, the mean and standard deviation, each band with the values of the respective band of the reference compound.

### 3.5.1.3 *Composite image generation*

After performing the normalization process to each image, an annual time series is generated for each of the bands separately (Red, NIR, SWIR2), where all the available annual dates for each band are joined using a Layer Stack function.) The composites are generated for each band, starting from the median and obtaining a single value for each series. Finally, an annual composite is obtained for each of the bands containing the median value of the normalized reflectance values included in the time series.

### 3.5.1.4 *Detection of changes due to deforestation*

For the detection of changes due to deforestation, a direct detection method such as Principal Component Analysis (PCA) is used, with correlation matrices to the merged data of the two dates of comparison; generally, the components greater than three are the ones that present the changes of interest.

In the result obtained from the components, the range of values or thresholds that will be considered as a change due to deforestation or forest regeneration must be selected. The ranges depend on the selected method, the type of change that occurred (deforestation to cultivation, pasture, etc.), and the present cover of the area under study, so it is not possible to generalize a single value or range for all areas. The selection of the threshold is made visually by comparing the results obtained with the reflectance surface images.

The threshold is reclassified to class or category values as follows: i) Stable Forest, ii) Deforestation, iii) No Information, iv) Regeneration and v) Not Stable Forest.

### 3.5.1.5 *Visual verification of detected changes by the interpreter*

The verification with the preliminary change map is performed by contrasting the resulting map with the reflectance surface images of the required years. If errors are found, they are reclassified to the corresponding class.

## 3.5.2 **Removal calculation**

The estimation of emission reductions for the monitoring period is carried out as presented in section 3.4.3.

---

<sup>91</sup> Potapov, P. V., Turubanova, S. A., Hansen, M. C., Adusei, B., Broich, M., Altstatt, A., ... Justice, C. O. (2012). Quantifying forest cover loss in Democratic Republic of the Congo, 2000–2010, with Landsat ETM+ data. *Remote Sensing of Environment*, 122, 106–116. <https://doi.org/10.1016/J.RSE.2011.08.027>

<sup>92</sup> Tarantino, E. (n.d.). Radiometric Normalization of Landsat Etm+ data for Multitemporal Analysis. IAPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Retrieved from [http://www.academia.edu/3034346/Radiometric\\_Normalization\\_of\\_Landsat\\_Etm\\_data\\_for\\_Multitemporal\\_Analysis](http://www.academia.edu/3034346/Radiometric_Normalization_of_Landsat_Etm_data_for_Multitemporal_Analysis)

<sup>93</sup> Olthof, I., Pouliot, D., Fernandes, R., & Latifovic, R. (2005). Landsat-7 ETM+ radiometric normalization comparison for northern mapping applications. *Remote Sensing of Environment*, 95(3), 388–398. <https://doi.org/10.1016/J.RSE.2004.06.024>



## 4 Monitoring

### 4.1 Project Activities<sup>94</sup>

#### Research

- Field practices of the Universidad del Tolima in the current project area.
- Study of community conservation strategies as a contribution to the sustainable environmental development of the Galilea Forest, in the east of the department of Tolima (2016)<sup>95</sup>.
- Development of the bird book. The Fundación Amé will publish the bird book. Currently the authors are taking photographs of the endemic species in the project area to include them in Unit VII of the book.
- Support to CORTOLIMA in the studies of flora and fauna in the area.
- Attendance to meetings with CORTOLIMA and the community in general for the search of conservation strategies.

#### Donation program:

The Universidad del Tolima has received the lots presented in Table 3.

#### Creation of Fundación Amé:

- The creation of the Fundación Amé replaces the role of ASOPROBOSQUES as administrator of the forests that do not belong to the Universidad del Tolima. The objective of the creation of the Foundation is to provide on-site support to the university to implement the conservation strategies complementary to the research that has been planned since the beginning of the project.
- Service contract with STRATIK, a company specialized in media production and marketing for the definition of the Foundation's corporate image. The result of this contract was the creation of the Institutional logo, symbol logo, web page, institutional video and thematic videos referring to the importance of the Forest.
- Socialization meeting with the community and the Universidad del Tolima at an informative level for the taking of field images and testimonial actions of community leaders.

#### Communication with different stakeholders

Attendance at workshops and different activities with stakeholders involved in conservation activities:

1. Workshop with members of the Community Action Board of the Galilea rural district, to define concrete actions and joint work activities.
2. Attendance and participation in a meeting called by the Community Action Board of the Galilea rural district and the Fundación Reiniciar to learn about the plans of the Fundación Reiniciar and the Mesa Ambiental del Oriente of the department and identify synergies with these institutions.
3. Inter-institutional work meeting in the Alto de Torres village, convened by the Regional Autonomous Corporation of Tolima - CORTOLIMA to review the management commitments determined by the POMCA of the Río Prado and EOT of the municipality of Villarrica.
4. Creation of a permanent working group to define the route of activities for the Galilea forests. This table is made up of members of CORTOLIMA, the Universidad del Tolima

---

<sup>94</sup> See [Information Management/Monitoring/ Tracking1/ Activities].

<sup>95</sup> See [Supports/Biodiversity/Fields 2008].

and the Fundación Amé as a representative of the forest owners. So far, the foundation and the Universidad del Tolima have attended three working groups.

5. Meeting with the City Hall of Villarica and Dolores to present the compensation program.

#### **Investment in studies**

- Support with resources to the University of Tolima for research studies to strengthen the conservation project.
- Studies for the implementation of the GHG removal project.
- Studies of potential activities to be carried out in the current project area.
- Initiation of a tenure study in the expansion area of the project for the inclusion of new landowners to the program.
- Investment study for a beekeeping project.

#### **Beekeeping**

- Training of two community members in honey production.
- Hiring of a permanent employee for the implementation of the first stage of the project through the establishment of 30 beehives.
- Beginning of honey commercialization.

#### **Drone coverage monitoring**

- Test drone monitoring activity in the current project area. Photography and quotation for equipment purchase and training.

## **4.2 Quantification of removals first follow-up audit**

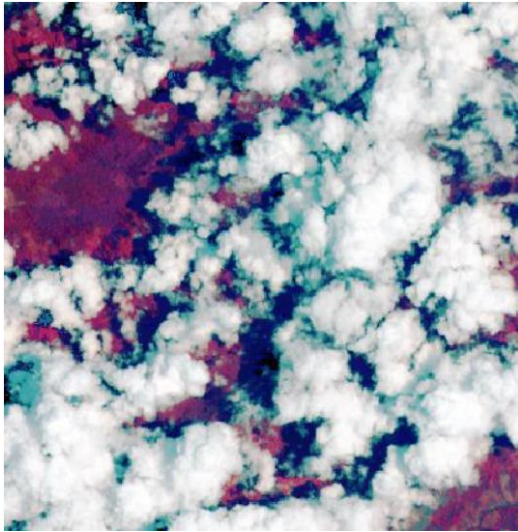
The quantification of the reduction in removals was carried out considering the steps described in section 3.4.3.

### **4.2.1 Monitoring of forest change for the period 2010-2017**

Actual changes in forest cover for the program area for the period 2010-2017 were made according to the methodology described in section 3.5

#### **Image selection and downloading**

The main problem for the selection of optical images of the area under study is related to weather conditions, since there is a high cloud cover, which makes it difficult to obtain sufficient information with optical images, as shown in Illustration 33. For this reason, the support of Radar images from the SAR sensor was required for the preparation of the maps.



**Illustration 31. 2010 Landsat image with high cloud cover in the study area**

Free radar images acquired for the year 2017 were used. These images present double polarization (VV and VH) and a spatial resolution of 10 m, which allowed obtaining more information and detail on vegetation covers in the program area with respect to Landsat optical images. The information from radar images is complementary to the optical images, since new and important information is obtained to improve the quality of the maps obtained and eliminate the information gaps generated by the high cloud cover in the images.

#### **Composite image preprocessing and generation**

The step-by-step procedure described in sections 3.5.1.2 - 3.5.1.5 was followed to identify the change in the period 2010-2017 and to obtain an annual composite of the bands for the generation of the forest cover maps for the study area (Illustration 34). The results of combining the Landsat images with radar indicate that of the 617 ha that were categorized in Table 10 as no information, 613 corresponded to forest cover and the remaining to non-forest cover (Table

26).

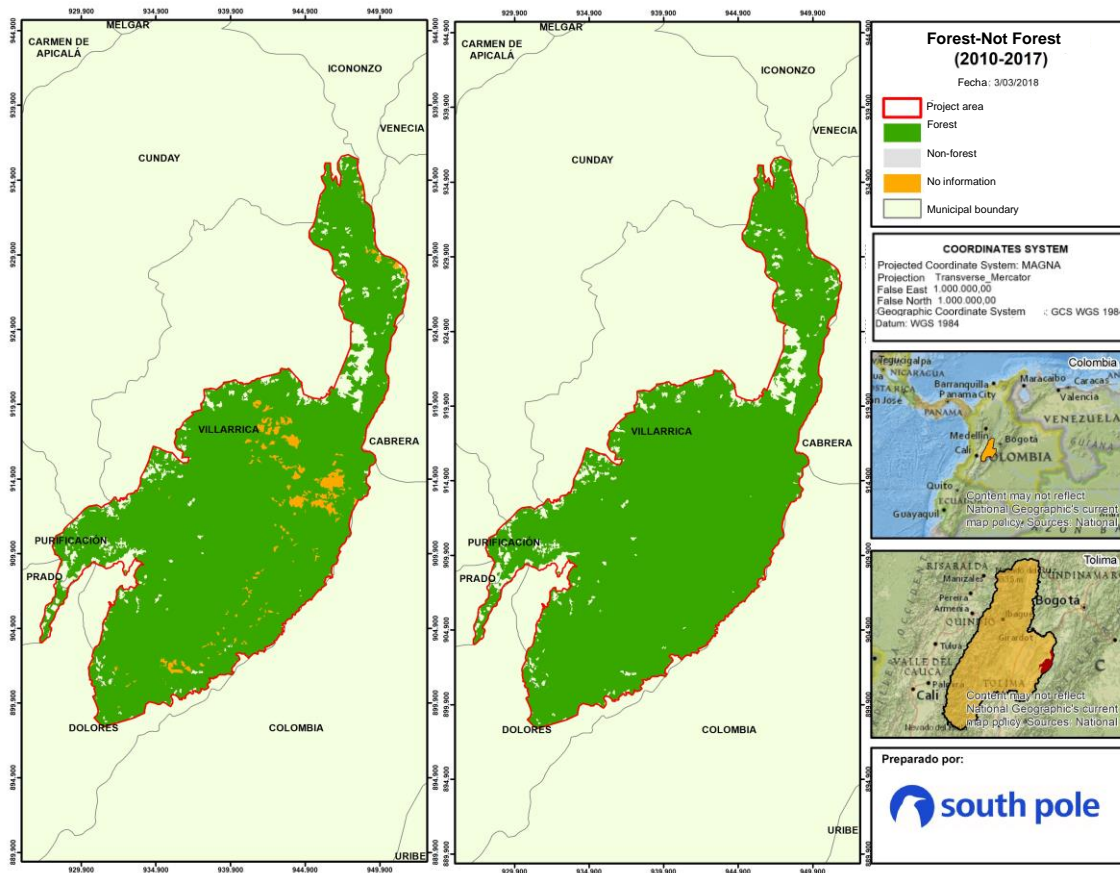
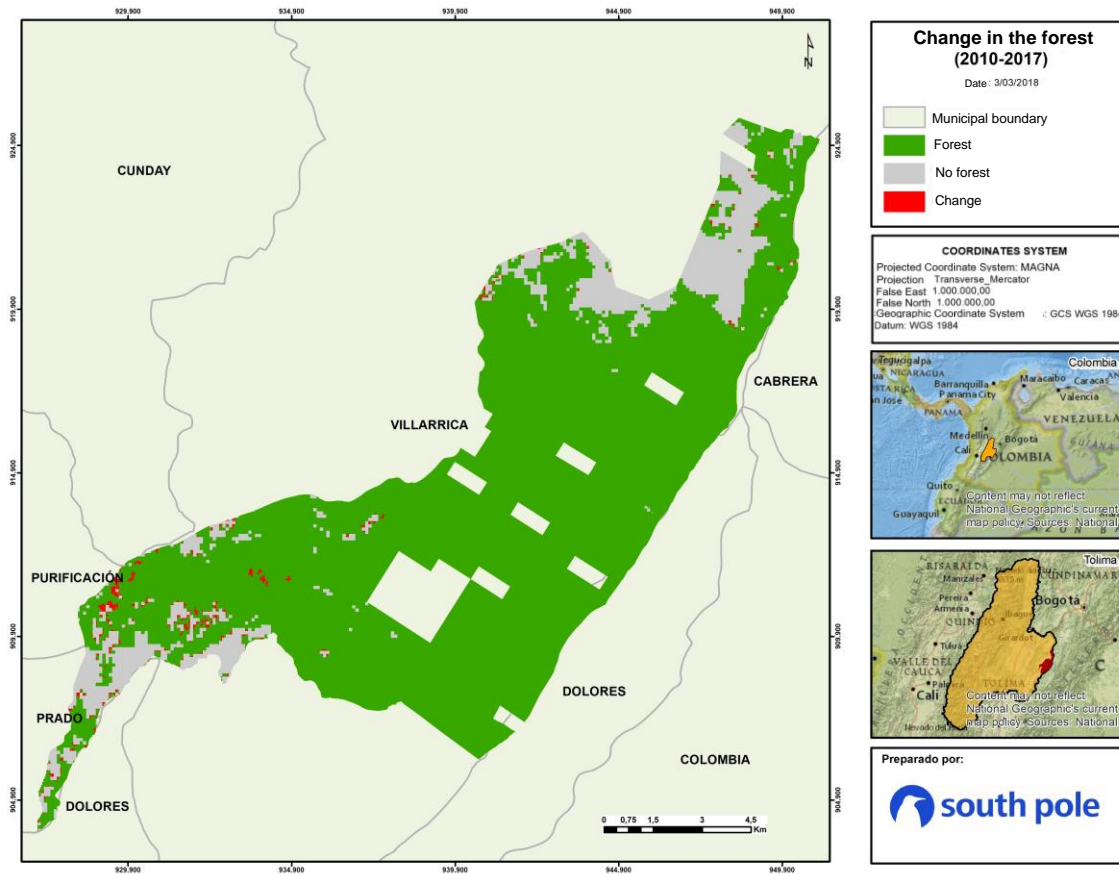


Illustration 32. Forest-Non-forest layer for the years 2010 (left) and 2017 (right)

Table 26. Coverage in the current project area for the period 2010-2017

Eligibility 2010	Monitoring 2017	Area
Not Eligible	No forest	2006
Eligible	Deforestation	114
Eligible	Forest	12587
No Information	No forest	4
No Information	Forest	613

To determine the change in forest cover in the current project area, the layers of forest change for the project expansion area were intersected with the current project area (Illustration 33). The total area deforested in the period 2010-2017 is 114 ha, which corresponds to an annual loss of 16.4 ha.



**Illustration 33. Forest change for the 2010 - 2017 period**

#### 4.2.2 Calculation of removals

The estimation of emissions removals by the program due to avoided deforestation was performed as presented in section **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, changing the deforested area by the monitored value (16.4 ha/year). Table 27 presents the results of removals according to the results of the cover monitoring for the years 2010-2017, discounting a reserve of 15% of the non-permanence bonuses according to the requirements of section 7.1 of protocol ES-I-CC-002<sup>96</sup>.

**Table 27. Estimated removals due to avoided deforestation in the period 2010 - 2017.**

Year	Annual GHG emissions reduction (tons of CO <sub>2</sub> e)	Cumulative GHG emissions reduction (tons of CO <sub>2</sub> e)
2010	142.693	142.693
2011	147.566	290.259
2012	152.439	442.698
2013	157.312	600.010
2014	162.186	762.196
2015	167.059	929.255

<sup>96</sup> Detailed step-by-step estimates can be found in Supports/ Information Management/ Estimates Granting\180227\_Monitoring\_Estimates]



Year	Annual GHG emissions reduction (tons of CO2e)	Cumulative GHG emissions reduction (tons of CO2e)
2016	171.932	1.101.187
2017	176.805	1.277.992



## 5 Management of legal requirements

The development of this program is framed under compliance with environmental legislation in Colombia. The main laws and decrees that regulate the issue of environmental conservation in Colombia are presented in Table 28. So far, the activities carried out in the current program area during the period 2010-2017 comply with the legal requirements for environmental conservation activities.

The development of productive activities will include consultation of the environmental legislation that must be complied with and in each follow-up audit a report will be presented on the identification of said requirements and compliance with them, such as: (i) labor conditions for temporary workers; (ii) butterfly collection license to conduct research base for the development of the butterfly farm; (iii) licenses that must be processed to technify honey extraction in the project area; (iv) licenses required to conduct ecotourism in the project area including domestic use for the construction of infrastructure and identification of the carrying capacity of the ecotourism project and (v) any other requirements defined by CORTOLIMA for the program area.

**Table 28. Colombian environmental regulations related to forest and biodiversity conservation**

Regulation	Date	Description	Program Compliance
Decree 2811	1974	Whereby the National Code of Natural Resources is created. Book II, Part VIII, regulates forests, forest reserve areas, forest harvesting and reforestation. It also defines measures for the protection, conservation, and use of forests.	Currently, the area is not under a protection category. In the 2010-2017 period, no forest harvesting was carried out. Instead, activities were focused on research and conservation of the forest.
Decree 622	1977	The areas with exceptional values established in the National Code of Natural Resources are called "System of National Natural Parks" and everything related to these areas is regulated.	Currently, the area is not under a protection category of the National Natural Park System.
Political Constitution	1991	About 80 articles related to sustainable environmental management were included.	In the 2010-2017 period, no forest harvesting was carried out. Instead, activities were focused on forest conservation research.
Law 99	1993	The Ministry of the Environment, the National System of Protected Areas (SINAP by its Spanish acronym), among others, are created. It establishes a new forest harvesting regime, expands and creates new protected areas, and creates a special administrative unit of the National Natural Parks System.	Currently, the area is not under a SINAP protection category.  In the 2010-2017 period, no forest harvesting was carried out. Instead, activities were focused on research and conservation of the forest.

Regulation	Date	Description	Program Compliance
Conpes No. 2834	1996	Approving the "Forestry Policy", which seeks to achieve the sustainable use of forests, to conserve them, consolidate the incorporation of the forestry sector in the national economy and contribute to the improvement of the quality of life of the population.	In the 2010-2017 period, no forest harvesting was carried out. Instead, the activities were focused on forest conservation research. When productive activities that require logging permits are developed, these will be processed with the responsible entities and an update of this table will be presented at each follow-up audit.
Decree 900	1997	Whereby the Forest Incentive Certificate for Conservation is regulated.	This certificate is not currently in effect. In the event that it is approved in the future, ICONTEC will be consulted to see if it is possible for the areas to apply for any additional benefits in relation to carbon bonds.
Law 165	1994	Approving the convention on biological diversity and recognizing the ecological, social, genetic, educational, and cultural values of biological diversity.	The activities of the 2010-2017 period focused on forest research and conservation, which is in line with the provisions of Law 165 of 1994.
Conpes No. 3582	2009	It considers biodiversity as a strategic area and recognizes the need to advance in the knowledge and sustainable use of biodiversity.	The activities of the 2010-2017 period focused on forest research and conservation, which is in line with the provisions of Conpes No. 3582 of 2009.
Decree 1076	2015	Sole regulatory decree of the environment and sustainable development sector. It gathers all the environmental regulations in Colombia.	Due to the reasons stated above, the program activities developed during the period 2010-2017 comply with the provisions of Decree 1076 of 2015.
Conpes No. 3850	2015	The Fondo Colombia en Paz is conceived as an instrument to contribute to materialize the economic, social, and environmental dividends of peace, associated with interventions in sustainable rural development, biodiversity conservation and the fight against climate change within a framework of strengthening the rule of law in the post-conflict period.	The program is not a beneficiary of the Fondo Colombia en Paz. However, the alignment of the program's activities with the activities carried out in the area by this fund will be sought.
Resolution 2028	2016	Through which the Bosques de Paz National Program was created, whose objective is to create sustainable management models that seek to	The program is not a beneficiary of the National Forests of Peace Program. However, the alignment of the program's activities with the activities carried out in

Regulation	Date	Description	Program Compliance
		<p>integrate conservation for the benefit of communities settled in forested areas, strengthening their organization and environmental education, constituting them as guardians of peace and the environment.</p>	<p>the area by this program will be sought.</p>
Decree 1655	2017	<p>Whereby the organization and operation of the National Forest Monitoring System, the National Forest Inventory and the Forest and Carbon Monitoring System, which are part of the Environmental Information System for Colombia, are established and other provisions are issued.</p>	<p>The program will be aware of the results of the Environmental Information System for Colombia to make changes to carbon values and the deforestation baseline if necessary. Prior to each follow-up audit, the portals of the different programs of the Environmental Information System will be consulted to make the necessary adjustments.</p>

## 6 Information management

### 6.1 Database

As established in the protocol, the organization responsible for the program must have a database that includes the information presented in Table 29.

**Table 29. Data management**

Required information	Location in the database
Area with forestry activities.	Supports/ Information management/ Current program area
Geographical coordinates.	Supports/ Information management/ Land tenure/ Centroides_lotes
Vegetation cover at the beginning of forestry activities.	Support/ Information Management/ Initial Coverage
Information on tenure and land use rights.	Support/Information management/ Land tenure/Fundame_UT_agreement
Species	Not applicable - Conservation program
Provenance and production of plant material.	Not applicable - Conservation program
Objective of the forestry activity (e.g., conservation, recovery, production, etc.).	Conservation
Management cycle of the species and length of forestry activities.	Not applicable - Conservation program
Date of start of forestry activities.	Section 1.4 of the Program Document Supports/ Information Management /Start Date
Silvicultural management.	Not applicable - Conservation program
Annual growth in biomass if periodic measurements are taken.	Not applicable - Monitoring will be without measurement of plots.
Parameters related to the conservation of biomass to carbon variation according to the selected methodology.	Not applicable - Conservation program
Results of the quantification of removals.	Supports/Information Management/Estimates Granting
Disturbance events (if any)	If submitted, they will be collected and stored in the following folder: Support/ Information Management.
Monitoring	Support/ Information management/ Monitoring

In addition to the information presented in the previous Table, the organization will have within the database a folder called *Compensation\_Report* to track the removals assigned or sold as compensation, to ensure that there is no double counting. In this folder a folder per year will be created to store each of the sales made.

For this, in the folder of the corresponding year, the file "*Compensations\_Report*"<sup>97</sup> will be saved with the information of each sale made. The name of the file must contain the date of delivery, the name of the buyer and the number of vouchers assigned as follows: `ddmmaa_comprador_bonos`.

## 6.2 Information quality management and document control

All information in the database will be reviewed periodically to ensure compliance with the proposed goals and that the information is accurate. Likewise, if errors or omissions are found in the reviews, these will be dealt with by generating a report of the finding, after which a respective adjustment must be made, and the appropriate person must be notified. Having the documentary information database makes it possible to generate an adequate document control, including those corresponding to removals and compensation issued for such removals.

---

<sup>97</sup> The file that must be filled out is located in [Support/Information Management/ "Compensations sold"/ Compensation Report].

## 7 Disruptive events prior to reaching compensation

As specified in the ICONTEC protocol, in the event of an incident that prevents the achievement of the compensation already sold, the program will be responsible for informing the client of the situation and the actions that will be taken.

The following events have been identified as threats to the scope of the offset:

- Loss of forest cover due to natural events: the area is located in a territory with a low threat of natural fires; however, there is a risk of fires from anthropogenic sources, due to the slash-and-burn process carried out by some farmers to establish pastures or crops. In addition, the area has a medium and high risk of landslides and floods.<sup>98</sup>
- If the activities proposed by the program are not adequately developed in terms of the successful inclusion of the communities near the program area or the settlers living in the program area, it is possible that the deforestation control that took place in the 2010-2017 period will be reduced.

In the case of fires, meetings will be held with the community to make them aware of the risks of burning for land preparation and to identify an efficient communication system. Likewise, control and surveillance activities will be increased through the implementation of forest rangers. Regarding natural hazards, by maintaining forest cover, the risk of landslides in areas with steeper slopes is expected to be low. However, in the event of any of the described disturbances, the affected area will be estimated and the tCO<sub>2</sub>e emitted will be deducted from the total estimated amount.

For the period 2010-2017, no type of disturbance occurred.

---

<sup>98</sup> CORTOLIMA (2009). POMCA Hydrographic Basin of the Río Prado.