

ESTUDIOS TÉCNICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL COMPLEJO DE PÁRAMOS CRUZ VERDE – SUMAPAZ A ESCALA 1:25.000



parquesnacionales.gov.co

CONVENIO DE COOPERACIÓN No. 13-13-014-188CE ENTRE LA COMISION
CONJUNTA DEL CORREDOR DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS DE LA REGION
CENTRAL DE LA CORDILLERA ORIENTAL – CEERCCO (CAR, CORMACARENA,
CORPOCHIVOR, CAM, CORPORINOQUIA, CORPOGUAVIO, UNIDAD DE
PARQUES NACIONALES) Y EL INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS
BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT

DOCUMENTO DE CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO REGIONAL

Bogotá, noviembre de 2015

GRUPO DE TRABAJO

Biólogo MIGUEL BARRERA RODRÍGUEZ (CAR)

Coordinador técnico, Edición y Consolidación del Documento

Ingeniero Catastral y Geodesta EDISON SARACHE (CAR)

Cartografía, Sistemas de Información Geográfica SIG

Ecóloga NATALIA RODRIGUEZ (CAR)

Cartografía y Sistemas de Información Geográfica SIG

Ingeniero Civil RAUL CELIS (CAR)

Clima, Hidrografía, Hidrología e Hidrogeología

Ingeniera Geóloga SANDRA YOLIMA BARRERA (CAR)

Geología, Geomorfología e Hidrogeología

Ingeniero Geólogo JORGE BARRAGÁN (CORPOGUAVIO)

Geología, Geomorfología e Hidrogeología

Agróloga ALEXANDRA CERON (CAR)

Suelos y Coberturas de La Tierra.

Ingeniera Forestal CONSUELO ORTIZ (CORMACARENA)

Clima, Coberturas de la Tierra

Antropólogo ALEXANDER SALAS (CAM)

Caracterización Socioeconómica

Ingeniera Forestal ELSA LOZANO (CAR)

Caracterización Socioeconómica

Ecólogo ANDRES ARIAS (CORPORINOQUIA)

Análisis de Servicios Ecosistémicos

Bióloga LORENA ALBARRÁN (CORPOCHIVOR)

Análisis de Servicios Ecosistémicos

Ecólogo CAMILO ACUÑA (CAR)

Antecedentes, Infraestructuras

Ingeniera Ambiental ALEJANDRA GOMEZ (CAR)

Hidrología, Análisis de Redes Sociales.

CONTENIDO

1	INFORMACIÓN GENERAL Y MARCO ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL.....	4
1.1	Localización del Páramo de Cruz Verde – Sumapaz	4
1.2	Antecedentes	7
1.3	Áreas protegidas, figuras e instrumentos de planificación territorial en el entorno del páramo de Cruz Verde-Sumapaz.....	12
1.3.1	Áreas Protegidas	12
1.3.2	Instrumentos de Planificación y Ordenamiento Ambiental Territorial.....	15
2	ENTORNO REGIONAL COMPLEJO DE PÁRAMOS CRUZ VERDE-SUMAPAZ	24
2.1	JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE	24
2.2	DETERMINACIÓN ENTORNO REGIONAL	24
2.3	CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA	27
2.3.1	Clima.....	27
2.3.2	Geología	43
2.3.3	Geomorfología	56
2.3.4	Hidrogeología.....	62
2.3.5	Hidrografía e Hidrología.....	65
2.3.6	Suelos.....	2
2.3.7	Cobertura de la Tierra.....	28
2.4.	CARACTERIZACIÓN SOCIOCULTURAL Y ECONÓMICA	28
2.5.	ANÁLISIS DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.....	84
	BIBLIOGRAFÍA.....	107

1 INFORMACIÓN GENERAL Y MARCO ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL

1.1 LOCALIZACIÓN DEL PÁRAMO DE CRUZ VERDE – SUMAPAZ

En el contexto nacional, de acuerdo con los límites planteados en el Atlas de Páramos de Colombia (IAvH, 2012) por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt AvH, el páramo de Cruz Verde – Sumapaz está ubicado sobre la Cordillera Oriental, al suroeste del departamento de Cundinamarca, al noroeste del Meta y una pequeña parte del norte del Huila. Con una extensión de 333.420 Has, incluye 25 municipios, entre los cuales Bogotá, D. C., San Luis de Cubarral, La Uribe, Guamal y Gutiérrez son los de mayor área sobre el páramo (figura No. 1).

El complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz se sitúa entre los 3.250 - 4.230 m.s.n.m. de altitud y comprende los páramos de Choachí, Cruz Verde, Las Ánimas, Monserrate, Andabobos, El Cajón, El Cedral, Sumapaz, El Nevado, Nuevo Mundo, Pasquilla, Usme, Chisacá y Las Mercedes, entre otros. También son relevantes las localidades de alto de Las Oseras, Monserrate, Rabona, Ramírez y Torquita, los cerros de Guadalupe, Diego Largo, El Rayo y Santuario, y las cuchillas de San Cristóbal y Los Tunjos.

Esta zona se encuentra en jurisdicción de la CAR, (41,6%), CORMACARENA (37,8%), CORPORINOQUÍA (12,2%), CAM (8,3%) y de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, Distrito Capital (0,01%). Una gran parte de su superficie se encuentra dentro del Parque Nacional Natural Sumapaz, alcanzando 142.112 hectáreas que corresponden al 42,62% del complejo.

En lo referente a la caracterización biofísica de este sistema, el cual hace parte del denominado Distrito de Páramos de Cundinamarca, se puede decir en términos generales, que por su extensión y condiciones ecológicas, este complejo presenta una amplia gama de ecosistemas.

Según el IAvH (2006), la zona pertenece a los orobiomas andino, altoandino y de páramo de la Cordillera Oriental, con 22 ecosistemas naturales distintos entre los que están bosques, vegetación de páramo y subpáramo, desde condiciones secas hasta pluviales en montañas y lomeríos.

El régimen de distribución de lluvias es de tipo bimodal, aunque se observa una tendencia hacia una distribución monomodal en la vertiente oriental y bimodal en la vertiente occidental del complejo. Las zonas mas secas del complejo corresponden a los municipios de Soacha, Usme y La Calera, y las más húmedas son las laderas de la vertiente oriental de la Cordillera Oriental, hacia el Meta y el oriente de Cundinamarca

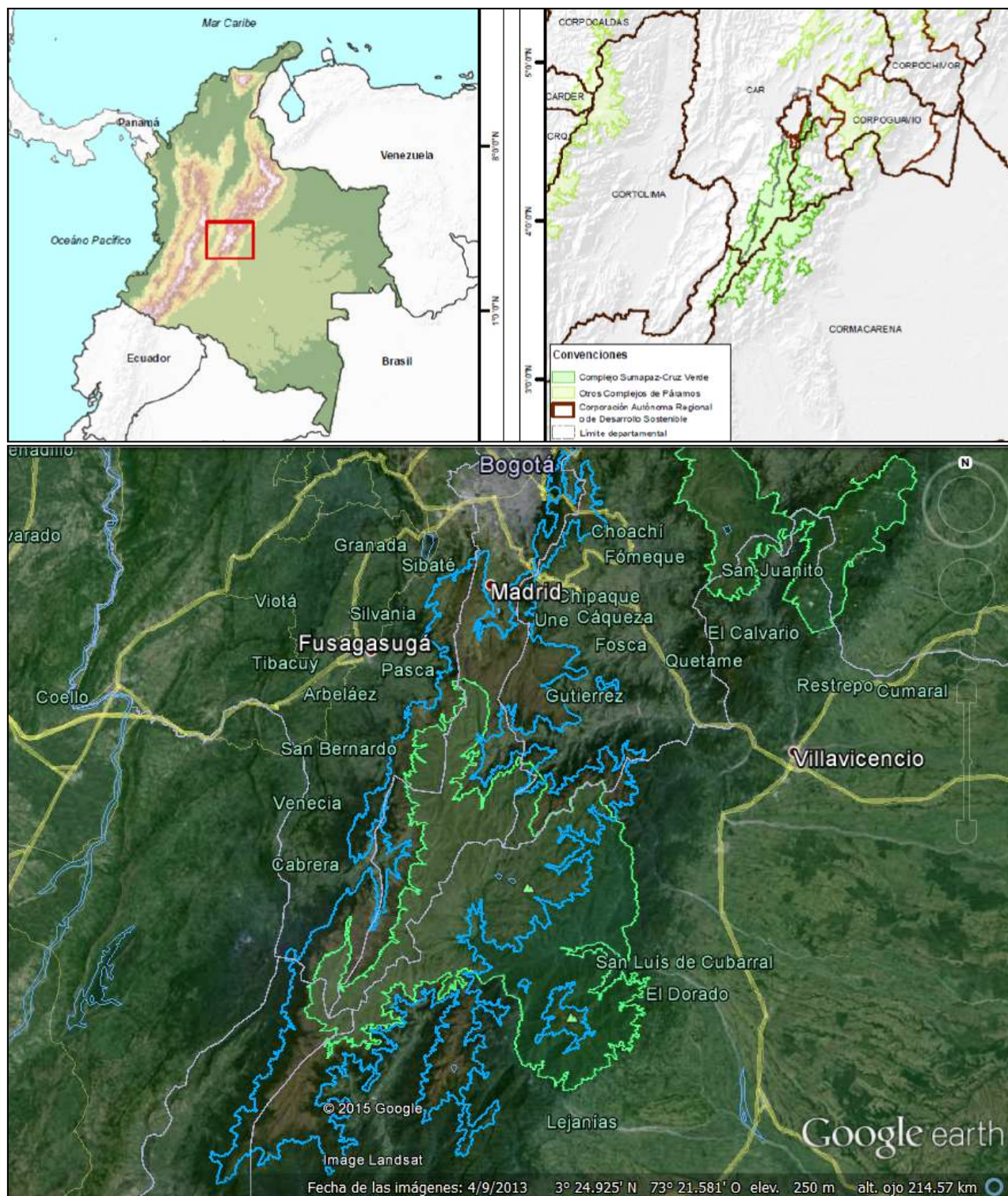


Figura No. 1. Localización del Complejo de Páramos Cruz Verde-Sumapaz, en la Cordillera Oriental, confluencia de las jurisdicciones de CAR, CORMACARENA, CORPORINOQUIA, CAM y SDA. **Fuente:** IAvH (2012), Google Earth.

El páramo de Sumapaz es considerado como área prioritaria dentro de los ecosistemas estratégicos de páramos. Según Cleef (1997) se estima que es el segundo centro biogeográfico de la Cordillera Oriental, después de El Cocuy.

La franja de subpáramo, se ubica entre 3,200 y 3,500 m.s.n.m., y se caracteriza por la preponderancia de la vegetación arbustiva, matorrales. La segunda es la del páramo propiamente dicho, que se define por la cobertura de gramíneas y cuyos límites se extienden entre los 3,500 ó 3,600 y los 4,100 m.s.n.m.

La diversificación comunitaria es muy alta ya que se encuentran casi todos los tipos de vegetación, aunque predominan los frailejones (especies de *Espeletia*), los pajonales (especies de *Calamagrostis*) y los chuscales (especies de *Chusquea*). Por último está el superpáramo, que se localiza por encima de los 4,100 m.s.n.m, y se caracteriza por la discontinuidad de la vegetación y la evidencia de suelo desnudo (Rangel-Ch., 2000).

La localización de este complejo constituye la línea divisoria entre aguas de la vertiente oriental de la Cordillera Oriental, que van hacia los Llanos Orientales, y la vertiente occidental que va hacia el valle del río Magdalena.

En cuanto a los suelos predominan los órdenes Entisoles, Inceptisoles y Andisoles. En las zonas secas se presentan mayoritariamente suelos superficiales, bien drenados, de fertilidad mediana a alta y bajo contenido de materia orgánica. En las zonas más húmedas los suelos son de mayor profundidad, ricos en materia orgánica pero desaturados, ácidos y de baja fertilidad.

De forma azonal y asociados a lagunas, depresiones y vallecitos de ríos, aparecen suelos orgánicos del orden Histosol, cuyo drenaje es pobre o encharcado y cuya fertilidad es baja y la profundidad muy superficial debido al nivel freático.

Finalmente, con respecto a las condiciones actuales del área, se tiene que el grado de alteración del complejo llega a un poco más del 15%; más de 45,000 ha se encuentran en cultivos, pastos para ganadería o vegetación secundaria.

Sin embargo, este nivel de transformación en cada uno de los páramos en particular puede verse incrementado, como en las zonas de las localidades de Usme y Ciudad Bolívar, del Distrito Capital, Pasca, Une y Choachí, en Cundinamarca, donde los cultivos de papa y la ganadería de leche son las principales actividades económicas.

1.2 ANTECEDENTES

El Complejo de Páramos Cruz Verde – Sumapaz ha sido un sistema natural, ampliamente estudiado por su alto valor ecosistémico y la oferta de bienes y servicios que suministra a la región conformada por los diferentes municipios con jurisdicción en su área, por lo cual ha sido siempre objeto de cuantificación y estudio.

Uno de los primeros informes sobre el área corresponde al adelantado por la Universidad Nacional de Colombia en 1976, denominado Estudios Ecológicos en el Paramo de Cruz Verde, en donde se realizaron estudios sobre la biomasa en las asociaciones de *Calamagrostis effusa* y *Altesteinia fimbriata*, de *Calamagrostis effusa*, *Espeletia grandiflora* y *Geranium santanderiense*, y de *Diplostegium revolutum degradada*. Así mismo, se han realizado estudios acerca de la productividad y el contenido de clorofila de *Calamagrostis effusa* y *Paepalanthus columbiensis* durante 1970 y 1971.

No obstante solo hasta el año 1977, Mediante el Acuerdo N°. 14 del 2 de Mayo, la Junta Directiva del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente (Inderena) reservó, alinderó y declaró el PNN Sumapaz con un área de 154.000 Hectáreas. El objeto de su creación fue la conservación de la flora, la fauna, las bellezas escénicas, los complejos geomorfológicos, las manifestaciones históricas o culturales, con fines científicos, educativos, recreativos o estéticos. Para cumplir este objeto el Ministerio de Agricultura, mediante la Resolución N°. 153 del 6 de Junio de 1977, aprobó dicho acuerdo.

De otra parte, el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá (POT) (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2000) fija normas de conservación para estas zonas de alta fragilidad ecológica, las cuales se encuentran asociadas a las áreas protectoras del recurso hídrico.

La Unidad de Parques Nacionales presentó el Plan de manejo del PNN Sumapaz (2005), y en él definió los siguientes arreglos ecosistémicos como objetivo de conservación: superpáramo, páramo húmedo y bosque andino del macizo de Sumapaz; los sistemas hídricos relacionados con las cuencas altas de los ríos como oferentes de servicios ambientales para el Distrito Capital, Cundinamarca y el Meta, y finalmente, los escenarios paisajísticos de valor histórico y cultural de este macizo.

Igualmente, dentro de los antecedentes de manejo de áreas de páramo, se encuentra la Política Pública Distrital de Ruralidad, la cual constituye una herramienta de gestión del Distrito Capital para el desarrollo y el ordenamiento ambiental sostenible del territorio. Promoviendo la vinculación entre las zonas urbana y rural, entendiendo esta última, como un patrimonio ecológico fundamental para la ciudad (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. & Secretaría Distrital de Ambiente, 2007), la cual desempeña un papel importante para definir las herramientas y directrices de conservación de las áreas de páramo.

La Resolución No. 0937 de 2011 el MAVDT, adopta la cartografía a escala 1:250.000 del Atlas de Páramos de Colombia (IAvH, 2007) y define los lineamientos generales para la delimitación de las áreas de páramo.

Por su parte la Ley 1450 de 2011 Plan Nacional de Desarrollo, en el Artículo No. 202 establece que los ecosistemas de páramos y humedales deberán ser delimitados a escala 1:25.000 con base en estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales adoptados por el MAVDT o quien haga sus veces.

El Decreto – Ley 3570 de 2011 en su Artículo No. 2 determina que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS (antes MAVDT), debe elaborar los términos de referencia para la realización de los estudios que soporten la delimitación de los ecosistemas de páramo por parte de las autoridades ambientales, los cuales ya fueron adoptados y rigen el presente ejercicio de delimitación del páramo de Cruz Verde – Sumapaz.

Resultado del proceso de actualización cartográfica del año 2013 de los Páramos de Colombia del Atlas de Páramos de Colombia, se suscribió el Convenio Interadministrativo de Asociación (105) 11-103 entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Instituto Alexander von Humboldt en 2012, a partir del cual se realizó una actualización cartográfica a escala 1:100.000 del Atlas de Páramos de Colombia (IAvH, 2007), incorporando criterios de funcionalidad e integridad ecológica del ecosistema, e incluyendo variables biofísicas y socio-económicas en el proceso de delimitación de los páramos, para su aplicación a escala 1:25.000 por parte de las autoridades ambientales regionales.

Actualmente, la Unidad de Parques Nacionales Naturales viene adelantando un proceso de precisión cartográfica del polígono del PNN Sumapaz, a partir de la aplicación de herramientas SIG, estableciendo que el área del parque es de 223.179,29 hectáreas.

Como resulta evidente, hasta la fecha, el complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz ha sido objeto de diversos estudios para su diagnóstico y procesos de planificación para su manejo, que sirven de insumo fundamental para su delimitación a escala 1:25.000 y posteriores procesos de zonificación, reglamentación de su uso y formulación concertada de un plan de manejo definitivo para el área.

En relación con lo anterior, y de acuerdo con el Plan de Manejo del PNN Sumapaz (2005), se definieron como objetivos de conservación los siguientes ecosistemas: super páramo, páramo húmedo y bosque andino del macizo de Sumapaz; a su vez los sistemas hídricos relacionados con las cuencas altas de los ríos como oferentes de servicios ambientales para el Distrito Capital, Cundinamarca y Meta; y los escenarios paisajísticos de valor histórico y cultural del macizo de Sumapaz.

En estudios realizados por la CAR y la Universidad Nacional en el 2004, se afirma los páramos mejor documentados desde el punto de vista florístico de este complejo son los

que pertenecen al territorio CAR en el páramo de Sumapaz, con registros de 635 especies, 280 géneros y 80 familias.

El patrón de riqueza está dominado por las familias Asteraceae, Poaceae y Orchidaceae; en cuanto a géneros predominan *Pentacalia*, *Miconia*, *Hypericum* y *Diplostephium*. Esto junto con el estudio de Franco y Betancur nombrado en el Plan de Manejo del PNN Sumapaz, confirma que este complejo es uno de los sitios de alta montaña más ricos en géneros y especies de flora de Colombia (Morales *et al.* 2007).

En cuanto a densidad poblacional, el *Diagnóstico Local con Participación Social* de la Secretaría de Salud Distrital, reporta para 1998 los corregimientos de Betania, San Juan y Nazareth como los mas densamente poblados de la localidad de Sumpaz del Distrito Capital con 2,373 habitantes y 531 familias (Morales *et al.* 2007).

Por otro lado, dentro del Plan Maestro de Abastecimiento de Agua para Bogotá se ha diseñado el denominado Proyecto Sumapaz, el cual está basado en estudios prospectivos realizados con anterioridad a la situación de emergencia que actualmente vive la ciudad, para lo cual se proyecta la construcción de un sistema de embalses en el páramo de Sumapaz como la solución más conveniente a mediano y largo plazo (UAESPNN, 2005. En: Morales *et al.* 2007).

Según el estudio de Ospina (2003), los principales impactos adversos en relación con los usos y sus implicaciones en la degradación de los suelos y manejo sostenible de los páramos del complejo Cruz Verde - Sumapaz, se consideran ocasionados por:

Ganadería extensiva: Ocasiona compactación de los suelos por pisoteo de los animales, generando la perdida de poros por donde transita el agua y el aire, creando un desequilibrio de la capacidad de almacenamiento, retención y regulación del agua en el suelo. En algunas áreas el suelo se compacta impidiendo el desarrollo de vegetación, procesos de descomposición de materia orgánica y la respiración del suelo.

Agricultura: Debido a que los suelos de páramo no son aptos para esta actividad, es necesario invertir esfuerzo y recursos en su adecuación debido a la alta acidez y pobreza de nutrientes. Esta actividad a su vez genera impactos en el ciclo hídrico afectando las funciones reguladoras del suelo en la alta montaña, en la estabilidad de la tierra, en la pérdida de biodiversidad y en el componente escénico del páramo.

Cultivo de papa: este cultivo en el Complejo de Páramos Cruz Verde-Sumapaz resulta ser un factor profundamente negativo, pues hace necesario tumbar y quemar frailejón, drenar el terreno con profundas zanjaz antes de arar, y además, trazar los surcos siguiendo la pendiente, practicas que aceleran la erosión y movimiento de masas teniendo un efecto hídrico mortal en la Sabana, cuyos ríos disminuyen cada vez más sus caudales, mientras la demanda de agua crece.

El consumo de agua en cultivos de papa es desconocido, pero se sabe que se utilizan grandes volúmenes para la aplicación de agroquímicos -45 productos químicos aproximadamente- para controlar insectos y enfermedades de la papa. El uso de agroquímicos produce eutrofización y contaminación de fuentes de agua superficiales y del subsuelo, en general todas de consumo humano, originando problemas de salud.

Deforestación: La utilización de madera para leña o construcciones locales, siendo el bosque alto andino y de transición al páramo (subpáramo) los ecosistemas más afectados, las especies de encenillo *Weinmania tomentosa* y palo colorado *Polylepis* sp., han sido las especies que mayor presión han sufrido debido a la utilización intensiva para leña (encenillo) y madera (palo colorado).

Van der Hammen (1998), muestra en sus estudios que estos bosques alcanzaban altitudes de 3,600 m.s.n.m. sin embargo la intervención humana, el pastoreo y las quemas repentinas, combinados con el crecimiento lento de estas especies llevaron a la desaparición paulatina de este tipo de bosque. Actualmente existen algunos relictos de bosque original a lo largo de pendientes y estrechos valles (Ospina, 2003).

Minería: La explotación intensiva de canteras en algunas áreas de páramo para la extracción de materiales de construcción afectan tanto el paisaje, como la flora y fauna asociada a estos ecosistemas. En el largo plazo estas prácticas causan erosión, inestabilidad de tierras y sedimentación de cauces.

Orden Público: los actores del conflicto armado en Colombia han encontrado refugio en zonas de paramos y alta montaña, generando una serie de problemas que afectan el ecosistema, desarrollan actividades como construcción de campamentos, recolección y quema de leña, movimientos de tierra para levantar trincheras, puestos de vigilancia, canalización y represamiento de agua.

Todo esto afecta los suelos, el agua, la vegetación primaria y la fauna. Por este complejo los grupos insurgentes buscaron la forma de descender a los Llanos Orientales, utilizando maquinaria pesada y explosivos para la construcción de carreteras por tratarse de un medio rocoso, a su vez la proliferación de trochas, pasos, caminos con fines estratégicos han aportado a la degradación de gran parte de ecosistemas de páramo (Ospina, 2003).

El problema de ocupación y construcción que estos grupos generaron, se suma el problema socioeconómico de marginalidad de los campesinos, la dificultad para la producción y comercialización de sus productos, la concentración de la propiedad rural hacia ecosistemas estratégicos o hacia zonas marginales urbanas debido a la presión de estos grupos, afectando las actividades de la sociedad rural (Ospina, 2003).

Incendios Forestales: Según la Alcaldía Mayor de Bogotá (2012), otro de los fenómenos que causan perturbaciones físicas a este complejo de páramos son los incendios forestales y las quemas que se presentan en las zonas rurales, generando efectos directos a la fauna,

la flora, el agua, el suelo, el aire, el paisaje y el hombre. Este último no solo ve afectada su integridad física, sino que tiene que realizar una movilización de personas y herramientas con el fin de minimizar su afectación limitando las posibilidades de desarrollo. El fuego retrasa o impide la autorregulación de los ecosistemas existentes llegando a la destrucción de una buena parte del componente ambiental de la ciudad de Bogotá.

De otra parte, se considera como un antecedente importante la proyección de los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial en términos de conservación y cuidado de los ecosistemas, recursos naturales y manejo de cuencas hidrográficas de los (25) municipios que hacen parte del Complejo de Páramos Cruz Verde – Sumapaz, para lo cual se tiene que dentro de los más importantes es el POT de Bogotá, ya que por la influencia de la capital en la región, este propone una proyección que logra vincular no solo la ciudad y su periferia, sino la región de la cual esta hace parte.

En el 2000, el Plan de Ordenamiento Territorial POT de Bogotá D.C. fija normas para la conservación de estas zonas, caracterizándolas como de alta fragilidad ecológica (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2000).

Desde el 2008 se ha generado una ruta de participación para la revisión del POT, que incluye eventos en los cuales la ciudadanía aporta propuestas; la última etapa de revisión del proceso se realizó en cabildos para las 20 localidades, repartidos en (38) territorios que tienen como referentes de espacialización del sistema hídrico, de los cuales los dos pertenecen a Sumapaz: (36) Sumapaz Cuenca Río Blanco y (37) Sumapaz Cuenca Río Sumapaz (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2012).

A su vez, el Distrito Capital apoya la formulación del Plan de Ordenamiento Territorial y Ambiental para la Región –POTAR, el cual, liderado por la CAR, para promover las exigencias ambientales en toda la región. En este componente se tiene como eje principal el sistema hídrico de cada una de las áreas de reserva distrital, dentro del cual está el PNN Sumapaz.

En cuanto al ordenamiento del territorio rural, éstas permiten la conservación de las mayores riquezas ecosistémicas del distrito dentro de las cuales se encuentra: Cuenca Río Sumapaz –subcuenca de los ríos San Juan, Pilar y Alto Sumapaz- y Cuenca Río Blanco –subcuenca de los ríos Portezuela, Taquecitos, Chochal y Blanco y quebrada Honda (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2013).

En el Artículo No. 32 del POT, se propone una integración con la estructura ecológica regional. El Distrito Capital, en el marco de su jurisdicción y competencia, promoverá la integración de la Estructura Ecológica Principal -EEP- de Bogotá con la Estructura Ecológica Regional por medio de las siguientes acciones (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2013):

- La integración de la Estructura Ecológica Principal con las estructuras ecológicas municipales.

- La integración del territorio distrital a la región, en torno al recurso hídrico, la gestión conjunta de las cuencas hidrográficas y el conjunto de ecosistemas estratégicos de las mismas, priorizando la recuperación y conservación del río Bogotá, sus afluentes y riberas, buscando al máximo la conectividad ecológica a partir de los corredores fluviales y sus ZMPA.
- La conformación y conservación de corredores ecológicos regionales a partir del sistema hídrico, los páramos y demás áreas abastecedoras.
- La conformación de escenarios institucionales con autoridades ambientales y territoriales para el manejo conjunto de cuencas y ecosistemas compartidos.

De acuerdo con el Parágrafo 1º del mismo acuerdo, este incluye las acciones de integración regional a nivel ambiental como prioritarias para la recuperación y manejo integral del Río Bogotá, lo mismo que las acciones sobre el Corredor de Conservación del Recurso Hídrico Chingaza – Páramo de Sumapaz – Cerros Orientales – Páramo de Guerrero – Páramo de Guacheneque, y la conectividad ecológica con el sistema montañoso del occidente de la Sabana de Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2013).

1.3 ÁREAS PROTEGIDAS, FIGURAS E INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL EN EL ENTORNO DEL PÁRAMO DE CRUZ VERDE-SUMAPAZ

1.3.1 Áreas Protegidas

En Colombia, el Decreto-Ley 2811 de 1974, por el cual se adopta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y del Ambiente, define la necesidad de establecer un sistema de áreas naturales nacionales, con diferentes fines y categorías de uso y manejo, es así como el Decreto 622 de 1977 (el cual se encuentra compilado en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible), contiene los reglamentos generales aplicables al conjunto de áreas con valores excepcionales para el patrimonio nacional, que debido a sus características naturales y en beneficio de los habitantes de la nación, se reserva y declara dentro de alguno de los tipos de áreas definidas en el Decreto No. 2372 de 2010, sobre áreas protegidas y en el Artículo No. 329 del Decreto- Ley número 2811 de 1974.

La declaratoria del Parque Nacional Natural Sumapaz se realizó a través de la Resolución No. 041 del 22 de abril de 1968, por parte del INCORA. Seguido a esto, elINDERENA por medio del Acuerdo No. 022 de Mayo 13 de 1971 reservó y declaró como Zona Forestal Protectora y de Bosques de Interés General las áreas del Páramo de Sumapaz que se encontraban en jurisdicción de Bogotá. Este cambio de régimen de PNN a ZFP, se realizó debido a que el Consejo de Parques Nacionales delINDERENA, al conocer y considerar las obras que se realizarían a futuro en el páramo de Sumapaz (represas, vías de acceso y otras) y a pesar de los impactos sobre el ecosistema, consideró que mediante la figura de Zona Forestal se lograría la conservación de las aguas, los suelos y la perpetuación de la

Fauna y la Flora Silvestre, por lo cual el Ministerio de Agricultura aprobó el cambio de régimen por medio de la Resolución No. 237 de agosto de 1971.

Mediante el Acuerdo No. 14 del 2 de Mayo de 1977 la Junta Directiva del INDERENA, reservó, alindero y declaró el Parque Nacional Natural Sumapaz con un área de 154.000 Has., cuyo objeto es la conservación de la flora y la fauna, las bellezas escénicas, los complejos geomorfológicos, las manifestaciones históricas y culturales con fines científicos educativos, recreativos o estéticos, para lo cual el Ministerio de Agricultura, mediante la Resolución No. 153 del 6 de junio de 1977 aprobó el Acuerdo No. 14.

De acuerdo con el mas reciente ejercicio de precisión cartográfica el PNN Sumapaz alcanza 223.179 hectáreas y se encuentra ubicado en la Región Central de la Cordillera Oriental en las localidades de Sumapaz y Usme de Bogotá D.C. y los municipios de Pasca, Arbeláez, San Bernardo, Cabrera y Gutierrez en Cundinamarca; Cubarral, Acacías, Guamal, El Castillo, Lejanias y Uribe, en el Meta; y el municipio de Colombia en el Huila (Tabla No. 1).

Tabla No. 1. Coordenadas geográficas de localización del PNN Sumapaz. **Fuente:** Parques Nacionales.

	LAT GMS	LONG GMS
NORTE	4° 17' 23,568" N	74° 12' 27,072" W
ESTE	3° 46' 14,281" N	73° 54' 04,449" W
SUR	3° 35' 07,916" N	74° 03' 07,946" W
OESTE	3° 44' 29,639" N	74° 29' 35,755" W

Con relación al Complejo de Páramos Cruz Verde – Sumapaz, se hizo una consulta de la información existente en las entidades con incidencia en el manejo de información sobre áreas protegidas, específicamente la registrada en el Sistema de Información de Alertas Tempranas – TREMARCTOS. El complejo se traslapa visiblemente con el PNN Sumapaz, en su sector occidental, que corresponde en su mayor parte al eje central de la cordillera en Cundinamarca y el Distrito Capital. El área del complejo dentro del parque alcanza las 142.111,53 hectáreas que corresponden al 63,67% de su extensión. Con excepción del sector suroriental, el polígono del páramo, prácticamente rodea el PNN Sumapaz, extendiéndose hacia el norte para incluir el páramo de Cruz Verde y los Cerros Orientales de Bogotá y hacia el sur, en el páramo de Oseras en el Huila (figura No. 2).

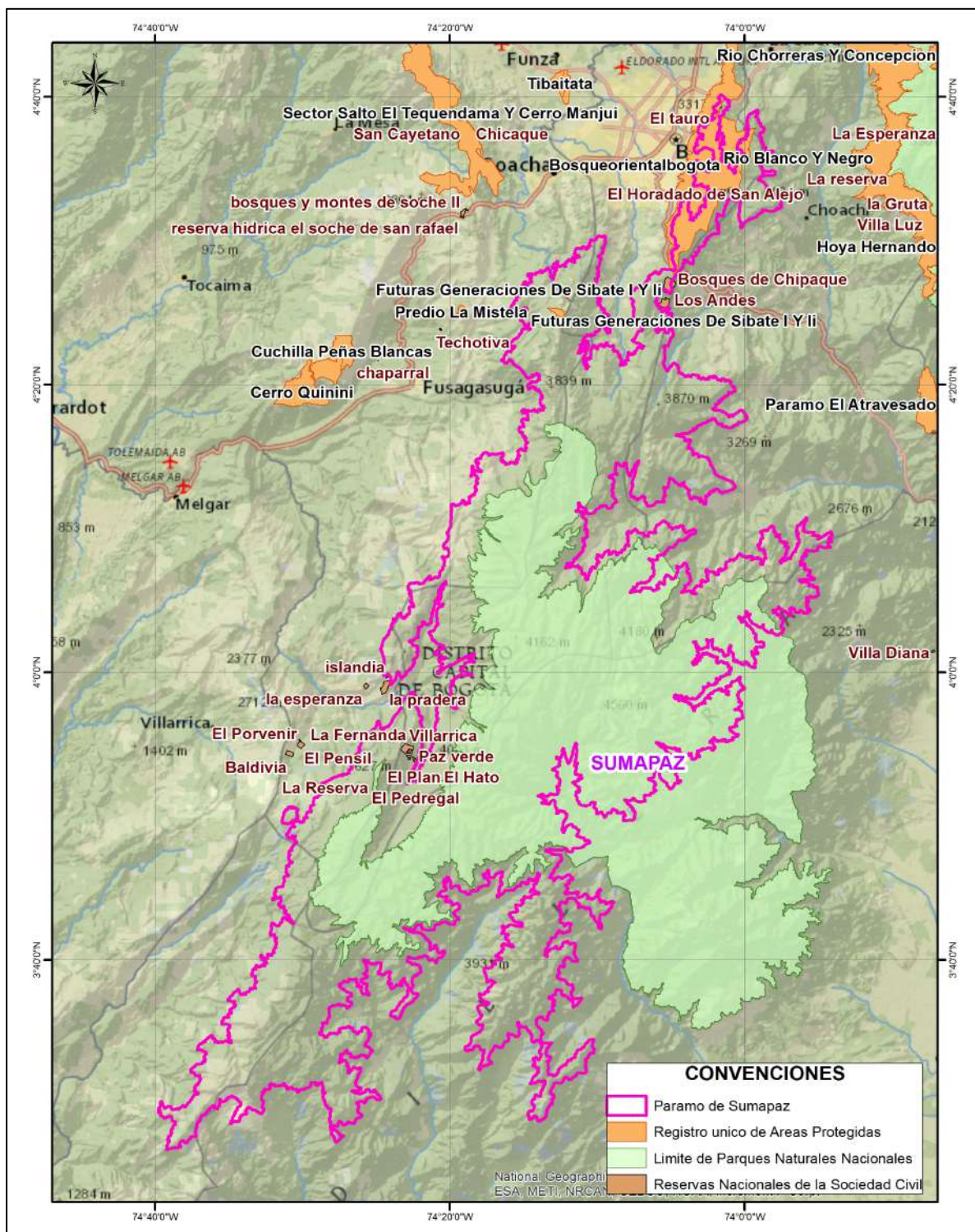


Figura No. 2. Áreas protegidas presentes en el Complejo Cruz Verde- Sumapaz. **Fuente:** TREMARCTOS, Adaptado por la CAR (2014).

Además del PNN Sumapaz, en el complejo se presentan otras áreas estratégicas: en la Localidad de Sumapaz se encuentran la Reserva Forestal RF Las Abras, R.F. el Zarpazo, R.F. Alto Río El Chochal, R.F. Bajo Río Gallo, R.F. San Antonio, R.F. Quebrada Honda, R.F. del Pilar y Sumapaz, R.F. Altos de San Juan, R.F. San Juan, R.F. Las Vegas, R.F. Subpáramo del Salitre, R.F. Sub-páramo Chuscales, Reserva Subpáramo Hoya Honda, Reserva Subpáramo El Oro, Reserva Subpáramo Quebrada Cuartas, la Laguna La Hermosura y la Laguna El Tunjo (Plan Ambiental Local. Alcaldía local de Sumapaz. 2012).

Debido a la gran extensión del PNN Sumapaz, es importante reconocer los diferentes corredores o conexiones ecológicas con otras áreas de la región; en este sentido, se presentan los siguientes elementos estructurales (Alcaldía de Bogotá, 2012):

- **Corredor Sumapaz – Picachos:** existe conectividad del PNN Sumapaz con la cordillera de Los Picachos por las estribaciones de la cordillera Oriental, a través de la Zona de Preservación Vertiente Oriental (AME – Macarena), por el Distrito de Manejo Integrado Ariari – Guayabero. Dichas zonas propician la transición andino amazónica.
- **Corredor Sumapaz – Cerros Orientales – PNN Chingaza:** este corredor se localiza en la Cuenca Hidrográfica del Río Blanco, desde 2003 la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB ha trabajado en la formulación e implementación de proyectos de Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), aprovechando la conectividad que existe entre estas tres zonas cuyos conductores son los corredores de bosque alrededor de los ríos y ecosistemas de páramo.
- **PNN Sumapaz y Reservas Distritales:** Planeación Distrital definió alrededor de 27 zonas de reserva para la localidad de Sumapaz. En todos los casos son zonas de conservación por medio de inducción de transformaciones ambientales en apoyo a tendencias de sucesión ecológica.

1.3.2 Instrumentos de Planificación y Ordenamiento Ambiental Territorial

Planes de Manejo de Áreas Protegidas.

Como se mencionó en el numeral anterior, buena parte del área del complejo Cruz Verde –Sumapaz se encuentra como área protegida bajo la categoría de PNN Sumapaz, para el cual existe un Plan Básico de Manejo, formulado por la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales – UAESPNN (Actualmente denominada Parques Nacionales Naturales de Colombia), en el año 2005.

Como resultado de la zonificación y reglamentación de manejo del PNN Sumapaz de dicho documento, (Figura No. 3) donde se encuentra la zonificación de manejo del área protegida, sobre la cual se definieron las siguientes categorías de zonificación:

- **Zona Histórica Cultural:** zona en la cual se encuentran vestigios arqueológicos, huellas o señales de culturas pasadas, supervivencia de culturas indígenas, rasgos históricos o escenarios en los cuales tuvieron ocurrencia hechos trascendentales de la vida nacional.

Dentro de estas se encuentran la Laguna de Chizacá, la Laguna Negra Encantada, las Lagunas de Media Naranja (Larga y la Balsa). El cementerio indígena y los caminos reales. Como actividades prohibidas para esta zona, se establecen las fogatas, extracción de flora y fauna, introducción de especies domesticadas, contaminación, camping, las actividades contempladas en la resolución de ingreso de los visitantes a los Parques y la construcción de infraestructura.

- **Zona de Alta Densidad de Uso:** zona en la cual por sus condiciones naturales, características y ubicación pueden realizarse actividades recreativas y otorgar educación ambiental de tal manera que armonice con la naturaleza del lugar, produciendo la menor alteración posible.

El Uso Principal, corresponde a actividades para restauración total o parcial de un ecosistema o valor de conservación afectado o para mitigar riesgos naturales de impacto social. Por su parte, como actividades prohibidas se establecen actividades productivas insostenibles ambientalmente, alta velocidad de tránsito, y las demás actividades contempladas en la resolución de ingreso de los visitantes a los Parques.

- **Zona Primitiva:** corresponde a las zonas que no han sido alteradas o que han sufrido mínima intervención humana en sus estructuras naturales (Decreto 622 de 1977). En esta zona se encuentran los nacimientos de los ríos: Río Grande, Río Ariarí, Río Azul, Río Tonoa, Río La Cal, Río Yamanes, Río Guape, Río Duda, Río Cabrera y Río Sumapaz, entre otros; además se encuentran: el Cerro Nevado, Alto de las Oseras, Cuchilla del Infierno, Páramo de Peñalisa, Páramo de las Mercedes, entre otros.

Como actividades permitidas para la zona, se establecen las siguientes: Investigación, recorridos de vigilancia y monitoreo, filmaciones y fotografía con restricciones. Como actividades prohibidas para la zona se encuentran todo tipo de actividades productivas y extractivas.

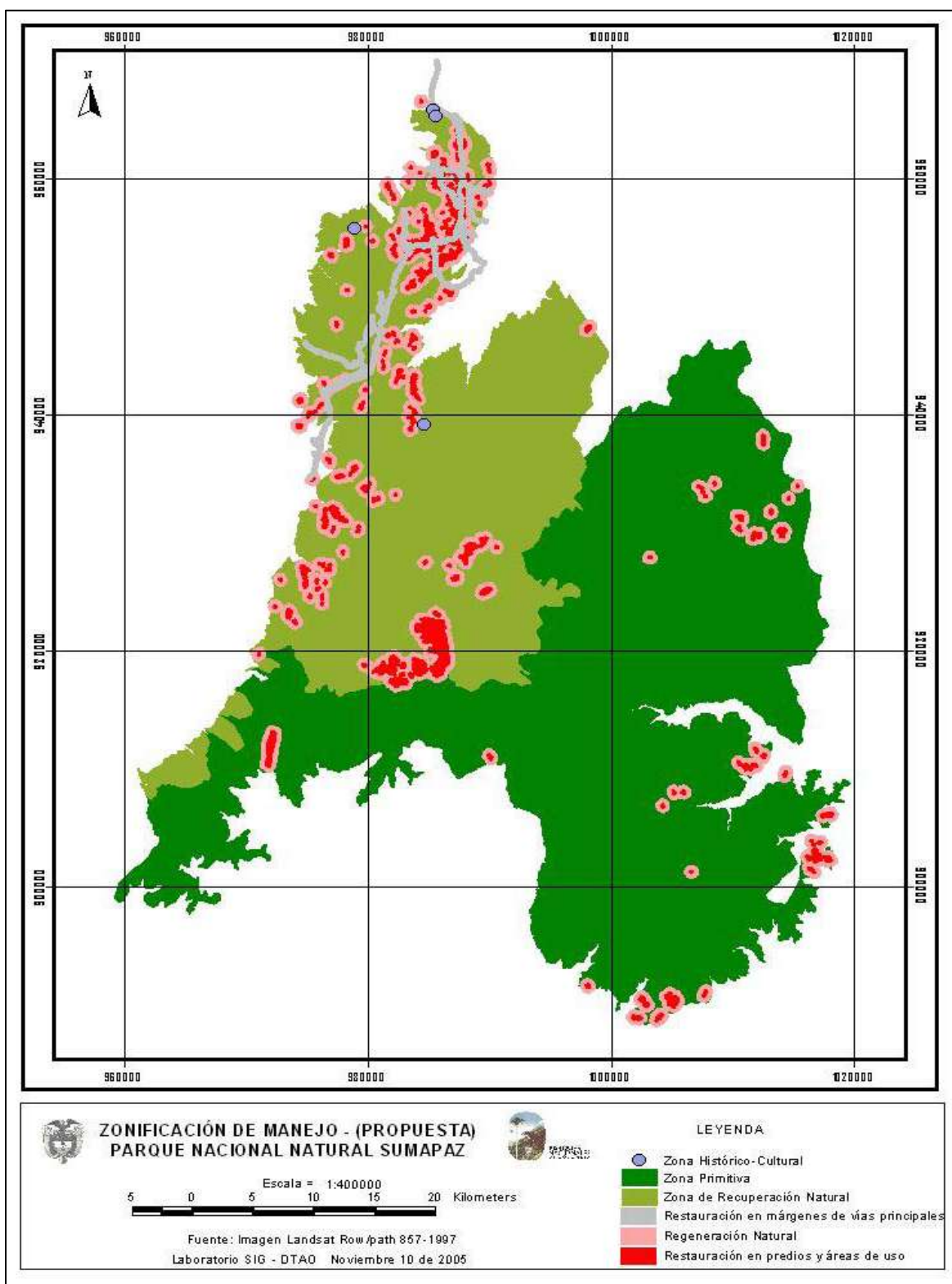


Figura No. 3. Zonificación del PNN Sumapaz. **Fuente:** Plan de Manejo PNN Sumapaz. UAESPNN 2005.

- **Zona de Recuperación Natural:** zona que ha sufrido alteraciones en su ambiente natural y que está destinada al logro de la recuperación de la naturaleza que allí existió, o a obtener mediante mecanismos de restauración un estado deseado del ciclo de evolución ecológica; lograda la recuperación o el estado deseado, esta zona será denominada de acuerdo con la categoría que le corresponda.

Las actividades permitidas para estas zonas, son: regeneración natural, restauración en predios y áreas de uso, revegetalización, investigación, recorridos de vigilancia, monitoreo, saneamiento predial, reubicaciones y educación ambiental. Las actividades prohibidas son las actividades productivas y extractivas insostenibles ambientalmente.

- **Zona de Amortiguación:** zona en la cual se atenúan las perturbaciones causadas por la actividad humana en las zonas circunvecinas a las distintas áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, con el fin de impedir que lleguen a causar disturbios o alteraciones ecológicas o en la vida silvestre de estas áreas.

Los usos principales para esta zona deberán ser establecidos en coordinación con las Corporaciones Autónomas Regionales (C.A.Rs): CORMACARENA, CAR, CAM, CORPORINOQUIA y los municipios involucrados. Los usos podrían ser de preservación, investigación y producción sostenible, educación y cultura. No se establecen actividades permitidas, ni prohibidas, ya que estas deberán ser coordinadas y establecidas por parte de las autoridades ambientales competentes (CARs).

Para la región de Piedemonte Llanero la Dirección Territorial Amazonia Orinoquia DTAO ha definido el Área de Manejo Especial de La Macarena (AMEM) – Chingaza – Chiribiquete como un ejemplo de ordenamiento, bajo este criterio el PNN Sumapaz entraría a jugar un rol importante en la interconexión de las regiones Andina, Orinoquia y Amazonia (Unidad de Parques Nacionales Naturales, 2005).

Las autoridades regionales presentes en la región del Complejo de Páramos Cruz Verde – Sumapaz son: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR con figuras como la Reserva Forestal Protectora del Orden Nacional La Mistela, RFP Distrital Páramo de Sumapaz, Jurisdicción Bogotá, Santuario de Fauna y Flora Distrital, Reserva de la Sociedad Civil Sumapaz (municipio de Cabrera); Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia CORPORINOQUIA (Dirección Ambiental Cáqueza) con figuras como la Reserva Forestal Protectora del orden Nacional Páramo El Atravesado (Unidad de Parques Nacionales Naturales, 2005).

Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas POMCA.

Otro instrumento importante para la planificación en el entorno de este complejo de páramos, estrella hidrográfica del centro del país es el POMCA de los diferentes ríos que vierten sus aguas hacia los Llanos Orientales y el Valle del Magdalena: Río Sumapaz, Blanco y Meta.

POMCA Río Sumapaz: es según la CAR una cuenca de segundo orden, dicha cuenca hidrográfica hace parte de la hoya hidrográfica del Río Magdalena, se ubica al sur-occidente del departamento de Cundinamarca, con una extensión de 2532.14 Km², ocupando el 13.5% del área de jurisdicción CAR.

Esta cuenca limita al norte con la Cuenca del Río Bogotá y Cuenca Río Magdalena Vertiente Oriental en el departamento de Cundinamarca, al sur con el departamento del Huila, al oriente con el departamento del Meta y parte de la Cuenca del Río Bogotá y la del Río Blanco y finalmente por el occidente con el departamento del Tolima.

POMCA Río Blanco – Negro – Guayuriba: fue adoptada por la CAR mediante la Resolución Conjunta No. 02, compartida por los departamentos de Cundinamarca y Meta, hace parte de la jurisdicción de Parques Nacionales Naturales en los PNN Sumapaz y Chingaza, y las Corporaciones Autónomas Regionales CAR, CORPOGUAVIO, CORPORINOQUIA y CORMACARENA (POMCA Río Blanco – Negro – Guayuriba) Alcaldía de Bogotá, 2012.

Está clasificada como cuenca de segundo orden, hace parte de la Región 1 Sumapaz y Región 2 Piedemonte Llanero que conforman el PNN Sumapaz, y es afluente del Río Meta, que drena a la gran cuenca del Orinoco.

En jurisdicción de la CAR, esta cuenca se divide en dos áreas o sectores: una en la parte más alta que corresponde a la zona oriental del municipio de La Calera y hace parte del PNN Chingaza; el otro área corresponde una sector de la Localidad de Sumapaz en el Distrito Capital, que hace parte de las estribaciones del paramo de Sumapaz y colindando con el PNN de este páramo (POMCA Río Blanco – Negro – Guayuriba).

POMCA Río Bogotá: para el complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz, la cuenca del Río Bogotá está representada en la subcuenca del Río Tunjuelo, de suma importancia para los habitantes de Bogotá debido a su posición geográfica, extensión, valores paisajísticos, ambientales, y por el abastecimiento de agua para la parte sur del distrito capital, extracción de materiales de construcción y la oferta formal e informal de suelo para vivienda (EAAB II, recurso electrónico).

Esta cuenca forma parte del sistema hidrográfico del Río Bogotá, está ubicada entre las localidades de Tunjuelito, Usme, Ciudad Bolívar, Bosa y Sumapaz. Tiene su nacimiento en

la laguna de los Tunjos o Chisacá y desemboca en el Río Bogotá, tiene 53km de longitud, un descenso de 1,340 m y un área afluente de 36,280 ha. Esta cuenca está dividida en tres zonas, que se caracterizan por albergar diferentes tipos de ecosistemas (EAAB II, recurso electrónico).

La Cuenca Alta pertenece a la parte más escarpada de la cuenca, y comprende el área localizada entre la Laguna de Los Tunjos ubicada en el Páramo de Sumapaz –sitio donde nace el Río Tunjuelo y el Embalse de la Regadera. Del páramo y la Laguna de Los Tunjos descienden los ríos Chisacá y Mugroso, cuya confluencia procede el Río Tunjuelo. Dichos afluentes nutren la represa de Chisacá, que hace parte de los componentes del sistema sur de abastecimiento del Acueducto de Bogotá, permitiendo el suministro de agua a la localidad de Usme (EAAB II, recurso electrónico).

La Cuenca Media pertenece al área rural de Bogotá, y comprende el área establecida entre el Embalse La Regadera hasta la zona denominada Canteras, la cual hace parte de los parques minero industriales del Tunjuelo, Mochuelo y Usme, de donde se extraen materiales de construcción: distintos tipos de arena, gravas, areniscas y arcillas, entre otros materiales usados en la construcción de infraestructura y actividad urbanizadora (EAAB II, recurso electrónico).

En este área se encuentra ubicado el Relleno Sanitario de Doña Juana, en la localidad de Ciudad Bolívar del Distrito Capital, con una extensión de 450 ha, que constituye un servicio urbano básico, para la disposición final de residuos sólidos generados en la ciudad (EAAB II, recurso electrónico).

Por último, la Cuenca Baja, abarca el perímetro urbano de Bogotá, y está comprendida entre la Zona Canteras hasta la desembocadura del Río Tunjuelo en el Río Bogotá. Esta parte de la Cuenca, se encuentra en su mayoría densamente poblada, pues aún dispone de áreas con oferta de suelo, permitiendo atender la demanda de vivienda de interés social (EAAB II, recurso electrónico).

Planes de Ordenamiento Territorial Municipal POTs

Finalmente, dentro de la categoría de instrumentos de planificación, vale la pena destacar los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios que hacen parte del complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz. En el marco del ordenamiento territorial los municipios establecen normas y restricciones al uso del suelo, incluyendo las zonas de conservación, las cuales determinan restricciones a usos productivos de alto impacto sobre las zonas estratégicas que se corresponden con las áreas protegidas regionales o nacionales, o las mismas áreas de páramo, objeto del presente estudio.

El Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá Distrito Capital, incorpora la formulación de estrategias, planes, programas y proyectos enfocados a la estructura ecológica principal de la ciudad, de la cual hace parte la Localidad 20 denominada Sumapaz.

Este instrumento se encuentra en proceso de modificación excepcional actualmente (Decreto 190 de 2004, derogado por el Decreto 364 de 2014 y suspendido temporalmente por la sentencia del Consejo de Estado No. CE 624 de 2014).

Bogotá, D.C. tiene 20 localidades de las cuales tres (Usme, Ciudad Bolívar y Sumapaz), guardan una estrecha relación con el PNN Sumapaz. Según el POT de Bogotá, ratifica que la región de Sumapaz genera uno de los recursos hídricos más grandes del país, alimentando las cuencas de los ríos Orinoco y Magdalena.

La localidad de Sumapaz es la única netamente rural en todo el Distrito Capital; es insustituible en funciones ecológicas, y cumple un papel fundamental en el equilibrio de las áreas urbanas, tanto desde el punto de vista económico como ambiental por la oferta de productos agrícolas, ganaderos, agua potable, como captura de CO₂, entre otros (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., 2012).

La proyección de expansión de estas áreas puede afectar positiva o negativamente el páramo en el mediano y largo plazo, pues proyectar programas de desarrollo en sus cercanías podrá influenciar la conservación, pero a su vez podría representar una oportunidad, pues generaría un trabajo conjunto con organizaciones comunitarias de base en pro de la conservación del páramo.

Como proyectos específicos del POT del Distrito están los de desarrollo para sus zonas rurales, que en pocas palabras pertenecen a las localidades anteriormente mencionadas, en las cuales están los páramos y subpáramos.

Ejemplos de proyectos son: Proyecto Operación Nuevo Usme (Proyecto Metro – Vivienda) Vivienda de Interés Social, y proyectos para el abastecimiento del recurso hídrico para la estructura urbana del distrito: Proyecto La Regadera, Ampliación del Sistema Chingaza, Proyecto Sumapaz – desviación de algunas corrientes del Río Blanco a la cuenca del Río Tunjuelo y construcción del Embalse Chizacá II, o desviación de los Ríos Blanco y Ariari a la cuenca del Muña y construcción del Embalse Alto Muña.

En cuanto al Plan o Esquema de Ordenamiento Territorial y/o Plan de Desarrollo de los municipios de la región Sumapaz: Pasca, Arbeláez y San Bernardo no se menciona relación alguna con el PNN Sumapaz.

El municipio de Pasca tiene aproximadamente 1,498 Has dentro del PNN Sumapaz, pero en su EOT no proyecta planes relacionados con conservación de algunas de sus zonas, y tampoco plantea proyectos de gran envergadura que afecten en el corto o mediano plazo zonas del Parque (Unidad de Parques Nacionales Naturales, 2005).

El municipio de Arbeláez tiene 896 Has dentro del PNN Sumapaz, los ecosistemas de páramo se encuentran dentro del Parque, y sus principales cuencas son el Río Cuja y el

Río Pilar. Dentro de sus actividades agrícolas, se registran cultivos de papa dentro del Parque y actividades ganaderas (Unidad de Parques Nacionales Naturales, 2005).

El municipio de San Bernardo tiene 5,445 Has dentro del PNN Sumapaz, incluyendo relictos de bosque alto andino y páramo; sus principales cuencas son el Río Pilar con sus afluentes – Quebrada Cortaderal, Q. Los Salitres, Q. Las Espuelas y Q. San Antonio- y el Río Negro. Se reportan actividades agropecuarias dentro de los límites del Parque: cultivo de papa y ganadería (Unidad de Parques Nacionales Naturales, 2005).

Por su parte, el EOT del municipio de Cabrera incluye como uso del suelo las categorías de Vegetación de Páramo, Bosque Natural Primario y Bosque Natural Secundario. Respecto a los aspectos ambientales el municipio de Cabrera registra que está ubicado en la cuenca del río Sumapaz, catalogándolo como generador y regulador del recurso hídrico y ambiental para la región. A su vez define la Estructura Ecológica del municipio como áreas de soporte ambiental, que por sus características albergan biodiversidad, las fuentes hídricas y zonas de reserva de páramo y subpáramo del municipio (Unidad de Parques Nacionales Naturales, 2005).

Por último, el municipio de Gutiérrez tiene 4,932 Has dentro del PNN Sumapaz, y gran parte de su área corresponde a páramo; el recurso hídrico en el municipio es abundante ya que en su territorio se extiende parte del flanco oriental del Páramo de Sumapaz. Las principales cuencas son: Río Blanco y sus afluentes (Río Gallo, R. Clarín – parte de estos ríos está dentro del PNN), Quebrada Santa Rosa, Río Chiquito, Río Taguaque, entre otros. El uso actual de este recurso se limita a consumo urbano mediante el acueducto municipal, consumo rural mediante acueductos en desarrollo, depósito final de aguas residuales, uso agroindustrial para la fabricación de quesos, para producción piscícola, agrícola para riego de cultivos y pastos en época de verano. El municipio plantea programas de educación ambiental y reforestación, pero no es evidente la relación con la administración del PNN Sumapaz ya que no mencionan la existencia del Parque (Unidad de Parques Nacionales Naturales, 2005).

En cuanto al municipio de Acacias, su territorio alcanza alturas de 3,500 m.s.n.m. contribuyendo a la amplia oferta de recursos hídricos, se proyecta el manejo de cuencas hidrográficas que conlleva a procesos de estructuración económica, social y ambiental de la subregión. El proyecto deberá incluir las actividades de reforestación, impulso a la reconversión productiva para la sostenibilidad ambiental en el marco de la transformación tecnológica o cambios de uso del suelo, recuperación de los bosques y cuerpos de agua con programas de formación a la comunidad en preservación del medio ambiente, (Unidad de Parques Nacionales Naturales, 2005).

El municipio de Guamal, en su parte occidental presenta unos accidentes orográficos que alcanzan alturas superiores a los 4,000 m.s.n.m. lo produce una variedad de pisos térmicos de cálido hasta páramo. Sus principales cuencas hidrográficas son los ríos Grande, Guamal, Nevado, Humadea, San Vicente, Guamalito, Ariari y Orotóy, además de

numerosas quebradas, caños y otras fuentes de menor caudal. El municipio en su EOT menciona y analiza la presencia del PNN Sumapaz y su zona amortiguadora en su jurisdicción (Unidad de Parques Nacionales Naturales, 2005).

El municipio de Cubarral está ubicado en la parte alta de la cuenca del Río Ariari, uno de los principales tributarios del Río Guaviare. 806 Km² de su área es ocupada por el PNN Sumapaz, y se considera como una zona de reserva hidrológica y de exploración arqueológica. Como proyectos planteados para el municipio se destaca el interés en el manejo de los recursos naturales: manejo de fauna silvestre, reforestación, ecoturismo, sin embargo no se han concretado en un proyecto específico (Unidad de Parques Nacionales Naturales, 2005).

El municipio El Castillo tiene 11,783 ha. dentro del PNN Sumapaz, pero este no se ve reflejado en el EOT municipal (Unidad de Parques Nacionales Naturales, 2005).

2 ENTORNO REGIONAL COMPLEJO DE PÁRAMOS CRUZ VERDE – SUMAPAZ

2.1 JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE

Como ocurre con la mayor parte de las áreas de páramo del país, aunque el complejo de páramos Cruz Verde - Sumapaz está circunscrito a un área biogeográfica limitada por sus características ecológicas, geológicas e hidrológicas, su trascendencia va mucho más allá de sus propios límites ya que de sus bienes y servicios eco-sistémicos dependen muchas comunidades y sistemas productivos en sus zonas aledañas y a lo largo de las cuencas hidrográficas en sus dos vertientes. En tal sentido se puede evidenciar una proyección altitudinal descendente del ecosistema hacia las zonas más bajas a lo largo de las cuencas hidrográficas que se originan en el páramo mismo o por infiltración a través de la recarga de acuíferos.

2.2 DETERMINACIÓN ENTORNO REGIONAL

El entorno regional del Complejo de Páramos Cruz Verde – Sumapaz está determinado por la trascendencia de sus servicios ecosistémicos, particularmente el recurso hídrico que abastece una amplia zona que incluye el sector sur de la ciudad de Bogotá, además de extensas áreas de los departamentos de Cundinamarca, Meta y Huila. Este espacio geográfico involucra un área de incidencia directa conformada por los municipios y localidades del Distrito Capital con jurisdicción sobre las áreas de páramo, o por incidencia indirecta sobre otros entes territoriales generada por una relación de abastecimiento hídrico y/o recarga de acuíferos y aguas superficiales dependientes de las áreas de este páramo.

En este sentido, el entorno regional alcanza las 1.286.504,9 hectáreas y está conformado por un área de incidencia directa (25 municipios y 6 localidades de Bogotá D.C.) y un área de incidencia indirecta (8 municipios), todos dependientes por abastecimiento hídrico, escorrentía y/o recarga de acuíferos (Figura No. 4, Tabla No. 1).

En la mayor parte de los casos se incluyen municipios y localidades completas ya que la totalidad de su territorio depende de las áreas de páramo, pero en algunos casos como los de Acacias, Castilla La Nueva, San Martín, Granada, Fuente de Oro, Mesetas y Uribe (Meta), Colombia (Huila), Silvania, La Calera, Choachí, Cáqueza, Guayabetal y Quetame (Cundinamarca) se hizo un estudio más detallado pues algunos sectores se abastecen de diferentes cuencas, de otros complejos de páramo o de otros ecosistemas estratégicos.

Para determinar los tramos y asignarlos a un complejo determinado, se analizó desde el nacimiento de los diferentes afluentes de influencia en la zona estudiada, además de observar los límites veredales, los cascos urbanos, las coberturas de los acueductos y las zonas de producción. Así, para municipios como los mencionados, solamente se incluye una parte del territorio ya que no toda la población o el área territorial dependen del abastecimiento hídrico del páramo.

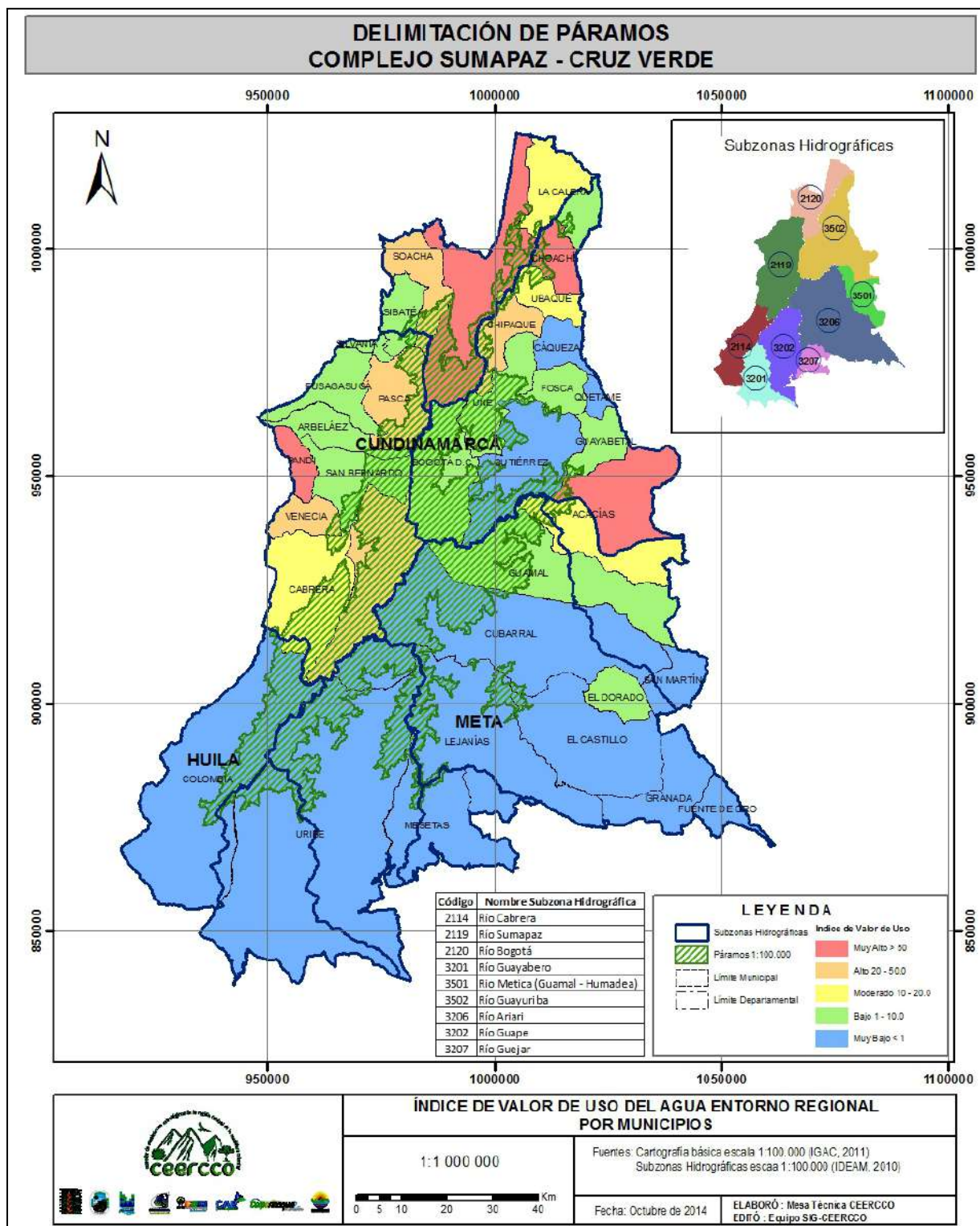


Figura No. 4. Mapa de delimitación del entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz.
Fuente: Presente Estudio.

Tabla No. 1. Municipios y localidades de Bogotá D.C. que integran el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde - Sumapaz. **Fuente:** Presente estudio.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	COD_DANE	INCIDENCIA	AREA TOTAL (has)	AREA EN ENTORNO REGIONAL (has)	AREA EN PÁRAMO (has)
BOGOTÁ D.C.	BOGOTÁ	11001	DIRECTA	160971,80	134490,37	90789,35
CUNDINAMARCA	ARBELÁEZ	25053	DIRECTA	14827,91	14827,91	1658,83
CUNDINAMARCA	CABRERA	25120	DIRECTA	44170,83	44170,83	19090,82
CUNDINAMARCA	CÁQUEZA	25151	INDIRECTA	11400,16	10554,40	0
CUNDINAMARCA	CHIPAQUE	25178	DIRECTA	14965,81	14965,81	4848,02
CUNDINAMARCA	CHOACHÍ	25181	DIRECTA	21270,62	11461,48	2330,51
CUNDINAMARCA	FOSCA	25281	DIRECTA	11585,01	11585,01	608,30
CUNDINAMARCA	FUSAGASUGÁ	25290	DIRECTA	21048,71	21048,71	152,59
CUNDINAMARCA	GUAYABETAL	25335	DIRECTA	22126,71	12323,70	530,45
CUNDINAMARCA	GUTIÉRREZ	25339	DIRECTA	44668,44	44668,44	17715,65
CUNDINAMARCA	LA CALERA	25377	DIRECTA	33568,74	28283,94	566,72
CUNDINAMARCA	VENECIA	25506	DIRECTA	10987,63	10987,63	946,50
CUNDINAMARCA	PANDI	25524	INDIRECTA	8180,52	8180,52	0
CUNDINAMARCA	PASCA	25535	DIRECTA	25269,32	25269,32	11459,72
CUNDINAMARCA	QUETAME	25594	INDIRECTA	13284,57	3763,59	0
CUNDINAMARCA	SAN BERNARDO	25649	DIRECTA	23962,92	23962,92	10693,12
CUNDINAMARCA	SIBATÉ	25740	DIRECTA	12414,045	12414,04	1512,01
CUNDINAMARCA	SILVANIA	25743	INDIRECTA	16546,31	1442,72	0
CUNDINAMARCA	SOACHA	25754	DIRECTA	18806,99	18806,99	4187,41
CUNDINAMARCA	UBAQUE	25841	DIRECTA	10926,53	10926,53	1911,49
CUNDINAMARCA	UNE	25845	DIRECTA	21188,13	21188,13	11805,77
HUILA	COLOMBIA	41206	DIRECTA	168032,51	113394,77	26837,21
META	ACACÍAS	50006	DIRECTA	112453,02	63431,41	6201,62
META	CUBARRAL	50223	DIRECTA	115978,50	115978,49	43609,04
META	EL CASTILLO	50251	DIRECTA	57274,34	57274,34	946,91
META	EL DORADO	50270	INDIRECTA	11764,04	11764,04	0
META	FUENTE DE ORO	50287	INDIRECTA	57608,96	9857,52	0
META	GRANADA	50313	INDIRECTA	33484,72	26081,15	0
META	GUAMAL	50318	DIRECTA	60276,55	60276,55	23758,82
META	MESETAS	50330	DIRECTA	225586,21	44497,91	2493,59
META	URIBE	50370	DIRECTA	633098,31	202967,03	36358,62
META	LEJANÍAS	50400	DIRECTA	81839,71	81839,71	12406,29
META	SAN MARTÍN	50689	INDIRECTA	594498,45	13818,95	0

2.3 CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA

2.3.1. Clima

Con base en la información obtenida de la red de monitoreo hidroclimatológico de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, y del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, las variables del clima en el entorno regional del Complejo de Páramos Cruz Verde-Sumapaz, presentan grandes variaciones.

La zona mas húmeda del páramo se encuentra en el piedemonte llanero, al suroriente del entorno regional, con precipitaciones que superan los 5,000 mm/año en los municipios de Acacias, Guamal, Cubaral y Lejanías; y la región mas seca del entorno regional de complejo se ubica en la franja noroccidental desde el municipio de Cabrera a el municipio de la Calera, con precipitaciones que oscilan entre los 615 mm/año a 1,163 mm/año.

El análisis de clima para este Entorno Regional, se realizó mediante la aplicación de la metodología Caldas – Lang, a partir del análisis temporal y espacial de las series de datos de 99 estaciones meteorológicas, emplazadas en el área de estudio (ver Figura No. 5 y Tabla Npo. 3). La clasificación del clima, según el Sistema Caldas – Lang, presenta 16 diferentes tipos de clima pasando del Páramo Bajo Semiárido, a Cálido Semi Árido. Se caracteriza por la circulación de grandes masas de aire húmedo, llegando a una humedad relativa superior al 75% promedio anual en la mayor parte del entorno, con un régimen térmico de poco contrarestante típico del clima ecuatorial.

La información del clima registrada por las estaciones, se georeferenció permitiendo una interpolación espacial con base en la ponderación por distancia (IDW) para obtener mapas de distribución de la precipitación, temperatura, evapotranspiración y clima en el entorno regional del páramo.

La función que describe la interpolación espacial es la siguiente:

$$\bar{z}_j = \sum_{i=1}^n K_{ij} \cdot Z_i$$

Donde \bar{z}_j , es el valor estimado de la variable del clima para el punto j; n es el número de estaciones emplazadas en el área de estudio; \bar{z}_i , es el valor registrado por la red climatológica en el i-ésimo punto, y K_{ij} , el peso asociado al dato i en el calculo del nodo j. los pesos de k varían entre 0 y 1 para cada dato y la suma total de ellos en la unidad.

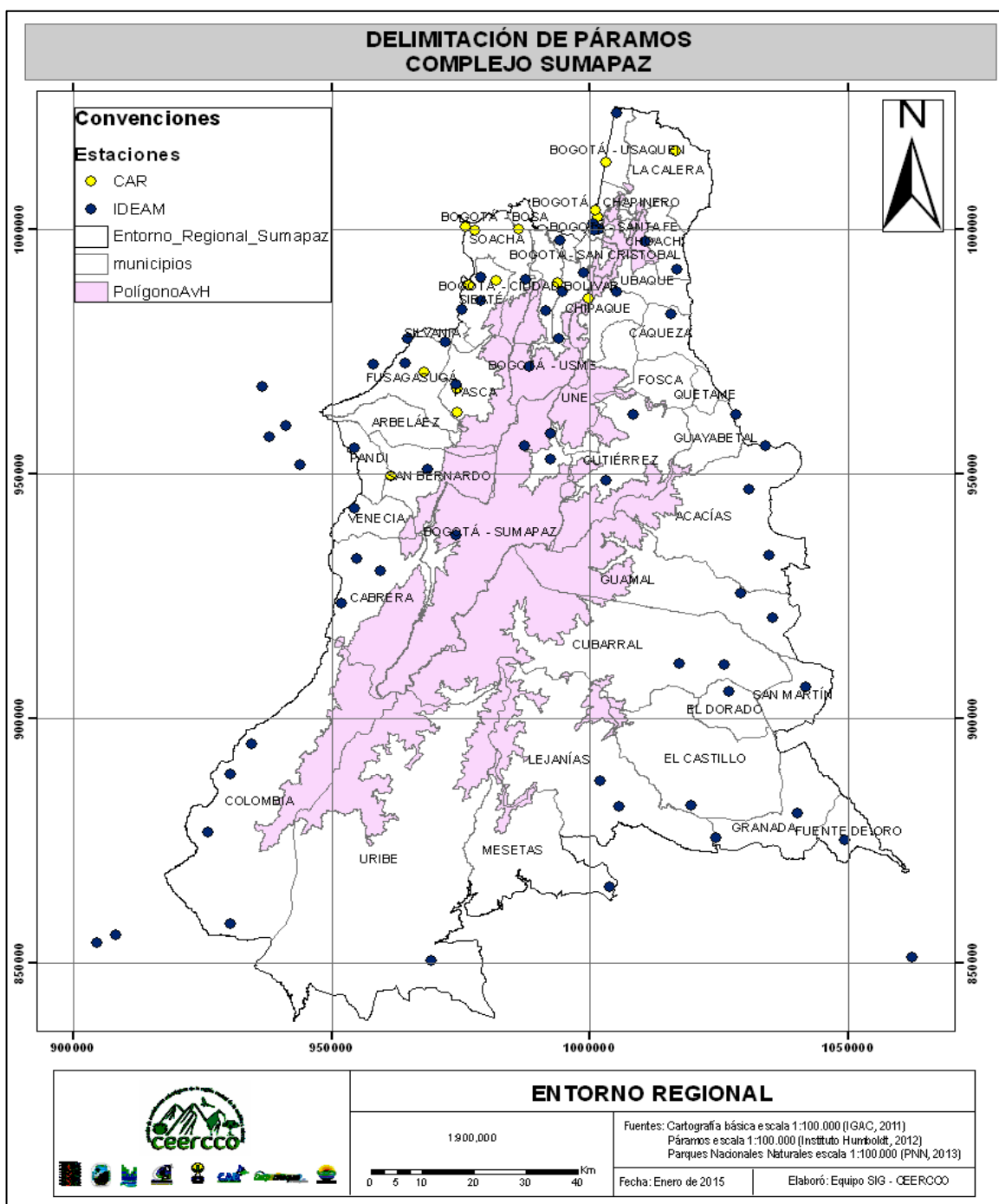


Figura No. 5. Localización de las estaciones climatológicas en el entorno regional del complejo Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** CAR, IDEAM, IGAC.

Tabla 2. Lista de las 99 estaciones meteorológicas ubicadas en el área de influencia del páramo de Sumapaz. **Fuentes:** Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, y el Instituto hidrología meteorología y estudios ambientales IDEAM.

CÓDIGO	CAT	ELEV	NORTE	ESTE	P(mm/año)	Periodo
2119046	PM	2699	962748	974328	1241	1998-2014
2119047	PM	2500	967448	974332	1015	1998-2014
2119514	CP	1712	970881	967886	1076	1996-2014
2119517	CP	1956	949766	961490	807	2009-2011
2120051	PG	2612	989719	981950	684	1956-2014
2120058	PG	2622	1002738	1001612	1000	2008-2014
2120060	PG	2845	988796	976370	1019	1959-2013
2120077	PM	2572	1013827	1003116	1198	1970-2014
2120085	PG	3160	985969	999784	1287	1963-2014
2120103	PG	2992	1016218	1016620	880	1971-2013
2120112	PM	3094	1004120	1001128	1046	1973-2013
2120144	PG	2550	1000110	986157	613	1959-2014
2120166	PM	2604	999838	977708	595	1989-2014
2120630	CP	2861	989140	993742	703	1989-2014
2120634	CO	2756	988796	976676	695	1988-2013
2120661	CP	2641	1000736	975992	950	2010-2014
21110070	PM	615	840168	891085	1131	1958-2011
21110090	PM	400	866386	878588	1352	1958-2011
21110120	PM	400	857327	875157	1161	1965-2011
21110290	PM	400	862214	878549	1326	1968-2011
21110330	PM	429	844285	873181	1232	1965-2011
21115060	CO	400	859967	877018	1120	1963-2011
21115080	CO	430	848171	873423	1125	1966-2011
21115140	CO	2100	833925	906223	1186	1963-2011
21115160	AM	600	838272	888393	1044	1983-2011
21140010	PM	584	855774	908146	901	1958-2011
21140030	PM	638	854094	904588	885	1973-2011
21140080	PM	1049	876655	925965	1322	1973-2011
CÓDIGO	CAT	ELEV	NORTE	ESTE	P(mm/año)	Periodo
21140110	PM	444	861742	886647	999	1977-2011

21140130	PG	2000	894890	934521	1162	1977-2011
21145040	AM	440	864840	885243	1058	1963-2011
21145070	CO	1476	857908	930497	2249	1971-2011
21145080	CO	1410	888734	930511	1054	1986-2011
21190030	PG	1635	972570	958156	1157	1986-2011
21190090	PM	1900	932642	954907	967	1958-2011
21190210	PM	490	967930	936593	1473	1971-2011
21190240	PM	1450	943108	954339	1573	1972-2011
21190270	PM	2900	937507	974053	1152	1981-2010
21190300	PM	650	960026	941256	2199	1971-2011
21190310	PM	1900	976979	971984	1687	1980-2011
21190330	PM	1950	923674	952000	1378	1981-2011
21190350	PM	2700	950938	968663	778	1981-2011
21190410	PM	1120	951887	943839	1905	1983-2011
21190460	PM	2240	972783	964203	1185	1988-2011
21195060	CO	950	955395	954490	1217	1969-2011
21195070	CO	2256	968368	973997	877	1969-2010
21195080	CO	319	957562	937902	1396	1973-2009
21195110	CO	2050	930180	959327	984	1986-2011
21195120	CP	1460	977845	964634	1370	1989-2009
21201200	PM	3320	971995	988191	784	1985-2011
21201240	PM	2800	987295	994587	674	1978-2011
21201300	PM	3050	977668	993952	1168	1985-2011
21201310	PM	2650	985544	978914	677	1985-2011
21201320	PM	2640	990400	978770	660	1985-2011
21201580	PM	3000	983446	991418	828	1981-2011
21201600	PG	2685	1001207	1000513	1115	1986-2011
21201920	PM	2750	983800	975306	882	1993-2011
CÓDIGO	CAT	ELEV	NORTE	ESTE	P(mm/año)	Periodo
21205720	CO	2900	989999	987596	782	1960-2011
21206650	CO	3100	991215	998811	993	2002-2011

21206660	CO	2565	997791	994073	831	2002-2011
21206690	CO	2700	1023993	1005147	795	2002-2011
21206970	CO	2700	999867	1000793	974	2008-2010
32010010	PM	383	775153	997156	2579	1983-2011
32020020	PM	950	850392	969301	3843	1993-2011
32060020	PM	600	882206	1019603	3147	1969-2011
32060030	PM	600	910934	1026073	5062	1969-2011
32060060	PM	800	905583	1026973	4978	1978-2011
32060090	PM	840	887211	1001985	6425	1983-2003
32060100	PM	745	911147	1017221	6641	2001-2011
32065010	CO	680	882048	1005572	3737	1989-2011
32070020	PM	240	851155	1062334	2507	1979-2011
32070060	PM	300	875108	1049356	2706	1979-2011
32070080	PM	191	833207	1094613	2636	1983-2011
32070110	PM	520	875692	1024410	2876	1990-2011
32075040	CO	360	880596	1040165	2713	1978-2011
32075050	CO	620	865519	1003838	3039	1983-2011
32075080	CO	245	853122	1078279	2739	1991-2011

CÓDIGO	CAT	ELEV	NORTE	ESTE	P(mm/año)	Periodo
35010020	PM	525	933486	1034640	4906	1961-2011
35010040	PM	800	925697	1029201	5335	1968-2011
35010060	PM	230	910511	1075196	2654	1978-2011
35010070	PM	525	920625	1035419	4236	1960-2011
35010090	PM	420	906467	1041842	3157	2002-2011
35010150	PM	275	921207	1081914	2748	1992-2011
35015050	CO	250	893276	1080907	2572	1992-2011
35020010	PM	1300	962213	1028217	2281	1951-2011
35020020	PG	1000	955771	1033928	5207	1961-2011
35020030	PM	1200	946978	1030813	5662	1968-2002
35020280	PM	1950	991898	1016749	922	1981-2011
35020300	PM	2300	962150	1008305	1526	1984-2011

35020310	PG	2800	953120	992396	1133	1984-2011
35020340	PM	2300	948816	1003054	2099	1986-2010
35020350	PM	3150	958277	992300	1148	1987-2011
35025050	CO	2980	987464	1005242	1267	1984-2011
35025060	CO	3195	997702	1010663	1275	1987-2011
35025070	CO	3150	955820	987406	1315	1987-2009
35030080	PG	2100	982858	1015662	867	1986-2011

En esta tabla se presenta el listado de estaciones analizadas para determinar las condiciones del clima en la zona de estudio. Las estaciones con código 2120027 a 2401515, corresponden a la red de estaciones de la CAR, y las estaciones con código 2190270 a 35075020, corresponden a la red de estaciones del IDEAM.

Precipitación

La distribución de la precipitación en la zona se obtuvo de registros de esta variable del clima en las estaciones climatológicas emplazadas en el entorno regional del páramo; 16 estaciones de la CAR, y 83 del IDEAM (ver Figura No. 6 y Tabla No. 4).

Se resalta la alta variabilidad espacial de la precipitación, ya que la estación de la CAR 2120166 en el municipio de Soacha, registra una lámina media anual de 595 mm, y la estación del IDEAM 32060100 en el municipio de Cubarral con una precipitación de 6641 mm/año, siendo respectivamente las estaciones que registran la menor y mayor lámina de precipitación en el área de estudio.

El ciclo interanual del entorno regional del páramo se encuentra afectado por fenómenos climáticos globales como la migración latitudinal de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), sistemas de circulación atmosférica intertropical (Alisios del NE y SE), y sistemas convectivos de mesoescala.

La región de páramo el noroccidente del entorno, principalmente se ve afectada por el doble paso de la ZCIT, lo que genera dos temporadas secas (enero y junio) y dos temporadas húmedas al año (abril y octubre), y la zona mas baja del entorno se ve influenciada por el clima de la Llanura Oriental colombiana con tendencia monomodal.

La distribución espacial de la precipitación indica que la zona más húmeda del entorno regional se encuentra en el Piedemonte Llanero entre los 525 y los 1,200 m.s.n.m., en los municipios de Acacias, Guamal, Cubarral, Lejanías y El Castillo; con un clima superhúmedo, y precipitaciones medias anuales que superan los 4800 mm.

En el mapa de de distribución también se puede destacar que las zonas con altas concentraciones demográficas como los municipios de la Sabana de Bogotá y el Distrito Capital, que cuentan con las mas bajas precipitaciones del entorno regional. (ver

Figura No. 6).

Temperatura

Al obtener la información de la temperatura media anual en 99 puntos en el área de estudio asociados a la ubicación de las estaciones climatológicas, se generó el mapa de distribución de la temperatura media anual en el entorno regional (ver

Figura No. 7), la cual varía entre 9 y 28°C, aumentando hacia el suroriente donde se encuentran las zonas mas bajas del complejo, y disminuyendo al noroccidente del mismo, donde se encuentran las zonas mas elevadas.

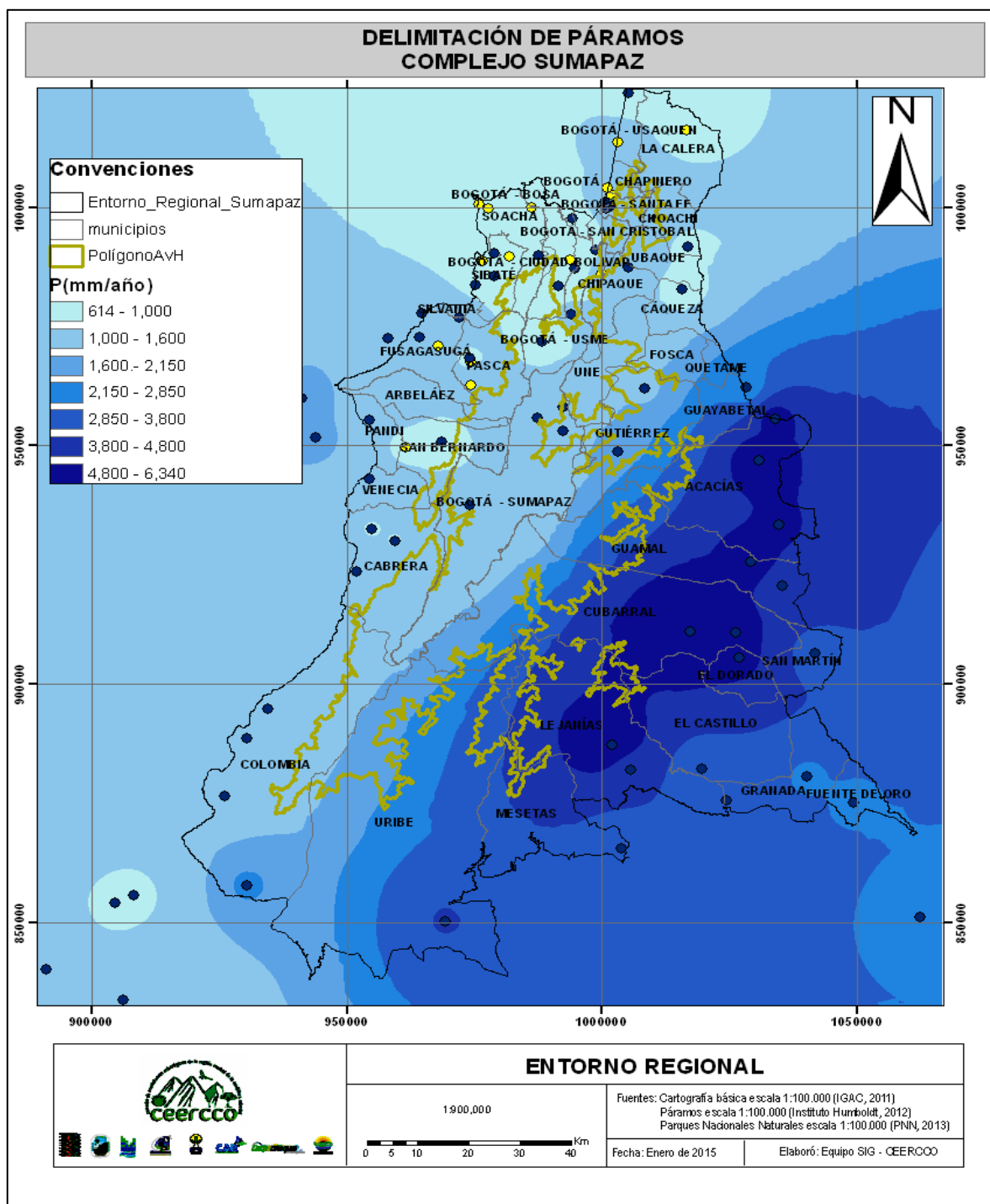


Figura No. 6. Distribución espacial de la precipitación media anual en milímetros, en el entorno regional del complejo Cruz Verde - Sumapaz. **Fuente:** CAR, IDEAM, IGAC.

Tabla No. 3. Relación de estaciones utilizadas para determinar la relación entre elevación y temperatura media en la zona. Al final de la tabla se presenta la función con su respectivo R^2 , que indica la alta capacidad de predicción del modelo. **Fuente:** Presente estudio.

CÓDIGO	CAT	ELEV	NORTE	ESTE	Tmedia
32075080	CO	245	853122	1078279	26.0
35015050	CO	250	893276	1080907	25.6
21195080	CO	319	957562	937902	27.7
32075040	CO	360	880596	1040165	25.6
21115060	CO	400	859967	877018	28.5
21115080	CO	430	848171	873423	27.9
21145040	AM	440	864840	885243	28.5
21115160	AM	600	838272	888393	27.0
32075050	CO	620	865519	1003838	24.4
32065010	CO	680	882048	1005572	23.4
21195060	CO	950	955395	954490	23.7
21145080	CO	1410	888734	930511	19.8
21195120	CP	1460	977845	964634	20.4
21145070	CO	1476	857908	930497	18.9
2119514	CP	1712	970881	967886	19.1
2119517	PG	1956	949766	961490	17.6
21195110	CO	2050	930180	959327	16.5
21115140	CO	2100	833925	906223	15.5
21195070	CO	2256	968368	973997	15.6
21206660	CO	2565	997791	994073	15.4
2120630	CO	2612	989719	981950	12.4
21206690	CO	2700	1023993	1005147	13.8
21206970	CO	2700	999867	1000793	14.8
21205580	CO	2725	1000239	1001770	12.7
2120661	CP	2756	988796	976676	12.7
21205720	CO	2900	989999	987596	11.6
35025050	CO	2980	987464	1005242	11.3
21206650	CO	3100	991215	998811	11.1
35025070	CO	3150	955820	987406	9.2
35025060	CO	3195	997702	1010663	8.4
$y = - 0.006x + 28.924 \quad R^2 = 0.9665$					
Donde Y= tempratura media anual (C°) y X=elevacion del terreno en msnm					

Sin embargo, por efecto de la interpolación espacial, áreas con temperatura bajas que se encuentran dentro del polígono del páramo no son bien representadas en el mapa; por lo tanto, para un estudio mas detallado de esta variable del clima en el entorno local del complejo, se requiere ajustar el modelo de distribución espacial de la temperatura a un modelo digital de elevación del terreno (DEM), en la zona de estudio.

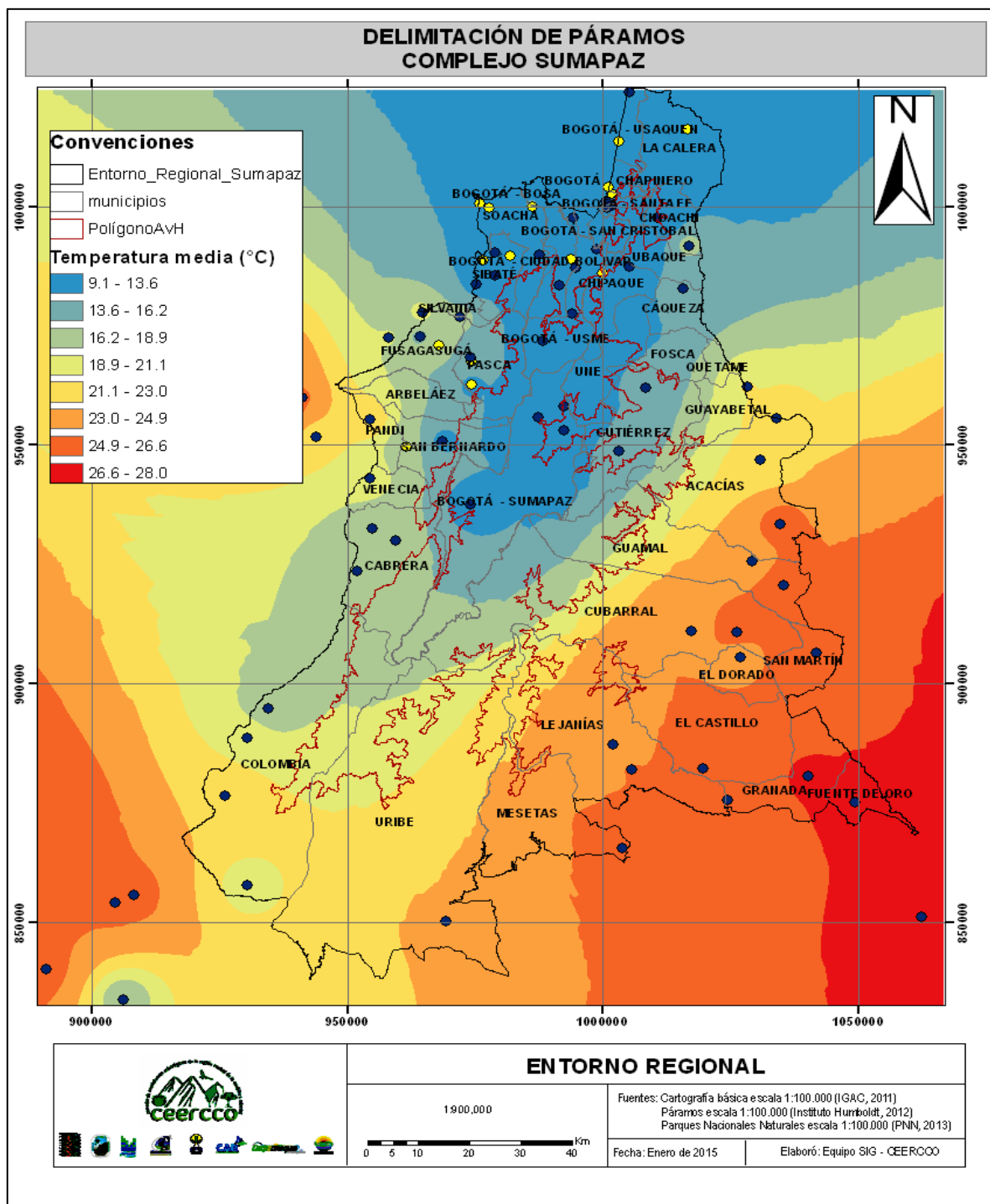


Figura No. 7. Distribución espacial de la temperatura media anual en C°, en el entorno regional del complejo Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** CAR, IDEAM, IGAC.

Evapotranspiración de Referencia ETo.

La evaporación registrada en el tanque evaporímetro, se encuentra relacionada a la evapotranspiración de referencia (ETo) al ser afectada por un coeficiente empírico propio del mismo tanque y de las condiciones de viento y humedad relativa de la zona.

Teniendo en cuenta que la humedad relativa promedio superior al 75% y asumiendo que la velocidad del viento aproximada es de 2 m/s promedio; el coeficiente del tanque es de 0.8 por tanto la evapotranspiración de referencia equivale al 80% de la evaporación registrada de acuerdo con la Figura No. 8 (FAO 2006), la cual muestra la distribución espacial de la evapotranspiración de referencia. Los municipios que presentan mayor evapotranspiración son: Colombia, Uribe, Mesetas, Granada y Fuente de Oro, con promedio multianual de evapotranspiración acumulada que supera los 1000 mm/año.

Este comportamiento coincide con el de la temperatura media de la zona, ya que estos municipios también presentan los más altos registros con promedios que superan los 18°C.

○ Disponibilidad Hídrica Media Anual

La disponibilidad hídrica determina las condiciones de balance de masa de agua superficiales del territorio identificando las áreas con excesos y deficiencias, de agua en el suelo durante el año. Para su definición se relaciona la precipitación y la evapotranspiración en (mm/año), generando un modelo del aporte hídrico superficial (ver Figura No. 9).

La mayor disponibilidad hídrica se presenta en el suroriente del entorno regional del complejo paramuno en los municipios de Lejanías, Cubarral, Guamal y Acacías. Esta disponibilidad hídrica se encuentra asociada a la alta precipitación de la zona.

Los municipios mas poblados y con mayor demanda de agua potable ubicados al norte del complejo, son los que presentan déficits o muy baja disponibilidad de agua, también se destaca al suroccidente del entorno regional la zona del norte del departamento del Huila, con déficits de agua.

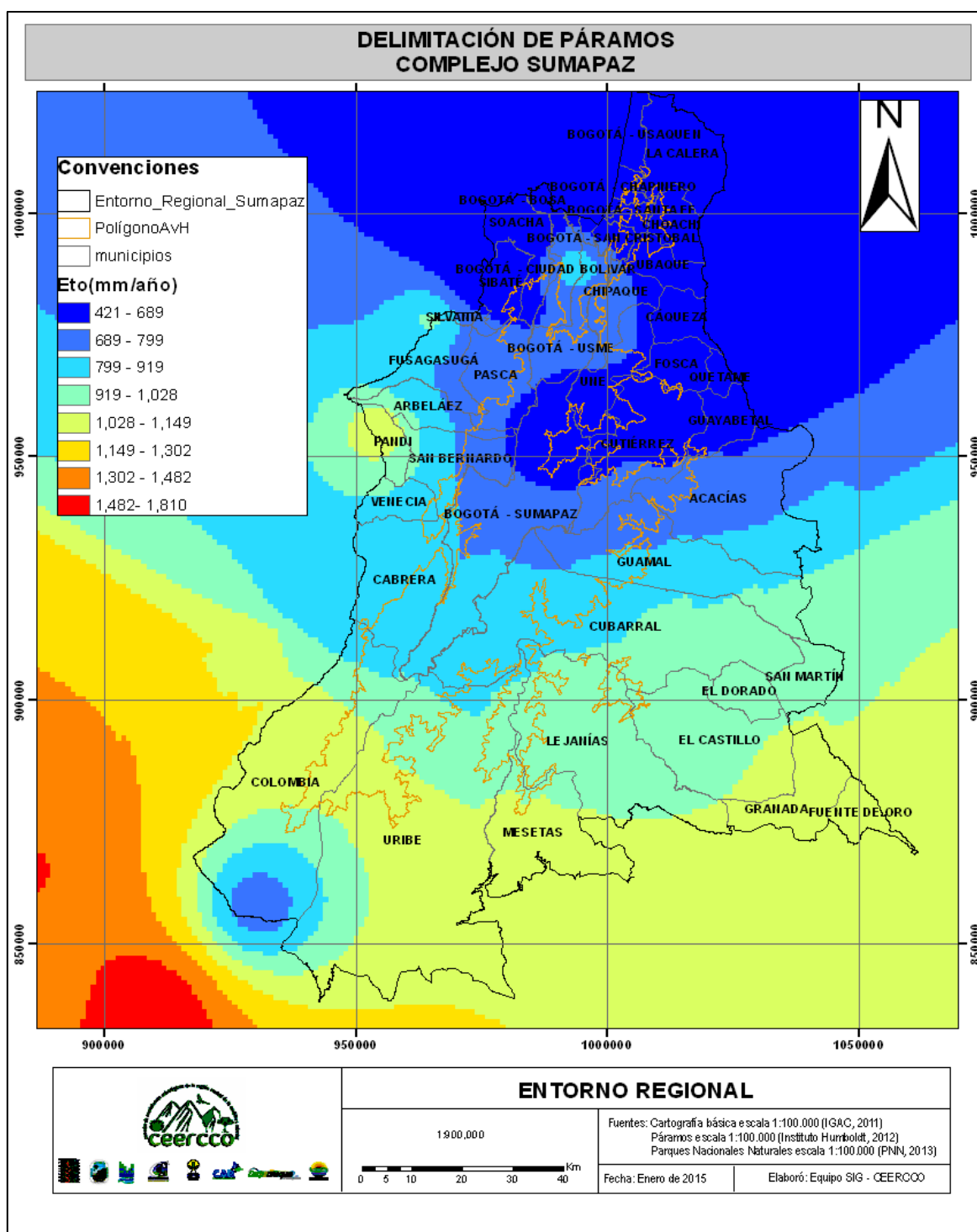


Figura No. 8. Distribución espacial de la evapotranspiración de referencia, del entorno regional del complejo Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** CAR, IDEAM, IGAC.

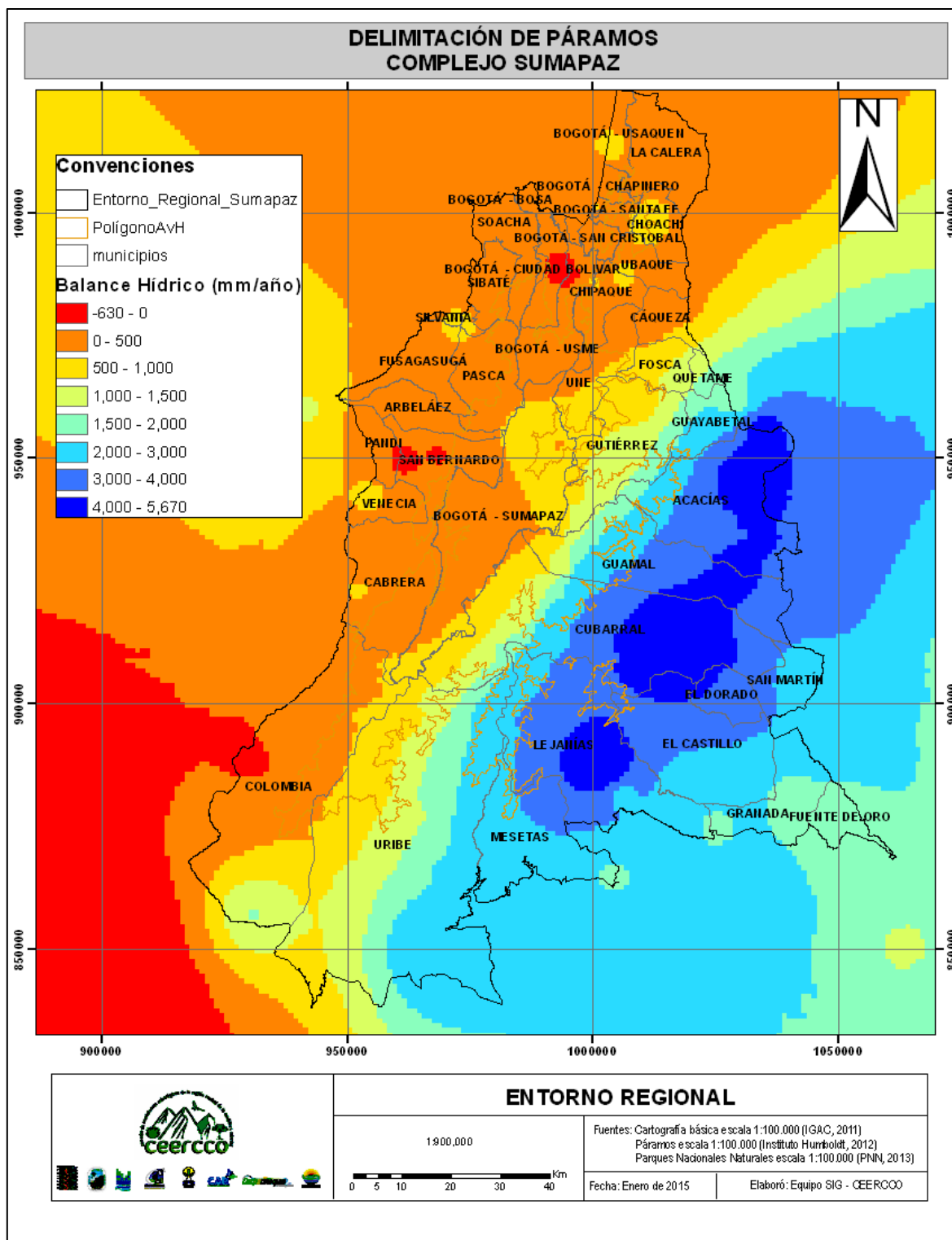


Figura No. 9. Distribución espacial de la disponibilidad hídrica, del entorno regional del complejo Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** CAR, IDEAM, IGAC

Se implementó la metodología de clasificación de clima Caldas – Lang, basada en el modelo de Caldas que relaciona el comportamiento de la temperatura con respecto a la altitud; y el modelo de Lang, que tiene en cuenta la relación entre la precipitación y la temperatura (Gutiérrez, 1991).

El sistema de clasificación utilizado permite una visualización a partir de la estimación del factor de lluvia de Lang que equivale a la precipitación media anual, dividida por la temperatura media anual.

El análisis de la climatología del entorno regional del páramo permite concluir que, es una región con alta pluviosidad y temperatura variable a lo largo del año y de la extensión del entorno; que las corrientes de agua que se dirigen a la llanura dependen mas del bosque andino y subandino donde se presentan las mayores precipitaciones con niveles anuales cercanos a los 6000 mm/año.

Se resalta la importancia del entorno regional del páramo, ya que de este depende la ciudad y municipios vecinos debido al abastecimiento de agua potable.

Según los resultados de la aplicación de la metodología de clasificación del clima Caldas – Lang, en el área de estudio, se sugiere la presencia de dieciséis (16) unidades climáticas así:

- Páramo bajo semiárido (PBsa),
- Páramo bajo semihúmedo (PBsh),
- Páramo bajo húmedo (PBH),
- Frío semiárido (Fsa),
- Frío semihúmedo (Fsh),
- Frío húmedo (FH),
- Frío super húmedo (FSH),
- Templado semiárido (Tsa),
- Templado semihúmedo (Tsh),
- Templado húmedo (TH),
- Templado super húmedo (TSH),
- Cálido Árido (CA),
- Cálido semi árido (Csa),

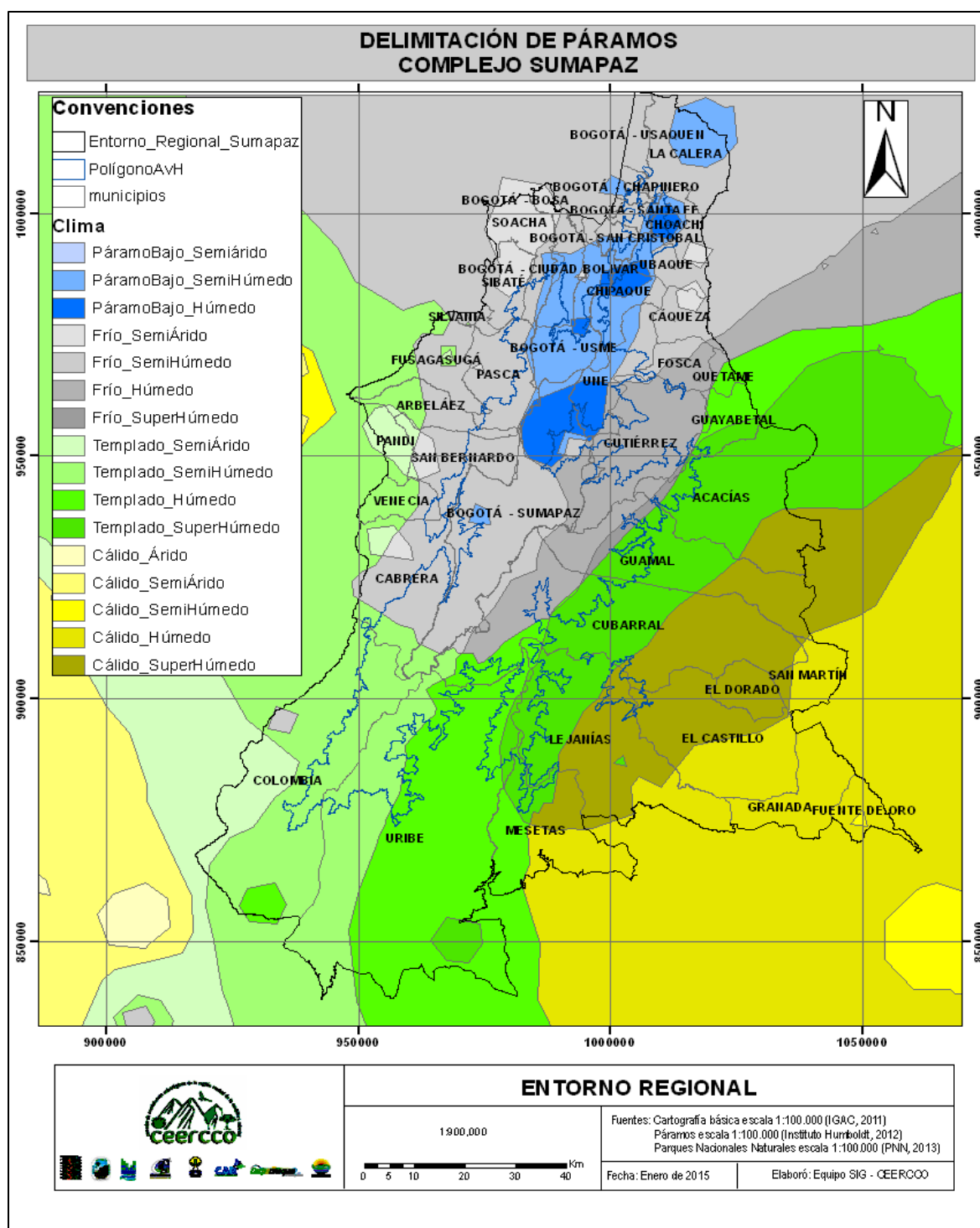


Figura No. 10. Distribución espacial del clima, del entorno regional del complejo Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** CAR, IDEAM, IGAC.

2.3.1 Geología.

En el complejo de páramos de Cruz Verde – Sumapaz predominan principalmente rocas sedimentarias que se formaron en el Cretáceo y Terciario, en un ambiente de transición marino – continental. En el sector suroriental se presentan en menor proporción rocas metamórficas y metasedimentarias propias del Paleozoico.

Los depósitos del Cuaternario son de origen glacial o fluvio-glacial como morrenas y sedimentos aluviales y, en la vertiente oriental y cubriendo estas formaciones, se encuentran rocas piroclásticas representadas por cenizas volcánicas que suavizan el relieve.

Estratigrafía del Entorno Regional

Este entorno está constituido por diferentes formaciones geológicas: la parte occidental constituida por rocas sedimentarias del terciario (Paleoceno-Oligoceno), que en su mayor parte están cubiertas con materiales de origen glacial y en la parte oriental predominan rocas metamórficas del Paleozoico, y rocas antiguas del Devónico. A continuación se describirán las formaciones geológicas de la más antigua a la más joven.

Grupo Quetame (PEq):

Con el término grupo Quetame se hace alusión a las rocas metamórficas que afloran entre la localidad de Guayabetal y el sur del río Guamal. La referencia original, de este grupo corresponde a Hettner (1892), quien se refirió a rocas metamórficas, situadas por debajo del cretácico, en la región de Quetame. Posteriormente redefinido fue Campbell & Burgl (1965), para mencionar rocas metamórficas de bajo grado constituidas por filitas, cuarcitas pizarras de y que afloran sobre la carretera Bogotá – Villavicencio en el macizo de Quetame.

Areniscas de Gutiérrez (Pdg):

Unidad definida originalmente por Renzoni (1965). Aflora en el extremo Sureste del Departamento de Cundinamarca, formando parte de las cuencas de los Ríos Blanco y Negro, dentro del área del municipio de Gutiérrez, se caracteriza por presentar una topografía abrupta con prominentes escarpes. Litológicamente, está constituida por conglomerados y areniscas cuarzosas, con intercalaciones de lutitas grises oscuras a negras. Presentan un espesor hasta de 230 metros. Esta unidad reposa discordantemente sobre las rocas metamórficas del Grupo Quetame, la edad asignada es del Devoniano Medio.

Esta Formación Abarca el sector comprendido por el Alto del Tunque en límites con Fosca al Norte del municipio de Gutiérrez, paralelo a la falla fotogeológica hasta el Río Taguaté, continúa aguas debajo de éste río hasta converger con el Río Blanco

y continúa por el Flanco Norte del Río Blanco hasta el Río el Cobre. Compuesta por conglomerados de arcillas y areniscas. Comprende el sector del Páramo de Peñalisa con límites del municipio de Guayabetal y el departamento del Meta.

Capas Rojas del Guatiquía (Pdg):

Descrita inicialmente por Renzoni (1968), para referirse a una sucesión que en su base inicia con 150m de arenisca gris, a veces calcárea, le siguen 150m de arenisca verdosa que al tope alterna con areniscas, lutitas rojas y abigarradas; por encima siguen 250m de arenisca y lutitas rojas, le suprayacen 50m de calizas y areniscas calcáreas a las cuales se le superponen 200m de lutitas rojas y por ultimo en aparente concordancia se le superponen un conglomerado rojizo con intercalaciones de arenisca roja, gris y verde.

Brechas de Buenavista (Jsb):

Término propuesto por Renzoni (1968), para designar una secuencia de brechas y conglomerados de posible origen local correlacionable con la parte basal del grupo Cáqueza. Dorado (1990) realizó un estudio detallado y concluye que estas brechas en su segmento inferior son el resultado de avalanchas de detritos y corrientes cargadas de fango, depositadas en un ambiente continental cerca del mar. El segmento superior, con origen en un ambiente marino somero del litoniano.

De esta manera se considera el segmento superior, definido por Dorado (1990), como el resultado de los aportes de las brechas propiamente dichas, que en su momento se depositaron en un ambiente poco profundo de circulación restringida, que originaron una alternancia de lodolitas negras con niveles de conglomerados, arenitas líticas y limolitas ligeramente calcáreas.

Grupo Cáqueza (Kic):

El nombre del grupo Cáqueza fue dado por Hubach, E. (1967), estableciendo su localidad tipo sobre la vía Bogotá-Villavicencio, entre el puente Cáqueza y la población de Quetame. En el complejo de paramo de Cruz Verde Sumapaz el Grupo presenta tres subdivisiones que corresponden a:

Calizas del Guavio (Kicg)

Se propone esta unidad para designar un conjunto de conglomerados, lutitas y calizas. Su localidad tipo se ha establecido en el alto de Miralindo y la cuchilla de Manizales, las Calizas de Guavio se depositaron en un ambiente marino, en aguas probablemente oxigenadas y de poca profundidad. La edad asignada por Diana Gutiérrez, fue Titoniano a Berriasiano Superior.

Lutitas de Macanal (Kilm)

Se propone este nombre para designar un conjunto monótono de lutitas negras con esporádicas intercalaciones de calizas, areniscas y bolsones de yeso; su localidad tipo se ha establecido en el cañón del río Bata entre las quebradas El Volador y la Esmeralda.

La unidad esta compuesta en su parte inferior por 760 m de lutitas negras, micáceas, compactas, ligeramente calcáreas y laminas de yeso; la parte media esta constituida por 145m de areniscas cuarzosas, grises oscuras, de grano fino y estratificación gruesa a maciza, con intercalaciones de lutitas negras, micáceas, fosilíferas.

El conjunto superior compuesto por 1350 m de lutitas grises oscuras a negras ligeramente calcáreas con venas de calcita y nódulos arenosos hasta 10cm de diámetro, y lentejones de yeso hacia el tope, su techo esta compuesto por 680m de lutitas negras micáceas con intercalaciones de arenisca gris claro de grano fino estratificadas en bancos de hasta 20 cm de espesor. Las lutitas de Macanal se depositaron en un ambiente marino de aguas someras en una cuenca cerrada, su espesor total es de 2935 m.

Areniscas de las Juntas (Kiaj)

Se propone este nombre para denominar dos niveles arenosos separados por un nivel lutítico, su localidad tipo se ha establecido entre las cuchillas El Volador y El Dátil, (vía Guateque-Santa María). La unidad esta compuesta por tres miembros, el más antiguo compuesto por areniscas cuarzosas, gris amarillentas de grano fino, estratificadas en bancos de 10 cm a 2 m de espesor con delgadas intercalaciones de lutitas negras micáceas.

El miembro intermedio compuesto por lutitas negras con nódulos arenosos paralelos a la estratificación e intercalaciones de areniscas cuarzosas gris claras de grano fino estratificadas en bancos; y el miembro mas joven compuesto por areniscas cuarzosas, grises claras, grano fino, estratificación gruesa a maciza, con delgadas intercalaciones de lutitas negras. Esta formación fue depositada en un ambiente marino probablemente deltáico, la edad según Burgl, H. (1960b, p.187) es Hauteriviano.

Grupo Villeta (Kv):

La autoría del termino Villeta se ha atribuido a Hettner (1892), quien se refirió así a los estratos lodolíticos infrayacentes a las arenitas del Guadalupe en la cordillera oriental. Sin embargo, fue Hubach (1957) quien elevo la unidad a grupo, proponiendo tres nuevas formaciones que de base a tope denominó Fómeque, Une y Chipaque, basándose en las secciones al E de Bogotá.

Formación Fómeque (Kif)

El nombre fue dado por Hubach, E. (1957b, p.48), para designar una serie de esquistos piritosos, caliza cristalina y areniscas cuarcíticas. Su localidad tipo fue establecida por su autor en la vía Bogotá-Villavicencio, situado sus límites inferior y superior en el tope de la Arenisca de Cáqueza y la base la formación Une respectivamente.

Esta formación está constituida por lutitas gris oscuras a negras, interestratificadas con margas, limolitas grises y lentejones de calizas grises oscuras a negras, con frecuentes intercalaciones de areniscas cuarzosas grises claras de grano fino, micáceas estratificadas en bancos. Esta formación fue depositada en ambiente marino de aguas someras y circulación restringida, su edad es del Barremiano medio hasta Albaniano inferior.

Formación Une (Kiu)

El nombre fue dado por Hubach, E. (1957b, p.47), para representar un conjunto de areniscas que afloran en la vía Bogotá-Villavicencio, entre las poblaciones de Chipaque y Cáqueza, esta constituida por areniscas cuarzosas grises amarillentas, de grano fino a grueso, algo micáceas con estratificación fina a maciza, dentro de esta se presentan delgadas intercalaciones de lutitas negras. Su edad según Burgi y Campbell es Albiano – Cemomaniense según dataciones en Choachi y en la vía Une – fosca. Esta formación corresponde a la formación KI y Caballos en el departamento del Huila.

Formación Chipaque (Kic)

El nombre fue dado por Hubach, E. (1931b), para designar la parte del grupo Villeta, esta unidad está constituida por lutitas negras con intercalaciones esporádicas de calizas principalmente hacia la parte inferior alta, en la parte superior presenta intercalaciones de areniscas cuarzosas grises claras a oscuras de grano fino estratificadas en bancos. Esta se deposita en un ambiente marino de aguas poco profundas y circulación restringida, con un rango de edad que va desde el Cenomaniense superior hasta el Coniaciano.

Grupo Guadalupe (Ksg):

Nombre dado por Hubach (1931) a un conjunto de areniscas de grano fino a medio, fuertemente cementadas, bien seleccionadas, con dominio de cuarzo. Su localidad tipo se encuentra por la carretera Albán- Facatativá presentando una morfología escarpada. Pero definida formalmente por Pérez y Salazar (1978). Este grupo se divide en:

- Formación Arenisca Dura: Nombre propuesto formalmente por Pérez y

Salazar (1978); para la unidad litoestratigráfica que descansa concordantemente y transicionalmente sobre la sucesión monótona de lutitas fisiles y grises de la Formación Chipaque y que es suprayacida por una secuencia de arcillolitas, arcillolitas silíceas y liditas de la Formación Plaeners. La sección tipo se encuentra en el cerro El cable (oriente de Bogotá), con un espesor de 449m, esta constituida por ocho conjuntos de areniscas cuarzosas de grano fino a medio, en estratos gruesos, en un 63.8% y 36.2% de limonitas, arcillolitas y liditas.

- Formación Plaeners: Nombre propuesto formalmente por Pérez y Salazar (1978); para la unidad litoestratigráfica que reposa concordantemente sobre la Formación Arenisca Dura y suprayace a la Formación Arenisca de labor, en la sección tipo presenta un espesor de 73m, esta representada por arcillolitas, liditas, limonitas y en menor proporción areniscas de grano muy fino.
- Formación Arenisca Labor – Tierna: Formalizada por Pérez y Salazar (1978); al oriente de Bogotá, la Arenisca de Labor presenta un espesor de 177m. Comienza por capas muy gruesas de arenisca que se intercalan con capas muy delgadas de arcillolitas. La Formación Arenisca de Labor es separada de la Formación Arenisca Tierna por 19m de arcillolitas y lodolitas; la Arenisca Tierna con un espesor de 49m, se diferencia de la Arenisca de Labor por presentar capas muy gruesas de arenisca con tamaño de grano más grueso.

Las Formaciones Arenisca de Labor y Arenisca Tierna y el segmento que los separa, se agrupan como una sola unidad cartográfica dada su similitud litológica y su expresión morfológica, se establece desde el techo de la Formación Plaeners Hasta la base de la Formación Guaduas.

Formación Guaduas (Kpg):

El término Guaduas fue empleado por Hettner, A. (1892), para designar todos los sedimentos que en la región de Bogotá se encuentran por encima de la Grupo Guadalupe. Hubach, E. (1957a), restringe el sentido del Guaduas, quedando limitado en su parte inferior por el Guadalupe y en la superior por la Arenisca Cacho. Su localidad tipo la estableció entre los Boquerones de Lenguazaque y Guachetá. Las características litológicas de la formación suponen un ambiente marino litoral a continental, la edad de la formación Guaduas fue establecida por Van der Hammen (1957b, p. 88) como Maestrichtiano-Paleoceno).

Características físicas de la roca en el área tipo:

- a) Conjunto Inferior: Conformado esencialmente por arcillolitas gris oscuras hasta fosilíferas hacia la base y hasta 130 m limonitizadas, presentan

intercalaciones de lodolitas y capas delgadas de areniscas de grano fino con estratificación ondulosa, se considera un espesor de 220 m, hacia el techo, se presenta una secuencia de 90 m con mantos de carbón explotable intercalados con capas delgadas de lodolitas, limolitas con laminación lenticular y areniscas. Espesor en el área de Bogotá: En el flanco occidental del sinclinal de Usme –Tunjuelito se presenta un espesor máximo de 70 metros (INGEOMINAS, 1988).

- b) Conjunto Medio: Está determinado por dos niveles de areniscas. En la base una secuencia de 30 m de areniscas de grano fino a medio en capas delgadas a medias de geometría cuneiforme las cuales se encuentran intercaladas con limolitas y lodolitas de laminación plano paralela, este segmento es conocido como Arenisca La Guía. Sobre este segmento se encuentran 620 m de intercalaciones de mantos de carbón hasta de 3 m de espesor con secuencias de lodolitas laminadas, limolitas y esporádicas capas de arenisca de grano muy fino y nódulos de siderita, este conjunto conforma la parte productiva de la formación Guaduas; la parte superior de este segmento constituye un conjunto de areniscas de grano fino con estratificación plano paralela y conglomerados de intraclastos, la cual conforma el nivel de Arenisca Lajosa que compone el conjunto arenoso más destacado de la formación. Espesor en el área de Bogotá: En el sector del río San Cristóbal presenta un espesor de unos 280 metros (INGEOMINAS, 1988).
- c) Conjunto Superior: Consta de 220 m de limolitas y arcillolitas en capas gruesas y muy gruesas de colores rojizos, verdosos y azulosos intercalados con areniscas de grano medio dispuestas en capas medias cuneiformes. Espesor en el área de Bogotá: En el flanco occidental del Anticlinal de Bogotá presenta un espesor de 324 metros (INGEOMINAS, 1988).

Formación Cacho (Pgc):

Propuesto por Sheibe (1918) como Arenisca del Cacho y adoptado por Julivert (1963) de la CSPG, el nombre de esta unidad procede del Pico del Cacho, ubicado al SW de Zipaquirá (Cundinamarca). Edad Paleoceno Medio a Superior.

En el sentido de Hubach (1957), la formación Cacho queda comprendida entre las arcillolitas del miembro superior de la formación Guaduas hacia la base en contacto neto erosivo e inconforme progresivo de Oeste a Este, y las arcillolitas de la formación Bogotá en la parte superior en contacto neto y concordante; aflora a lo largo de los sinclinales de Sisga, Siecha, Sesquilé, Teusacá, Usme, Checua-Lenguazaque, Río Frío, Subachoque y anticlinal de Guatavita.

Características físicas de la roca en el área tipo:

En general la formación se compone de areniscas de grano fino a grueso de color pardo a blanco y rosado, son friables con textura ripiosa, hacia la base de la unidad presentan estratificación cruzada, presentan intercalaciones con

capas delgadas a medias de arcillas abigarradas. Esta unidad arenosa se destaca por expresiones de relieve formando crestones.

Designada como formación por Campbell, C. (1962, p. 23), la formación esta constituida por areniscas cuarzosas blanco amarillentas, friables, con estratificación cruzada e intercalaciones de lentes de arcillolita, esta unidad fue depositada en un ambiente fluvial, de edad según Van der Hammen (1957b, p. 89) Eoceno inferior.

Formación Bogotá (Pgb):

Hubach, E. (1957b, 98-99), considera como formación Bogotá a un conjunto de arcillas y areniscas, esta unidad se deposita en un ambiente lagunar cercano a la costa. De edad Paleoceno-Eoceno Inferior.

La Formación Bogotá se encuentra concordantemente encima de la Arenisca del Cacho en los Sinclinales de Tunjuelo, Bogotá-Cajicá-Checua, Teusacá, Sesquilé, y Siecha-Sisga. Está compuesta casi exclusivamente por arcillolitas abigarradas (grises, violáceas, moradas y rojas), bien estratificadas, con algunos bancos de areniscas micáceas grises de grano fino hacia la parte superior de la unidad. Tiene un espesor variable entre 800 m y 2000 m (Julivert, M., 1963).

Formación Regadera (Pgr):

La Formación Regadera o Arenisca de La Regadera se encuentra de manera discordante encima de la Formación Bogotá en los Sinclinales de Tunjuelo / Siecha – Sisga. Está compuesta por areniscas cuarzosas y cuarzo feldespáticas, poco cementadas por arcillas, de grano medio a grueso, en bancos muy gruesos, y por capas de conglomerados guijarrosos. Alternando con las areniscas y los conglomerados hay delgadas capas de arcillolitas rosadas o rojizas. Hacia la base son frecuentes los niveles de conglomerados guijarrosos lenticulares. Su espesor total, muy variable, alcanza hasta 1800 m (Julivert, M., 1963).

Formación Usme (Pgu):

Propuesto por Hubach (1957) para designar las lodolitas que afloran en la parte superior del Sinclinal de Usme, Julivert (1963) distingue un nivel de lutitas en la base y uno arenoso al tope. El nombre proviene de la población de Usme (Cundinamarca). Con base en datos palinológicos se le asigna una edad de Eoceno Superior a Oligoceno Inferior. Su ubicación se restringe al sinclinal de Usme donde se define la sección tipo, descansa sobre la formación Regadera en contacto discordante y al tope se encuentra cubierta por depósitos no litificados de las formaciones Tilatá, Marichuela y Sabana.

Características físicas de la roca en el área tipo:

En general la secuencia se compone por lodolitas grises claras, con esporádicas intercalaciones de areniscas de cuarzo y feldespato, finas, en capas medias paralelas, se definen dos niveles, el inferior de 100 m compuesto por arcillolitas cafés y grises y el miembro superior de 200 m compuesto por arcillolitas limosas varicoloreadas con intercalaciones de areniscas de grano fino a medio, al tope de la formación aparecen capas de lignito y restos de materia orgánica. Espesor en el área: En el núcleo del Sinclinal de Usme se calcula un espesor de algo más de 300 metros, no aflora el tope.

Formación Tilatá (NgQt):

La Formación Tilatá fue descrita originalmente por Sheibe. R. (1933) en la región de la Hacienda Tilatá, en el cañón del Río Bogotá, 4 km al SW de Chocontá. También se encuentra en el valle de Sisga-Chocontá- Villapinzón, en el valle de Guasca, el valle alto del Neusa, en el Páramo de Guandoque, en el valle de Subachoque, en Mancilla-Tudela-Corito (Facatativá), en la altiplanicie Bojacá- La Herrera, y por debajo de la Formación Sabana en buena parte de la parte plana de la Sabana de Bogotá.

Está compuesta por gravas, gravillas, arenas, limos, arcillas, turbas, y numerosos niveles de piroclastos finos, en capas lenticulares, poco consolidadas. Alcanza un espesor variable entre 10 cm y unos 300 m.

- Depósitos Cuaternarios (Q): Comprende todos aquellos depósitos de edad relativamente reciente, los cuales según su origen se pueden clasificar en:
- Depósitos Coluviales: Son producto de alteración (generalmente de alteración física). Desplazados por la pendiente hacia abajo, por medio de gravedad, exclusivamente; estos depósitos se acumulan principalmente en la base de la pendiente en forma de conos de derrubio, montones de derrumbe y masas de deslizamiento, son angulares y de tamaño-heterogéneo, localizados en la pata de los taludes en zonas de pendiente media a baja.
- Depósitos Aluviales: Son producto de alteración, denudación y erosión que se traslada por las corrientes permanentes de los ríos y se depositan en el cauce del río en la terraza de inundación, son de tamaño y forma heterogénea. Se localizan principalmente cerca de los cuace de los ríos.
- Depósitos Glaciales: Son depósitos transportados y depositados por el hielo o por el agua de deshielo. Están formados por tillitas y morrenas. Su composición es muy heterométrica y la distribución es altamente errática. Los

depósitos fluvio-glaciares contienen fracciones desde gravas gruesas a arcillas; están algo clasificadas y su granulometría decrece con la distancia frente al glaciar. Localizados en la parte alta del complejo de paramo.

Geología Estructural Regional

Para entender de manera general algunos aspectos de la geología regional que explicarían a nivel local la existencia de ciertas estructuras de plegamiento y fallamiento es necesario entender la tectónica regional, producto del levantamiento de la Cordillera Oriental, la cual es descrita a continuación.

Marco Tectónico Regional

Según Dimaté et al. (2002) los Andes Colombianos son una amplia zona de deformación continental que vincula 3 dominios tectónicos:

- (1). El cratón suramericano en el oriente,
- (2). El Complejo Caribeño en el norte y
- (3). Las placas de Cocos y Nazca.

La convergencia relativa entre estas placas es absorbida principalmente por la subducción a lo largo de la cuenca colombo-ecuatoriana, la fosa caribeña del norte y por la deformación a lo largo de zonas de fallas activas y principales paralelas a los piedemontes de las cordilleras Oriental, Central y Occidental.

La Cordillera Oriental se conformó mediante múltiples fases de deformación a lo largo de la historia geológica. La primera fase de orogenia registrada es de mediados del Cretácico (cerca de 100 millones de años) y continuó de manera lenta hasta mediados del Terciario. El pulso de levantamiento más fuerte fue desde finales del Mioceno hasta finales del Plioceno o inicios del Pleistoceno (cerca de 2 millones de años). Está conformada mediante un estilo estructural de cabalgamientos de escama gruesa que alcanza grandes profundidades, en convergencia este y oeste (estructura en flor).

A nivel regional la Cordillera Oriental muestra diferentes estilos estructurales:

- ✓ El Dominio Norte: Ubicado entre Tunja y Bucaramanga, caracterizado por pliegues y fallas con acimut N-NE, consistentes con un acortamiento en dirección E-SE.
- ✓ El Dominio Central (que incluye la Sabana de Bogotá): Ubicado entre Tunja y el Páramo de Sumapaz, se caracteriza por pliegues apretados y fallas con dirección NS y NNE en el flanco occidental y por cabalgamientos escalonados en el flanco oriental; dichos cabalgamientos constituyen los bordes de la amplia meseta denominada Sabana de Bogotá.

- ✓ El Dominio Sur: Al sur del Páramo de Sumapaz correspondiente a la zona de estrechamiento de la Cordillera, caracterizado en su flanco oriental por fallas principales de alto ángulo orientadas hacia el NE, con componente transpresivo y el flanco occidental por fallas de cabalgamiento convergencia oeste y pliegues anchos y elongados.

Plegamiento

En la zona que hoy ocupa el complejo de paramo Cruz Verde-Sumapaz, la cordillera muestra estructuras que ofrecen una dirección NE-SW sensiblemente paralela al eje general de la Cordillera Oriental y los pliegues presentan un cabeceo hacia el sur del área de estudio.

Las principales estructuras de plegamiento a nivel regional se describen a continuación:

Sinclinal de San Juan

Estructura de dirección N-S a N5°E, de extensión no mayor a 10km, simétrica, con cierre hacia el sur (cuadrícula D-5), en el cual su flanco occidental se encuentra truncado por la Falla de Manzanares, y su continuación en el sentido norte está enmascarada por la presencia de la Falla de Sardinata. Su núcleo está constituido por las formaciones Chipaque, Cáqueza, Une y Fómeque.

Sinclinal Colombia

Se presenta a lo largo del Río Cabrera; Su nombre proviene del municipio de Colombia (Huila). Es un sinclinal asimétrico, con el flanco occidental buzando entre 25° y 35° al este y el flanco oriental con buzamientos que varían entre 40° y 50° al oeste. El sinclinal está limitado al oeste por la Falla de Altamizal que se encuentra limitándolo con el Anticlinal de San Pedro. Este sinclinal fue el último en generarse en la zona probablemente en el Oligoceno superior-Mioceno inferior, dando lugar a la acumulación espesa de sedimentos que posteriormente dieron origen a rocas terciarias.

Sinclinal de Usme

Nombre utilizado ampliamente (Julivert, 1963, Acosta & Ulloa, 1998), para referirse a la estructura al sur de la Sabana de Bogotá. Está localizado desde el sur de Bogotá hacia el Páramo de Sumapaz, a lo largo del río Tunjuelito, con rumbo en su eje de N100E y amplitud variable, entre 6 y 12 km.

Su núcleo alberga la secuencia terciaria más completa de la Sabana de Bogotá, con las formaciones Guaduas, Cacho, Bogotá, Regadera y Usme. El flanco oriental esta afectado por la falla de Bogotá, que ocasiona inversiones de estratos y por ende hace esta estructura asimétrica, ya que el flanco occidental solo esta fallado en la

porción más norte mientras al sur los buzamientos son suaves y presenta un cierre estructural en las formaciones Usme y Regadera al sur del embalse de Chisacá.

Anticlinal de Bogotá

Esta denominación ha sido usada ampliamente, para designar el anticlinal situado en los cerros orientales de Bogotá, entre el Alto de Chipaque y la vereda el Hato, sobre la carretera Bogotá – La Calera (McLaughlin, 1975). El núcleo de esta gran estructura esta en rocas de la Formación Chipaque o en las formaciones Arenisca Dura, Plaeners y Labor Tierna. Los flancos usualmente están afectados por fallas, como la de Bogotá que afecta el flanco occidental y la falla de Nemocón que afecta el flanco oriental.

Anticlinal de Ambicá

Localizado a 5 km al sur del municipio de Colombia, forma una cuña estructural entre los tres pliegues que lo circundan, se encuentra limitado por las fallas de San Miguel, Ambica y Altamira. Es un pliegue amplio poco desarrollado, su eje tiene una dirección aproximada de N40°E. En su nucleo presenta rocas de la formación Chipaque y el grupo Guadalupe y en los flancos rocas de la formación Guaduas.

Fallamiento

La región oriental de Colombia comprende el territorio localizado al Este del sistema de fallas de Romeral sobre el franco Occidental de la cordillera Central caracterizada por presentar una corteza continental que se extiende hasta la Orinoquia – Amazonia, sobre el Escudo de Guyana.

Sistema de Fallas del Borde Llanero

También conocido como sistema frontal de la cordillera Oriental esta asociado con una reactivación de antiguas fallas originadas durante la edad jurásica y cretácica, este sistema de fallas se encuentra cerca del complejo de paramo.

El sistema tiene un gran desplazamiento inverso o cabalgante con una componente horizontal en sentido lateral derecho, siendo su tasa de desplazamiento moderada a baja. Los rasgos neotectónicos predominantes son los escarpes de falla a lo largo de varias decenas de kilómetros desarrollados en abanicos cuaternarios. También son comunes las terrazas basculadas, los pliegues recientes y los cabalgamientos de rocas terciarias sobre sedimentos cuaternarios del borde llanero (París y Romero, 1.994).

Falla de Bogotá

La Falla de Bogotá bordea los cerros orientales de la Sabana (Monserate y Guadalupe) y se extiende desde el Páramo de Sumapaz al sur de la Sabana hasta el norte de la ciudad de Bogotá y probablemente continué más al norte fosilizada por los depósitos cuaternarios.

Esta falla presenta un rumbo general N100E y es inversa con vergencia al Occidente; desde el sector de Usme hasta Usaquén, el salto va disminuyendo progresivamente, es así como al sur cabalgan rocas de la Formación Labor-Tierna sobre rocas de la Formación Bogotá (Usme) y luego sobre las formaciones Cacho y Guaduas hasta desaparecer las evidencias de la falla.

Falla de Ambicá

Atraviesa la parte suroriental del municipio de Dolores, con rumbo N30°E, buzamiento promedio de 30° al oriente y una extensión de 30 Km. Se caracteriza por servir, localmente de contacto entre la Formación Gualanday Inferior y la Formación Gualanday Medio, aunque en algunos sectores su trazo no es claro. En la vereda Ambicá la falla produce el volcamiento de las rocas cretáceas y terciarias y la repetición de parte de la secuencia de la Formación Gualanday Medio.

Sistema de Fallas de Soacha

Este sistema esta localizado al oriente de la Falla de Sibaté hasta el flanco oriental del Anticlinal de Mochuelo y que involucra además el anticlinal de Soacha y el sinclinal del mismo nombre; está conformado por varias fallas que generan un bloque levantado muy fragmentado con pliegues discontinuos tumbados y con ejes oblicuos. En este sistema se destacan las fallas con dirección norte-sur como la de Cajitas y Sibaté y nor-oeste como la de Santa Bárbara. Dentro de este sistema se tienen las fallas de; Falla de Cajitas, Falla de Sibaté y la Falla de Santa Bárbara.

Sistema de Fallas de Algeciras

Bajo el nombre de sistema de fallas de Algeciras se integran las fallas que tienen que ver con el levantamiento de la cordillera oriental, con un estilo tectónico transpresivo donde se destaca el movimiento lateral derecho y estructuras de cabalgamiento que en superficie se interpretan como estructuras en flor, ligadas a la falla principal que presenta mayor inclinación (Velandia et al., 2001), la vergencia general de este sistema es hacia el noroccidente. A este sistema de falla se asocian otras fallas como la de Algeciras y Altamira presentes en el entorno regional del complejo de paramo de Cruz Verde Sumapaz.

Falla de Altamira

Se trata de un ramal de la continuación hacia el nororiente del sistema de fallas de Algeciras. Esta estructura cabalga rocas precámbricas y paleozoicas sobre rocas

del paleógeno y cretácico presenta vergencia al noroccidente y orientación general N40°E. Se encuentra principalmente en el municipio de Colombia en el departamento del Huila.

Falla de San Miguel

Afecta en superficie rocas sedimentarias del paleógeno y neógeno al sur y oriente del municipio de Colombia tienen vergencia al noroccidente y orientación aproximada de N60°E.

Falla de San Marcos

También afecta rocas del paleógeno y neógeno hacia el nororiente del municipio de Colombia en el Huila, su vergencia es hacia el occidente y la orientación aproximada es N30°E.

2.3.2 Geomorfología

Las formas del relieve son el resultado de la acción de varios factores entre los cuales merecen especial atención el material del cual están constituidas, la historia geológica y el proceso que los originó, sea estructural, denudacional o erosional, deposicional, disolucional, mixto, etc.

Los paisajes deben ser caracterizados a su vez por su topografía, forma, posición relativa, desnivelación y condiciones de vecindad; por tipo de topografía se distinguen los valles, planicies, altiplanicies, montañas y piedemonte; por forma se diferencian debido a la ondulación del terreno así: plano, ondulado, colinado y escarpado. A continuación se describen las unidades geomorfológicas presentes en el entorno regional del paramo.

En términos regionales el complejo de paramo de Cruz Verde – Sumapaz, se encuentra localizado dentro de la estructura geomorfológica de cordilleras de plegamiento, en la provincia fisiográfica de la cordillera oriental, dentro de la gran paisaje de montaña (Figura No. 11).



Figura No. 11. Localización de los paisajes geomorfológicos, Terraza (t), Montaña (M) y Piedemonte (P), dentro del polígono del entorno regional (línea amarilla), del complejo de paramo de Cruz Verde-Sumapaz. **Fuente:** Google Earth.

Paisaje de Montaña (M).

El paisaje de montaña ocupa gran extensión de la cordillera oriental y a su vez del complejo de paramo de Cruz Verde – Sumapaz, se extiende desde los 700 hasta los 3700 msnm, estas montañas son el resultado de la fuerte acción tectónica que, al disponer en distinta forma los estratos mediante levantamiento, plegamiento y fallamientos dieron origen a los diferentes tipos de relieve. Algunos de estos relieves fueron remodelados por procesos glaciares y periglaciales originando circos, campos de artesas y campos de morrenas.

En el paisaje de montaña dominan los relieves quebrados y escarpados con pendientes de diferente forma y longitud, los drenajes son muy profundos de mediana a poca amplitud generalmente en forma de V, de tipo dendrítico a subdendrítico.

- **Relieve Montañoso Estructural Denudativo** (Figura No. 12)

Cuesta: En este tipo de relieve la inclinación de los estratos varia de 7 a 12%, las laderas son estructurales largas y rectilíneas poco disectados. Los escarpes son de longitud corta a media de gradiente superior al 75%. Se localizan en alturas cercanas a los 1500 msnm.

Los crestones: Son un tipo de relieve que presenta entre los 700 y 3200m de altitud, se caracterizan por tener laderas asimétricas, largas, comúnmente rectilíneas, con inclinación entre el 25-50%, con disecciones profundas, poco densas, los escarpes son fuertemente empinados con una inclinación que supera el 75%.

Las crestas homoclinales: Generalmente se encuentran asociadas a los crestones por lo que sus características posicionales, morfográficas y morfométricas son parecidas diferenciándose solo por el grado de inclinación de las laderas estructurales, son abruptas, terminadas comúnmente en forma aguda por lo que se les conoce como cuchillas.

Los espinazos: Son otro tipo de relieve estructural del paisaje de montaña, se caracteriza por la presencia de estratos alternos de diferente consistencia (areniscas y arcillolitas), con una inclinación de 10 a 30°. Los escarpes son muy empinados e irregulares con pendientes mayores al 75%.



Figura No. 12. Relieve montañoso estructural presente en el entorno regional del complejo de paramo. Se puede observar claramente el buzamiento de los estratos. **Fuente:** Google Earth.

- **Relieve Montañoso Colinado Denudacional**

Son relieves cuya altura y morfología actuales no dependen de plegamiento ni volcanismo, sino de procesos exógenos; las diferencias en el modelado dependen de la naturaleza del material y de las propiedades del regolito y suelos, los que a su vez dependen de los climas, pasado y actual.

Filas y vigas: (Figura No. 12). Este tipo de relieve se encuentra con mucha frecuencia el área de estudio, se encuentran en todos los pisos térmicos desde el muy frío hasta el cálido, presentan crestas longitudinales ramificadas, con laderas abruptas modeladas por escurrimiento concentrado dejando valles en forma V profundos.

El relieve es quebrado y escarpado, formado por un eje mayor largo y estrecho y numerosos ramales que semejan el techo de una casa, las cimas son estrechas, convexas, de pendientes entre 3-12% y las laderas largas rectilíneas con gradientes entre 25-50 y 50-75%. El patrón de drenaje es dendrítico a subdendrítico, de densidad media a baja.

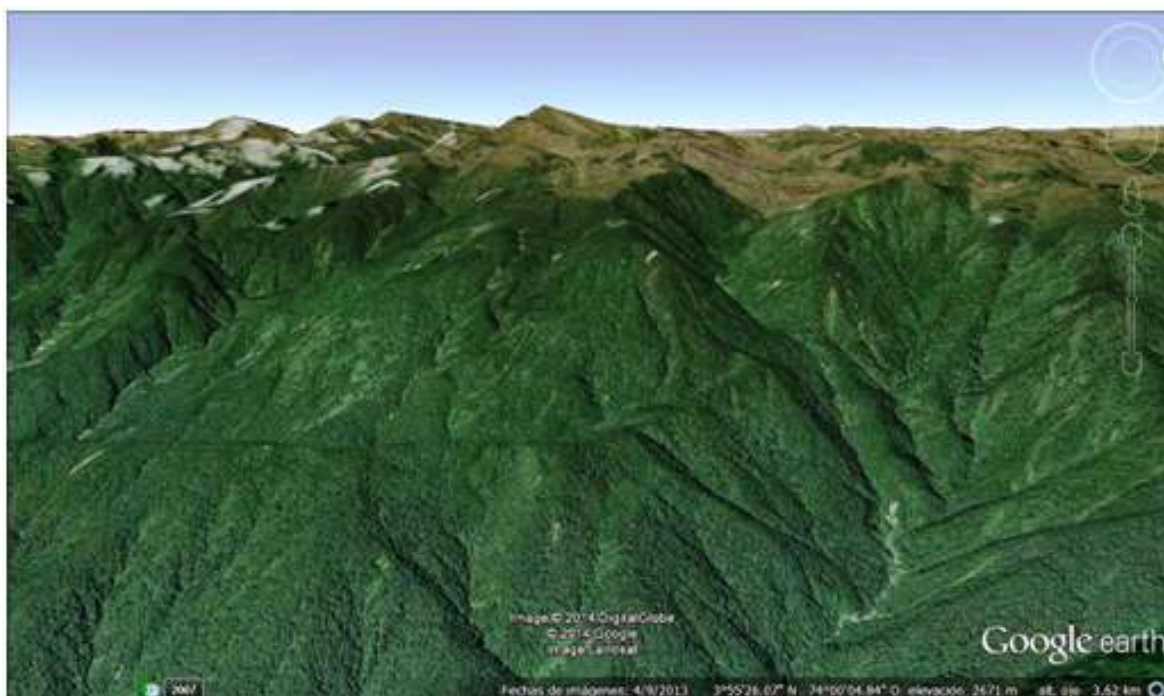


Figura No. 13. Imagen de filas y vigas, del paisaje de montaña denudacional, donde se puede observar el tipo de drenaje y su relieve. **Fuente:** Google Earth, 2014.

- **Relieve Glacial**

El relieve glacial es el que se deriva de la acción del paso del hielo sobre la superficie de las rocas y de la acumulación de la carga que es capaz de transportar. En las zonas localizadas en altitudes de 3200m, que corresponden a clima frío y extremadamente frío, se presentan circos y campos de artesas producto de la acción glacial pasada. Estas geoformas muestran relieve con pendientes entre 12-25% y escarpado con pendientes entre el 50-75% con pendientes mayores en algunos sectores.

Paisaje de Piedemonte (P):

Este tipo de paisaje se encuentra en la base de la cordillera oriental, con geoformas basculadas y falladas por movimientos tectónicos que aun prevalecen con intensidad mínima, este hecho ha originado un gran numero de taludes que le dan un aspecto escalonado al paisaje y enmascararon la verdadera morfogénesis de los sedimentos constituyentes de los diferentes tipos de relieve, ya que no siempre los que están en posición más alta contienen los suelos mas evolutivos.

Los materiales constitutivos de Piedemonte provienen del efecto denudativo de la cordillera, formando un plano inclinado de pendientes entre el 1 – 12%, con patrón de drenaje distributivo a subparalelo y disección ligera a moderada poco densa.

Este paisaje se puede observar en el sector sur oriental del complejo de paramo especialmente en el departamento del Meta (Figura No. 14).



Figura No. 14. Imagen del paisaje de Piedemonte, departamento del Meta municipios de Acacias, Guamal y Cubarral. **Fuente:** Google Earth, 2014.

Colinas y Lomas: En algunos sectores pueden ser confundidas con el límite inferior de la montaña, son el resultado de la acción erosiva severa sobre los ápices y taludes de los abanicos y terrazas, sus laderas son cortas y complejas, las son planas y redondeadas la disección es profunda y densa a tal punto que en algunos sectores se forman misceláneos erosionados. Esta geoforma se presenta especialmente en cercanías de Guaicaramo.

- **Relieve de Origen Fluvial**

Abanicos: Son superficies de forma triangular inclinadas con una pendiente entre el 1–7%, algunos presentan basculamiento, recorte y reactivación por tectonismo. Han sido modelados por los cauces fluviales que descenden de la cordillera, generalmente contienen cantos rodados heterométricos.

Terrazas: Se encuentran entre la base de los abanicos y las planicies aluviales de los grandes ríos formando fajas amplias y alargadas paralelas a los cauces de las vías fluviales.

Morfo-Dinámica Actual

La morfodinámica presente en la zona de estudio relaciona los procesos denudativos, como: Deslizamientos, fenómenos de erosión hídrica, caídas de roca, áreas mal drenadas, flujos de tierra y de rocas, además de la intervención antrópica. Varios de debido al uso inadecuado del suelo y mal manejo de aguas residuales o de escorrentía entre otros.

- Procesos de Reptación

Los procesos de reptación son movimientos de masa de tierra muy lentos, que afecta capas superiores de las laderas especialmente arcillosas. Este proceso se puede evidenciar por pequeñas ondulaciones en el terreno a leves inclinaciones en los arboles o cercados en el área afectada. Este proceso se presenta especialmente sobre las geoformas de origen denudativo, en laderas con pendientes bajas a medias.

- Deslizamientos

Los deslizamientos corresponden a movimientos en masa en las cuales grandes volúmenes de suelos o fragmentos de roca fresca se desprenden y desplazan hacia sectores mas bajos originando en algunos casos el represamiento de las corrientes de agua y avalanchas con efectos muy destructivos.

Este fenómeno se presenta principalmente en el paisaje de montaña, debido a las pendientes fuertes, la inestabilidad de algunos materiales geológicos, el mal uso del suelo, las talas y quemas indiscriminadas. Esto sumado a que en el paisaje de montaña y piedemonte se encuentra el sistema de fallas del borde llanero, el cual por actividad sísmica hace que estos movimientos se intensifiquen.

- Erosión Hídrica

Uno de los grandes agentes que sido causante del modelamiento de la geoformas terrestres ha sido el agua proveniente de las lluvias y abarca la erosión provocada por el impacto de las gotas en el suelo desnudo arrastrando y transportando partículas de suelo por escurrimiento. Este proceso se presenta sobre las lomas y colinas, que a su vez han sufrido gran parte de su modelado por este fenómeno.

2.3.3 Hidrogeología

En términos regionales el complejo de paramo de Cruz Verde- Sumapaz se localiza dentro de la provincia hidrogeológica montana e intramontana en la zona plegada de la cordillera oriental, (Figura No. 15) (IDEAM, 2010).

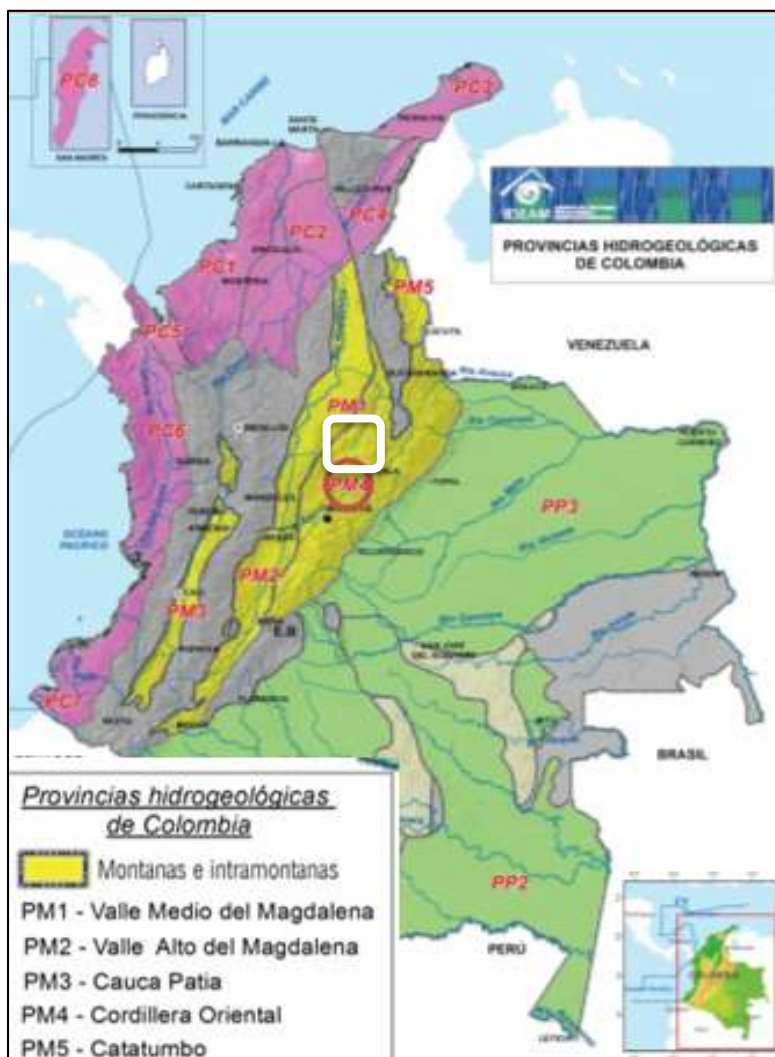


Figura No. 15. Mapa de provincias hidrogeológicas de Colombia. El cuadro blanco refleja la localización del complejo de paramo de Cruz Verde- Sumapaz. **Fuente:** IDEAM, 2010.

Clasificación de las Estructuras hidrogeológicas

En el área existen unidades litoestratigráficas de moderada a gran importancia para el abastecimiento de aguas subterráneas, siendo ésta, utilizada para el consumo humano y para riego. Las Areniscas Labor y Tierna son las de mayor importancia y mayor potencial (Robles, 1993).

La Formación Arenisca Dura, es clasificada como de gran a moderada importancia (Robles, 1993), La Formación Tilatá es también de gran a moderada importancia hidrogeológica (Robles, 1993). Los depósitos de terraza alta y la Formación Cacho son considerados de moderada a poca importancia hidrogeológica (Robles, 1993). En los municipios de la Sabana de Bogotá los acuíferos de mayor importancia corresponden, a: (Areniscas de Labor- Tierna, Dura, y Formación Tilatá) están distribuidos ampliamente asegurando una buena disponibilidad de unidades acuíferas que pueden ser utilizadas para el aprovechamiento de aguas subterráneas para uso doméstico o riego.

El Grupo Villeta

Confinante, subyace toda la región. En el núcleo de varios de los numerosos sinclinales de este sector de la Cordillera Oriental, se encuentran las Formaciones Guaduas, Bogotá y Usme, igualmente confinantes. Encima de, o entre estas formaciones, se encuentran rocas consolidadas con porosidad secundaria, por fracturación, los miembros de la Formación Guadalupe, la Formación Cacho y hasta cierto punto, la Formación Aunque en general el Grupo Villeta, constituido primordialmente por arcillolitas laminadas, se comporta como unidad confinante, localmente puede ser buen acuífero en zonas de alta fracturación.

- ✓ Formación Guadalupe: es un acuífero confinado con porosidad secundaria de unos 700 m de espesor, compuesto por areniscas, arcillolitas, limolitas y liditas. Se ha comprobado que la circulación de agua ocurre en zonas angostas de alta fracturación. La transmisividad varía entre 50 y 750 m²/d y el rendimiento de pozos individuales entre 10 y 150 lps.
- ✓ Formación Guaduas: compuesta por arcillolitas, areniscas y mantos de carbón, en líneas generales es una unidad confinante. Sin embargo, las areniscas y mantos de carbón son acuíferos, (Fandiño, E., 1975).
- ✓ Formaciones Tilatá y Sabana: que conjuntamente forman el relleno fluvio-lacustre de la cuenca, compuestas por gravas, arenas, limos, arcillas y turbas, también son acuíferas, siendo unidades semiconsolidadas de alta o de moderada permeabilidad. Tienen acuíferos libres, acuíferos colgados, acuíferos confinados, capas semiconfinantes y capas confinantes.

En la Formación Tilatá la transmisividad varía entre 10 y 350 m²/d y el rendimiento de pozos individuales entre 3.5 y 20 lps. Originalmente la recarga a dichos acuíferos, genéticamente relacionados con los ríos y quebradas del pie de monte, era directa, a partir de la infiltración en las partes altas de los abanicos. Con la progresiva urbanización y el recubrimiento de materiales impermeables, cada vez la recarga es más difícil.

Las reservas de agua subterránea de una cuenca hidrogeológica no son inagotables. Las aguas subterráneas se hallan bajo tierra en los acuíferos pero hacen parte del ciclo hidrológico de la cuenca y los acuíferos permiten el almacenamiento transitorio del agua. Son sujetos de recarga y descarga en una sucesión natural renovable por infiltración y ex filtración desde y hacia las aguas superficiales.

Zonas de Recarga y Potencial de Acuíferos

Las zonas de recarga son áreas conformadas por material con alta permeabilidad primaria, ubicadas en áreas de alta precipitación y con una disposición estructural que favorece la infiltración de agua. Su importancia radica en alimentar acuíferos, algunos de los cuales contribuyen con los caudales de los cuerpos de agua de la zona.

Los acuíferos se recargan o llenan de agua de forma natural por infiltración del agua de lluvia que cae sobre ellos, de los ríos o lagos que los atraviesan o limitan, o del excedente de agua empleada en regar cultivos asentados sobre ellos (excedente respecto al agua consumida por el propio cultivo y por la evaporación), este volumen de agua que se llama también aportación, recarga o entrada al acuífero es variable a lo largo del tiempo, mayor en unas épocas (invierno), menor o inexistente en otras (verano).

2.3.4 Hidrografía e Hidrología

Con el objetivo de caracterizar el estado y dinámica de los diferentes componentes hidrológicos presentes en entorno regional del complejo de Cruz Verde – Sumapaz, la información utilizada se obtuvo principalmente de la consulta de información secundaria proveniente de diversas fuentes (Tabla No. 4).

Tabla No. 4. Fuentes de información secundaria consultada. **Fuente:** Convenio CEERCO / CAR

TIPO	DESCRIPCIÓN
Información ambiental	Atlas de Páramos de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2007. Resolución 1907 del 27 de Diciembre de 2003, por la cual se expide la Guía técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Sumapaz. Resolución 2133 de noviembre 15 de 2005.
Estudios de referencia	Estudio de actualización y complementación de la oferta hídrica superficial para cuencas hasta quinto orden para la jurisdicción de la CAR. Universidad de Pamplona y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. 2010.
Información hidro-meteorológica	Mapas de zonas hidrográficas, y subzonas hidrográficas. Decreto número 1640 de 2 de Agosto de 2012 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (en adelante MADS). Resolución 337 de 1978. Codificación de Cuencas.

A partir de la información descrita se procedió a realizar las siguientes actividades:

- 1) Actualización de la base cartográfica.
- 2) Definición Cartográfica de las unidades hidrográficas presentes en el entorno regional y por ende local del complejo objeto de estudio.
- 3) Identificación de sistemas lenticos y loticos, en el cual se describen los principales cuerpos de agua localizados en entorno regional del complejo Cruz Verde-Sumapaz y análisis morfométrico de cuencas.
- 4) Patrones de drenaje de las corrientes presentes en el área.

Una vez actualizada la red de drenajes, se delimitaron las unidades hidrográficas contenidas dentro del entorno regional; esta delimitación tuvo en cuenta las curvas de nivel, y que cada unidad hidrográfica se definiera desde el nacimiento de cada corriente hasta su desembocadura en otra corriente de mayor orden así como los shapes de las áreas hidrográficas, las Zonas y Las Sub-Zonas definidas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia-IDEAM.

En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se describen las unidades hidrográficas presentes en el entorno Regional del complejo de páramo Cruz Verde – Sumapaz, en donde se observa, que este se divide en dos vertientes que corresponden al área hidrográfica del Orinoco y al Magdalena/Cauca.

La zona hidrográfica del Meta, que hace parte del área hidrográfica del Orinoco, se encuentra representada por las Subzonas hidrográficas de los Ríos, Metica y Negro/Guayuriba, mientras que la Zona hidrográfica del Río Guaviare, se encuentra conformada por el Río Guayabero hasta bocas Río Duda, Río Guayabero, hasta localidad El Refugio, y Río Duda, Río Ariari hasta río Guape y Río Ariari desde Río Guape al Río Guejar.

De otra parte el área de estudio, se encuentra dentro del área hidrográfica del Magdalena/Cauca, la Zona de Alto Magdalena con las Subzonas de los Ríos Bogotá, Sumapaz y Cabrera, (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). La jerarquización y codificación de las unidades hidrográficas presentes en el área de estudio se desarrolló de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1640 del 2012 del IDEAM, el cual reglamenta los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones.

Tabla No. 5. Red Hidrográfica dentro del entorno regional del Complejo de Páramo Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** Convenio CEERCO./ CAR, 2015.

ÁREA HIDROGRÁFICA	CÓDIGO ZONA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	CÓDIGO SUBZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA
Orinoco	35	Guaviare	3201	Río Guayabero hasta bocas río Duda
			3202	Río Guayabero (mi) hasta localidad El Refugio, y río Duda
			3206	Río Ariari hasta río Guape
			3207	Río Ariari desde río Guape al río Guejar
		Meta	3501	Río Metica (Guamal - Humadea)
			3502	Río Guayuriba
Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2114	Río Cabrera
			2119	Río Sumapaz
			2120	Río Bogotá

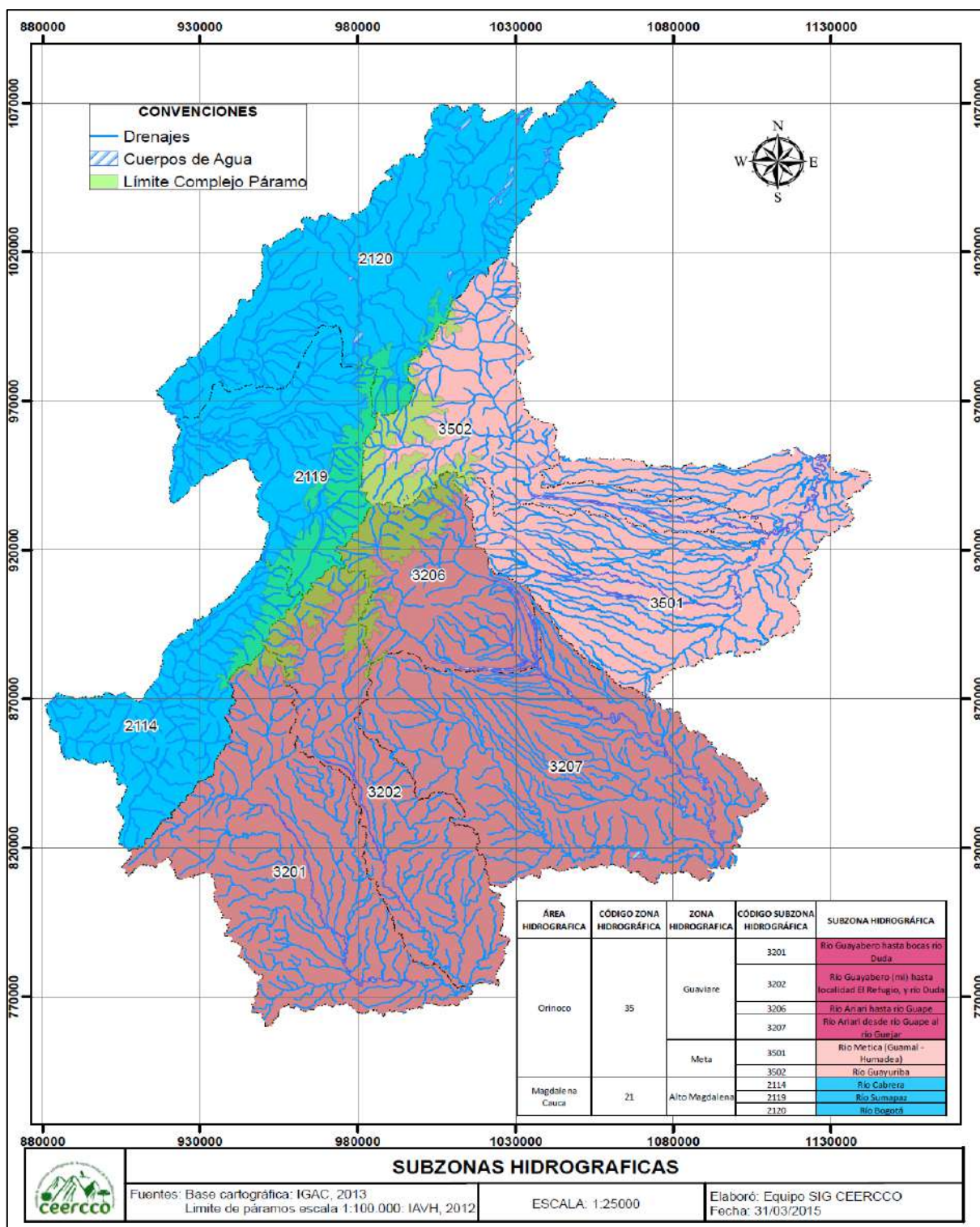


Figura No. 16. Unidades Hidrográficas presentes en el entorno regional del Complejo de Páramo Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** Presente estudio

Identificación de Sistemas Lénticos y Lóticos

De acuerdo con las definiciones contenidas en la Resolución 200-41-11-1130 de 2011 de CORPORINOQUIA, un cuerpo de agua es masa o extensión de agua como un lago, mar u océano, que cubre parte de la tierra. Algunos cuerpos de agua son artificiales, como estanques, pero la mayoría son naturales, pueden contener agua salada o agua dulce.

Así mismo, define los cuerpos de Agua Lénticos, como cuerpos de agua, naturales o artificiales, con movimiento de agua vertical u horizontal, pero nunca unidireccional, que permanecen en un mismo lugar sin correr ni fluir, como los lagos, las lagunas, los esteros, los pantanos, etc.

Entre los cuerpos de agua lénticos existentes, se destaca, la presencia de esteros, los cuales son definidos en la resolución en mención como un humedal sin forma definida, de microrrelieve cóncavo y nivel freático alto.

Se clasifican según el régimen de inundaciones en permanentes, semi-permanentes y temporales. Son variables en cuanto a su composición estructural, morfología, tamaño y ecología; regulan el ciclo hídrico estacionario y pueden albergar una importante diversidad de especies de flora y fauna.

Descripción de la red hidrográfica

- Área Hidrográfica Río Orinoco:

El sistema hídrico presente pertenece en mayor proporción a la cuenca del Río Orinoco, cuyos ríos nacen en la Cordillera Oriental y bañan la extensa llanura colombiana. Otros ríos pertenecientes a esta cuenca son: Río Vichada, Río Upía, Río Guatiquía, Río Ariari y Río Meta, aun cuando no se relacionan con el área de interés del presente estudio, son de gran importancia para el desarrollo de los departamentos de Arauca, Meta, Casanare y Vichada.

El 46% del área total de la cuenca del río Orinoco, presenta valores de índice de aridez correspondientes al rango de moderado a excedentes de agua superficial. El 50% se categoriza con condiciones de excedente y en un 3% se considera un rendimiento hídrico de altos excedentes de agua.

Ahora bien, en condiciones climáticas secas, se observan reducciones promedio de rendimiento del 37%, y se identifican categorías de moderado, y moderado a excedente en el 99% del área de las cuencas de los principales ríos de la región.

Río Meta:

Nace en el páramo de Sumapaz en la vertiente oriente de la cordillera Oriental con una longitud aproximada de 1000 km de los cuales aproximadamente 730 km son navegables, su cuenca hidrográfica tiene una extensión de 93750 km² entrega sus aguas al Río Orinoco a una altura menor de los 200 msnm en cercanías a la población de Puerto Carreño.

En su recorrido de occidente a oriente sirve como límite departamental entre Meta y Casanare en su nacimiento lleva el nombre de Metica formado por el caño Camoa y el río Guamal y a partir de la confluencia del río Humea toma el nombre de río Meta. (IGAC, 2004).

A lo largo de su recorrido el río Meta drenan varios afluentes de gran caudal como los ríos Upía, Humea, Manacacias, Guayuriba y Yucao, junto con otros de menor importancia dentro de los cuales están: caño Maximena, Maquivo, Bujumena y Güira.

Su régimen hidrológico está íntimamente ligado con el régimen de precipitación de un período a otro, las fuertes erosiones en la cordillera y la limitada capacidad del río para la evacuación del agua; lo cual, sumado al hecho de servir como colector de muchos otros ríos de los Llanos, forma una capa subterránea cuyo nivel se constata en los pozos y terrenos bajos.

De acuerdo con datos del IDEAM, el caudal de este río presenta variaciones marcadas del período seco al lluvioso, con un aumento en el nivel del agua que puede alcanzar diferencias de 4 m a 5 m entre los dos períodos, debidas a la insuficiente capacidad hidráulica de su cauce, pero los desbordamientos de esta corriente no sólo se deben a los cambios de precipitación en la cordillera, sino también a los grandes volúmenes de material sólido arrastrado o en suspensión en sus aguas, lo cual disminuye la capacidad de su cauce y hace que el río inunde con frecuencia importantes áreas de sus vegas.

Río Guaviare:

El límite sur del departamento del Meta está marcado en su mayoría por el río Guaviare, dicha unidad hidrográfica drena las aguas de los territorios situados al occidente y sur del área departamental. Tiene su origen en la cordillera Oriental con el nombre de Guayabero y desde la confluencia de este río con río Ariari a partir de Puerto Arturo se le denomina Guaviare.

Tiene una longitud aproximada de 1350 km y es navegable en lo por lo menos 1100 km; algunos raudales dificultan el tránsito de las embarcaciones.

Esta unidad hidrográfica está conformada por ríos de gran importancia regional como el Duda, Ariari, Papaneme y Siare, junto con otros de menor importancia como el río Iteviare en cual se encuentra en el extremo sur del área delimitada por los corredores de la línea eléctrica de 230 kv de la Estación Generadora de Energía Eléctrica – Rubiales.

- Área Hidrográfica Magdalena-Cauca:

Esta área hidrográfica, está conformada por las zonas hidrográficas de Alto Magdalena, Saldaña, Medio Magdalena, Sogamoso, Bajo Magdalena-Cauca-San Jorge, Cauca, Nechí, Cesar y Bajo Magdalena. Tiene un área total de 269,129 Km² con una oferta hídrica anual de año medio 302,922Mm³ y para año seco de 137,083 Mm³.

Para el caso puntual del entorno regional del páramo Cruz Verde – Sumapaz, se encuentra la cuenca alta del río Magdalena, conformada por el departamento del Huila en su totalidad y parte de los departamentos de Tolima y Cundinamarca, fluyen importantes ríos, como el Suaza, Paez, Cabrera, Saldaña Coello y el Bogotá, fuentes importantes de abastecimiento para la población y soporte de grandes proyectos de distritos de riego e hidroenergía, entre otros.

Esta zona del país, se caracteriza por tener condiciones de aridez moderadas en el 86% del área y rendimientos entre 20 l/s-Km² y 40 l/s-Km², para la gran mayoría de cuencas de sus ríos, con excepción de los ríos Bogotá Opia, Fortalecillas y Seco que presentan rendimientos entre 10 l/s-Km² y 20 l/s-Km².

Los sistemas loticos de interés para la presente caracterización, corresponden a las corrientes de tercer orden (SubZonas Hidrográficas), presentes en el entorno Regional definido para el complejo Cruz Verde-Sumapaz, fueron caracterizados a partir de información secundaria (Tabla No. 4), teniendo en cuenta la clasificación hidrográfica definida. (

CORRIENTE	DESCRIPCIÓN
Río Guayabero	<p><u>Área Hidrográfica:</u> Río Orinoco</p> <p><u>Zona Hidrográfica:</u> Río Guaviare</p> <p>Unido a las aguas del Río Ariari, conforman el Río Guaviare, este en su tramo inicial recibe el nombre de Río Guayabero y fluye en dirección Sureste. Sus aguas drenan contiguas al centro poblado de la Macarena.</p> <p>Conformado por la cuenca del Río Duda, que a su vez recibe las Qebradas la Sonora, El Taladro, Los Tambos del Colorado y Aguablanca entre otros. Genera eventos de crecientes e inundaciones a su paso por los municipios de La Macarena, Uribe, Puerto Rico y Puerto Concordia; y otros afluentes menores como el Río Guaduas, la Quebrada Cristalina y el Caño Gavilán, en el municipio de La Macarena; el río Leiva, las quebradas La Reserva, La Estrella y Las Dantas y el caño Chigüiro, en sus recorridos por el municipio de Uribe; y el Caño Cabra en el área correspondiente al municipio de Puerto Rico. Todas ellas según lo</p>

reportado por los diferentes municipios en sus respectivos esquemas de ordenamiento territorial.

Río Guejar

Área Hidrográfica: Río Orinoco

Zona Hidrográfica: Río Guaviare

El Río Guejar pertenece a la subcuenca de Río Ariari el cual posee una red hidrográfica densa conformada con cuencas hasta de quinto orden, de tipo dendríticas. El área del Río Guejar hasta su desembocadura en el Río Ariari es de aproximadamente 5,900 Km², y su longitud aproximada es de 236 Km.

Este río tiene una longitud total aproximada de 235 km, nace en la cordillera Oriental a una altura aproximada de 5533 msnm. Desemboca en el río Ariari a una altura aproximada de 210 msnm. Tiene una dirección predominante en sentido noroeste-sureste, hasta llegar al poblado de Piñalito donde cambia su curso a oeste-este. Desarrolla un patrón principalmente trenzado; una vez en áreas planas presenta un patrón de drenaje meándrico hasta su desembocadura en el Río Ariari.

**Río Negro/
Río
Guayuriba**

Área Hidrográfica: Río Orinoco

Zona Hidrográfica: Río Meta

Nace en la Cordillera Oriental, el material geológico está conformado por lutitas, pizarras y esquistos cloríticos; estas características unidas a los procesos actuales de escurrimiento difuso, movimientos en masa y desprendimiento de rocas provocan una mayor degradación que la convierte en una cuenca erosionada. Las características hidrométricas observadas durante un año dan los siguientes resultados: caudal máximo 731 m³/seg, mínimo 30 m³/seg y medio 150 m³/seg.

El Río Guayuriba sirve de límite con Villavicencio pasando por Loma de San Juan, Loma del Pañuelo, el Rosario, Las Margaritas, San Cayetano, y San José de las Palomas principalmente. Este río es el más importante del sector y se forma de dos afluentes principales, el Río Blanco que nace en el cerro de Paila y el Río Negro que nace en el páramo Chamizal. El río confluye a 6 Km. Aguas abajo de la población Rincón de Pajure. Sobre la hoya de éste río se localizan las mayores intensidades de lluvias, superiores a 7500 mm al año. El suelo que acompaña estas zonas es altamente permeable y con poca retención de humedad, destaca su importancia como principal fuente de agua para el riego. El Municipio de Acacias hace varias captaciones de aguas sobre este río.

El río negro se denomina río Guayuriba después de la desembocadura del río Manzanares en el municipio de Acacias. Comparado con el Río Guatiquía su impacto es más bajo.

Río Sumapaz	<p><u>Área Hidrográfica:</u> Magdalena-Cauca</p> <p><u>Zona Hidrográfica:</u> Alto Magdalena</p> <p>En el Sumapaz se genera uno de los más importantes recursos hídricos de Colombia, que hace parte de las cuencas de los ríos Magdalena y Orinoco. De las 78.096 has de la localidad de Sumapaz, se distribuyen en 35.928 has de pajonal, 25.017 has de frailejón y pajonal, 5.402 has de bosque natural, 1.856 has de turbera y 106 has de lagunas. Además, la localidad de Sumapaz cuenta con 1.128 kilómetros de ríos y quebradas, conforman un conjunto natural que cumple un importante papel en el ciclo del agua, tanto regulando los flujos desde la montaña, como alimentando los depósitos subterráneos.</p> <p>El Río Sumapaz se localiza en el departamento de Cundinamarca, Colombia. Su nombre se debe a su lugar de nacimiento en el Páramo de Sumapaz, el más grande por extensión del mundo, ubicado en zona rural de Bogotá. 2 Es uno de los principales afluentes del Magdalena en la parte alta de su cuenca. 3 Recorre los municipios de Cabrera, Venecia, Pandi, Icononzo, Nilo, Melgar y Ricaurte, en estos últimos cinco sirve como límite natural entre los departamentos de Tolima y Cundinamarca.</p>
Río Bogotá	<p><u>Área Hidrográfica:</u> Magdalena-Cauca</p> <p><u>Zona Hidrográfica:</u> Alto Magdalena</p> <p>La cuenca del río Bogotá se encuentra localizada en el departamento de Cundinamarca y junto con los ríos Sumapaz, Magdalena, Negro, Minero, Suárez, Blanco, Gacheta y Machetá, conforma el grupo de corrientes de segundo orden del departamento. Tiene una superficie total de 589143 hectáreas que corresponden a cerca del 32% del total de la superficie departamental.</p> <p>La Cuenca del río Bogotá limita en su extremo norte con el Departamento de Boyacá, en el extremo sur con el Departamento del Tolima, al occidente con los municipios de Bituima, Guayabal de Síquima, Albán, Sasaima, La Vega, San Francisco, Supatá y Pacho y al oriente, en el área incluida dentro del presente estudio es decir sin incluir la subcuenca del río Tunjuelo, con los municipios de Nilo, Tibacuy, Silvana, Chipaque, Ubaque y Choachi.</p>

).

Patrones de drenaje a nivel regional

El patrón de drenaje es el arreglo que tiene la red hidrográfica de determinado sector o área en relación a factores tales como: las unidades litológicas aflorantes en superficie, geoformas y pendiente del terreno y en algunos casos a factores antrópicos. Así mismo, son indicadores y rara vez son considerados como parte de un diagnóstico.

Tabla No. 6. Inventario de sistemas Lóticos de tercer orden (Subzonas Hidrográficas). **Fuente:** Convenio CEERCO. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, 2015.

CORRIENTE	DESCRIPCIÓN
Río Guayabero	<p><u>Área Hidrográfica:</u> Río Orinoco</p> <p><u>Zona Hidrográfica:</u> Río Guaviare</p> <p>Unido a las aguas del Río Ariari, conforman el Río Guaviare, este en su tramo inicial recibe el nombre de Río Guayabero y fluye en dirección Sureste. Sus aguas drenan contiguas al centro poblado de la Macarena.</p> <p>Conformado por la cuenca del Río Duda, que a su vez recibe las Quebradas la Sonora, El Taladro, Los Tambos del Colorado y Aguablanca entre otros. Genera eventos de crecientes e inundaciones a su paso por los municipios de La Macarena, Uribe, Puerto Rico y Puerto Concordia; y otros afluentes menores como el Río Guaduas, la Quebrada Cristalina y el Caño Gavilán, en el municipio de La Macarena; el río Leiva, las quebradas La Reserva, La Estrella y Las Dantas y el caño Chigüiro, en sus recorridos por el municipio de Uribe; y el Caño Cabra en el área correspondiente al municipio de Puerto Rico. Todas ellas según lo reportado por los diferentes municipios en sus respectivos esquemas de ordenamiento territorial.</p>
Río Guejar	<p><u>Área Hidrográfica:</u> Río Orinoco</p> <p><u>Zona Hidrográfica:</u> Río Guaviare</p> <p>El Río Guejar pertenece a la subcuenca de Río Ariari el cual posee una red hidrográfica densa conformada con cuencas hasta de quinto orden, de tipo dendríticas. El área del Río Guejar hasta su desembocadura en el Río Ariari es de aproximadamente 5,900 Km², y su longitud aproximada es de 236 Km.</p> <p>Este río tiene una longitud total aproximada de 235 km, nace en la cordillera Oriental a una altura aproximada de 5533 msnm. Desemboca en el río Ariari a una altura aproximada de 210 msnm. Tiene una dirección predominante en sentido noroeste-sureste, hasta llegar al poblado de Piñalito donde cambia su curso a oeste-este. Desarrolla un patrón principalmente trenzado; una vez en áreas planas presenta un patrón de drenaje meándrico hasta su desembocadura en el Río Ariari.</p>

<p>Río Negro/ Río Guayuriba</p>	<p><u>Área Hidrográfica:</u> Río Orinoco <u>Zona Hidrográfica:</u> Río Meta</p> <p>Nace en la Cordillera Oriental, el material geológico está conformado por lutitas, pizarras y esquistos cloríticos; estas características unidas a los procesos actuales de escurrimiento difuso, movimientos en masa y desprendimiento de rocas provocan una mayor degradación que la convierte en una cuenca erosionada. Las características hidrométricas observadas durante un año dan los siguientes resultados: caudal máximo 731 m³/seg, mínimo 30 m³/seg y medio 150 m³/seg.</p> <p>El Río Guayuriba sirve de límite con Villavicencio pasando por Loma de San Juan, Loma del Pañuelo, el Rosario, Las Margaritas, San Cayetano, y San José de las Palomas principalmente. Este río es el más importante del sector y se forma de dos afluentes principales, el Río Blanco que nace en el cerro de Paila y el Río Negro que nace en el páramo Chamizal. El río confluye a 6 Km. Aguas abajo de la población Rincón de Pajure. Sobre la hoya de éste río se localizan las mayores intensidades de lluvias, superiores a 7500 mm al año. El suelo que acompaña estas zonas es altamente permeable y con poca retención de humedad, destaca su importancia como principal fuente de agua para el riego. El Municipio de Acacias hace varias captaciones de aguas sobre este río.</p> <p>El río negro se denomina río Guayuriba después de la desembocadura del río Manzanares en el municipio de Acacias. Comparado con el Río Guatiquía su impacto es más bajo.</p>
<p>Río Sumapaz</p>	<p><u>Área Hidrográfica:</u> Magdalena-Cauca <u>Zona Hidrográfica:</u> Alto Magdalena</p> <p>En el Sumapaz se genera uno de los más importantes recursos hídricos de Colombia, que hace parte de las cuencas de los ríos Magdalena y Orinoco. De las 78.096 has de la localidad de Sumapaz, se distribuyen en 35.928 has de pajonal, 25.017 has de frailejón y pajonal, 5.402 has de bosque natural, 1.856 has de turbera y 106 has de lagunas. Además, la localidad de Sumapaz cuenta con 1.128 kilómetros de ríos y quebradas, conforman un conjunto natural que cumple un importante papel en el ciclo del agua, tanto regulando los flujos desde la montaña, como alimentando los depósitos subterráneos.</p> <p>El Río Sumapaz se localiza en el departamento de Cundinamarca, Colombia. Su nombre se debe a su lugar de nacimiento en el Páramo de Sumapaz, el más grande por extensión del mundo, ubicado en zona rural de Bogotá. 2 Es uno de los principales afluentes del Magdalena en la parte alta de su cuenca. 3 Recorre los municipios de Cabrera, Venecia, Pandi, Icononzo, Nilo, Melgar y Ricaurte, en estos últimos cinco sirve como límite natural entre los departamentos de Tolima y Cundinamarca.</p>

Río Bogotá

Área Hidrográfica: Magdalena-Cauca

Zona Hidrográfica: Alto Magdalena

La cuenca del río Bogotá se encuentra localizada en el departamento de Cundinamarca y junto con los ríos Sumapaz, Magdalena, Negro, Minero, Suárez, Blanco, Gacheta y Machetá, conforma el grupo de corrientes de segundo orden¹ del departamento. Tiene una superficie total de 589143 hectáreas que corresponden a cerca del 32% del total de la superficie departamental.

La Cuenca del río Bogotá limita en su extremo norte con el Departamento de Boyacá, en el extremo sur con el Departamento del Tolima, al occidente con los municipios de Bituima, Guayabal de Siquima, Albán, Sasaima, La Vega, San Francisco, Supatá y Pacho y al oriente, en el área incluida dentro del presente estudio es decir sin incluir la subcuenca del río Tunjuelo, con los municipios de Nilo, Tibacuy, Silvana, Chipaque, Ubaque y Choachi.

Teniendo en cuenta la extensión del entorno regional del área de estudio, se podría diferenciar entre dos grupos principales de patrones de drenaje característicos. El primero corresponde a las corrientes principales con patrón meándrico y abundantes ramales o cauces entrelazados (ver Figura), fenómeno característico de zonas con pendientes suaves y cauces amplios cuyo lecho está compuesto por material que es arrastrado y posteriormente depositado a lo largo del cauce, modificando constantemente la dinámica fluvial existente. El segundo grupo presenta una dirección predominante N-W S-E, sobre un relieve quebrado, de tipo dendrítico en donde se generan diversos ramales que drenan hacia un cauce principal (ver Figura No. 18).

Así mismo dentro de los patrones de drenaje presentes en el piedemonte, se observan drenajes subparalelos (Figura), el cual es típico de zonas con baja cobertura vegetal y bajo transporte de caudal.

Finalmente con respecto a la forma de los drenajes y sus características físicas, se evaluó el grado de sinuosidad de las mismas, definida como la relación entre la longitud del río principal medida a lo largo de su cauce L y la longitud del valle del río principal medida en línea curva o recta L_t , como se muestra en la siguiente ecuación.

$$S = \frac{L}{L_t}$$

Este parámetro da una medida de la velocidad de la escorrentía del agua a lo largo de la corriente. Un valor de S menor o igual a 1,25 indica una baja sinuosidad. Se define entonces como un río con alineamiento “recto”.

Como resultado de esta ecuación, se obtuvo la información relacionada en la

Tabla No. 7, para las corrientes del área definida como Entorno Regional.



Figura No 18. Río Guejar. **Izquierda:** Se observa el patrón meándrico del canal principal del cual se desprenden diferentes ramales los cuales a su vez están asociados a sistemas lénticos y zonas de desborde. **Derecha:** Tributarios del Río Guejar. Corriente Dendrítica. **Fuente:** Google Earth, Image Digital Globe. 2015.



Figura No. 19. Caños Triburativos de la cuenca del Río Guejar con patrón Subparalelo. **Fuente:** Tomado de Google Earth, Image Digital Globe. 2015.

A partir de lo anterior, se tiene que en general todas las corrientes principales presentes en el entorno regional del Complejo Cruz Verde-Sumapaz, presentan un patrón de corriente con tendencia sinuosa, asociadas al patrón de drenaje dendrítico descrito anteriormente.

2.4.1. Características morfométricas de las sub-zonas hidrográficas y microcuencas del área de influencia

La morfometría de una cuenca hidrográfica, corresponde al estudio cuantitativo de las características físicas de la misma, a fin de evaluar la red de drenaje, las pendientes y la forma de una cuenca a partir del cálculo de valores numéricos, correspondiente a la estimación de los principales parámetros físicos que definen la morfometría de una cuenca, tales como, densidad de drenajes, área, perímetro, pendiente, factor de forma, coeficiente de compacidad, tiempo de concentración.

Tabla No. 7 Sinuosidad de las corrientes principales. **Fuente:** Convenio CEERCO. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, 2015.

CORRIENTE HÍDRICA	SINUOSIDAD
Río Guayabero hasta bocas Río Duda	1.39
Río Guayabero (mi) hasta localidad El Refugio, y Río Duda	0.94
Río Ariari hasta Río Guape	1.21
Río Ariari desde río Guape al Río Guejar	1.13
Río Metica (Guamal - Humadea)	2.19
Río Guayuriba	1.55
Río Cabrera	0.08
Río Sumapaz	1.52

A continuación se indica el análisis de los principales parámetros morfométricos para cada una de las cuencas presentes en el entorno regional del complejo Cruz Verde – Sumapaz las cuales resultan relevantes para la comprensión del comportamiento morfodinámico e hidrológico de cada unidad hidrográfica.

El procedimiento implementado consistió en la caracterización de cada unidad a partir del cálculo de sus variables básicas (superficie, perímetro, longitud de la corriente principal, elevación, desnivel del cauce principal y número y longitud de cauces de menor orden), a partir de un análisis geométrico basado en información cartográfica escala 1:25.000 y el producto de la respectiva actualización cartográfica, teniendo en cuenta la delimitación de las unidades hidrográficas y la red de drenaje del área, integrando la hidrografía regional desde el nacimiento de los cuerpos de agua hasta su desembocadura.

Características generales

Las características generales de una cuenca dependen de sus características geométricas, específicamente al área y perímetro, longitud total y axial del cauce principal, como se detallan a continuación:

Área (A)

El área constituye un parámetro fundamental en la magnitud del caudal creciendo proporcionalmente con el mismo, en condiciones normales. En la Tabla No. 8, se indica la clasificación las cuencas respecto a su área.

Tabla No. 8. Clasificación tamaño de la cuenca. **Fuente:** MONSALVE, G. Hidrología en la Ingeniería. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1995.

Clases de tamaño	Rangos de áreas (Km ²)
Pequeña	<25 -250
Intermedia Pequeña	251-500
Intermedia Grande	501-2500
Grande	2500-5000

Perímetro (P)

El perímetro es la longitud del contorno de la unidad hidrográfica, el cual aparentemente es un parámetro que no indica nada por si solo pero es muy importante para analizar aspectos como la forma de la cuenca por medio de parámetros como el coeficiente de compacidad (Kc).

Forma de la cuenca

El factor de forma es un índice que permite establecer la tendencia morfológica general en función de la longitud axial de la cuenca, y de su ancho promedio. Una cuenca tiende a ser alargada si el factor de forma tiende a cero, mientras que su forma es redonda, en la medida que el factor forma tiende a uno.

Este factor es un referente para establecer la dinámica esperada de la escorrentía superficial en una cuenca, teniendo en cuenta que aquellas cuencas con formas alargadas, tienden a presentar un flujo de agua más veloz, en comparación con las cuencas con formas redondeadas, logrando una evacuación de la cuenca más rápida, mayor desarrollo de energía cinética en el arrastre de sedimentos hacia el nivel de base, principalmente.

Por otra parte, el coeficiente de compacidad es una relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia con la misma superficie de la cuenca.

Este coeficiente define la forma de la cuenca, respecto a la similaridad con formas redondas, dentro de rangos que se muestran a continuación (FAO):

- Clase Kc1: Rango entre 1 y 1.25. Corresponde a forma redonda a oval redonda
- Clase Kc2: Rango entre 1.25 y 1.5 Corresponde a forma oval redonda a oval oblonga
- Clase Kc3: Rango entre 1.5 y 1.75 Corresponde a forma oval oblonga a rectangular oblonga.

Finalmente, el índice de alargamiento de una cuenca propuesto por Horton, también relaciona la forma de la cuenca, pero no en cuanto a su redondez sino a su tendencia a ser de forma alargada con relación a su ancho máximo y longitud axial cuyo resultado se describe en la

Tabla No. 10. Rangos y clases de alargamiento. **Fuente:** MONSALVE, G. Hidrología en la Ingeniería. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1995.

Rangos la	Clases de alargamiento
0,0-1,4	Poco alargada
1,5-2,8	Moderadamente alargada
2,9-4,2	Muy alargada

Longitud Axial

Es la distancia entre el punto de la desembocadura y el punto situado a mayor distancia del mismo siguiendo la dirección del drenaje. Según lo anterior se presentaran los parámetros morfométricos generales de las cuencas de interés y su clasificación según su tamaño (ver

Tabla No.).

A partir de esta información, se puede analizar que la totalidad de las SubZonas Hidrográficas que conforman el entorno regional del complejo objeto de estudio, son consideradas cuencas grandes.

Tabla No. 11. Parámetros generales unidades hidrográficas de interés. **Fuente:** Convenio CEERCO. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, 2015.

CLASIFICACIÓN	CORRIENTE HÍDRICA	GENERALES					
		Area (km ²)	Longitud Axial (km)	Longitud total del drenaje (km)	Sumatoria de longitudes de cauces integrados	PERIMETRO (km)	Clasificación tamaño
		A	La	Lt	Li	P	
Sub-zona Hidrográfica	Río Guayabero hasta bocas río Duda	5565.0	133.2	184.8	1738.4	508.9	Grande
Sub-zona Hidrográfica	Río Guayabero (mi) hasta localidad El Refugio, y Río Duda	3902.5	146.6	138.2	1228.3	473.9	Grande
Sub-zona Hidrográfica	Río Ariari hasta río Guape	2711.8	74.8	90.6	721.6	277.1	Grande
Sub-zona Hidrográfica	Río Ariari desde río Guape al río Guejar	6769.37	133.6	150.9	2504.7	507.7	Grande
Sub-zona Hidrográfica	Río Metica (Guamal - Humadea)	5808.1	115.3	252.6	2385.2	664.5	Grande
Sub-zona Hidrográfica	Río Guayuriba	3707.9	125.9	195.4	1449.5	516.3	Grande
Sub-zona Hidrográfica	Río Cabrera	2833.2	58.0	4.7	852.6	351.5	Grande
Sub-zona Hidrográfica	Río Sumapaz	3092.9	69.2	105.2	957.6	349.3	Grande
Sub-zona Hidrográfica	Río Bogotá	5996.3	176.3	246.8	1450.5	591.0	Grande

El potencial erosivo o de arrastre y la dinámica rápida o lenta del agua en una cuenca esta directamente relacionada con esta variable. Se identifican los parámetros morfométricos relacionados directamente con la forma de las unidades hidrográficas de interés (

Tabla No. 9).

De lo anterior se puede inferir que la mayoría de las cuencas del área de interés son oval oblongas a rectangular oblongas según el coeficiente de compacidad, a excepción de la Cuenca del Río Ariari hasta el Río Guape la cual se define de oval redonda a oval oblonga y de muy alargadas a moderadamente alargadas según el índice de alargamiento y el factor de forma, de lo que se puede concluir que son cuencas irregulares, con unas longitudes de cauce considerables respecto a su área lo que aumenta su tiempo de concentración, sin desconocer su condición fisiográfica de tendencia a crecientes estacionales.

Relieve de la cuenca

El análisis de las características de relieve permite determinar la distribución de las alturas en la cuenca, los cuales ayudan a comprender el devenir de los caudales, la variación territorial del rendimiento y escurrimiento específicos de las corrientes de agua. En condiciones de régimen hidrológico natural los rendimientos medios de una cuenca crecen con la elevación media de la cuenca (Londoño, 2001).

Esta característica controla en buena parte la velocidad con que se da la escorrentía superficial y afecta, por lo tanto, el tiempo que lleva el agua para concentrarse en los lechos fluviales que constituyen la red de drenajes de las cuencas. La pendiente del cauce se relaciona directamente con el tipo de relieve, y a su vez con la velocidad del agua (ver

Tabla No. 10).

Tabla No. 9. Parámetros de forma de sub-zonas hidrográficas y microcuencas de interés. **Fuente:** Convenio CEERCO. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, 2015.

CLASIFICACIÓN	CORRIENTE HÍDRICA	FORMA					
		ANCHO PROMEDIO (km)	FACTO R DE FORMA	COEFICIENTE DE COMPACIDAD	CLASIFICACION	INDICE DE ALARGAMIENT O	CLASIFICACION
		Ap	Kf	Kc	Kc	la	la
Sub-zona Hidrográfica	Río Guayabero hasta bocas río Duda	41.8	0.3	1.9	oval oblonga a rectangular oblonga	3.2	Muy Alargada
Sub-zona Hidrográfica	Río Guayabero (mi) hasta localidad El Refugio, y río Duda	26.6	0.2	2.1	oval oblonga a rectangular oblonga	5.5	Muy Alargada
Sub-zona Hidrográfica	Río Ariari hasta río Guape	36.3	0.5	1.5	oval redonda a oval oblonga	2.1	Moderadamente Alargada
Sub-zona Hidrográfica	Río Ariari desde río Guape al río Guejar	50.7	0.4	1.7	oval oblonga a rectangular oblonga	2.6	Moderadamente Alargada
Sub-zona Hidrográfica	Río Metica (Guamal - Humadea)	50.4	0.4	2.4	oval oblonga a rectangular oblonga	2.3	Moderadamente Alargada
Sub-zona Hidrográfica	Río Guayuriba	29.5	0.2	2.4	oval oblonga a rectangular oblonga	4.3	Muy Alargada
Sub-zona Hidrográfica	Río Cabrera	48.9	0.8	1.8	oval oblonga a rectangular oblonga	1.2	Poco Alargada
Sub-zona Hidrográfica	Río Sumapaz	44.7	0.6	1.8	oval oblonga a rectangular oblonga	1.5	Moderadamente Alargada
Sub-zona Hidrográfica	Río Bogotá	34.0	0.2	2.1	oval oblonga a rectangular oblonga	5.2	Muy Alargada

Tabla No. 10. Clasificación de la pendiente de la cuenca. **Fuente:** MONSALVE, G. Hidrología en la Ingeniería. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1995.

Pendiente (%)	Tipo de relieve	Velocidad agua
0-3	Plano	Baja
3-7	Suave	
7-12	Mediano	Media
20-35	Accidentado	Alta
35-50	Fuerte	

Con base en esta clasificación, se relacionan los diferentes rangos altitudinales de las unidades hidrográficas presentes dentro del entorno regional a fin de determinar la pendiente (%) y el tipo de relieve predominante en cada cuenca, entendido este, como la inclinación promedio que tiene los drenajes desde el nacimiento hasta su desembocadura.

Según lo anterior es posible establecer que las cuencas de la red hidrográfica presentan un relieve plano, ya que presentan una pendiente menor a 3%, con excepción de la cuenca del río Cabrera, con pendientes de 25,9%, lo que puede dar a entender que en general son cuencas con velocidades bajas en las que sus aguas tardan en depositarse en los lechos fluviales que las conforman (ver Tabla No. 11).

Sistema de drenaje

La densidad de drenaje se refiere a la cantidad de drenajes expresada en términos de longitud, en la superficie de una cuenca expresada en unidades de área. Particularmente se utiliza para determinar la disponibilidad hídrica de la cuenca en cada uno de sus sectores, asumiendo directa proporcionalidad entre la densidad y la disponibilidad de agua en un área determinada.

El tiempo de concentración, se define como el tiempo que dura el agua que cae en el punto más lejano de la cuenca, en llegar al nivel de base o desembocadura de la misma. Esta variable sirve para determinar la torrencialidad potencial de una cuenca en función de sus características físicas.

Se indican los resultados obtenidos respecto a los parámetros del sistema de drenaje presente en las unidades hidrográficas del entorno regional del complejo (ver Tabla No. 12).

Tabla No. 11. Características del relieve de la cuenca. **Fuente:** Convenio CEERCO. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, 2015.

CLASIFICACIÓN	CORRIENTE HÍDRICA	RELIEVE			
		ALTURA MÁXIMA (m.s.n.m)	ALTURA MÍNIMA (m.s.n.m)	PENDIENTE	TIPO DE RELIEVE
		Hmax	Hmin	%	
Sub-zona Hidrográfica	Río Guayabero hasta bocas Río Duda	3697	140	1.92	Plano
Sub-zona Hidrográfica	Río Guayabero (mi) hasta localidad El Refugio, y Río Duda	3697	140	2.57	Plano
Sub-zona Hidrográfica	Río Ariari hasta Río Guape	2070	199	2.06	Plano
Sub-zona Hidrográfica	Río Ariari desde río Guape al Río Guejar	2116	319	1.19	Plano
Sub-zona Hidrográfica	Río Metica (Guamal - Humadea)	1145	569	0.23	Plano
Sub-zona Hidrográfica	Río Guayuriba	1389	594	0.41	Plano
Sub-zona Hidrográfica	Río Cabrera	1976	759	25.90	Accidentado
Sub-zona Hidrográfica	Río Sumapaz	2088	1182	0.86	Plano
Sub-zona Hidrográfica	Río Bogotá	1626	437	0.48	Plano

Tabla No. 12. Sistemas de drenaje. **Fuente:** Convenio CEERCO. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, 2015.

CLASIFICACIÓN	CORRIENTE HÍDRICA	DRENAJE		
		TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	DENSIDAD DE DRENAJE	CLASIFICACION
		Tc	Dd	Dd
Sub-zona Hidrográfica	Río Guayabero hasta bocas río Duda	11.57	0.31	Pobrementemente drenada
Sub-zona Hidrográfica	Río Guayabero (mi) hasta localidad El Refugio, y río Duda	12.92	0.31	Pobrementemente drenada
Sub-zona Hidrográfica	Río Ariari hasta río Guape	7.61	0.27	Pobrementemente drenada
Sub-zona Hidrográfica	Río Ariari desde río Guape al río Guejar	15.11	0.37	Pobrementemente drenada
Sub-zona Hidrográfica	Río Metica (Guamal - Humadea)	19.74	0.41	Pobrementemente drenada
Sub-zona Hidrográfica	Río Guayuriba	19.30	0.39	Pobrementemente drenada
Sub-zona Hidrográfica	Río Cabrera	6.69	0.30	Pobrementemente drenada
Sub-zona Hidrográfica	Río Sumapaz	9.19	0.31	Pobrementemente drenada
Sub-zona Hidrográfica	Río Bogotá	24.39	0.24	Pobrementemente drenada

A partir de estos parámetros se identifica la dinámica de la regulación hídrica en una unidad hidrográfica particular y se establece la oferta natural del recurso en un área determinada.

De los valores anteriores se puede analizar que los tiempos de concentración presentados están relacionados directamente con el área de las unidades hidrológicas, teniendo en cuenta que las subzonas hidrográficas son consideradas cuencas grandes, o intermedia – grandes, en este mismo sentido se comporta el tiempo de concentración, presentando resultados que se interpretan desde pobremente drenados hasta moderadamente drenados.

Teniendo en cuenta la forma de las cuencas para el entorno regional del complejo Cruz Verde - Sumapaz, la cual es alargada en todos los casos, se tiene como resultado un aumento en el tiempo de concentración respecto a cuencas de la misma área con una forma más redondeada, estando éstas menos sujetas a las crecientes.

Finalmente, se observa que, la totalidad de las corrientes son pobremente drenadas, lo que se traduce en una menor susceptibilidad a las crecientes, expresando una baja respuesta de la cuenca a los eventos de precipitación extremos.

2.3.5 Suelos

El Complejo de Páramos Cruz Verde - Sumapaz constituyen un mosaico de elementos ecosistémicos de grna complejidad a la hora de entrar a determinar su contexto edafogenético. Su abordaje implica contextualizar los parámetros geológicos, geomorfológicos, bióticos e hídricos que imperan en el entorno regional, incluyendo los conceptos de conectividad ecológica y la incidencia de la actividad antrópica en el desarrollo de los mismos en función del tiempo.

Los tipos de coberturas vegetales naturales o artificiales, sistemas productivos y las dinámicas poblacionales que se desarrollan en dichos espacios geográficos, son analizados en los siguientes ítem, y por ello es preponderante dejar claro cuáles son los tipos de suelos que existen en el entorno regional, como se comportan en su dinámica fisicoquímica y mineralógica, ante las condiciones climatológicas y bióticas del medio que sustenta.

En aras de consolidar la información recopilada, las unidades de suelos se agruparon aplicando como referente las metodologías de trabajo establecidas por el instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC, partiendo del Manual de Métodos y Especificaciones para los Estudios de Suelos (1998), Sistema Geomorfológico Taxonómico Multicategorico Jeraquizado de ZINCK (1987) que se complementa con la Clasificación Fisiográfica del Terreno a Partir de la Inclusión de Nuevos Elementos Conceptuales (2011), actualizada por el Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica.

En concordancia con la escala 1:100.000 del estudio y los lineamientos establecidos en los términos de referencia para la elaboración de estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales en la delimitación de complejos de páramo, los suelos se agruparon inicialmente por unidad de paisaje y clima ambiental preponderante, luego se cruzaron las capas de las subzonas hídricas establecidas por el grupo de trabajo que, para el caso del complejo de páramos de Sumapáz consolidándose en diez (10).

El mapa demarca las unidades al nivel de fase por pendiente, en el anexo se incluye la leyenda fisiográfica pedológica y mapa de cada subzona hidrográfica.

- **Estratigrafía del entorno Regional**

Inicialmente se reconoce como marco orogénico principal a la Cordillera Oriental, cuya estructura de plegamiento abunda en depósitos clásticos hidrogénicos, mantos de ceniza volcánica y rocas clásticas limoarcillosas y arenosas; que a su vez se constituyen en el material parental. Pertenecen al periodo Creta-Terciario y Cuaternario correspondientes a las formaciones Guadalupe, Guaduas, Bogotá y Chipaque (IGAC, Estudio Semidetallado de Suelos de Áreas representativas de los Páramos de Sumapáz, Neusa y Chingaza, Bogotá, 1988).

La base litológica está constituida por la Formación Guadalupe, Guaduas, Bogotá, Chipaque, como parte de la Cordillera Oriental formada durante los periodos Creta-Terciario y Cuaternario (Thomas Van Der Hammen, 2008). Así mismo, adquieren relevancia los depósitos cuaternarios de origen glaciar, que fueron arrastrados de forma irregular y depositados en las depresiones centrales, los cuales se constituyen en bloques de arenisca entremezclados con arenas y arcillas (IGAC, 1988).

Las geoformas predominantes son variadas y relacionadas con la litología y los agentes responsables del modelado del relieve, en la cordillera oriental de plegamiento, las estructuras de las rocas sedimentarias inicialmente eran casi horizontales, pero una vez afectados por la deformación elástica, plástica y de ruptura de los procesos endógenos, se generaron las estructuras plegadas sobre las que se desarrollaron gran parte de los suelos del páramo de Sumapaz (Villota, 1991).

Las rocas sedimentarias son principalmente del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico, en menor proporción rocas metamórficas relacionadas con las cuencas y subcuencas tecnoestratigráficas del Valle Medio y Alto del Magdalena

En las laderas cóncavas con pendientes que oscilan entre el 25-50% y, disecciones producidas por escurrimiento concentrado, se dio lugar a los paisajes de morrenas laterales y de fondo, por acción del transporte de material heterométrico grueso y con bajo grado de cohesión en épocas de lluvias intensas, así como posterior fosilización durante el hielo y deshielo que generó cambios bruscos de temperatura (IGAC, 1988). Posteriormente, en algunos lugares la ceniza volcánica cubrió gran parte de las unidades geomorfológicas actuales.

En torno al factor formador de mayor incidencia como lo es el clima, los cambios pueden ser abruptos si comparamos las zonas muy frías y muy húmedas del sector nor-oriental de la cordillera oriental, localizados en sus estribaciones colindantes entre los departamentos del Meta y Cundinamarca, hasta los puntos cálidos muy secos que conforman las unidades cartográficas de suelos del sur del complejo de páramos, correspondientes a los municipios de Baraya y Villavieja en el departamento del Huila.

La variabilidad climática y litológica se hace manifiesta en el mosaico de suelo que caracteriza el Complejo de Páramos objeto de estudio, en general, encontramos desde suelos muy jóvenes poco profundos (Entisoles) y algunos profundos y fértiles con presencia de capas de ceniza volcánica (Andosiles), otros derivados de procesos de humificación en donde la naturaleza, tipo y cantidad de materia orgánica, forman suelos orgánicos (Histosoles), con un material estable, coloidal, resistente a la acción microbiana, amorfo y de color oscuro denominado humus (Duchaufour, 1975).

Así mismo encontramos suelos asociados a edades avanzadas en la secuencia de desarrollo como son los Vertisoles y Oxisoles, común en los municipios de Colombia en el Huila y, La Uribe, El Castillo y Mesetas en el Departamento del Meta, los cuales se originan a partir de sedimentos cuarcíticos y policíclicos del Cenozoico con pocos minerales fácilmente alterables y dominancia de arcillas como la caolinita, vermiculita y gibsita, proclives a una baja fertilidad actual y potencial.

Su geomorfología está ligada a los paisajes dominantes como son el relieve montañoso estructural erosional y fluvio glaciárico, piedemontes amplios, algunos valles intramontanos, planicie aluvial y lomeríos.

Unidades de Paisaje y Suelos

Con el fin de compilar la información revisada, las unidades de suelos se agruparon aplicando como referente las metodologías de trabajo establecidas por el instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC, partiendo del Manual de Métodos y Especificaciones para los Estudios de Suelos (1998), Sistema Geomorfológico Taxonómico Multicategorico Jeraquizado de ZINCK (1987) que se complementa con la Clasificación Fisiográfica del Terreno a Partir de la Inclusión de Nuevos Elementos Conceptuales (2011), actualizada por el Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica.

De forma paralela, se analizó información sobre las unidades cartográficas de los estudios de suelo existente para la zona definida como entorno regional del páramo de Sumapáz, los cuales se discriminan en la bibliografía.

Los suelos se agruparon inicialmente por unidad de paisaje y clima ambiental preponderante. El mapa delimita las unidades al nivel de fase por pendiente, las cuales se resumen en la leyenda fisiográfica pedológica. En concordancia con la escala 1:100.000 del estudio y los lineamientos establecidos en los términos de referencia para la elaboración de estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales en la delimitación de complejos de páramo.

La unidad genética de relieve está dominada por la Cordillera Oriental colombiana, sobresaliendo el paisaje de montaña de tipo estructural-erosional y fluvio-glaciárico, seguido por el piedemonte, la planicie aluvial y pequeños valles. Los paisajes son igual de diversos; morrenas, artesas, circos, conos de derrubio o gelifracción, abanicos y valles glacifluviales, anticlinales compuestos de areniscas y arcillolitas, crestas monoclinales, espinazos, piedemontes, terrazas y valles aluviales (Figura No. 20).

MONTAÑO ESTRUCTURAL EROSIONAL	MONTAÑOSO FLUVIO GLACIÁRICO	PIEDEMONTE	PLANICIE ALUVIAL	LOMERÍO	VALLE
<ul style="list-style-type: none"> •Espinazos y Barras •Filas y Vigas •Crestas y Crestones •Escarpes Mayores •Cuestas •Lomas y colinas •Valles Intra-montanos 	<ul style="list-style-type: none"> •Campos Morrénicos •Artesas Glaciales •Glacis Coluvial •Lomas •Abanicos-terrazas y Aluviales 	<ul style="list-style-type: none"> •Abanicos Recientes y Subrecientes •Abanicos Aluviales •Abanicos Terraza Antiguos •Glacis de Erosión •Lomas y Colinas 	<ul style="list-style-type: none"> •Niveles de Terraza •Planos de Inundación 	<ul style="list-style-type: none"> •Lomas y Colinas 	<ul style="list-style-type: none"> •Terrazas •Plano de Inundación •Vallecitos

Figura No. 20. Principales paisajes con los respectivos subpaisajes dominantes que integran el Entorno Regional del Páramo de Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** IGAC, Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras de los Departamentos de Cundinamarca, Meta y Huila, 2000, 2005 y 1996 IGAC, Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras de los Departamentos de Cundinamarca, Meta y Huila, 2000, 2005 y 1996

En términos de unidades de paisaje, existe una dominancia del relieve montañoso en un 82.91%, equivalente a 757.781 has (Figura No. 21). Éste se compone de un relieve montañoso estructural erosional (74.95%) y un relieve montañoso fluvio Glaciárico (7.96%).

El relieve montañoso está integrado por crestas, escarpes, crestones, cuestas, espinazos y barras homoclinales que se presentan en forma individual o agrupada, sus formas y alturas se deben al plegamiento de las rocas superiores de la corteza terrestre guardando atributos de las estructuras originales, aun siendo afectados por los procesos de denudación (Villota H., 1991).

En este ámbito predominan los depósitos discontinuos de ceniza volcánica sobre rocas sedimentarias con suelos que pertenecen al orden de los inceptisoles y andisoles, con fertilidad media y moderadamente profundos, materiales coluvio-aluviales mezclados dando origen a entisoles y algunos molisoles de fertilidad baja a media, en menor proporción se encuentran algunos suelos hidromorfos orgánicos, abundantes en depósitos orgánicos con raíces sin descomponer y evidencias de procesos de haploidización.

Se despliega en los departamentos de Cundinamarca (27.71%), Huila (38.58%) y Meta (8.66%), en quince municipios y el Distrito Capital (

Tabla No. 13), haciendo tránsito en climas que van desde el cálido seco hasta el muy frío muy húmedo en el tipo de relieve de crestones.

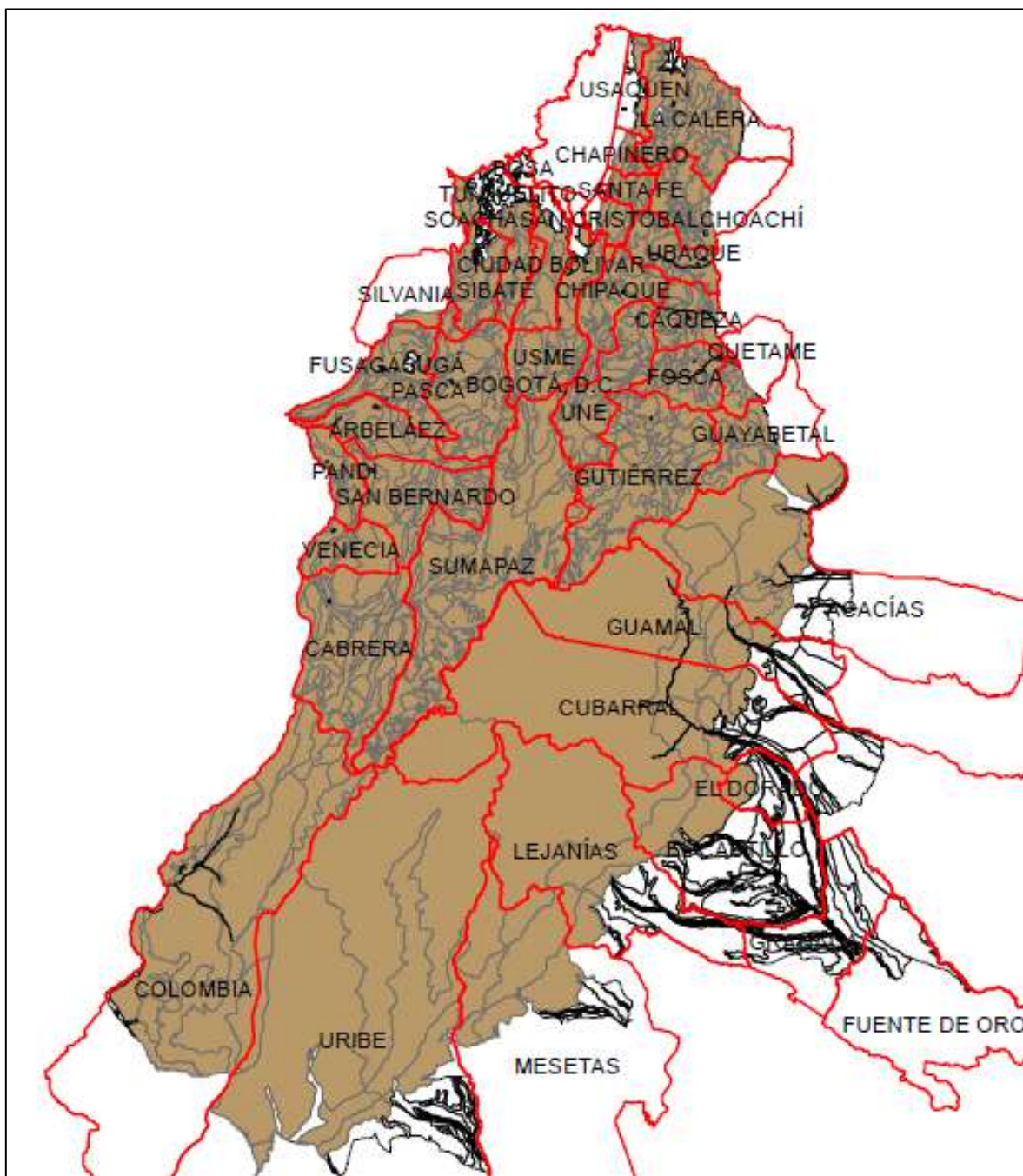


Figura No. 21. Ubicación de los municipios que conforman el relieve montañoso, nótese el parche de color café que los distingue y muestra su alta ocupación espacial en el entorno regional del complejo Cruz verde - Sumapaz. **Fuente:** IGAC, Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras de los Departamentos de Cundinamarca, Meta y Huila, 2000, 2005 y 1996.

Tabla No. 13. Departamentos y municipios que poseen suelos del relieve montañoso estructural erosional en el Páramo de Sumapaz. **Fuente:** IGAC, Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras de los Departamentos de Cundinamarca, Meta y Huila, 2000, 2005 y 1996.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	%	MUNICIPIO	%
CUNDINAMARCA	ARBELÁEZ	0,96%	PANDI	0,60%
	BOGOTÁ, D.C.	7,15%	PASCA	0,99%
	CABRERA	2,66%	QUETAME	0,27%
	CÁQUEZA	0,46%	SAN BERNARDO	1,33%
	CHIPAQUE	0,78%	SIBATÉ	0,46%
	CHOACHÍ	0,56%	SILVANIA	0,11%
	FOSCA	0,80%	SOACHA	0,67%
	FUSAGASUGÁ	1,24%	UBAQUE	0,63%
	GUAYABETAL	0,94%	UNE	1,29%
	GUTIÉRREZ	3,17%	VENECIA	0,83%
			LA CALERA	1,81%
META	ACACÍAS	3,92%	GUAMAL	3,60%
	CUBARRAL	7,68%	LEJANÍAS	4,62%
	EL CASTILLO	1,45%	MESETAS	3,00%
	EL DORADO	0,24%	URIBE	14,07%
HUILA	COLOMBIA	8,66%		

En el relieve montañoso fluvio glaciérico se hace mención a los paisajes formados por los glaciares de valle o montaña, considerando como agente modelador los movimientos del hielo glacial activo, la meteorización física y escorrentía, bajo el régimen de temperatura edáfico criogénico y climas extremadamente fríos y muy húmedos que imperan en ellos.

Los modelados glaciéricos en el páramo de Sumapaz irrumpen en un 7.92% en el departamento de Cundinamarca, 0.039% en Colombia (Huila) y un 0.05% en Cubarral, Meta (

Tabla No. 14), se componen de campos morrénicos, artesas glaciales, abanicos aluviales, glacís de acumulación y coluvial, donde su base litológica son las cenizas volcánicas que descansan sobre rocas sedimentarias y metamórficas, con depósitos orgánicos de fibras de *sphagnum*.

A nivel edáfico sobresalen los inceptisoles y entisoles consolidados a partir de rocas metamórficas, como los Typic Dystrocrypts y Typic Cryaquents; siendo bien drenados, fuertemente ácidos, de texturas gruesas y finas, con baja fertilidad. Su mayor limitante de uso son las condiciones climáticas severas de humedad y temperatura. Le siguen los suelos del orden de los andisoles como los Typic Hapludands, Pachic Melanudands Lithic Melanocryands y Typic Haplocryands, e inceptisoles tipo Humic Lithic Dystrudepts, Andic Dystrudepts, los cuales no

presentan problemas de drenaje, son de reacción muy ácida y de texturas finas a medias, en general, su fertilidad es considerada de baja a media.

Tabla No. 14. Departamentos y municipios que poseen suelos del relieve montañoso Fluvio Glaciárico en el entorno regional del complejo. **Fuente:** IGAC, Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras de los Departamentos de Cundinamarca, Meta y Huila, 2000, 2005 y 1996.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	%	MUNICIPIO	%
CUNDINAMARCA	ARBELÁEZ	0,18%	GUTIÉRREZ	0,27%
	BOGOTÁ, D.C.	2,12%	LA CALERA	0,25%
	CABRERA	0,76%	PANDI	0,03%
	CÁQUEZA	0,35%	PASCA	0,97%
	CHIPAQUE	0,38%	QUETAME	0,03%
	CHOACHÍ	0,33%	SAN BERNARDO	0,52%
	FOSCA	0,10%	SIBATÉ	0,36%
	FUSAGASUGÁ	0,35%	SOACHA	0,36%
	UNE	0,35%	UBAQUE	0,21%
	VENECIA	0,02%		
META	CUBARRAL	0,005%		
HUILA	COLOMBIA	0,039%		

El paisaje de piedemonte como geoforma agradacional dominante, ocupa 107.336 Has equivalentes al 8.34%.del área, se espacializan en el departamento del Meta principalmente y, en menor razón en el municipio de Colombia en el Huila (Tabla No. 15, Figura No. 22).

Los abanicos - terraza, recientes, subrecientes y antiguos, como las terrazas diluviales que se observan en el valle del río Negro, en la vía Bogotá-Villavicencio son comunes en este tipo de paisaje, así mismo, los glacia, las lomas y colinas se constituyen en los tipos de relieve que lo complementan.

Las terrazas diluviales se caracterizan por escasear en estratificación del material y presentan suelos análogos en el entorno regional, en cuanto a sus condiciones físico-químicas, pertenecen al grupo de los Dystrudepts de baja fertilidad, buen movimiento del agua en el perfil, profundos y de texturas finas.

Los abanicos suelen presentar una topografía cóncava e irregular, con abundantes fragmentos líticos particularmente en su amplia base, los suelos son de bajo grado evolutivo y régimen údico, proclives a condiciones de fertilidad baja.

En el ápice hacen presencia algunos flujos terrosos y materiales heterométricos que dan origen a suelos que fluctúan entre moderadamente evolucionados a jóvenes, fertilidad media a baja, fuertemente ácidos y de texturas medias a finas, pertenecientes al orden de los inceptisoles, molisoles y entisoles.

Igualmente, se encuentra el lomerío formado a partir de rocas sedimentarias en arcillolitas y conglomerados, los suelos pertenecen a la consociación Typic

Dystudrepts, de baja fertilidad, bien drenados y texturas finas, ocupan 14.015 Has. que representan el 1.089% solo en el Entorno Regional del Páramo de Sumapaz.

Tabla No. 15. Distribución por departamentos y municipios que poseen suelos del relieve de piedemonte en el Páramo de Sumapaz. **Fuente:** IGAC.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	%
META	ACACÍAS	0,816%
	CUBARRAL	1,108%
	EL CASTILLO	1,752%
	EL DORADO	0,335%
	FUENTE DE ORO	0,537%
	GRANADA	0,971%
	GUAMAL	0,454%
	LEJANÍAS	1,464%
	MESETAS	0,000%
	SAN MARTÍN	0,895%
HUILA	COLOMBIA	0,012%

Se distinguen por ser superficies onduladas, separadas por valles estrechos colmatados de fondo plano y plano-cóncavo, producto de la denudación como proceso formador del paisaje. Hacen parte los municipios de Lejanías, Mesetas y Uribe en el Meta, con una presentación del 0.0%, 0.13% y 0.89% respectivamente. En los sectores donde la dinámica fluvial es el agente modelador preponderante, se integra la planicie aluvial comprendiendo el plano de inundación y diferentes niveles de terrazas en un 5.13% con 66.021 Has, de los cuales el 87.55% corresponde al Meta y en un 12.45% a Cundinamarca; (

y Figura No. 22).

Tabla No. 16. Distribución por departamentos y municipios que poseen suelos del relieve de Planicie Aluvial en el Páramo de Sumapaz. **Fuente:** IGAC, Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras de los Departamentos de Cundinamarca, Meta y Huila, 2000, 2005 y 1996.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	%
CUNDINAMARCA	BOGOTÁ, D.C.	0,117%
	LA CALERA	0,099%
	SIBATÉ	0,100%
	SOACHA	0,323%
	ACACÍAS	0,073%
META	CUBARRAL	0,173%
	EL CASTILLO	1,049%
	EL DORADO	0,304%
	FUENTE DE ORO	0,186%
	GRANADA	0,965%
	GUAMAL	0,525%
	LEJANÍAS	0,125%
	MESETAS	0,308%
	SAN MARTÍN	0,138%
	URIBE	0,647%

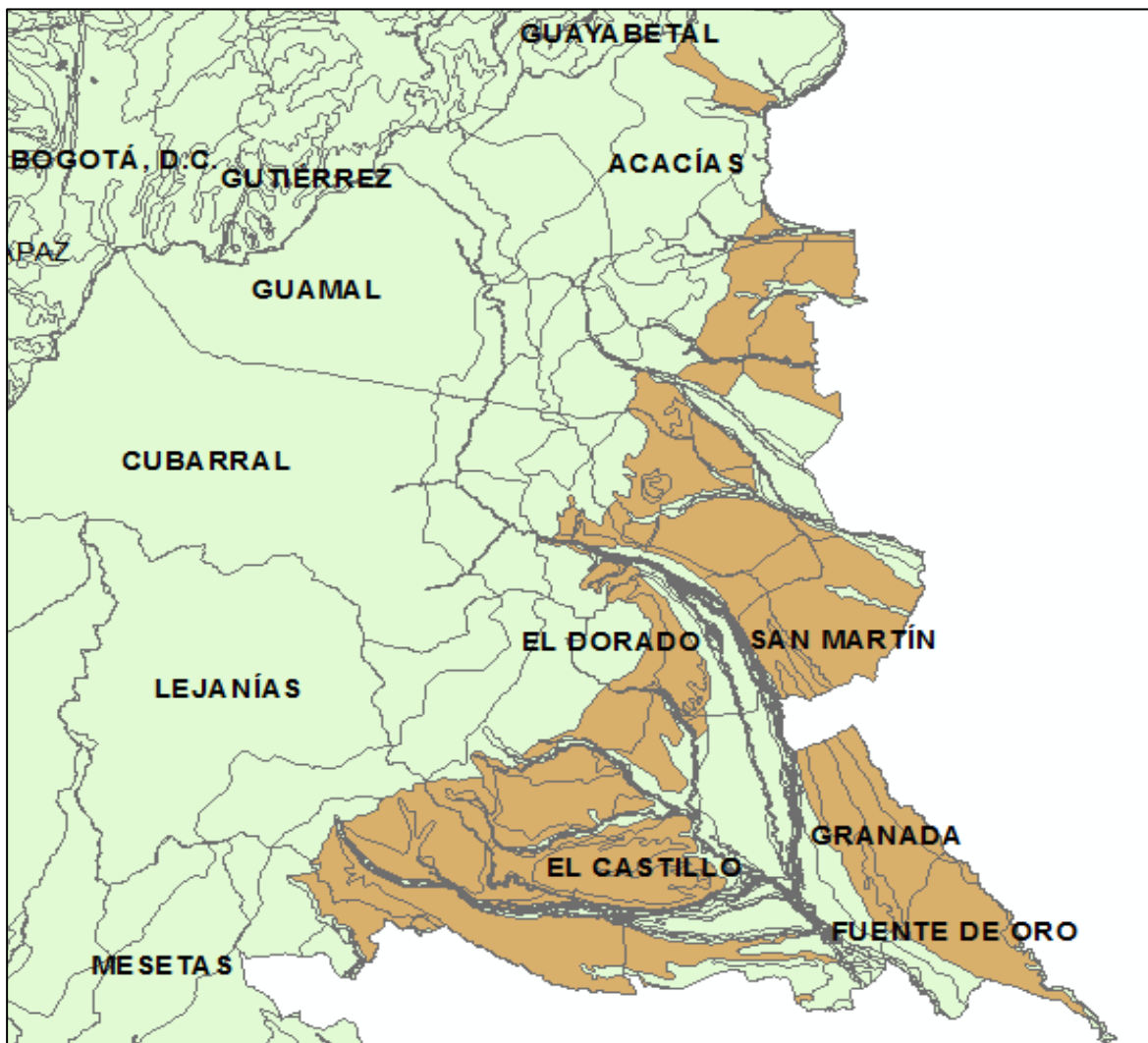


Figura No. 22. Ubicación de los municipios que hacen parte del piedemonte en el Páramo de Sumapaz, los cuales se observan de color café. Nótese su ubicación en el flanco occidental de la Cordillera Oriental, en el que ocupan principalmente el departamento del Meta. **Fuente:** IGAC, Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras de los Departamentos de Cundinamarca, Meta y Huila, 2000, 2005 y 1996.

Los suelos presentan sorteamiento del material en función de la velocidad de arrastre de los cuerpos lineales hídricos, la topografía del terreno, y del tipo de coluvios y/o aluviones que se entremezclan.

En sectores donde la topografía es convexa y baja con respecto a los ríos que le cruzan, encontramos los planos de inundación donde la génesis de los suelos está asociada a los desbordamientos y retroceso del agua, con procesos de óxido-reducción evidenciado en los horizontes gleyzados, suelos de drenaje imperfecto a pobre, aireación deficiente, fuertemente ácidos y texturas gruesas a finas.

En los depósitos aluviales mixtos predominan los Aeríc Epiaquents, Fluvaquentic Endoaquepts, Aeríc Endoaquepts, y en otros puntos abundan las cenizas volcánicas sobre los depósitos aluviales como los Thaptic Hapludands.

En lo que respecta a los valles, éstos son formados en áreas conexas a la planicie aluvial de las principales corrientes hídricas del páramo, en particular las de origen andino que bordean el piedemonte en el occidente del departamento del Meta (ver Figura No. 23). El arrastre de coluvio-aluviones y la sedimentación en las topografías planas, sumado a las altas precipitaciones forjan suelos moderadamente profundos, mal drenados en los planos de inundación y fertilidad baja. su mayor limitate son las fluctuaciones del nivel freático y la presencia de plintita con capas endurecidas que dificultan su laboreo.

En las terrazas superiores bajo depósitos aluviales se consolidan suelos con fertilidad media, moderadamente profundos, sin problemas en el movimiento del agua en el perfil y ocupan solo el 0.38% del entorno regional (Tabla No. 20).

Tabla No. 17. Departamentos y municipios con presencia de Valles en el Páramo de Sumapaz. **Fuente:** IGAC, Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras de los Departamentos de Cundinamarca, Meta y Huila, 2000, 2005 y 1996.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	%
META	ACACÍAS	0,07%
	EL CASTILLO	0,04%
	FUENTE DE ORO	0,03%
	GUAMAL	0,02%
	LEJANÍAS	0,003%
	SAN MARTÍN	0,03%
	URIBE	0,13%
HUILA	COLOMBIA	0,06%

Los cuerpos de agua referidos a embalses y lagunas representan el 1.17% con 11.915 ha., sobre el total del complejo de páramos, ubicándose el 0.494% de los cuerpos de agua en Cundinamarca, el 0.041% en el Huila y 0.638% en el Meta. Boyacá.

Finalmente en un porcentaje inferior se encuentran las zonas urbanas con 15.657 Ha y los misceláneos erosionados con 63 Has que solo representan el 0.36 y 0.005% correspondientes. Los últimos se ubican principalmente en el área rural de Bogotá.

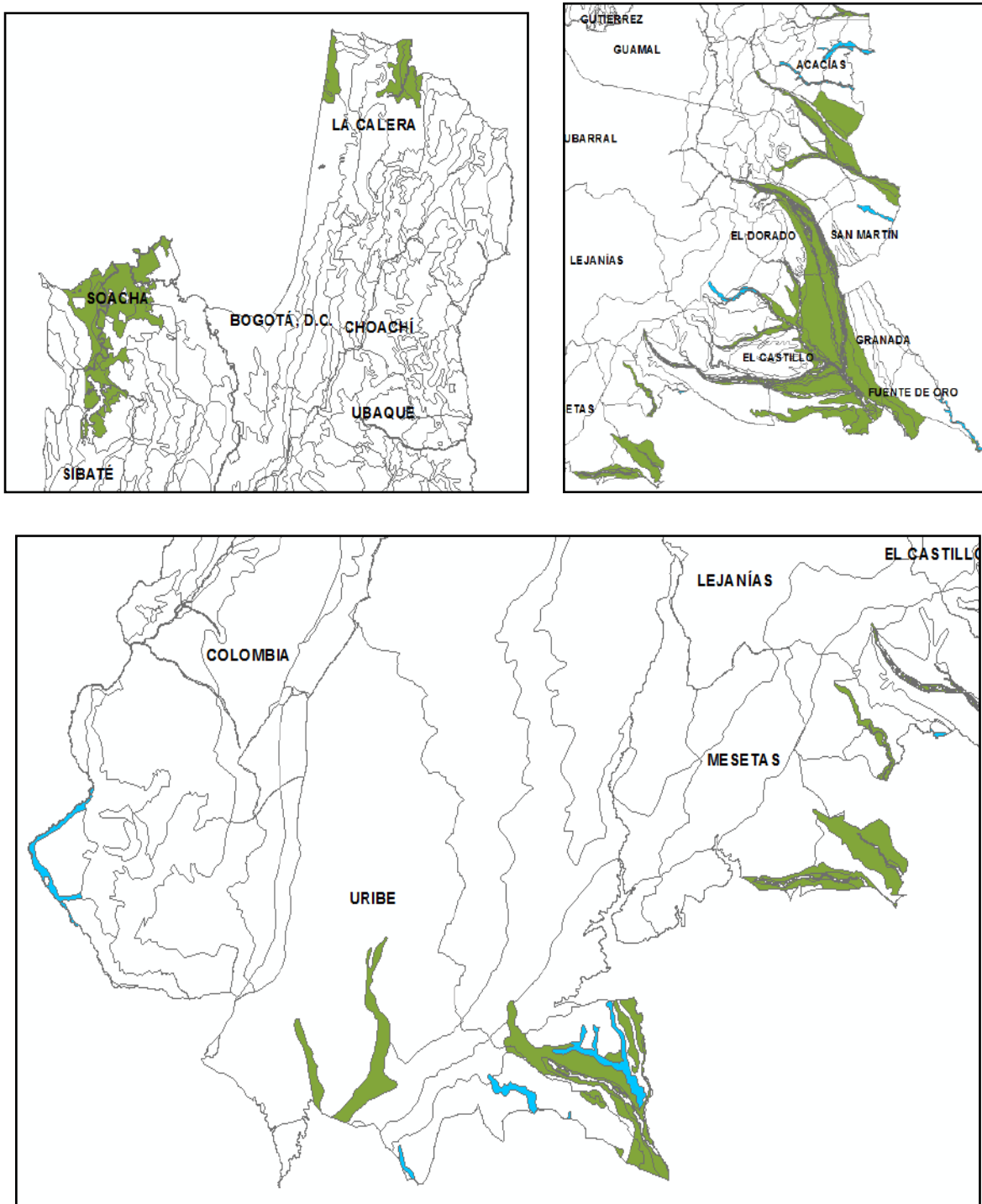


Figura No. 23. Localización de la Planicie Aluvial y Valles, siendo reconocibles dos sectores de planicie en color verde; una en el flanco oriental de la cordillera Oriental, en la zona posterior al piedemonte llanero en el departamento del Meta, y otro sector en la parte superior y occidental del entorno regional en el departamento Cundinamarca en Socacha y La Calera. Los valles se observan en color azul, nótese la poca extensión y su conexión con las áreas de la planicie Aluvial. **Fuente:** IGAC, Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras Departamentos de Cundinamarca, Meta y Huila, 2000, 2005 y 1996.

Finalmente, a manera de síntesis, en la

Figura , se presenta la distribución de los paisajes en el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz, mientras que en la Figura No. 25 se describe la distribución de las unidades cartográficas de suelos que se asocian a la geología, la geomorfología, el suelo y el clima ambiental.

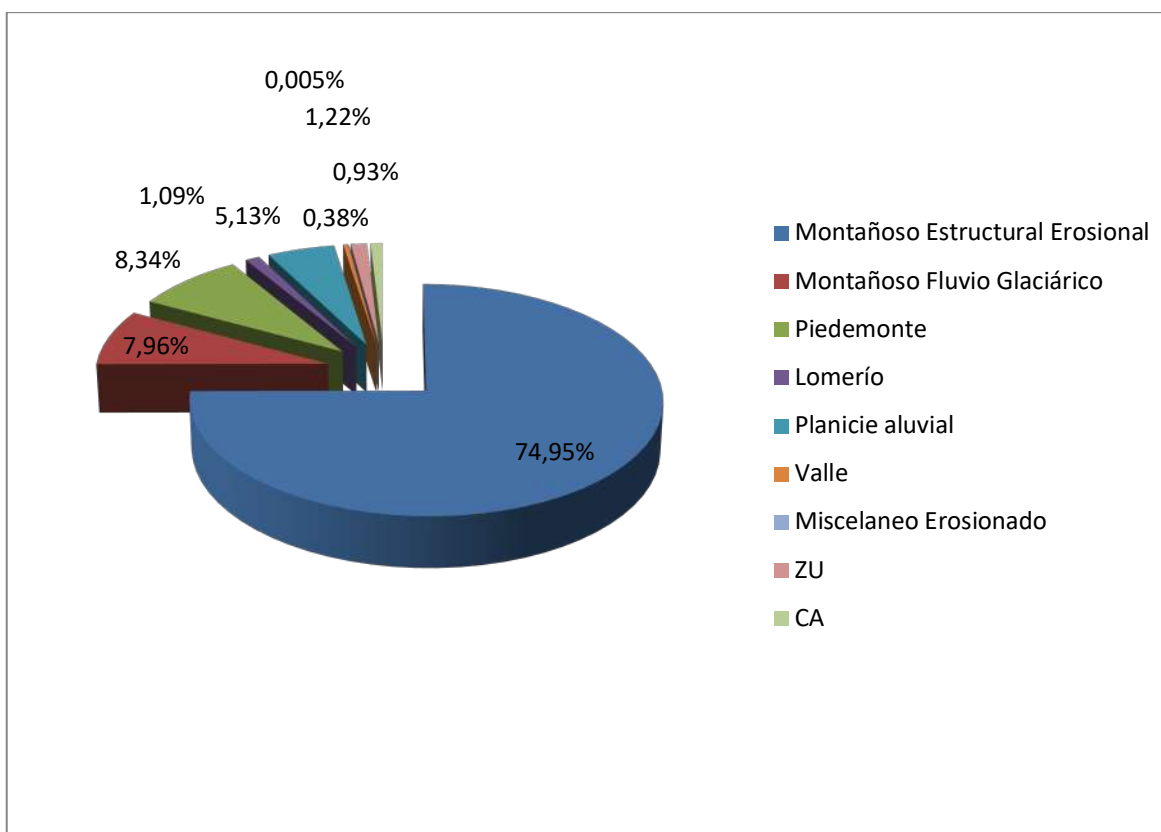


Figura No. 24. Distribución porcentual (%) de las Unidades de Paisaje presentes en el Entorno Regional del Páramo de Sumapaz. **Fuente:** IGAC, Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras de los Departamentos de Cundinamarca, Meta y Huila, 2000, 2005 y 1996.

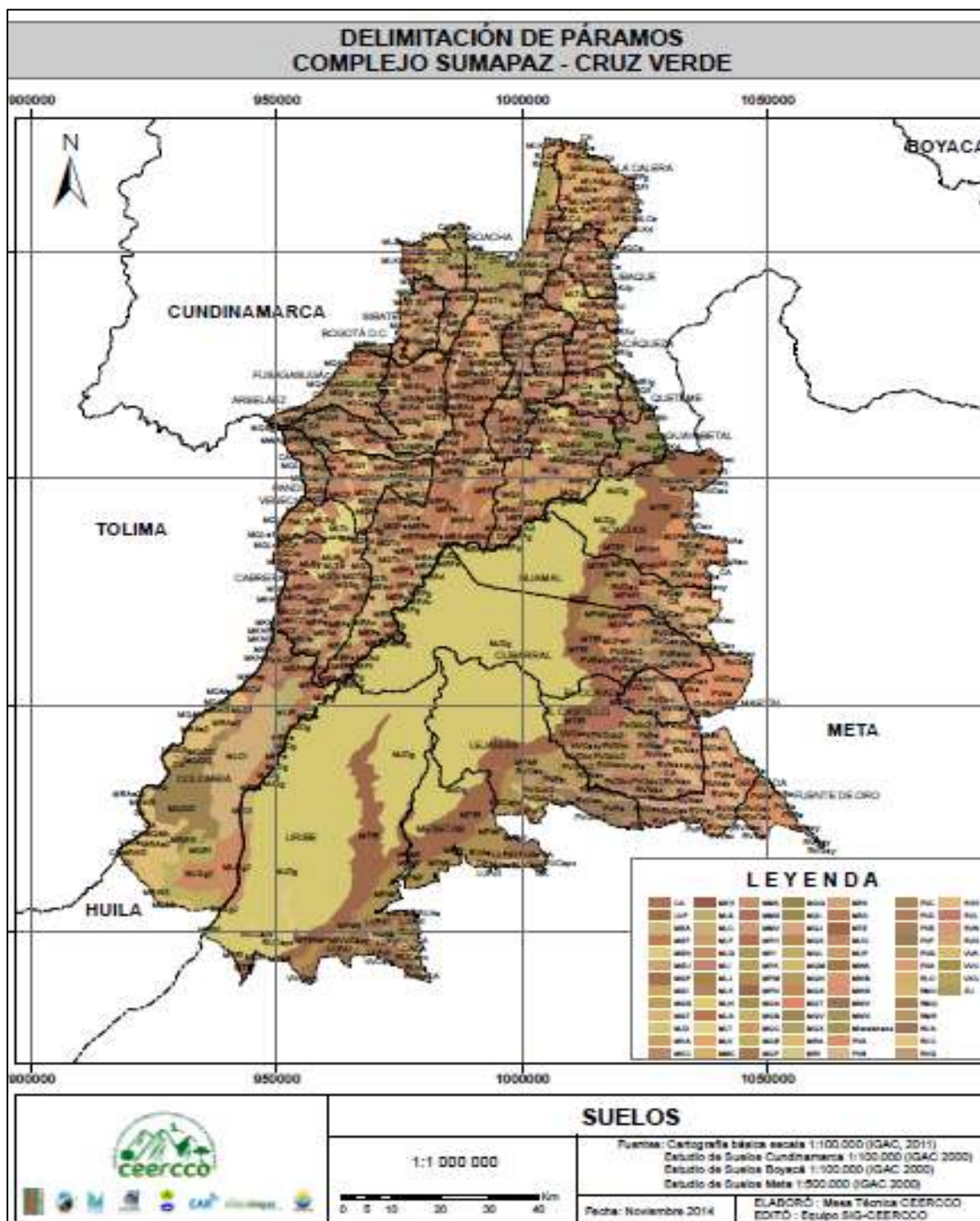


Figura No. 25. Distribución de las unidades cartográficas de suelos en el entorno regional del páramo de Sumapáz. Se observa el mosaico de unidades cartográficas que asocian la geología, geomorfología, el suelo y el clima ambiental. **Fuente:** Base IGAC, 2000, 2004, 1996.

Para la comprensión del tipo de suelos y caracterización, es necesario describir las unidades de paisaje y las unidades cartográficas del entorno regional del páramo de Sumapáz, teniendo en cuenta el clima ambiental, la taxonomía y geopedología, así como los municipios y subzonas hidrográficas que lo constituyen (ver Figura No. 25, Mapa Anexo y Leyenda Fisiográfica Pedológica).

La descripción detallada se aplica sobre las unidades de suelos de mayor representatividad en el contexto regional del páramo:

Relieve Montañoso Estructural Erosional y Fluvio Glaciático

Es la unidad de paisaje que predomina en el entorno regional del complejo con un 82.91%, principalmente de tipo estructural erosional (74.95%) y en menor proporción el modelado de origen fluvio glaciático (7.96%).

Se localiza en la parte central del entorno regional, ocupando una amplia franja de sur a norte, que incluye principalmente suelos del orden Entisol, Inceptisol, Molisol y algunos Histosoles en las zonas de mayor altitud y que coinciden con las zonas de mayor presencia de humedad bajo el fenómeno de gotas de rocío.

Su litología se asocia a rocas sedimentarias y metamórficas y algunas ígneas, con pendientes moderadamente inclinadas a fuertemente escarpadas y presencia de arcillas tipo 1:1 de caolinita principalmente.

Las unidades climáticas son diversas y van desde el muy frío muy húmedo hasta el cálido húmedo, desarrollados bajo diversos materiales parentales, principalmente por sedimentos acumulados y transportados como partículas sólidas derivadas de la meteorización; generando distintos tipos de paisajes y una amplia gama de unidades cartográficas principalmente asociaciones, complejos y consociaciones, tal como se describen:

Complejo Lithic Udorthents –Typic Dystrudepts. (MKE. Fases: MKEf, MKEg).

Esta unidad se localiza en Boyacá, a una altitud de 2000 a 3000 msnm, dentro de un clima frío muy húmedo, caracterizado por tener una temperatura media anual de 16°C y una precipitación promedio anual entre 2000 y 4000 mm.

La topografía es moderada a fuertemente escarpada correspondiente a crestas homoclinales, con pendientes mayores a 50% representados por el complejo Lithic Udorthents y Typic Dystrudepts, desarrollados en depósitos superficiales de piroclastos de ceniza volcánica sobre rocas sedimentarias clásticas limoarcillosas. Es frecuente en estos terrenos la tala indiscriminada de la vegetación arbórea y las quemadas con la finalidad de establecer pastos.

Asociación Typic Hapludands – Pachic Melanudands – Humic Lithic Dystrudepts. Símbolo MGT Fases: MGTc, MGTd.

Hace parte de Cundinamarca en el municipio de Tabio con altitudes que varían entre 3,000 y 3,600 msnm, el clima es muy frío y muy húmedo, con temperaturas entre 8 y 12°C y precipitación promedia anual varía entre 1000 y 2000 mm.

Ocupa la posición geomorfológica de domos y glaciares de acumulación; el relieve es moderadamente a fuertemente inclinado y las pendientes oscilan entre 7 y 25% conformado por la asociación Typic Hapludands, Pachic Melanudands y Humic Lithic Dystrudepts, desarrollados en depósitos de ceniza volcánica sobre rocas clásticas arenosas, limoarcillosas y conglomeráticas. Son bien drenados, de texturas moderadamente finas a gruesas, de profundos a superficiales, limitados por contacto lítico y nivel freático alto en algunos sectores.

Consociación Typic Eutrudepts – Typic Hapludands. Símbolo MLS. Fases: MLSg.

Se encuentra en Cundinamarca haciendo parte de las crestas homoclinales y escarpes mayores de relieve fuertemente empinados que se localizan en los municipios de Zipaquirá, Tabio, Machetá y Tibiritá. La pendiente dominante supera el 75% y la altitud varían entre 2.200 y 3.000m; el clima es frío húmedo y muy húmedo, con temperaturas entre 12 y 18 °C y precipitación promedio entre 2000 y 4000 mm/año.

La unidad de suelos representativa corresponde a la Consociación Typic Eutrudepts y Typic Hapludands constituido por rocas clásticas limoarcillosas y depósitos de ceniza volcánica de espesor variable. Son en general bien drenados, de texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas y profundas superficiales limitados por mantos de roca dura y coherente. Estos suelos se deben destinar a la protección de la flora y fauna debido a las pendientes tan abruptas para evitar a futuro fenómenos de remoción en masa.

Asociación Humic Lithic Eutrudepts – Typic Placudands – Dystric Eutrudepts. Símbolo MLV. Fases: MLVe, MLVf, MLVe1, MLVf1.

Esta asociación se localiza en un amplio sector de los municipios de Chocontá, Tabio, Tenjo, Zipaquirá, Machetá, Tibiritá, Subachoque y Madrid (Cundinamarca), entre los 2000 y 3000 msnm, en un clima frío y húmedo. Con temperaturas entre 12 y 18 °C y precipitación promedia anual entre 1000 y 2000 mm.

Estos suelos corresponden a crestones homoclinales cuyo relieve varían de moderadamente quebrado a moderadamente escarpado con pendientes 12-25-75%. Están conformados por la asociación Humic Lithic Eutrudepts, Typic Placudands y Dystric Eutrudepts desarrollados sobre rocas clásticas arenosas, limoarcillosas y carbonatadas presentando algunos depósitos de ceniza volcánica.

Algunos suelos se encuentran afectados por erosión moderada (surcos) principalmente en sectores con pendiente 25 – 50% y de superficiales a profundos limitados por contacto lítico.

Asociación Typic Hapludands – Andic Dystrudepts. Símbolo MLT. Fases: MLTd.

Se localiza en Cundinamarca principalmente en el municipio de Machetá, en alturas que oscilan los 2000 y 3000 msnm, con clima frío y húmedo, caracterizado por temperaturas entre 12 y 18°C y precipitaciones promedio anual entre 1000 y 2000 mm. Presentan un tipo de relieve dominado por cuestas homoclinales, su origen se desarrolla a partir de la degradación parcial de estratos sedimentarios suavemente plegados, con laderas estructurales de buzamiento inferior al 25% y correspondiente a la asociación Typic Hapludands y Andic Dystrudepts.

Estos se han desarrollado a partir de depósitos de ceniza volcánica que recubren parcialmente rocas clásticas limoarcillosas, son en general profundos, bien drenados y de texturas finas a medias.

Consociación Humic Dystrudepts. Símbolo MLN. Fases: MLNb.

Esta unidad de suelos se ubica en vallecitos coluvio-aluviales dentro del paisaje de montaña en alturas entre 2000 y 3000 msnm, bajo clima frío y húmedo, con temperaturas entre 12 y 18 °C y precipitaciones promedio anuales entre 1000 y 2000 mm.

Se localizan en Cundinamarca en el municipio de Chocontá, se caracteriza por presentar suelos de evolución baja a partir de depósitos clásticos hidrogénicos y gravigénicos, de texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas, drenaje natural pobre a moderado y en algunos sectores profundidad efectiva superficial correspondiente a la consociación Humic Dystrudepts.

Complejo Pachic Melanudands – Typic Hapludands – Andic Dystrudepts. Símbolo MLK. Fases: MLKc, MLKd.

Se encuentra en Cundinamarca en los municipios de Madrid, Subachoque y Tenjo, con alturas entre 2000 y 3000 msnm, cuyo clima es frío y húmedo, temperatura promedio anual entre 12 y 18°C y precipitaciones entre 1000 y 2000 mm/año.

Forma parte del glacis coluvial con pendientes que oscilan entre 7 y 12% conformado por el complejo Pachic Melanudands, Typic Hapludands y Andic Dystrudepts. Son profundos, bien drenados, de texturas medias a moderadamente gruesas, evolucionados a partir de mantos de ceniza volcánica sobre depósitos clásticos gravigénicos y rocas clásticas limoarcillosas.

Asociación Typic Haplustalfs – Lithic Ustorthents, Símbolo MMV. Fases: MMVe, MMVf.

Ocupan la posición geomorfológica de crestones homoclinales en relieve fuertemente quebrado a moderadamente escarpado con pendientes entre 25 y 75% y correspondiente a la asociación Typic Haplustalfs y Lithic Ustorthents. El material parental que da origen a los suelos de esta unidad está constituido por rocas clásticas limoarcillosas y depósitos de espesor variable de ceniza volcánica.

Los suelos pertenecientes a esta unidad se localizan en Cundinamarca en los municipios de Nemocón (sector sur), Sesquilé y un pequeño sector de Suesca, en alturas entre los 2000 y 3000 msnm, bajo clima frío y seco, caracterizado por temperaturas entre 12 y 18°C y precipitación promedio anual entre 500 y 1000 mm. Su drenaje varía de excesivo a bien drenado, de texturas finas y, moderadamente profundos a superficiales, limitados en su mayoría por contacto con el lecho rocoso.

Asociación Typic Haplustalfs – Ultic Haplustalfs – Typic Haplustepts. Símbolo mmk. Fases: mmkd.

Se encuentra en Cundinamarca, comprendiendo alturas entre 2000 y 3000 msnm, cuyo clima es frío y seco caracterizados por temperaturas entre 12 y 18°C y precipitaciones 1000 y 1500 mm promedio anual.

Los suelos corresponden al glacis coluvial con pendientes entre 7 y 25% (relieve ligera a moderadamente quebrado) y correspondiente a la asociación Typic Haplustalfs, Ultic Haplustalfs y Typic Haplustepts, desarrollados sobre depósitos clásticos hidrogravimétricos y en algunos sectores con recubrimientos de mantos de ceniza volcánica.

Su drenaje varía de bien drenado a moderado, moderadamente profundos a muy superficiales y de texturas finas a moderadamente gruesas. Los factores que limitan el uso agropecuario de estos suelos son fundamentalmente el déficit de humedad y la profundidad efectiva superficial.

Asociación Oxic Dystrudepts – Lithic Udorthents. Símbolo MPE. Fases: MPEf, MPEg.

Corresponde a crestas y crestones homoclinales que se ubica en Boyacá, en altitudes entre 1000 y 2000 m, dentro de un clima medio muy húmedo, caracterizados por tener una temperatura media anual de 20°C y precipitaciones inferiores a 4000 mm/año correspondiente a la asociación Oxic Dystrudepts y Lithic Udorthents. Los suelos se han desarrollado a partir de reocas sedimentarias (lutitas, shales y areniscas) y metamórficas (filitas), localizados en relieve de crestas homoclinales abruptas y crestones homoclinales, moderada a fuertemente escarpados, con pendientes superiores al 50%.

Asociación Andic Dystrudepts – Humic Dystrudepts – Typic Eutrudepts. Símbolo MPX. Fases: MPXe1, MPXep.

Se localiza en Boyacá en alturas que oscilan entre los 1000 y 2000 msnm, presentando un clima medio muy húmedo, caracterizado por tener una temperatura anual de 20°C y precipitación promedio anual de 3000 mm; los tipos de relieve dominantes son glacis coluvial y domos, cuya topografía varía de moderada a fuertemente quebrada, con pendiente entre 12 y 50% correspondiente a la asociación Andic Dystrudepts, Humic Dystrudepts y Typic Eutrudepts.

Dichos suelos han evolucionado a partir de rocas sedimentarias limoarcillosas y depósitos superficiales clásticos gravigénicos mixtos.

Asociación Typic Dystrudepts – Humic Dystrudepts – Lithic Udorthents. Símbolo MPA. Fases: MPAf1.

Se ubican en Boyacá en el municipio de Macanal (sector Agua Blanca), en alturas que oscilan entre los 1000 y 2000 msnm. El clima es medio muy húmedo, con una temperatura promedio de 20°C y precipitación que oscila de 2000 a 4000 mm/año. El relieve dominante corresponde a crestones homoclinales y vigas, formados por rocas sedimentarias clásticas mixtas, principalmente lutitas perteneciente a la asociación Typic Dystrudepts, Humic Dystrudepts y Lithic Udorthents. La topografía es fuertemente escarpada, con pendientes que varían de 50 a 75%.

Asociación Typic Udorthents – Lithic Hapludolls – Humic Eutrudepts. Símbolo MQV. Fases: MQVf, MQVe.

Se halla en Cundinamarca cuya altitud varía entre los 1000 y 2000 m. El clima es medio y húmedo, con temperaturas entre 18 y 24°C y precipitaciones entre 1000 y 2000 mm/año. Corresponden a crestones homoclinales con relieve ligera a moderadamente escarpado y pendientes del 25-75% haciendo parte la asociación Typic Udorthents, Lithic Hapludolls y Humic Eutrudepts desarrollados sobre rocas clásticas limoarcillosas.

Complejo Humic Eutrudepts – Typic Eutrudepts – Typic Udipsamments. Símbolo MQK. Fases: MQKd.

Se encuentra en Cundinamarca entre los 1000 y 2000 msnm, presentando un clima medio y húmedo caracterizado por temperaturas entre 18 y 24°C y precipitación promedio anual entre 1000 y 2000 mm. Esta unidad ocupa la posición de glacis coluvial en el paisaje de montaña, con pendientes que oscilan entre 7 y 25% (relieve ligera a moderadamente quebrado) y pedregosidad superficial en algunos sectores correspondiente al complejo Humic Eutrudepts, Typic Eutrudepts y Typic Udipsamments. Estos suelos se han desarrollado a partir de depósitos clásticos hidrogravigénicos y en algunos sectores con mantos de ceniza volcánica; son de profundos a moderadamente profundos y de bien a excesivamente drenados.

Complejo Entic Haplustolls – Vertic Haplustepts – Afloramientos rocosos. Símbolo MRE. Fases: MREf2, MREg3.

Se localiza en Boyacá con alturas que oscilan entre 900 y los 2100 msnm, en un clima medio seco que se caracteriza por tener una temperatura media de 20°C y una precipitación promedio anual entre 500 y 1000 mm.

Presentan relieves de crestas y crestones homoclinales, constituidos por rocas sedimentarias clásticas arenosas con intercalaciones limoarcillosas (areniscas y lutitas calcáreas) correspondiente al complejo Entic Haplustolls y Vertic Haplustepts. La topografía es moderada a fuertemente escarpada, con pendientes mayores a 50%. Se notan escurrimientos difusos severos a muy severos y desprendimientos de roca.

Asociación Fluventic Haplustolls – Vertic Calciustolls. Símbolo MRX. Fases: MRXep2.

Se encuentran en Boyacá localizados en los municipios de Tenza, Sutatenza y Garagoa a una altitud de 1000 y 2000 m, con un clima medio seco, presentando una temperatura de 20°C y una precipitación promedio anual de 1000mm.

Geomorfológicamente corresponde a un glacis coluvial, constituido por depósitos superficiales de clásticos gravigénicos correspondiente a la asociación Fluventic Haplustolls y Vertic Calciustolls.

La topografía es fuertemente quebrada a ligeramente escarpada, con pendientes inferiores del 50%. La mayor parte del área presenta fragmentos de roca en superficie, erosión hídrica con formación de cárcavas y ocasionalmente derrumbes.

Asociación Typic Eutrudepts – Typic Udorthents – Humic Dystrudepts. Símbolo MVX. Fases: MVXdp

Se ubica en Boyacá en alturas entre los 400 y 1000 msnm, dentro de un clima cálido húmedo, caracterizado por tener una temperatura media anual de 26°C y una precipitación promedio anual de 2000mm.

El relieve predominante está formado por lomas, cuevas homoclinales y galcis, constituidos por rocas clásticas sedimentarias (lutitas, lodolitas y areniscas) limoarcillosas y depósitos superficiales clásticos gravigénicos perteneciente a la asociación Typic Eutrudepts, Typic Udorthents y Humic Dystrudepts.

Su topografía es moderadamente quebrada, con pendientes inferiores al 50%. En gran parte del área se presentan procesos de soliflucción por terracetas y concentración de fragmentos de roca en superficie.

**Complejo Lithic Udorthents – Oxic Dystrudepts – Afloramientos Rocosos.
Símbolo: MVE. Fases: MVEg.**

Corresponde al departamento de Boyacá en alturas que oscilan entre los 1000 y 1500 msnm. El clima dominante es cálido y húmedo, definido por una temperatura de 26°C y una precipitación anual entre 2000 y 4000 mm.

Presenta un relieve compuesto por crestas y crestones homoclinales originados de rocas sedimentarias clásticas arenosas con intercalaciones limoarcillosas haciendo parte de esta unidad el complejo lithic udorthents y oxic dystrudepts.

La topografía es fuertemente escarpada, con pendientes mayores al 50%. Se presentan procesos de deslizamiento, el uso más común está representado por pastos y algunos cultivos de yuca, maíz, caña y café, también se encuentran algunas áreas de rastrojo.

Consociación Humic Dystrudepts. Símbolo MVH. Fases: MVHa.

Se ubican en Boyacá entre los 200 y 1000 msnm, clima cálido húmedo, caracterizado por presentar una temperatura media anual de 26°C y una precipitación promedio anual de 2000mm. Su relieve está formado por vallecitos derivados de depósitos superficiales clásticos hidrogénicos mixtos aluviales perteneciendo a esta unidad la consociación Humic Dystrudepts.

Son Inceptisoles moderadamente profundos a superficiales, con un régimen de humedad údico, presencia de materia orgánica a través del perfil y de fertilidad baja. Presenta una topografía plana, con pendientes menores del 3%, cuyas tierras se ven afectadas en amplios sectores por pedregosidad superficial. El uso principal de estos suelos es el de ganadería extensiva.

**Asociación Typic Dystrudepts – Lithic Dystrudepts – Humic Dystrudepts.
Símbolo MVA. Fases: MVAfp.**

Localizados en Boyacá entre los 300 y 1000 msnm, con un clima cálido húmedo, caracterizado por una temperatura de 26°C y precipitación promedio anual entre 2000 y 4000 mm.

El relieve corresponden a vigas y crestas homoclinales constituidos por rocas sedimentarias clásticas limoarcillosas (lutitas, Lodolitas, arcillolitas) con inclusiones de esquistos pizarrosos perteneciendo a esta unidad la asociación Typic Dystrudepts, Lithic Dystrudepts y Humic Dystrudepts; se encuentra afectada por movimientos de remoción en masa.

La topografía es moderadamente escarpada, con pendientes de 50-70% y en amplios sectores existe acumulación de fragmentos de roca.

Relieve Montañoso Fluvio Glaciárico

Este tipo de relieve presenta un clima frío (húmedo y seco) y medio (húmedo), su material parental lo constituyen las rocas clásticas limoarcillosas y arenosas, rocas metamórficas e ígneas con mantos de ceniza volcánica en algunos sectores, presencia de arcillas tipo 1:1 o 2:1 (caolinita, alófana o montmorillonita), con predominio de régimen de humedad údico y acuico y, temperatura edáfica isomésica. Los suelos se agrupan en dos asociaciones y un complejo que se explican a continuación.

Complejo Humic Dystrudepts – Typic Argiudolls – Typic Hapludands. Símbolo MLC. Fases: MLCd, MLCe.

Esta unidad se localiza en Cundinamarca en alturas entre 2000 y 3.000 msnm, caracterizados por un clima frío y húmedo, con temperaturas entre 12 y 18°C y precipitación promedia anual que varía entre 1.000 y 2.000 mm.

Ocupan la posición de circos glaciáricos dentro del paisaje de montaña desarrollados sobre rocas clásticas arenosas, limoarcillosas y mantos de ceniza volcánica representado por el complejo Humic Dystrudepts, Typic Argiudolls y Typic Hapludands; presenta un relieve ligeramente a fuertemente quebrado, con laderas medias y largas, ligeramente convexas y cimas estrechas y redondeadas. Son bien drenados, de textura moderadamente fina a moderadamente gruesas, profundos a superficiales y de evolución baja a moderada.

Asociación Humic Dystrudepts – Typic HapludalFs. Símbolo MMC. Fases: MMCd, MMCe.

Se localizan en Cundinamarca en alturas entre 2.000 y 3.000 msnm; el clima es frío y seco con temperaturas entre 12 y 18°C y precipitación promedia anual entre 500 y 1000 mm. Geomorfológicamente hace parte de la loma anticlinal correspondiente a la asociación Humic Dystrudepts y Typic HapludalFs, desarrollados sobre rocas clásticas arenosas y limoarcillosas; con pendientes que fluctúan de ligera a fuertemente quebradas y que oscilan entre 7-50%.

Están afectados por erosión hídrica laminar ligera y en sectores moderada (surcos que afectan los dos primeros horizontes del suelo), se observa también en algunos sectores, fenómenos de remoción en masa tales como pata de vaca y terraceta.

Asociación Typic Udorthents – Typic Melanudands. Símbolo MQC. Fases: MQCe.

Localizados en Cundinamarca en altitudes comprendidas entre 1.000 y 2.000 m, y clima medio húmedo. Las temperaturas varían entre 18 y 24°C y las precipitaciones entre 1000 y 2000 mm/año. Hacen parte de la posición de lomas con pendientes que oscilan entre 12 y 50% y presentan relieve ligeramente a moderadamente

quebrado perteneciendo a la asociación Typic Udorthents y Typic Melanudands. Los suelos han evolucionado a partir de rocas clásticas limoarcillosas y mantos de espesor variable de ceniza volcánica, son profundos a muy superficiales (limitados fragmentos de roca), bien a moderadamente bien drenados y de grupo textural medio a fino.

Relieve de la planicie aluvial

El área que ocupa el Altiplano en la unidad de estudio abarca el 11%, con evidencias de transformación topográfica reflejada en los niveles de terrazas identificados. Estas geoformas se constituyen autónomamente, transforman el paisaje "plano" hacia una tendencia progresiva de disección, según el tipo y grado de alteración del material lacustre.

Los paisajes de terrazas y orillares de clima frío húmedo y frío seco, se encuentran principalmente en Cundinamarca, los suelos se clasificaron en asociaciones y complejos así:

Asociación Typic Endoaquepts – Aeric Endoaquepts – Thaptic Hapludands Símbolo RLO. Fases: RLOa.

Se localiza en alturas comprendidas entre los 2,000 y 3,000 msnm, presenta un clima frío y húmedo transicional, caracterizado por temperaturas entre los 12 y 18°C y precipitación promedio anual entre 1,000 y 2,000 mm. Ocupan la posición de planos de inundación del Río Bogotá dentro de la planicie fluvio lacustre conformada por la asociación Typic Endoaquepts, Aeric Endoaquepts y Thaptic Hapludands, la cual se ha desarrollado sobre depósitos clásticos hidrogénicos, en relieve ligeramente plano con pendiente dominante 1-3%. Los suelos son profundos a superficiales, bien a pobremente drenados, de texturas finas a medias y bajas a moderada evolución. En algunos sectores de la unidad los suelos son inundables ocasionalmente y de niveles freáticos altos durante la época invernal, factores que limitan su utilización agrícola.

Complejo Pachic Melanudands – Andic Dystrudepts. Símbolo RLQ. Fases: RLQa, RLQb.

Se encuentra en Cundinamarca con altitud entre 2.000 y 3.000 m, su clima es frío y húmedo, transicional a seco con temperaturas entre 12 y 18°C, y precipitaciones anuales entre 1,000 y 2.000 mm. Los suelos de esta unidad ocupan la posición de las terrazas del río Bogotá conformada por el complejo Pachic Melanudands y Andic Dystrudepts desarrollados sobre mantos de ceniza volcánica y depósitos clásticos hidrogénicos. Su relieve es ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendiente que varían entre 1 – 5%. Se caracterizan por tener baja a moderada evolución, son imperfectamente drenados, de texturas finas a moderadamente gruesas y profundos a moderadamente profundos, limitados por el nivel freático.

**Asociación Aeríc Epiaquepts- Fluvaquentic Endoaquepts. Símbolo RMO.
Fases: RMOa.**

Se hallan ubicados en Cundinamarca en los municipios de Gachancipá y Sesquilé, en las alturas entre 2.000 y 3.000 msnm. El clima que lo caracteriza es frío y seco, con temperaturas entre 12 y 18°C y precipitaciones promedio anual de 500 y 1000 mm. Ocupan la posición de planos de inundación del río Bogotá y constituido por la asociación Aeríc Epiaquepts y Fluvaquentic Endoaquepts los cuales se desarrollaron sobre depósitos clásticos hidrogénicos.

Las pendientes dominantes varían desde 1-5% y su relieve es ligeramente plano a ligeramente inclinado. Los suelos son pobres muy pobremente drenados, de texturas finas, baja evolución y profundidad efectiva muy superficial y limitada por el nivel freático. La profundidad efectiva y las inundaciones ocasionales en ciertos sectores de la unidad. Lo anterior constituye una limitante para la explotación de ciertos cultivos agrícolas.

Complejo Humic Dystrudepts – Typic Haplustalfs – Fluvaquentic Endoaquepts. Símbolo RMR. Fases: RMRa, RMRb.

Se localizan en Cundinamarca en altitudes entre los 2000 y 3000 m. El clima es frío y seco, con temperaturas entre 12 y 18°C y precipitación entre 500 y 1000mm/año. Esta unidad forma parte de las terrazas de la planicie fluvio-lacustre conformada por el complejo Humic Dystrudepts, Typic Haplustalfs y Fluvaquentic Endoaquepts los cuales se han desarrollado sobre depósitos clásticos hidrogénicos y gravigénicos. Su topografía es ligeramente plana a ligeramente ondulada con algunos sectores plano cóncavos afectados ocasionalmente por encharcamientos de corta duración. Son de evolución baja a moderada y se caracterizan por ser pobremente a moderadamente bien drenados, profundos a superficiales y de texturas finas a moderadamente gruesas.

Relieve de Piedemonte

Principalmente se refieren a paisajes de acumulación coluvio-aluvial, ubicados en límites entre el departamento del Meta y Cundinamarca; en altitudes entre los 1000 y 2000 m. El clima es medio muy húmedo a húmedo, con temperaturas entre 18 y 24°C y precipitación entre 1000 y 3000 mm/año. La conforman los suelos del complejo Humic Dystrudepts, Typic Haplustalfs y Fluvaquentic Endoaquepts los cuales se han desarrollado sobre depósitos clásticos hidrogénicos y gravigénicos. Su topografía es ligeramente plana a ligeramente ondulada con algunos sectores plano cóncavos afectados ocasionalmente por encharcamientos de corta duración. Son de evolución baja a moderada y se caracterizan por ser pobremente a moderadamente bien drenados, profundos a superficiales y de texturas finas a moderadamente gruesas.

Consociación Typic Hapludox

Terrazas. Cálido húmedo y muy húmedo. PVAa. Relieve plano a ligeramente ondulado, pendientes 0-7%. Se presentan varios niveles de origen tectónico. Afectados por escurrimiento difuso generalizado, suelos profundos, texturas moderadamente finas a finas, bien drenados, muy fuerte a extremadamente ácidos, fertilidad baja; toxicidad por aluminio.

Asociación Oxíc Dystropepts, Plinthic Tropaquepts

PVBa Relieve plano, pendientes 0-3%. Microrelieve plano-cóncavo en el que se localizan zurales. Existen varios niveles de origen tectónico. Afectados por escurrimiento difuso generalizado, suelos profundos a superficiales, texturas medias a finas, bien a pobremente drenados, fuerte a muy fuertemente ácidos, fertilidad baja, toxicidad por aluminio. Sedimentos mixtos aluviales que recubren depósitos de cantos y gravas poco alterado.

Consociación Oxíc Dystropepts, Typic Troporthents

Abanicos Antiguos. Relieve plano a inclinado, pendientes 17%. Microrelieve ondulado. Pedregosidad superficial en el ápice, disección ligera a moderada. Escurrimiento difuso generalizado en los planos y concentrado en los drenajes naturales; suelos profundos a superficiales, texturas variadas de gruesas a finas, drenaje pobre a moderadamente excesivo, muy fuertemente ácidos, fertilidad baja; toxicidad por aluminio; pedregosos en sectores apicales. PVCap

Consociación Typic Dystropepts

Abanicos Subrecientes. Relieve ligeramente plano a moderadamente ondulado, pendientes 1-12%. Disección ligera a moderada en la zona distal. Escurrimiento difuso generalizado en los planos y concentrado en los drenajes naturales, suelos profundos a moderadamente profundos, texturas finas a moderadamente finas, bien drenados, mediana a muy fuertemente ácidos, toxicidad por aluminio PVDbc

Asociación Typic Troporthents, Typic Dystropepts

Relieve plano a ligeramente inclinado, pendientes 0-7%. Microrelieve ondulado. Pedregosidad superficial en el ápice y disección ligera. Escurrimiento difuso generalizado, suelos superficiales a profundos, texturas moderadamente finas a gruesas, bien a excesivamente drenados, muy fuerte a extremadamente ácidos, fertilidad baja, pedregosidad superficial en sectores apicales. PVEabp.

Abanicos Recientes. Sedimentos mixtos aluviales que recubren depósitos de cantos y gravas poco alterados.

Consociación Typic Dystropepts, Fluventic Dystropepts

Sedimentos mixtos aluviales. Abanicos Subactuales. Superficies de relieve plano , pendientes 0-3%. Microrelieve plano - cóncavo. Pedregosidad superficial en el ápice. Esguerrimiento difuso generalizado, suelos profundos a superficiales, texturas finas a moderadamente gruesas, bien drenados, muy fuerte a fuertemente ácidos, fertilidad baja a moderada, pedregosidad superficial sectorizada. PVFa

Consociación Typic Dystropepts

Relieve ondulado a quebrado, pendientes 7-25%, laderas cortas y complejas, cimas redondeadas. Erosión laminar moderada. Afectados por reptación, patas de vaca y deslizamientos puntuales, suelos profundos a moderadamente profundos, texturas moderadamente fina a finas, bien drenados, extremada a fuertemente ácidos, fertilidad baja, muy susceptibles a la erosión. PVGdc2 Colfinas y lomas Arcillas y conglomerados.

Asociación Typic Haplustepts, Fluventic Haplustolls, Typic Ustifluvents

Depósitos coluvio aluviales heterogéneos. Glacís de erosión. Cálido muy seco PXAb. Relieve ondulado cuyas pendientes oscilan entre el 12-25%, presentando suelos moderadamente profundos, de texturas medias a finas, fertilidad media, ácidos, bien drenados y altos contenidos de bases intercambiables.

Relieve de Lomerío

Asociación Typic Dystropepts, Typic Dystropepts

Cálido muy húmedo. Arcillas y conglomerados. Colinas y lomasRelieve quebrado, pendientes 7-25%, laderas cortas complejas con cimas redondeadas. Afectados por erosión laminar en surcos (ligera), patas de vaca y terracetas, suelos profundos a superficiales, texturas finas a medias, bien a moderadamente drenados, fuerte a muy fuertemente ácidos, fertilidad baja; susceptibles a la erosión. LUFd1.

Relieve de Valles

Grupo Indiferenciado Typic Fluvaquents, Vertic Haplustepts, Fluventic Haplustolls

Cálido muy seco Relieve levemente plano con pendientes del 0-3%, presenta suelos superficiales, de textura media, fertilidad de baja a alta, pobremente drenados, neutros a alcalinos y alta saturación de bases. Depósitos aluviales gruesos Terrazas de diferentes niveles VXCa

Grupo Indiferenciado Typic Trópofluvents, Typic Tropaquepts, Oxyaquic Dystropepts

Relieve plano a ligeramente plano, pendientes 0-3%. Microrelieve plano-cóncavo con ligera inclinación hacia los taludes superiores. Afectados por inundaciones y encharcamientos, son suelos superficiales a moderadamente profundos, texturas moderadamente gruesas a moderadamente finas, imperfecta a pobremente drenados, muy fuerte a extremadamente ácidos, fertilidad baja; ligera toxicidad por aluminio; susceptibles a inundaciones y encharcamientos.

Consociación Oxyaquic Dystropepts, Plinthic Tropaquepts, Typic Plinthaquepts

Cálido húmedo. Plano de inundación Relieve plano a ligeramente plano, pendientes 0-3%, Microrelieve cóncavo -convexo. Planicies meandricas afectadas por inundaciones y encharcamientos; suelos superficiales a moderadamente profundos, texturas variadas de finas a gruesas, imperfecta a pobremente drenados, fuerte a extremadamente ácidos, fertilidad baja; susceptibilidad a inundaciones y encharcamientos VVAxy

Suelos de las Subzonas Hidrográficas

Las unidades de paisaje y suelos se agremiaron con las subzonas hídricas determinadas y descritas previamente en el capítulo de hidrología, las cuales se referirán en el siguiente ítem, considerando las relaciones existentes entre unidades de paisaje, geología, clima ambiental y taxones dominantes.

En el proceso de contextualizar los tipos de suelos que se encuentran en cada una de las subzonas hidrográficas, se realizó la compilación de información secundaria, una vez ajustada a los requerimientos del estudio, se construyó la leyenda fisiográfica pedológica donde, de forma sintetizada los suelos son agrupados por unidad de paisaje, unidad climática, unidad litológica y tipo de taxón.

Para cada subzona hidrográfica se desarrolló un Mapa de suelos y su respectiva leyenda fisiográfica pedológica, en aras de proveer información para futuros estudios.

2.3.6 Cobertura de la Tierra

La descripción y caracterización de la cobertura de la tierra del entorno regional del complejo Cruz Verde Sumapaz, se hizo con base en el mapa del Atlas de Páramos (IAvH, 2012) en escala 1:100.000 por ser la cartografía oficial y la versión más actual en esta temática.

La cobertura física del mapa seleccionado es inferior en un 14% al área del entorno regional definida por la Mesa Técnica, por lo que se completa el área, solo para los propósitos enunciados con la cartografía del mapa de cobertura del IDEAM 2005-2009, escala 1:100.000

El mapa base se conforma con un 86% del Atlas de páramos (IAvH, 2012) que en adelante se denominará SECTOR A y con un 14% del IDEAM 2005-2009, SECTOR B para este documento.

Como el propósito de esta sección del documento es caracterizar y describir las coberturas del entorno regional, el pegue de la cartografía se realiza a nivel de shapes, lo cual permite agrupar o desagrupar a nivel de tipos de cobertura y se selecciona el Nivel 3 de la Leyenda por ser el más homogéneo en ambas fuentes.

No se realiza unión de polígonos adyacentes del mismo tipo ni modificación alguna a los contenidos básicos originales de los mapas fuente, no es el propósito de este documento generar instrumentos cartográficos, sino analizar los contenidos y seleccionar la fuente más adecuada para los propósitos ya mencionados. Para la caracterización de los Grupos de coberturas 4 áreas húmedas y 5 cuerpos de agua se apoya el análisis con la compilación realizada por la CAR de humedales en 2014 y con la cobertura de drenajes dobles de la Geodatabase IDEAM 100.

Para los análisis de conjunto es necesario realizar una edición a nivel de leyenda, unificando formulaciones en puntos, comas, espacios y tildes, Prevalenciando la formulación de la leyenda del Atlas de Páramos (IAvH, 2012) del SECTOR A

El sector A ubicado al Oriente, norte y centro del Entorno Regional CVS, tiene un área de 1.106.740 (86%), el sector B ubicado principalmente en el costado derecho del entorno Regional en jurisdicción del departamento del Meta, tiene 179.760 ha (14%) y un pequeño sector en el Costado izquierdo del ER del complejo en las veredas El Caucho, El guarumo y La Loma del Municipio de Pandi, parte de las Veredas La Puerta y El Triunfo del Municipio de Fusagasugá y Parte de San Roque en el Municipio de Arbeláez).

En la Figura No. 26 se muestra el cubrimiento por fuente de los mapas origen del mapa base (Ver Anexos, mapa sectores cob., Mapa base sept 2015 en pdf, shapes y hojas de cálculo).

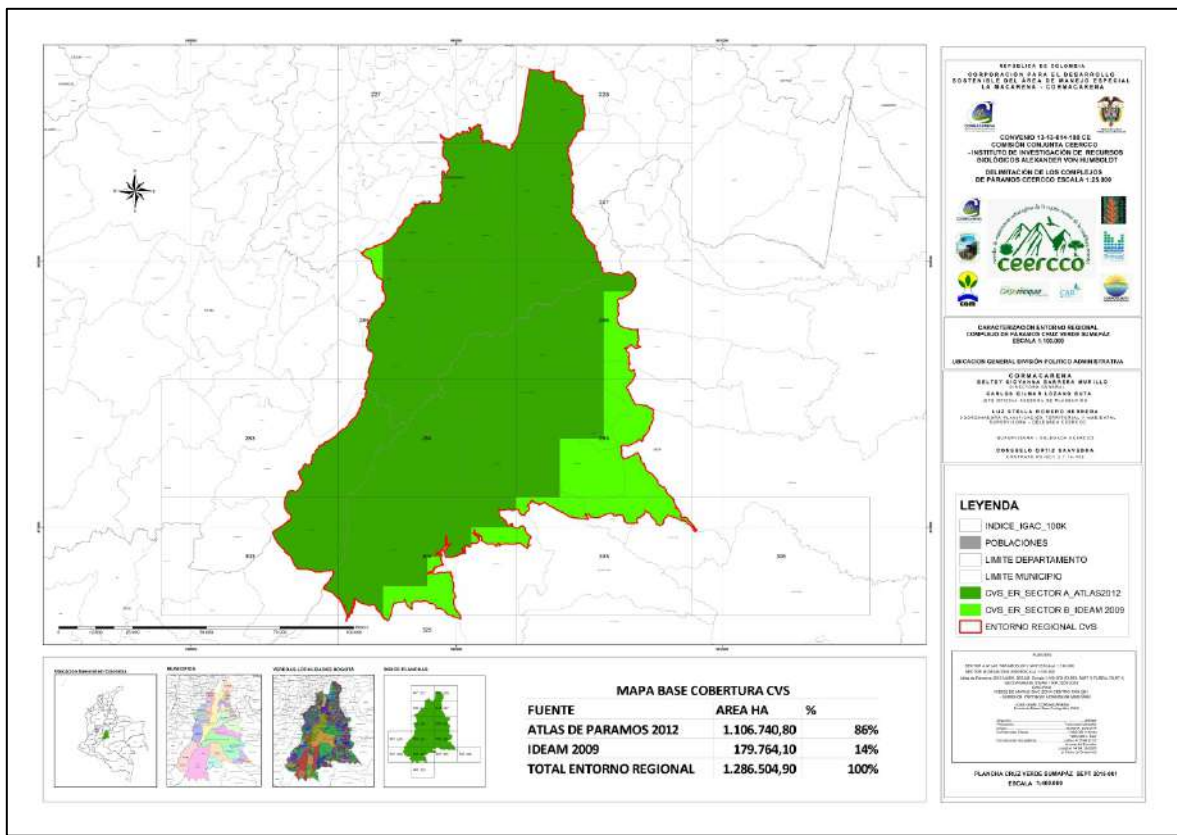


Figura No. 26. Ubicación general de Sectores A y B que conforman el mapa Base Cobertura del Entorno Regional del Complejo Cruz Verde Sumapaz. **Fuente:** Presente Estudio.

2.3.7.1. Descripción de las Coberturas de la Tierra.

El territorio del Entorno Regional del Complejo Cruz Verde Sumapaz, presenta coberturas en los cinco grupos del nivel 1 de la Clasificación Corine land Cover, siendo el más abundante el grupo 3. Bosques y áreas seminaturales con 692.175 has (53.8%), seguido de los territorios agrícolas con 407.093 has (31.6%). El tercer grupo en área 158.874 has (12.3%) desafortunadamente estaba cubierto de nubes; los territorios artificializados cubren más de 18.000 hectáreas y corresponden al 1.4% del total de área, Leyenda General de Cobertura del Entorno Regional del Complejo de páramos Cruz Verde Sumapaz (Figura No. 27) y el mapa de cobertura (Figura No. 28).

El 27% de todo el ER del complejo está cubierto por bosques densos, que abarcan un área de gran importancia con 357.553 has., El herbazal que para el caso corresponde casi en su totalidad a lo tradicionalmente conocido como a zona de páramo cubre un área de 201.858 has.

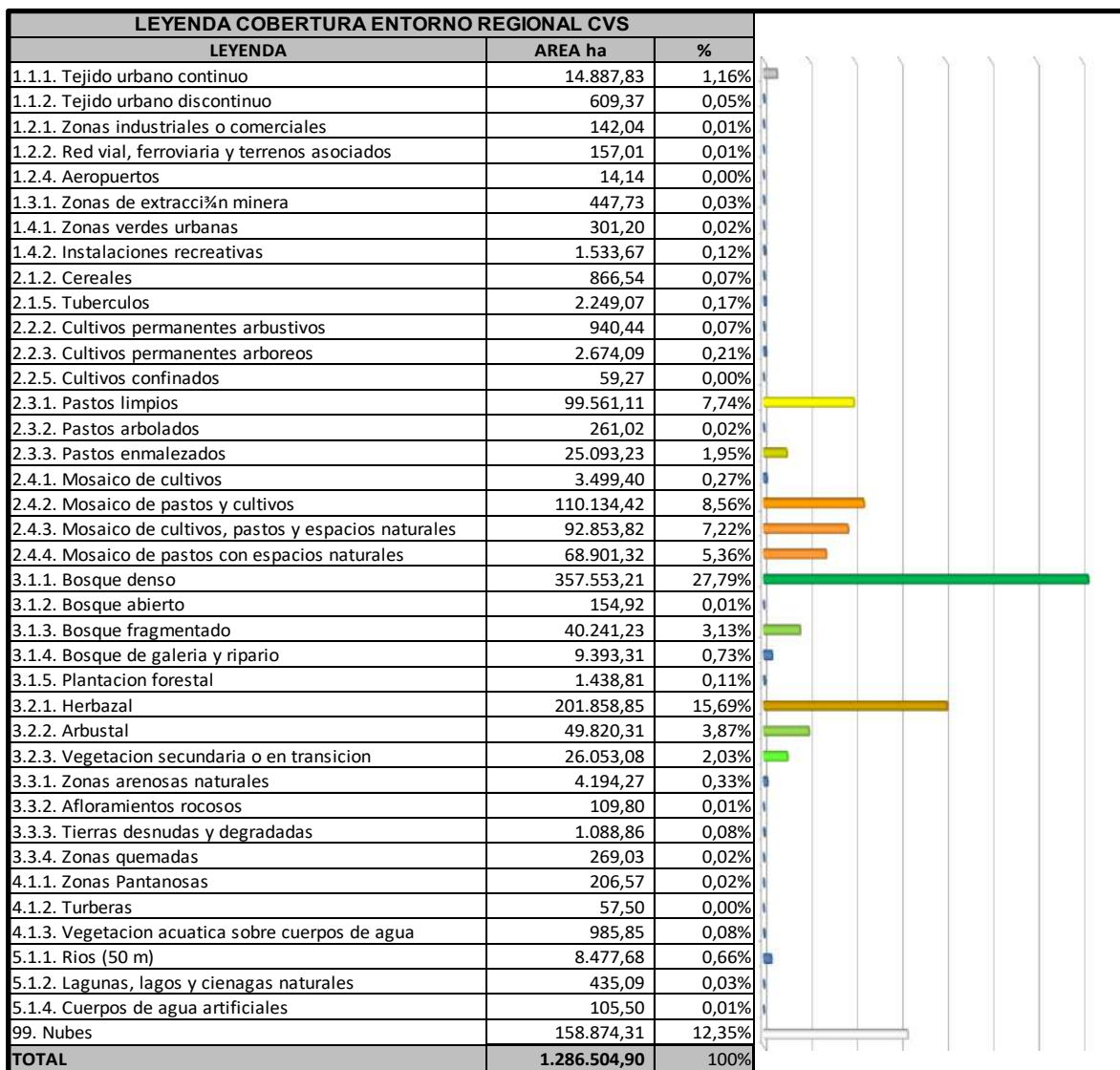


Figura No. 27. Leyenda de Cobertura de la Tierra N3 Entorno Regional. **Fuente:** Presente Estudio.

El municipio con mayor área es Uribe, que además cuenta con el 34% de los bosques densos del entorno regional y la tercera cantidad de área en herbazal,

El municipio con mayor cantidad de área en herbazal, que para el caso es la típica vegetación de pajonales y demás, característica de los páramos, es Bogotá D.C, registra un total de 60.000 Hectáreas equivalentes al 30% del área total del ER.

La Tabla No. 21 presenta la forma como se distribuyen cada una de las coberturas en los diferentes municipios del entorno regional. (área en has).

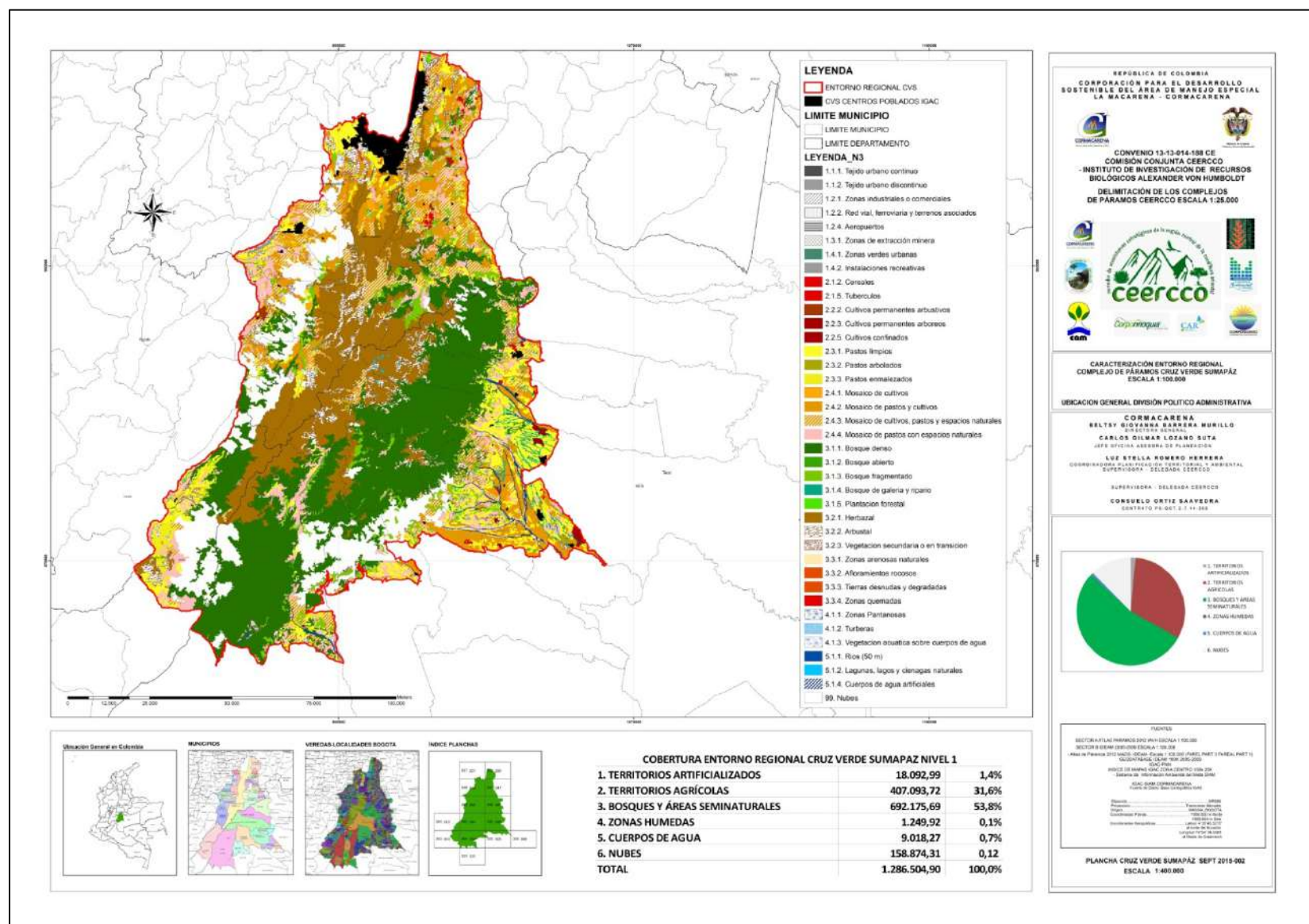


Figura No. 28: Mapa de Cobertura de la Tierra N3 Entorno Regional del Complejo Cruz Verde Sumapaz. Fuente: Presente Estudio.

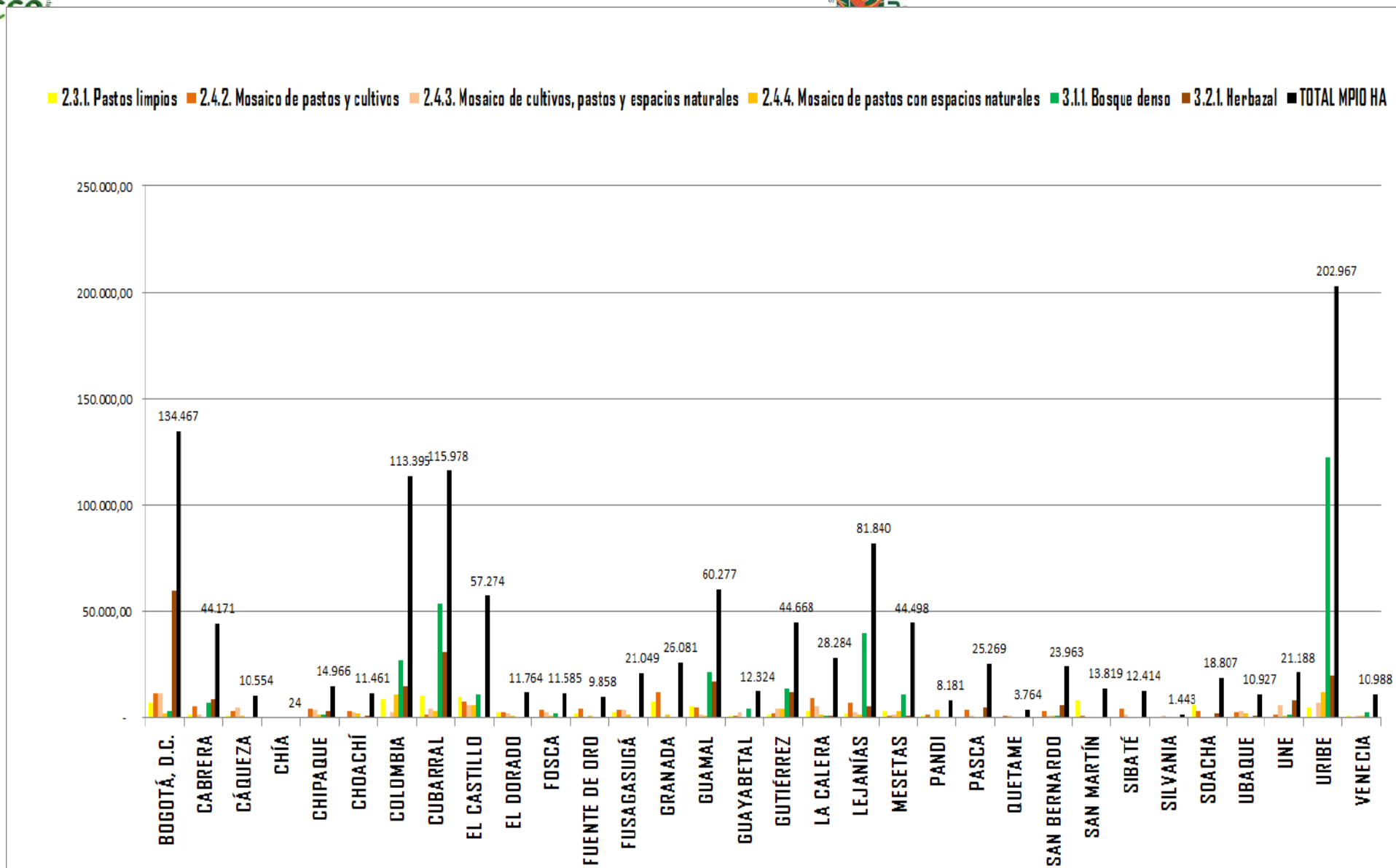


Figura No. 29. Distribución de coberturas en los municipios del entorno Regional del Complejo de Páramos Cruz Verde Sumapaz.. **Fuente:** Presente Estudio.

Territorios Artificializados

Los Territorios artificializados están conformados mayormente por el 1.1.1. Tejido urbano continuo que registra 14.887.83 hectáreas (1.4%) y se ubica principalmente en la zona norte del complejo, comprendiendo parte del casco urbano de la ciudad de Bogotá.

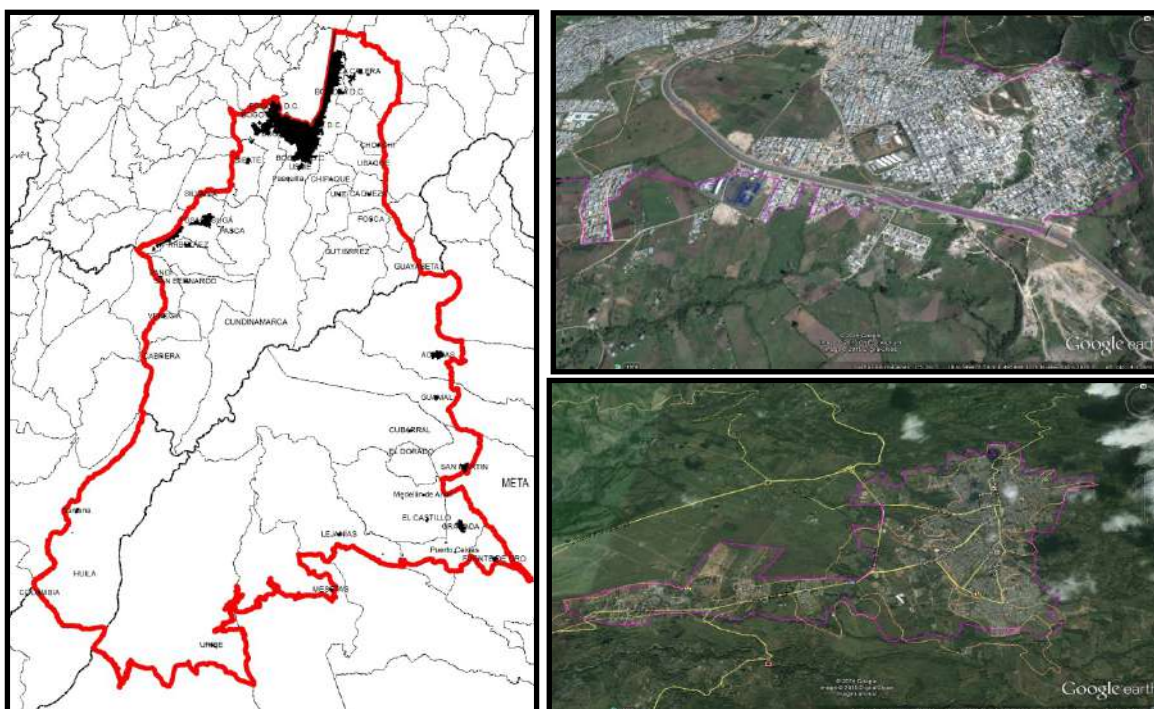


Figura No. 30: Izq. Mapa de distribución geográfica de la Cobertura Territorios Artificializados del Entorno Regional del Complejo Cruz Verde Sumapaz, Der arriba, panorámica sector sur oriental de la ciudad de Bogotá, Izq. Abajo Centro poblado de Fusagasugá. **Tabla No. 21.** Distribución de coberturas en los municipios del entorno Regional del Complejo de Páramos Cruz Verde - Sumapaz. **Fuente:** Google Earth, Presente Estudio.

Tabla No. 22: Distribución en área de los Territorios Artificializados del entorno Regional del Complejo de Páramos Cruz Verde Sumapaz. **Fuente:** Presente Estudio.

COBERTURA 1	AREA HAS	%
1.1.1. Tejido urbano continuo	14.887,83	0,01
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	609,37	0,00
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	142,04	0,00
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	157,01	0,00
1.2.4. Aeropuertos	14,14	0,00
1.3.1. Zonas de extracción minera	447,73	0,00
1.4.1. Zonas verdes urbanas	301,20	0,02%
1.4.2. Instalaciones recreativas	1.533,67	0,12%
TOTAL 1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	18.093	1,4%

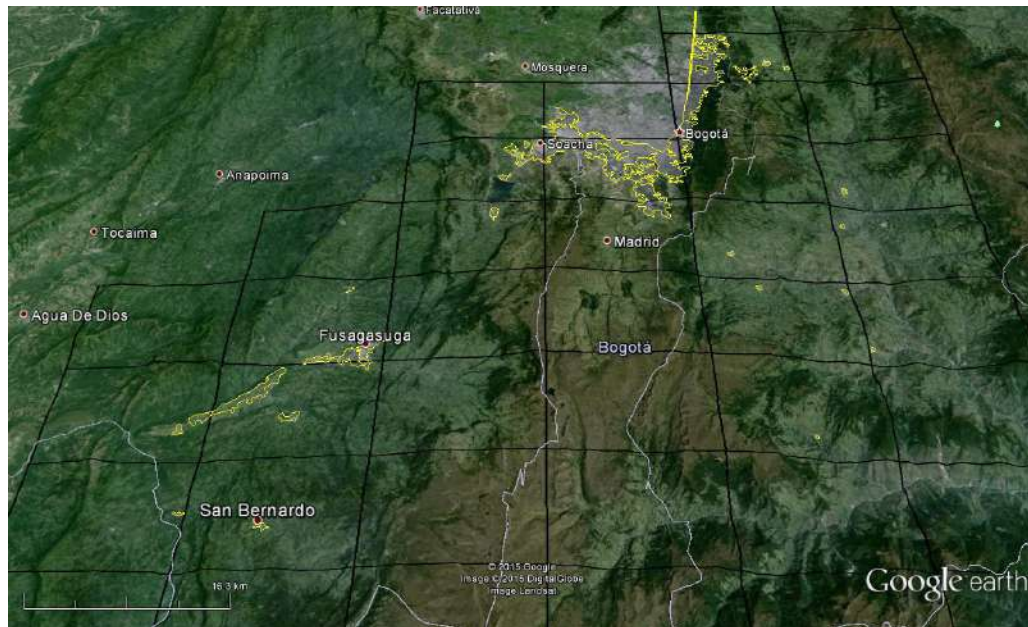


Figura No. 31: Distribución geográfica de la Cobertura Territorios Artificializados costado Occidental donde se resalta el sector sur y el sector oriental de la ciudad de Bogotá. Igualmente las poblaciones de Fusagasugá, San Bernardo y Soacha, entre otros. **Fuente:** Google Earth, Presente Estudio.



Figura No. 32: Distribución geográfica de la Cobertura Territorios Artificializados en el costado Oriental del complejo, se resaltan poblaciones como Acacías, San Martín, Granada Fuente de Oro que dependen del Acueducto Regional del Ariari cuya bocatoma se ubica en la Zona de páramo en el municipio de Cubarral. **Fuente:** Google Earth, Presente Estudio.

No se aprecian en la cartografía, pero forman parte de los territorios artificializados varios de los cascos urbanos de los 34 municipios y veredas que conforman el entorno Regional del Complejo



Figura No. 33: Territorios Artificializados. Izq. Acacias Meta, Der. Ubaque Cundinamarca. **Fuente:** Google Earth, Presente Estudio.

Territorios Agrícolas

Los Territorios agrícolas registran 12 tipos de cobertura con un área total de 407.094 ha equivalentes al 32% del territorio. La cobertura más representativa son los pastos, clasificados como pastos limpios con el 7,7% y formando parte de combinaciones de coberturas que por el tamaño o la complejidad de la distribución dentro de la unidad son considerados mosaicos de pastos y cultivos que alcanzan el 8% del total del territorio, seguidos de Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (7.2%), Mosaicos de cultivos con espacios naturales y Mosaicos de pastos con espacios naturales (4.7%)

La Tabla No. 23 muestra la distribución en área de las diferentes coberturas Agrícolas, mientras que la Figura No. 34 contiene la distribución espacial dentro del entorno regional del complejo Cruz Verde – Sumapaz. La Figura No. 35 ilustra un cultivo de Palma de Aceite en inmediaciones de Acacias Meta y la Figura No. 36 un Mosaico de Pastos y espacios naturales en el sector de La Calera en Cundinamarca

En casi todo el contorno del límite del páramo pueden observarse las coberturas agrícolas, la mayor densidad y adentrándose en el límite del páramo se presenta en el sector norte Bogotá, Sibaté, Chipáque Cáqueza, Une y Gutiérrez; en el sector oriental, se observan importantes intervenciones sobre el río Nevado y la Quebrada Arroz, más al sur la frontera agropecuaria se extiende sobre la zona de nacimientos de los ríos Guejar y Cafre y en Uribe, en las partes altas de los ríos Duda y Guayabero. En el Occidente se observa densos territorios de pastos limpios y mosaicos de cultivos en las partes más altas del río Cabrera y por ultimo pero no menos importante se observa el avance agropecuario en las zonas de ladera y nacimientos del rio Sumapaz (Figuras No. 37, 38).

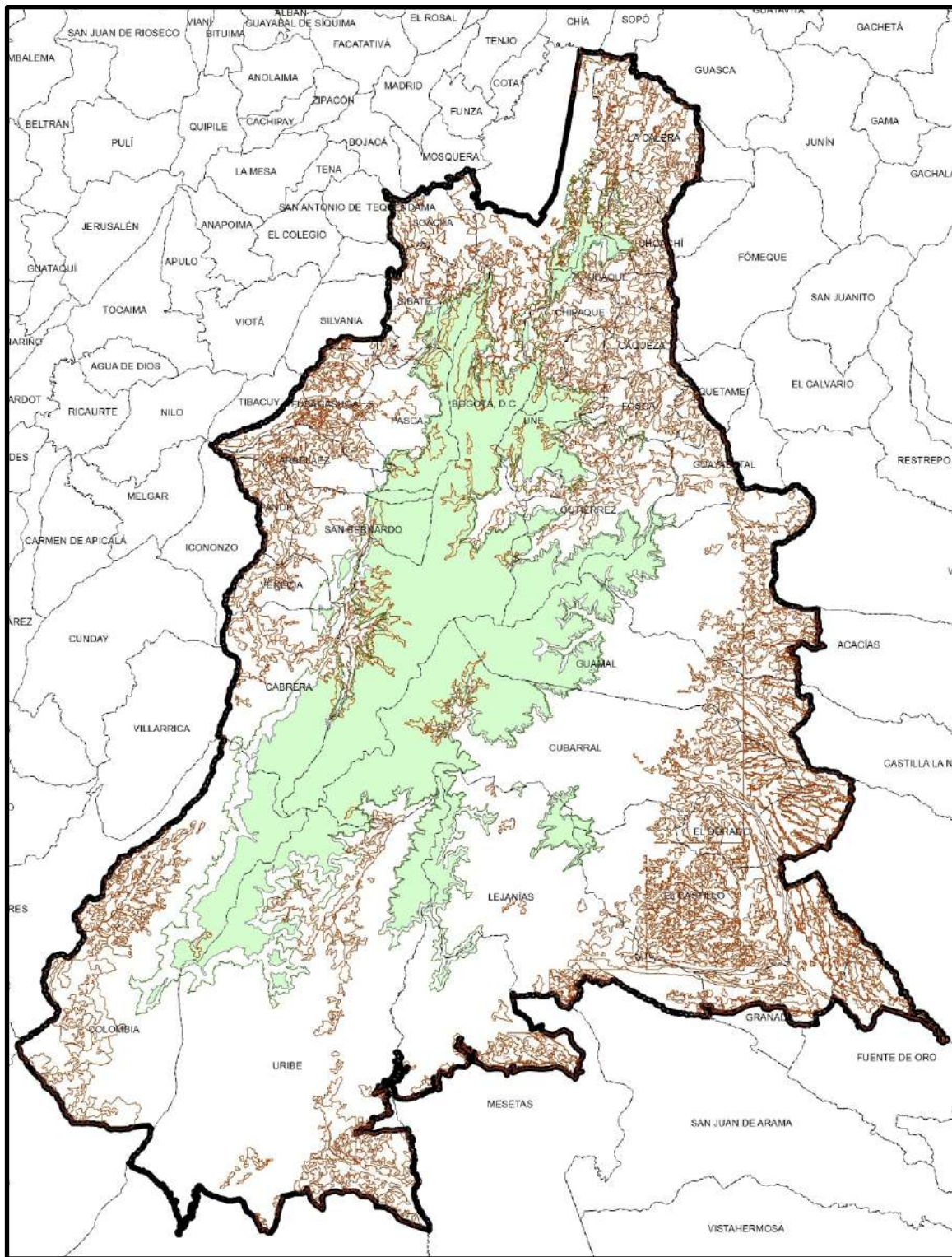


Figura No. 34: Distribución general de los territorios agrícolas en el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** Presente Estudio.

Tabla No. 33: Distribución en área de los Territorios Agrícolas del entorno Regional del Complejo de Páramos Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** Presente Estudio.

LEYENDA N3 TERRITORIOS AGRICOLAS	AREA ha	%
2.1.2. Cereales	867	0,07%
2.1.5. Tuberculos	2.249	0,17%
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	940	0,07%
2.2.3. Cultivos permanentes arboreos	2.674	0,21%
2.2.5. Cultivos confinados	59	0,00%
2.3.1. Pastos limpios	99.561	7,74%
2.3.2. Pastos arbolados	261	0,02%
2.3.3. Pastos enmalezados	25.093	1,95%
2.4.1. Mosaico de cultivos	3.499	0,27%
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	110.134	8,56%
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	92.854	7,22%
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	68.901	5,36%
TOTAL	407.094	31,64%

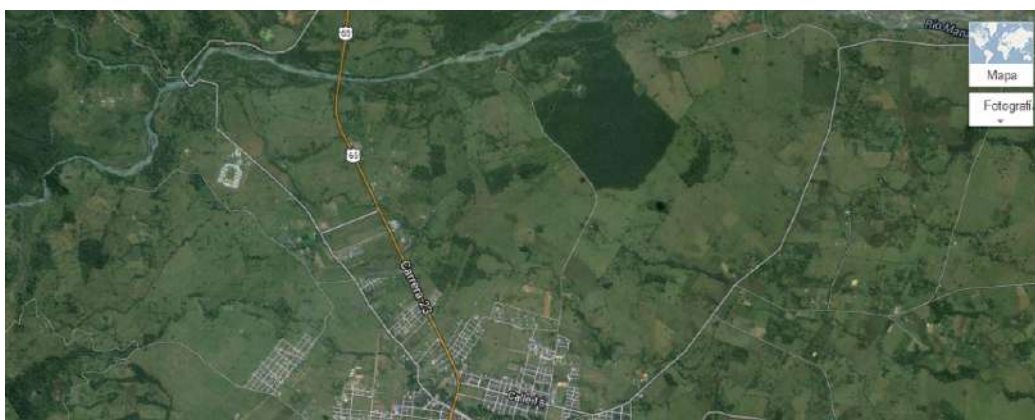


Figura No. 35: Cultivo de palma de aceite rodeado de pastos limpios y mosaicos de pastos y espacios naturales en el sector de Acacias Meta. **Fuente:** Google Earth, Presente Estudio.

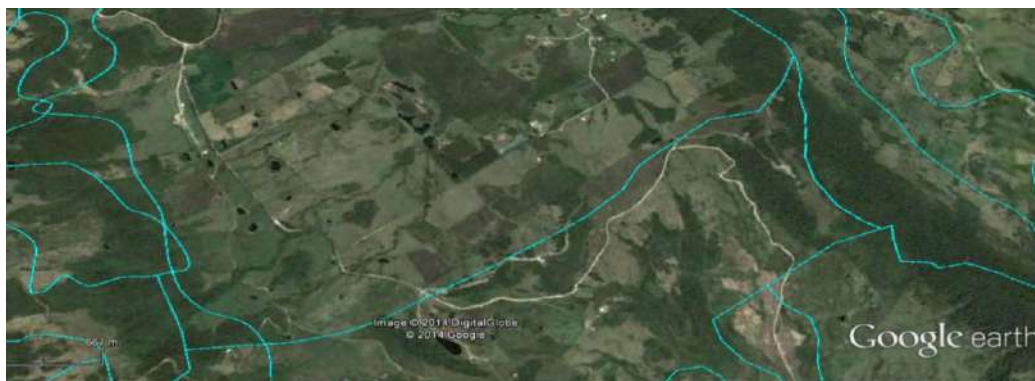


Figura No. 36: Mosaico de pastos y espacios naturales en el sector de La Calera, Cundinamarca. **Fuente:** Google Earth, Presente Estudio.



Figura No. 37: Mosaico de pastos y cultivos y pastos limpios en la parte alta del río Sumapaz.
Fuente: Google Earth, Presente Estudio.



Figura No. 38: Mosaico de pastos y cultivos y pastos limpios en la parte alta del río Sumapaz, mas Pastos limpios, mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales. **Fuente:** Presente Estudio.

Bosques y Áreas Semi-naturales

La leyenda muestra que el 54% del área de las coberturas del entorno regional Cruz Verde – Sumapaz están en la clasificación de Bosques y áreas semi-naturales; dentro de los 18 tipos de cobertura, la de mayor extensión es el bosque denso alto con 332.716 hectáreas y un 26% del total del entorno regional, seguido del Herbazal denso de Tierra firme (páramo) que cuenta con 201.848 has y un 16% del área.

Tabla No. 34: Distribución de área de los Bosques y Áreas Seminaturales - entorno Regional del Complejo de Páramos Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** Presente Estudio.

LEYENDA BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	AREA ha	%
3.1.1. Bosque denso	357.553	27,79%
3.1.2. Bosque abierto	155	0,01%
3.1.3. Bosque fragmentado	40.241	3,13%
3.1.4. Bosque de galería y ripario	9.393	0,73%
3.1.5. Plantación forestal	1.439	0,11%
3.2.1. Herbazal	201.859	15,69%
3.2.2. Arbustal	49.820	3,87%
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	26.053	2,03%
3.3.1. Zonas arenosas naturales	4.194	0,33%
3.3.2. Afloramientos rocosos	110	0,01%
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	1.089	0,08%
3.3.4. Zonas quemadas	269	0,02%
TOTAL	692.176	53,80%

Se distinguen claramente tres tipos de grupos de cobertura, en los bordes del complejo se observan manchas de vegetación secundaria o en transición, más hacia el centro sobre el costado oriental en el departamento de Meta y en el costado occidental sobre el norte del departamento de Huila, se destaca la prevalencia de la cobertura bosque denso, hacia el centro la otra gran extensión corresponde al Herbazal denso.

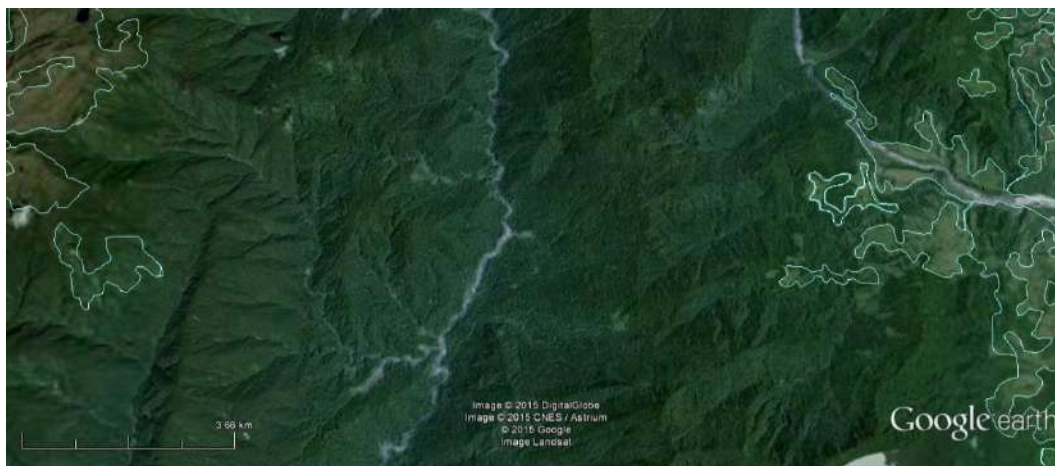


Figura No. 39: Cobertura de Bosque denso – cuenca alta del río Ariari en el Meta. **Fuente:** Google Earth, Presente Estudio.

CONVENIO DE COOPERACIÓN No. 13-1:

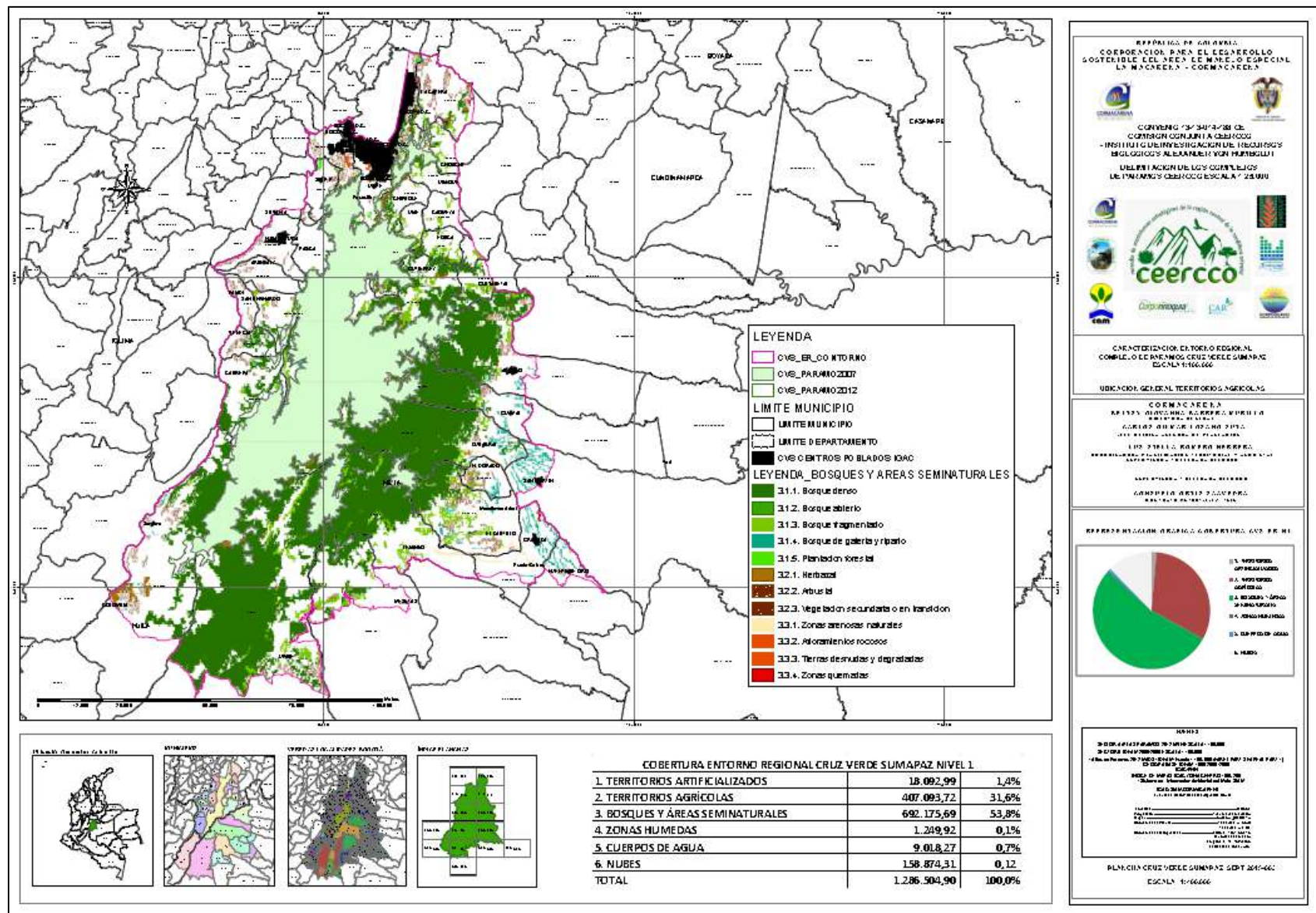


Figura No. 40: Distribución geográfica de coberturas de Bosques y Áreas Seminaturales en el entorno regional. Fuente: Presente Estudio.



Figura No. 41: Transición de cobertura Herbazal denso de tierra firme y Bosque denso bajo de Tierra Firme. **Fuente:** Google Earth, Presente Estudio.

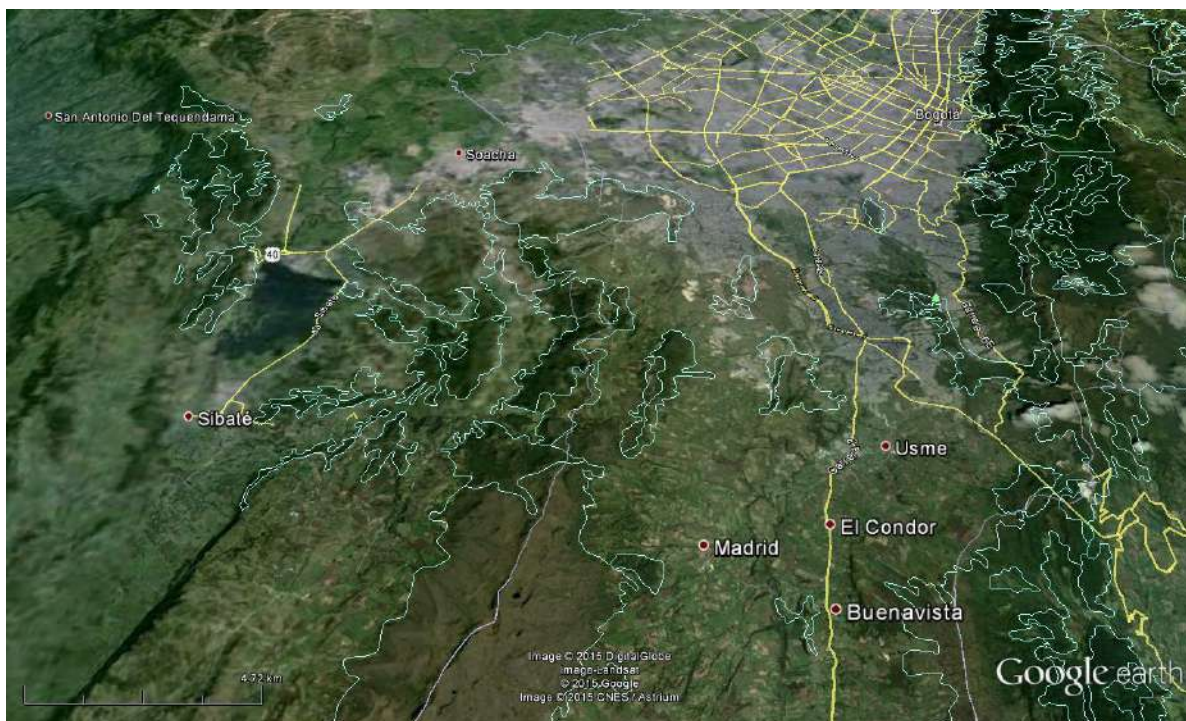


Figura No. 42: Cobertura arbustal abierto al sur oriente de las poblaciones de Soacha y Sibaté. **Fuente:** Google Earth, Presente Estudio.



Figura No. 43: Cobertura Bosques de Galería entre las poblaciones de Cubarral, Castilla y San Martín en el departamento de Meta. **Fuente:** Google Earth, Presente Estudio.

Áreas Húmedas

Para el grupo de áreas Húmedas, El mapa de cobertura registra un área de Turberas, ubicada en la vereda el Salitre del municipio de Arbeláez, un área de Vegetación acuática, sobre cuerpos de agua ubicada en las Veredas la Unión y Perico del Municipio de Sibaté aledañas al Casco urbano y cinco zonas pantanosas en el casco urbano de Bogotá y Soacha. El área total registrada es de 1.250 hectáreas equivalentes al 0.1% del territorio.

Cuerpos de agua- Grupo 5

Según los mapas de cobertura utilizados el entorno regional del complejo tiene un total de 9.018 has (0.7%) en superficies de agua. La cobertura más abundante es la correspondiente ríos de más de 50 metros de ancho con 8.477 has (Área 1), Lagunas, lagos y ciénagas naturales con 435 has (Área 1) y cuerpos de agua artificiales con 105 hectáreas. (Ver Tabla No. 35 y Figuras No. 44 – 47, Cobertura Superficies de Agua ER-CVS). Según el trabajo de compilación y digitalización realizado por la CAR en el marco de la Mesa Técnica del Convenio, las lagunas, lagos y ciénagas en el ER tendrían 1.405 hectáreas (Área 2) y los cuerpos artificiales un total de 803 hectáreas (Área 2). Se identificaron y cartografiaron 130 lagunas y cuatro cuerpos de agua artificiales, entre los que se encuentran las represas del Muña y La Regadera y los Embalses de San Rafael y Chisacá. (Ver Tablas No. 36 y 37, compilación y levantamiento cartográfico de humedales del ER CVS).

Tabla No. 35: Distribución de Cuerpos de Agua ER Cruz Verde Sumapaz. **Fuente:** Google Earth, Presente Estudio.

CRUZ VERDE SUMAPAZ -SUPERFICIES DE AGUA			
COBERTURA	AREA (1)	AREA (2)	AREA (3)
5.1.1. Ríos (50 m)	8.477,68		10.647,00
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	435,09	1.405,06	
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	105,50	803,46	
TOTAL 5. SUPERFICIES DE AGUA	9.018	2.209	10.647
1. MAPA DE COBERTURA SECTOR A ATLAS DE PÁRAMOS 2012 SECTOR B IDEAM 2005-2009			
2. MAPA DE HUMEDALES MESA TÉCNICA CEERCCO- CAR Galindo L 2014			
3. GEODATABASE IDEAM 100K DRENAJE DOBLE			

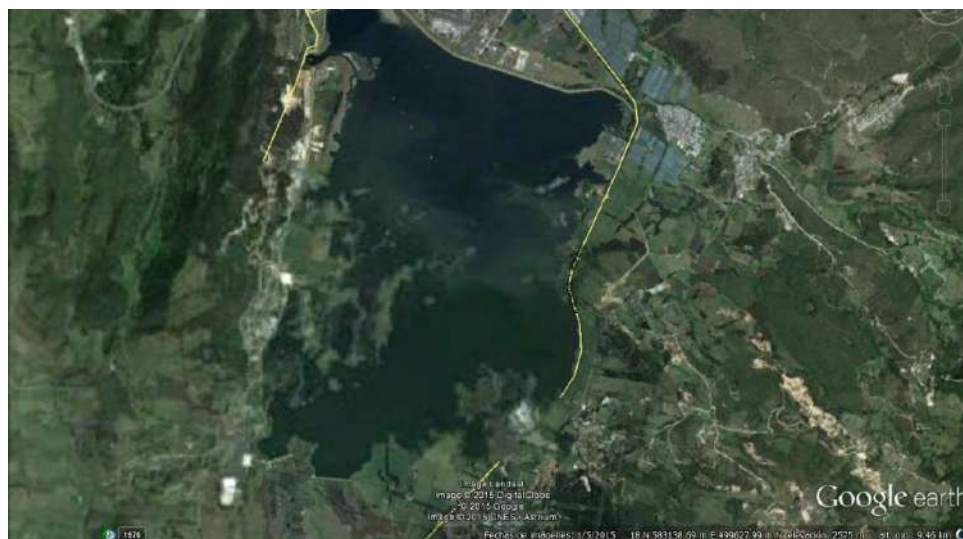


Figura No. 44: Vegetación acuática sobre cuerpos de agua, embalse del Muña Sibaté, Cundinamarca. **Fuente:** Google Earth, Presente Estudio.

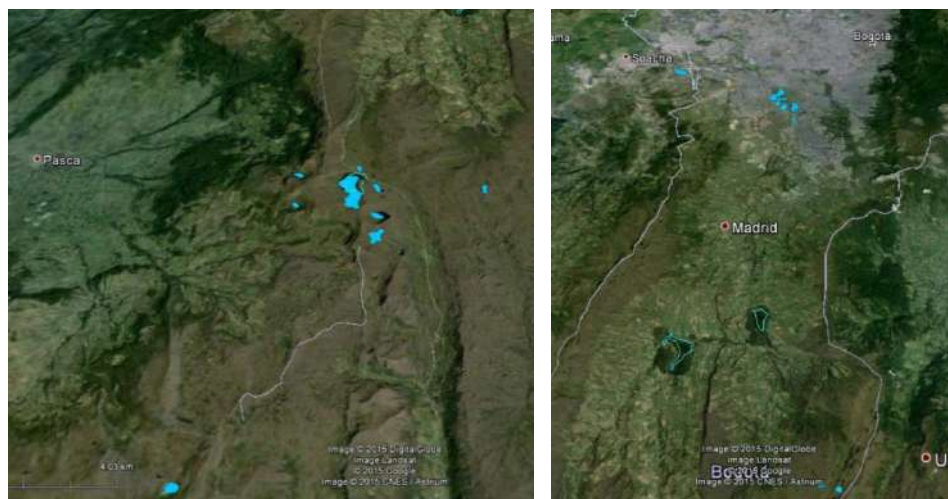


Figura No. 45: Izq. Lagunas Casa Blanca y Tunjos Chisacá. Der. Embalse s La Regadera y Chisacá. **Fuente:** Google Earth, Presente Estudio.

Según la Geodatabase IDEAM 100, el drenaje doble que corresponde a los ríos de más de 50 metros de ancho (Figura No. 46), sumaría para el entorno regional del complejo un total de 10.647 hectáreas (Área 3).

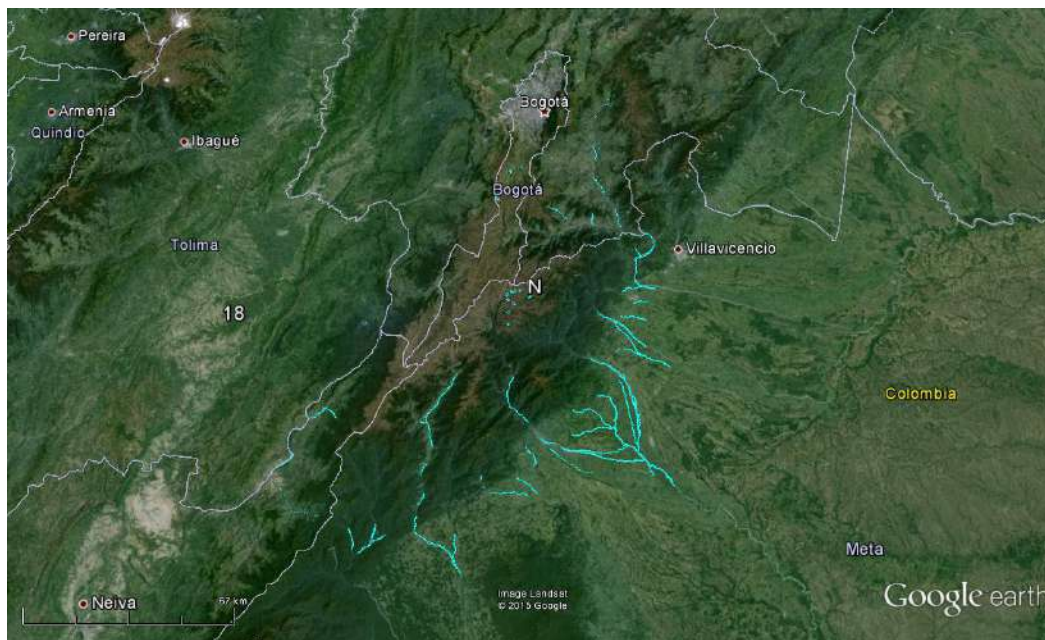


Figura No. 46: Distribución geográfica de las coberturas Superficies de Agua del Entorno Regional del complejo Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** Google Earth, Presente Estudio.

Como se mencionó en la parte inicial de este documento, el mapa de cobertura del Atlas de páramos 2012 tiene deficiencias en la integración de los componentes de los grupos 4 y 5 de la leyenda Corine Land Cover. Razón por la que se recurrió al apoyo de la cobertura de drenajes dobles del IDEAM 100 y al trabajo de compilación de humedales realizado por la CAR en 2014, cuya principal fuente fue la misma cartografía del Atlas de páramos correspondiente al componente hidrológico. (Ver Mapa anexo y Figura No. 47)

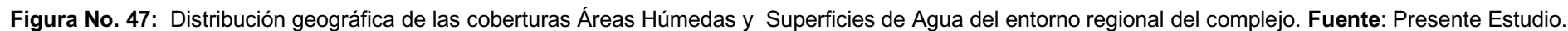


Tabla No. 37: Compilación y levantamiento cartográfico de humedales CAR 2014 – Lagunas.
Fuente: Google Earth, Presente Estudio.

COMPILACIÓN Y LEVANTAMIENTO CARTOGRAFICO DE HUMEDALES ENTORNO REGIONAL COMPLEJO DE PÁRAMOS CRUZ VERDE SUMAPÁZ									
No.	NOMBRE_GEO	Este	Norte	Area_Ha	No.	NOMBRE_GEO	Este	Norte	Area_Ha
1		1003732	1012846	8,99	68		985518	905760	0,86
2	Laguna El Verjón	1006149	996077	1,57	69	Laguna El Oro	970468	914307	2,69
3		1012424	974456	0,64	70		978612	890115	2,01
4		1004451	973508	2,02	71	Laguna Hoya Negra (Traga Perro)	979962	894043	3,38
5		1002050	967470	0,69	72		985571	906064	2,28
6	Laguna La Caja	1012751	949492	4,62	73	Laguna Hoya Honda	967663	911142	2,80
7	Laguna Larga	1012986	950116	4,26	74	Laguna El Guaque	973219	919423	23,81
8	Laguna Negra	1006675	946090	8,92	75	Laguna Las Dantas	982807	902909	3,27
9		1036900	927861	12,37	76		982944	894479	1,62
10		1036953	927592	10,13	77	Laguna San Pedro	983239	903248	3,35
11		1006105	995814	0,72	78		978011	890256	0,85
12	Laguna Peña Azul	1010524	994598	5,20	79		960106	902314	1,01
13	Laguna de Ubaque	1015819	989356	6,86	80	Laguna Colorada	964688	906558	2,75
14		1009732	976349	0,82	81	Laguna Patio Bonito	976743	914158	5,78
15		1009777	976187	0,62	82	Laguna Las Dantas	981289	894195	3,05
16	Laguna Chocolate	1004965	976010	3,02	83	Laguna Ventiladeros	991423	917651	12,96
17		1009735	976000	0,87	84		957025	900184	0,62
18		1003786	975195	1,21	85	Laguna del Cariño	977834	914606	3,89
19	Laguna La Primavera	991145	932098	9,14	86		984368	905385	2,39
20	Laguna del Medio	992191	932101	24,25	87	Laguna San Bernardo	995403	919042	4,91
21	Laguna Larga	993210	932109	53,85	88	Laguna El Baile	978360	913187	2,97
22	Laguna El Cajón	994926	932551	24,17	89		980053	895575	2,08
23		994063	931122	32,70	90	Laguna El Suplicio	983287	894951	5,51
24	Laguna Cuevecitas	981984	956416	6,05	91		987120	912808	3,55
25		980316	951057	6,98	92	Laguna Los Cubarros	1032288	907281	3,05
26	Laguna Currucuyes	980654	950809	7,53	93		1000634	906582	10,45
27		980699	951237	6,18	94		1036541	903275	0,79
28	Laguna La Vieja	981462	950767	10,59	95		1005727	899680	11,23
29		980979	949971	1,86	96	Laguna Brasil	1020844	884377	0,85
30		982967	949671	9,86	97		1021675	882403	1,60
31	Laguna La Mochila	996769	940878	5,90	98	Laguna El Muerto	1022630	881591	1,56
32	Laguna La Conejera	997951	940991	5,29	99		1021048	881538	3,00
33	Laguna El Cobre	996095	937572	63,79	100	Laguna El Caño	1023402	881205	1,56
34	Laguna La Barrialoza	994517	936998	14,38	101		1036412	918763	10,67
35	Laguna El Gallo	993905	935484	24,16	102	Laguna Alto Del Oso	964734	866072	20,91
36	Laguna El Diamante	996524	934329	14,01	103		1037516	878962	1,35
37	Laguna La Esmeralda	997413	932986	14,48	104		978638	1001491	2,80
38		995703	931721	6,61	105	Laguna Colorados	983313	975614	11,28
39	Laguna Negra de Alsacia	998626	930433	57,22	106	Laguna los Tunjos (Chisacá)	985492	965236	51,16
40	Laguna Santa Teresa	998458	929128	8,70	107	Laguna Negra	986231	964266	5,75
41	Laguna La Sorbedera	992315	928375	34,49	108	Laguna Casa Blanca	986217	963482	11,22
42		991913	920366	31,66	109	Laguna La Garza	989307	965362	3,98
43		1006874	929340	4,78	110	Laguna Cajitas	983937	965978	3,69
44		1006374	929979	2,21	111	Laguna Cajones	983947	964711	1,75
45	Laguna El Fierro	1001941	925691	2,62	112	Laguna Larga	993896	967358	3,75
46	Laguna La Perra	1005858	941416	4,60	113	Laguna el Alas	994468	967747	2,83
47	Laguna Verde	1001481	941588	0,91	114	Laguna Bocagrande	995154	969017	2,70
48	Laguna El Nevado	993841	927645	153,06	115	Laguna Negra	995914	969815	4,24
49		993172	925640	11,91	116	Laguna Larga	986236	965441	5,00
50		991692	924627	57,02	117	Laguna La Virginia	985701	966243	2,77
51		992186	923636	4,58	118	Laguna Seca	995220	970039	5,67
52	Laguna El Rosario	984564	924331	9,79	119	Laguna de Terreros	988087	997235	21,36
53	Laguna Gobernador	975457	928961	6,51	120		994201	995247	19,58
54		964786	936853	2,86	121		993774	994824	16,28
55	Laguna Negra	980423	954215	6,26	122		994149	994470	17,56
56		996236	922499	18,63	123		994378	993921	14,35
57		995435	920567	5,68	124		995000	993870	23,15
58		994372	928923	8,70	125		994983	992697	4,11
59		995117	936475	12,11	126		1004362	975285	1,11
60		995213	936009	1,68	127		980278	950655	3,89
61		995190	935707	2,62	128	Laguna La Guitarra	991235	929007	63,01
62		991016	922789	15,71	129		1005382	929058	3,54
63	Laguna Larga	979921	955656	19,05	130	Laguna Hermosura	971034	915588	13,54
64	Laguna Media Naranja	981489	955166	0,28	131	Represa del Muña	980192	991285	401,30
65		978150	915007	4,38	132	Embalse Chisacá	989537	976585	23,75
66	Laguna El Cascarón	981839	893114	11,42	133	Represa de La Regadera	992860	978238	30,50
67	Laguna el Chivo	982154	891903	4,85	134	Embalse San Rafael	1009508	1011989	347,92
SUBTOTAL				919,59	SUBTOTAL				1.288,92
TOTAL									2.208,52

FUENTE: Mesa Técnica -CAR. Galindo L. 2014

2.3.7.2. Análisis Multitemporal del Cambio de Coberturas en el Entorno Regional del Complejo Cruz Verde – Sumapaz.

La única fuente disponible con cubrimiento total del área del entorno regional del Complejo de páramos de Sumapaz realizada con el mismo protocolo para años diferentes, son los mapas de cobertura del IDEAM, 2000 - 2002_V2 versión 2013 y 2005 - 2009_Versión 1-2013, cuyos *shape files* fueron suministrados a la Mesa Técnica por la oficina de Parques Nacionales de Colombia en el marco del convenio CEERCCO.

No se incluye en el análisis la cobertura del Atlas de páramos (IAvH 2012) base para la caracterización de los entornos regionales y local, porque tiene una cobertura parcial del área del Entorno regional de 86%, y un porcentaje del 12% en nubes, tampoco se dispone de una versión anterior de la misma fuente, realizada con el mismo protocolo y a la misma escala.

Tamaño de la muestra (TLA)

El indicador se conforma con la suma total de CA para cada año y debe presentar la misma dimensión, se expresa en metros o en hectáreas y es básico para otros cálculos, para el caso el valor es de 1.280.504,9 has, que corresponden al área total del entorno regional del complejo.

Número de parches (numP)

El indicador calcula el número de parches o polígonos por clase, que se registran en cada uno de los años de referencia. El gráfico de la Figura 23. Muestra un significativo aumento en la cantidad de parches del año 2 de las coberturas 2.3.1 Pastos limpios, Mosaico de pastos con espacios naturales y bosque fragmentado, entre otros, disminuciones en el número de parches de bosques densos, bosque de galería y herbazal.

Métrica de área CA

Se realiza el cálculo de la suma total del área de todos los parches (m²) por tipo de clase de cobertura y por año de referencia y se expresa en hectáreas.

El CA de mayor valor para ambos años corresponde al bosque denso, las tendencias de cambio, valores y porcentajes de aumento o disminución se explican en el aparte cambios de coberturas.

La Tabla No. 49 resume las cifras base del cálculo y el análisis estadístico espacial.

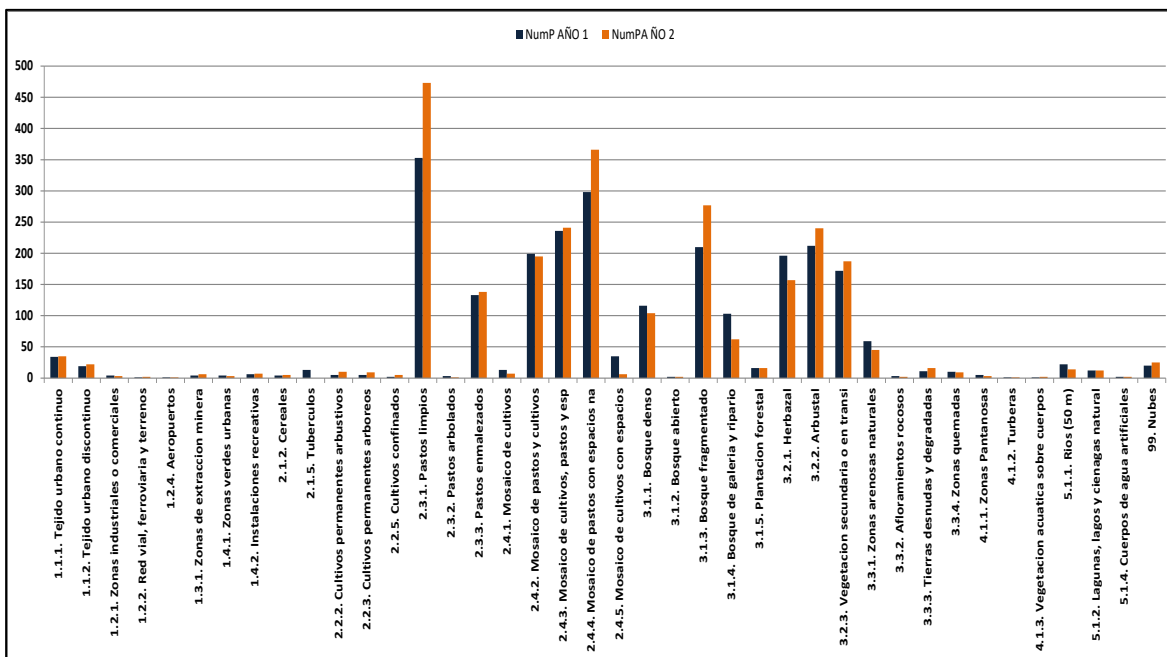


Figura No. 48: Comparación del Indicador NumP para los Años 1 y 2. Fuente: Presente Estudio.

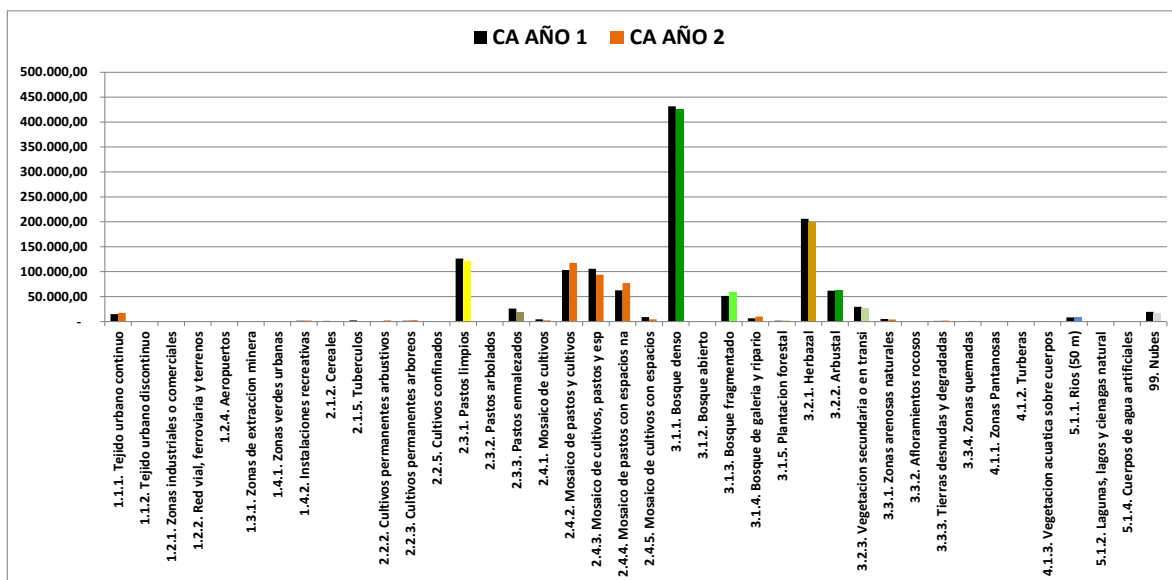


Figura No. 49: Métrica de área comparación indicador CA año1 y año 2. Fuente: Presente Estudio.

Media del tamaño del parche (MPS)

La Figura No. 50 compara el tamaño promedio de los parches de cada clase en cada instante de tiempo (Año 1 y Año 2). Para el entorno regional de Cruz Verde Sumapaz, entre otras, se presenta una disminución en el tamaño de los parches de las coberturas 4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua los NN, los cereales y los tubérculos; los pastos limpios y los mosaicos de cultivos pastos y espacios naturales, con aumento en el promedio del tamaño figuran el bosque denso, mosaico de pastos y cultivos y el tejido urbano continuo, entre otros.

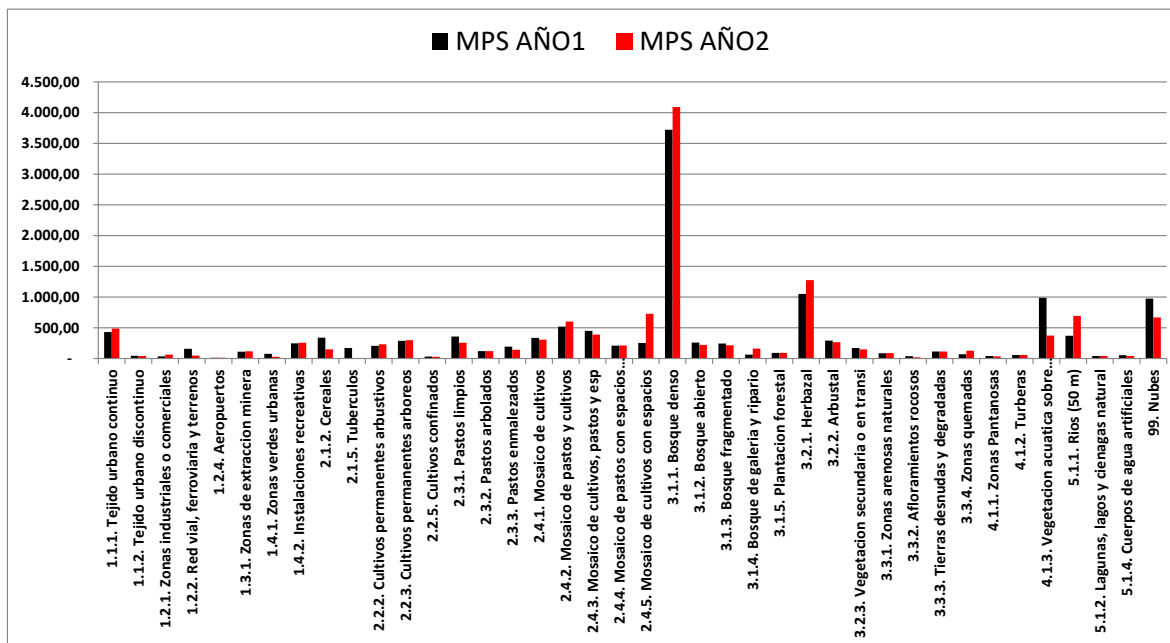


Figura No. 50: Comparación del Indicador MPS –Media del tamaño del parche en los Años 1 y 2. **Fuente:** Presente Estudio.

Desviación estándar promedio del Tamaño del Parche PSSD

El indicador del grado de dispersión del tamaño de los parches de una clase de cobertura respecto a su valor medio, fue calculado por clases y es significativo en ambos años para las coberturas de bosque, que presenta una menor dispersión en el Año 2 y para el herbazal, que por el contrario presenta mayor dispersión.

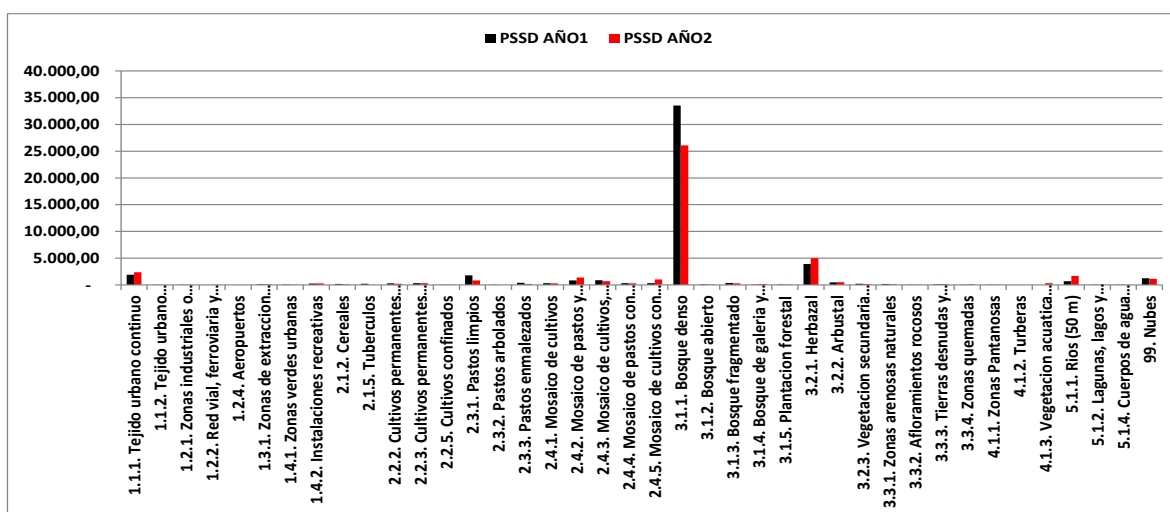


Figura No. 51: Comparación del Indicador DPPD – en los Años 1 y 2. **Fuente:** Presente Estudio.

Coeficiente de variación del tamaño del Parche PSCoV

Finalmente el coeficiente de variación del tamaño del parche que relaciona el grado de dispersión del tamaño del parche respecto a su valor medio (PSSD) con el valor promedio de los parches de su misma clase (MPS), indica que los valores cercanos a cero tienen menor variación en el tamaño, como el caso de la cobertura 2.3.2 Pastos arbolados del Año 2 que solo cuenta un registro, por lo tanto no presenta ninguna variación y para el Año 1 presenta tres registros o parches de tamaños similares y el valor del indicador es 25.51.

La interpretación de la gráfica indicaría que las coberturas de bosques y pastos limpios presentan menor variación respecto al tamaño de sus parches del Año 2 que en los del Año 1.

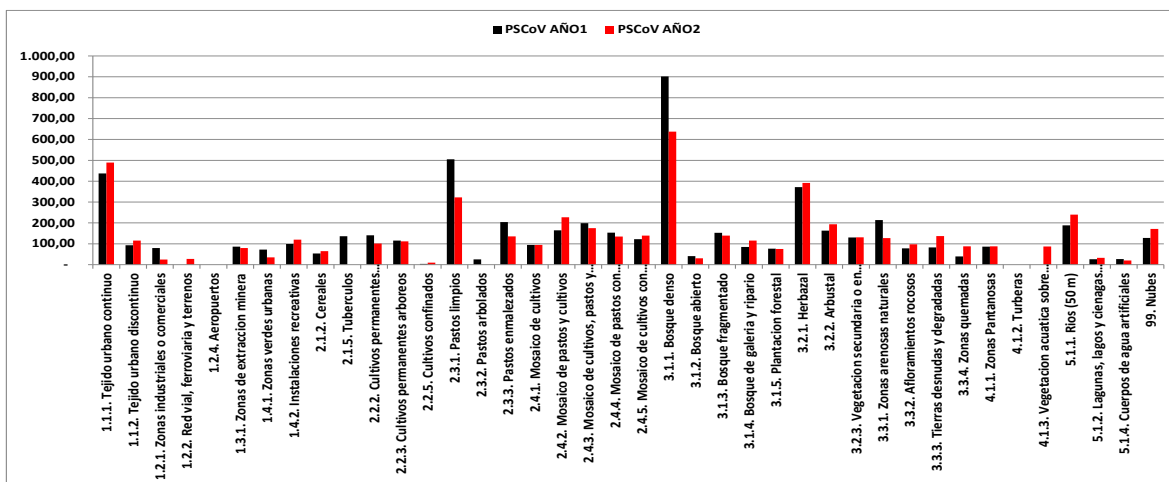


Figura No. 52: Comparación del Indicador PSCoV – en los Años 1 y 2. **Fuente:** Presente Estudio.

Métrica de borde

Las métricas de borde se basan en la longitud de los segmentos que compone los parches de una clase se calculan para cada uno de los años de referencia y se expresan en metros o en porcentajes

Borde total (TE)

La suma de los bordes totales por clase de cobertura es mayor para los pastos limpios con una variación considerable respecto al año anterior, el bosque aumenta en pequeña proporción y el herbazal disminuye.

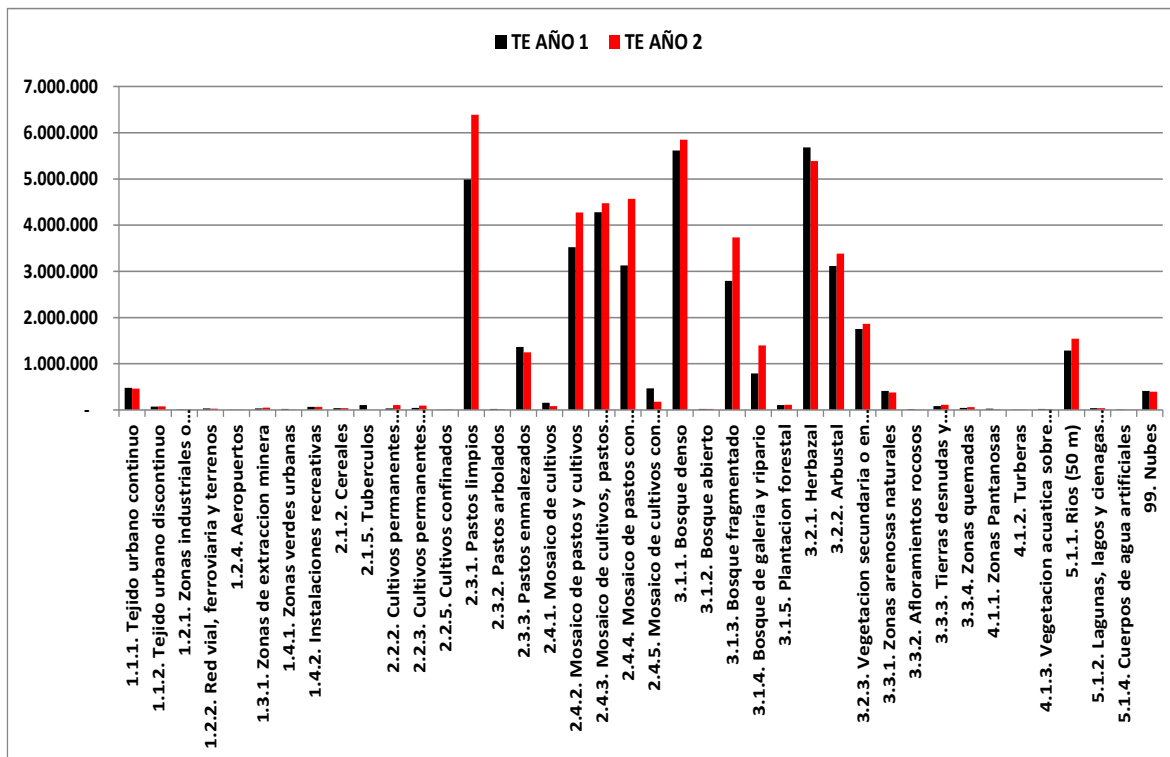


Figura No. 53: Comparación del Indicador TE– en los Años 1 y 2. Fuente: Presente Estudio.

Media del borde del parche MPE

El mayor valor del indicador es para la cobertura 5 Ríos (más de 50 m), que en el Año 2 presenta menor cantidad de registros o parches con mayor cantidad de área respecto al Año1

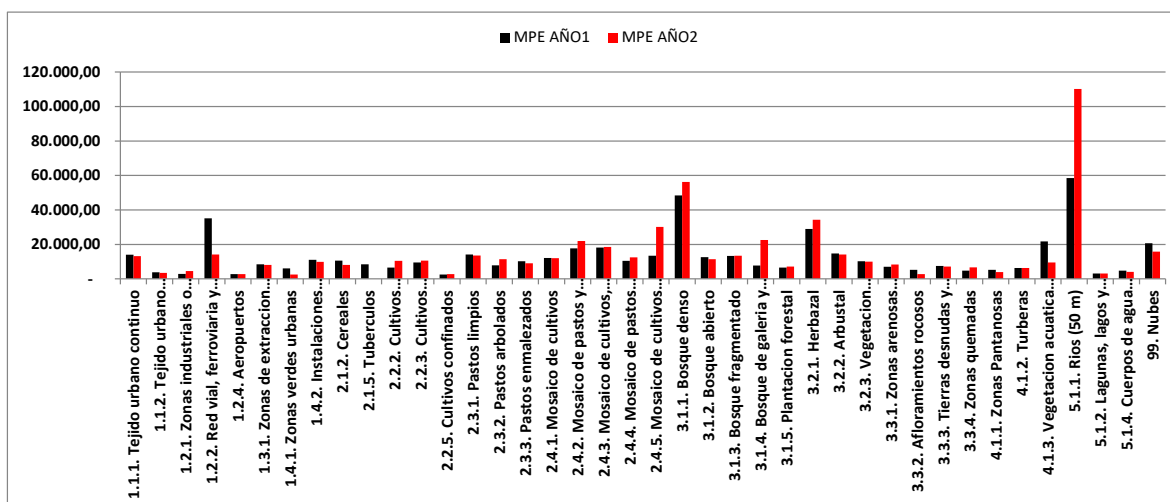


Figura No. 54: Comparación del Indicador MPE – en los Años 1 y 2. Fuente: Presente Estudio.

Densidad del Borde ED

Es un indicador de proporcionalidad entre el borde total de la clase y el área total del paisaje o entorno regional, los mayores valores indican mayor densidad de la cobertura y valores menores cercanos a cero indican que son poco importantes en términos de su presencia y tamaño dentro del área de análisis

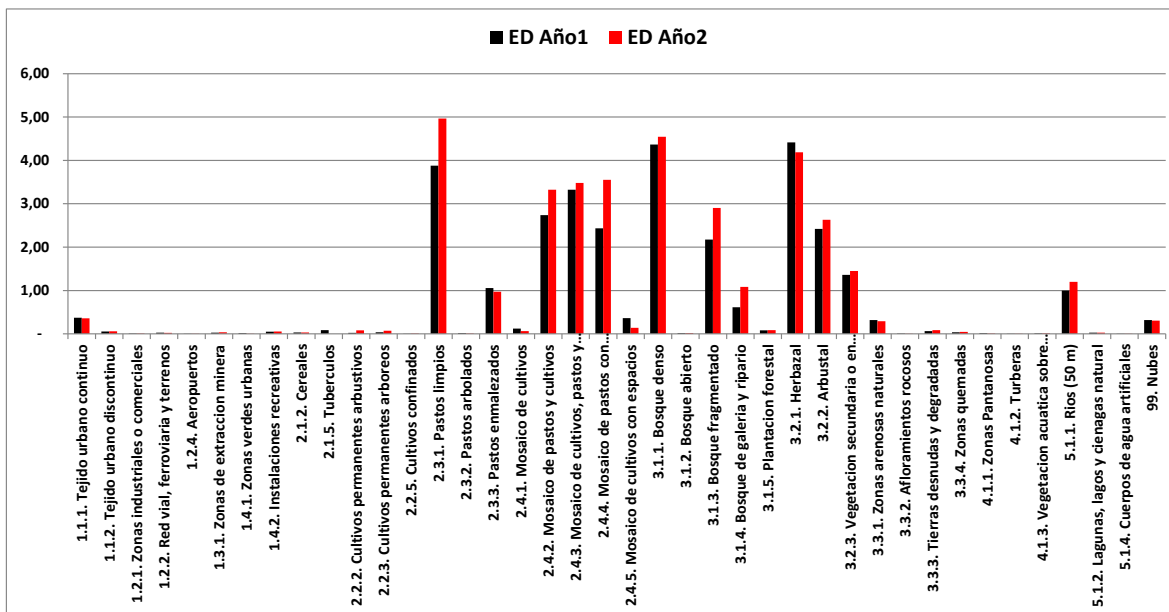


Figura No. 55: Comparación del Indicador MPE – en los Años 1 y 2. **Fuente:** Presente Estudio.

Tasa de cambio anual de la superficie cubierta TCDC IDEAM

La Leyenda de la cartografía IDEAM en escala 1:100.000 (shape file) contiene para el área del Entorno regional del complejo Cruz verde Sumapaz, en la versión 2000-2002 (COB_AÑO1), en el Nivel 3, un total de 2.545 registros o parches, agrupados en 40 Categorías o clases de la leyenda Corine Land Cover; Para 2005-2009 (COB_AÑO2) presenta un total de 2.711 parches que se agrupan en 39 clases de la leyenda. No registra para este último año, la cobertura 2.1.5. Tubérculos. En la leyenda general el registro aparecerá con cero (0).

La Tabla 8 contiene la leyenda general de los años 1 y 2, el número de registros para cada año, el área en hectáreas (CA-Año1 y CA año2), las diferencias generales entre sí. Porcentaje de área, Tasa de cambio anual de la superficie cubierta TCDC del IDEAM (Promedio anual de variación en la superficie que ocupa la cubierta de la tierra en la unidad espacial de referencia entre dos instantes de tiempo).

Para el cálculo del TCDC El periodo de tiempo asumido es de 6 años tomando IDEAM 2000-2002 como correspondiente al año 2001 e IDEAM 2006 2009 como correspondiente al año 2007. Según el IDEAM los valores cercanos a 100 del

indicador TCDC, significan un aumento importante en la cantidad de área global (Entorno regional para el caso) del tipo de cobertura. Valores negativos cercanos a -100 significan una drástica disminución del área general, valores cercanos a cero negativos o positivos indican variaciones poco importantes en cantidad de área.

En términos de área el incremento más importante lo tuvieron las coberturas 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales, que aumentan en 14.836 ha, con una tasa de cambio anual (TCDC) de 3.97 lo cual significa un promedio de 2.472 hectáreas nuevas cada año durante los 6 años del periodo de análisis. Con cifras muy cercanas está el aumento en el 2.4.2 mosaico de pastos y cultivos que igualmente se incrementa en 14.836 ha, unas 2.344 ha/año adicionales.

Del Grupo Bosques y áreas seminaturales, los aumentos más importantes son en el 3.1.3. Bosque fragmentado con 8.100 has, un TCDC de 2.63 que significan 1.350 hectáreas adicionales cada año y la cobertura bosque de galería y ripiario que se incrementa en 3.498 ha, con un TCDC de 8.98 que significa un aumento anual de 583 hectáreas y un 54% total en el periodo analizado.

Con disminución de cobertura, la más importante la presenta la cobertura 2.4.3., al perder cerca de 12.000 hectáreas, reporta un TCDC negativo de 1.91 que se puede interpretar como una disminución anual de 2.015 hectáreas. Los pastos enmalezados, pierden un poco más de 6.000 hectáreas. El 3.1.1 bosque denso disminuye en 6.000 hectáreas, perdiendo un 10% de la cobertura registrada en el año 1 con una TCDC negativa de 0.23 y un promedio anual de deforestación de más de 1.000 hectáreas.

El 3.2.1 herbazal pierden anualmente más de 972 hectáreas, disminuyendo la cobertura total en 5.836 hectáreas. La Figura No. 56 y la Tabla 48 consolidan las cifras de cambio para las diferentes coberturas del Complejo Cruz Verde Sumapaz.

Desde lo ambiental, los incrementos y disminuciones más importantes en términos de área que se registran, significan un avance de la frontera agropecuaria y una disminución general en las coberturas del grupo de bosques y áreas seminaturales.

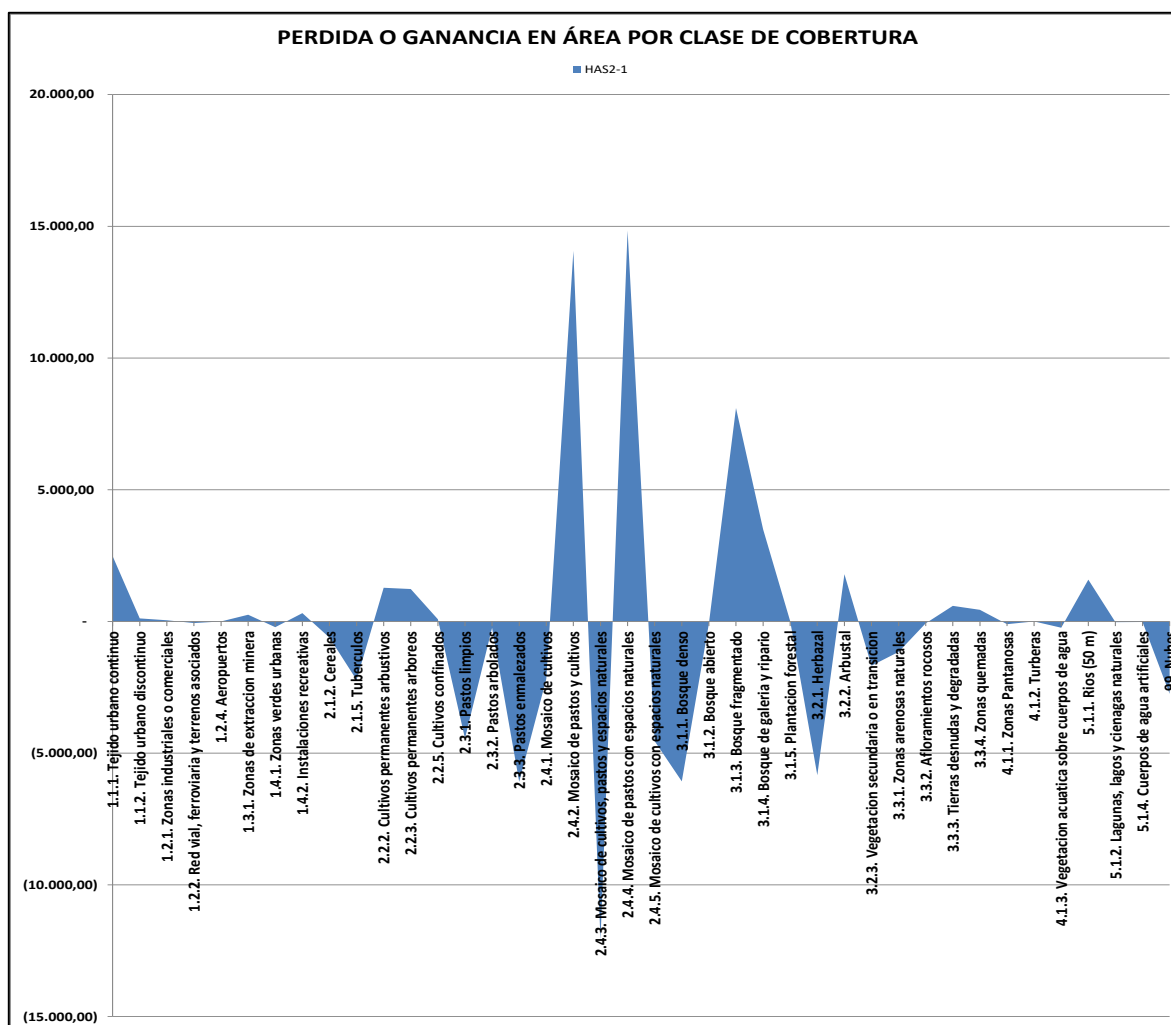


Figura No. 56: Pérdida o ganancia en área por tipo de cobertura. Fuente: Presente Estudio.

Tabla No. 48: Tasa de cambio TCDC en la cobertura de la Tierra del entorno regional del complejo Cruz Verde Sumapaz entre los años 2001 a 2007 IDEAM. **Fuente:** Presente Estudio.

Etiquetas de fila	NmPAND	CAAND	NmPAND	CAAND	%	CA2-CA1	%aumento	TCDC(1)	rel año	
111 Tejido urbano continuo	34	11.632,47	35	17.08,93	133%	2.476,47	17%	2,82	42,74	■ ■
112 Tejido urbano discontinuo	19	826,70	22	942,52	0,07%	115,81	14%	2,33	18,30	■ ■
12.1 Zonas industriales o comerciales	4	112,04	3	187,52	0,01%	45,48	32%	5,34	7,58	■ ■
12.2 Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	1	157,01	2	95,58	0,01%	(61,42)	-39%	(6,52)	(1,24)	■ ■
12.4. Aerpuertos	1	11,11	1	11,11	0,00%	0,00	0%	0,00	0,00	■ ■
13.1 Zonas de extracción minera	4	447,73	6	702,82	0,08%	255,10	57%	9,50	42,52	■ ■
14.1 Zonas verdes urbanas	4	301,20	3	83,68	0,01%	(217,52)	-72%	(2,04)	(36,25)	■ ■
14.2 Instalaciones recreativas	6	1487,59	7	1803,46	0,11%	315,87	21%	3,54	52,64	■ ■
2.12 Cereales	4	1350,53	5	737,01	0,08%	(613,51)	-45%	(7,57)	(12,25)	■ ■
2.15 Tuberculos	18	2.219,02	0	0	0,00%	(2.219,02)	-100%	(1,67)	(388,84)	■ ■
2.2.2 Cultivos permanentes arbustivos	5	1027,39	10	2.305,96	0,18%	1.278,57	124%	20,74	218,09	■ ■
2.2.3 Cultivos permanentes arbores	5	1443,45	9	2.674,09	0,21%	1.230,65	85%	11,21	205,11	■ ■
2.2.5 Cultivos coniferos	2	63,33	5	116,44	0,01%	83,11	131%	21,87	1,85	■ ■
2.3.1 Pastos limpios	353	26.100,04	473	21.750,89	9,46%	(4.439,15)	-4%	(0,59)	(738,88)	■ ■
2.3.2 Pastos arbolados	3	353,52	1	120,39	0,01%	(243,12)	-67%	(11,19)	(40,52)	■ ■
2.3.3 Pastos enmalezados	183	25.876,70	188	19.790,30	154%	(6.086,40)	-24%	(3,92)	(1011,40)	■ ■
2.4.1 Mosaico de cultivos	18	4.343,99	7	2.160,18	0,17%	(2.183,81)	-50%	(8,38)	(363,98)	■ ■
2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos	189	10.423,67	195	11.492,17	9,18%	1.068,50	11%	2,27	2.344,75	■ ■
2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	236	15.784,59	241	93.691,64	7,28%	(1.202,95)	-11%	(1,19)	(205,49)	■ ■
2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales	298	62.353,66	366	77.180,61	6,00%	11.836,95	24%	3,97	2.472,83	■ ■
2.4.5 Mosaico de cultivos con espacios naturales	35	8.916,81	6	4.371,26	0,34%	(4.544,55)	-51%	(8,50)	(757,43)	■ ■
3.1.1 Bosque denso	16	43159,56	104	425.438,89	33,07%	(6.070,68)	-1%	(0,23)	(1011,78)	■ ■
3.1.2 Bosque abierto	2	520,69	2	443,50	0,03%	(77,19)	-15%	(2,47)	(1,87)	■ ■
3.1.3 Bosque fragmentado	210	51414,72	277	58.516,31	4,63%	8.100,60	16%	2,63	1350,10	■ ■
3.1.4 Bosque de galería y ripario	103	6.496,00	62	9.994,92	0,78%	3.498,92	54%	8,98	583,15	■ ■
3.1.5 Plantación forestal	16	1448,87	16	1458,18	0,11%	9,31	1%	0,11	155	■ ■
3.2.1 Herbazal	196	205915,52	157	200.079,33	15,55%	(5.836,20)	-3%	(0,47)	(972,70)	■ ■
3.2.2 Arbustal	212	61.744,15	240	63.538,06	4,94%	1.793,91	3%	0,48	298,98	■ ■
3.2.3 Vegetación secundaria o en transición	172	29.495,66	187	27.816,07	2,18%	(1.679,59)	-6%	(0,95)	(279,93)	■ ■
3.3.1 Zonas arenosas naturales	59	5.094,92	45	3.988,19	0,31%	(1.106,74)	-23%	(3,78)	(12,79)	■ ■
3.3.2 Alcoramientos rocosos	3	19,80	2	39,08	0,00%	(70,72)	-64%	(0,73)	(1,79)	■ ■
3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	11	1241,94	16	1833,73	0,11%	591,79	48%	7,94	98,63	■ ■
3.3.4 Zonas quemadas	10	688,76	9	1180,30	0,08%	441,53	64%	0,68	73,59	■ ■
4.1.1 Zonas Pantanosas	5	21181	3	18,85	0,01%	(102,96)	-49%	(8,10)	(1,19)	■ ■
4.1.2 Turberas	1	57,50	1	57,50	0,00%	-	0%	-	-	■ ■
4.1.3 Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	1	985,85	2	747,95	0,08%	(237,91)	-24%	(4,02)	(38,65)	■ ■
5.1.1 Rios (50 m)	22	8.115,40	11	9.702,05	0,75%	1.586,65	20%	3,26	264,44	■ ■
5.1.2 Lagunas, lagos y ciénagas naturales	12	52,10	12	484,92	0,04%	(27,19)	-5%	(0,88)	(4,53)	■ ■
5.1.4 Cuerpos de agua artificiales	2	105,50	2	85,11	0,01%	(20,37)	-19%	(3,22)	(3,39)	■ ■
99. Nubes	20	19.471,57	25	16.723,39	130%	(2.748,18)	-14%	(2,35)	(458,03)	■ ■
TOTAL	2545	1286.504,90	2711	1286.504,90	100%					

Tipos de cambio de cobertura

Para ilustrar los cambios en las coberturas, se interceptaron los *shape files* correspondientes al Año1 que cuenta con 2.545 registros y al año 2 con 2.711 registros, cuyo resultado refleja el cambio puntual en área o en tipo de cobertura, válido para cualificaciones y cuantificaciones puntuales de conjunto solamente referidas al total de área y no al total de parches, por lo que debe verse en contexto.

El resultado es una subdivisión de la unidades en 8.358 registros, de los cuales 2.273 registros que suman 970.788 has (75% del área) no presentan cambio y se les asigna el descriptor “Estable”. Si bien las coberturas no son exclusivamente vegetales a cada uno los registros restantes se les asigna un descriptor genérico que cualifique de alguna manera el cambio registrado “Mejora”, cuando el cambio significa un aumento en la cobertura vegetal bien sea en densidad o en altura; y cuando es efecto de una mejor definición del polígono; se utilizó “Desmejora” cuando el nuevo estado del sitio significa menor densidad en la cobertura vegetal o menor altura. Para cambios que no parecen lógicos como pasar de tejido urbano continuo a herbazal o para casos en que la cobertura inicial reportaba nubes, se asigna el descriptor “No aplica”. A cada descriptor se le asigna un color y se genera el mapa y las tablas correspondientes (Ver Figura No. 57, Tablas No. 49 y 50 y mapas en PDF adjuntos).

La Figura No. 58 contiene las coberturas del Año 1 en el eje vertical y las coberturas del año 2 en el eje horizontal, en la intercepción están los valores correspondientes a las hectáreas encontradas en el último año, con convenciones de colores se resalta cada grupo con el color asignado en la cualificación de Mejora, Desmejora, permanece Estable o No Aplica.

Para la cobertura bosque denso del año 1, puede verse como 1.276 has de bosque denso pasaron a pastos limpios, 8.276 ha se encontraban en el año 2 en las diferentes agrupaciones de Mosaicos de cultivos y pastos con o sin espacios naturales.



Figura No. 57: Mosaico de Cultivos pastos y espacios naturales del Año 2 que en Año 1 era Bosque denso- Choachí Cundinamarca. **Fuente:** Google Earth, Presente Estudio.

Tabla No. 49: Resumen estadísticas básicas entorno regional del Complejo Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** Presente Estudio.

COBERTURA	ED AÑO1	ED AÑO2	MPE AÑO1	MPE AÑO2	TE AÑO 1	TE AÑO 2	TLA AÑO1	TLA AÑO2	NumP AÑO1	NumP AÑO2	CA AÑO1	CA AÑO2	MPS AÑO1	MPS AÑO2	PSSD AÑO1	PSSD AÑO2	PSCoV AÑO1	PSCoV AÑO2
1.1.1. Tejido urbano continuo	0,37	0,36	14.029,62	13.166,69	477.007	460.833,98	1.286.504,90	1.286.504,90	34,00	35	14.632,47	17.108,93	430,37	488,83	1.880,41	2.390,70	436,93	489,07
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	0,06	0,06	3.793,41	3.524,06	72.075	77.529,22	1.286.504,90	1.286.504,90	19,00	22	826,70	942,52	43,51	42,84	40,39	49,30	92,83	115,07
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	0,01	0,01	2.856,45	4.580,91	11.426	13.742,74	1.286.504,90	1.286.504,90	4,00	3	142,04	187,52	35,51	62,51	28,24	15,37	79,53	24,58
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos	0,03	0,02	35.165,90	14.092,47	35.166	28.184,95	1.286.504,90	1.286.504,90	1,00	2	157,01	95,58	157,01	47,79	-	13,24	-	27,70
1.2.4. Aeropuertos	0,00	0,00	2.772,85	2.772,85	2.773	2.772,85	1.286.504,90	1.286.504,90	1,00	1	14,14	14,14	14,14	14,14	-	-	-	-
1.3.1. Zonas de extracción minera	0,03	0,04	8.485,33	8.116,27	33.941	48.697,61	1.286.504,90	1.286.504,90	4,00	6	447,73	702,82	111,93	117,14	96,57	93,63	86,28	79,93
1.4.1. Zonas verdes urbanas	0,02	0,01	6.046,00	2.505,98	24.184	7.517,95	1.286.504,90	1.286.504,90	4,00	3	301,20	83,68	75,30	27,89	54,25	9,64	72,04	34,57
1.4.2. Instalaciones recreativas	0,05	0,05	11.089,39	9.829,47	66.536	68.806,26	1.286.504,90	1.286.504,90	6,00	7	1.487,59	1.803,46	247,93	257,64	245,41	308,27	98,98	119,65
2.1.2. Cereales	0,03	0,03	10.593,13	8.112,74	42.373	40.563,68	1.286.504,90	1.286.504,90	4,00	5	1.350,53	737,01	337,63	147,40	180,51	95,77	53,46	64,97
2.1.5. Tuberculos	0,08		8.400,96		109.213		1.286.504,90		13,00		2.219,02		170,69		232,70		136,33	
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	0,03	0,08	6.602,22	10.443,94	33.011	104.439,39	1.286.504,90	1.286.504,90	5,00	10	1.027,39	2.305,96	205,48	230,60	289,05	233,32	140,67	101,18
2.2.3. Cultivos permanentes arboreos	0,04	0,07	9.507,18	10.545,97	47.536	94.913,70	1.286.504,90	1.286.504,90	5,00	9	1.443,45	2.674,09	288,69	297,12	333,25	332,67	115,43	111,96
2.2.5. Cultivos confinados	0,00	0,01	2.495,14	2.734,95	4.990	13.674,74	1.286.504,90	1.286.504,90	2,00	5	63,33	146,44	31,67	29,29	1,05	2,83	3,31	9,67
2.3.1. Pastos limpios	3,88	4,97	14.129,91	13.508,68	4.987.859	6.389.604,41	1.286.504,90	1.286.504,90	353,00	473	126.190,04	121.750,89	357,48	257,40	1.803,65	829,92	504,55	322,42
2.3.2. Pastos arbolados	0,02	0,01	7.819,51	11.433,46	23.459	11.433,46	1.286.504,90	1.286.504,90	3,00	1	363,52	120,39	121,17	120,39	30,91	-	25,51	-
2.3.3. Pastos enmalezados	1,06	0,97	10.239,62	9.058,98	1.361.869	1.250.139,91	1.286.504,90	1.286.504,90	133,00	138	25.876,70	19.790,30	194,56	143,41	397,15	193,81	204,13	135,14
2.4.1. Mosaico de cultivos	0,12	0,07	12.135,16	12.050,35	157.757	84.352,44	1.286.504,90	1.286.504,90	13,00	7	4.343,99	2.160,13	334,15	308,59	316,03	291,04	94,58	94,31
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	2,74	3,32	17.700,03	21.923,83	3.522.305	4.275.147,72	1.286.504,90	1.286.504,90	199,00	195	103.423,67	117.492,17	519,72	602,52	855,63	1.368,05	164,63	227,05
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y esp	3,33	3,48	18.130,46	18.577,23	4.278.788	4.477.112,13	1.286.504,90	1.286.504,90	236,00	241	105.784,59	93.691,64	448,24	388,76	892,12	679,06	199,03	174,67
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios na	2,43	3,55	10.501,16	12.484,02	3.129.346	4.569.149,87	1.286.504,90	1.286.504,90	298,00	366	62.353,66	77.190,61	209,24	210,90	321,46	283,30	153,63	134,33
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios	0,36	0,14	13.377,80	30.118,31	468.223	180.709,87	1.286.504,90	1.286.504,90	35,00	6	8.915,81	4.371,26	254,74	728,54	310,73	1.012,65	121,98	139,00
3.1.1. Bosque denso	4,36	4,55	48.399,31	56.228,60	5.614.320	5.847.774,16	1.286.504,90	1.286.504,90	116,00	104	431.509,56	425.438,89	3.719,91	4.090,76	33.556,15	26.073,73	902,07	637,38
3.1.2. Bosque abierto	0,02	0,02	12.604,83	11.367,19	25.210	22.734,38	1.286.504,90	1.286.504,90	2,00	2	520,69	443,50	260,35	221,75	105,43	66,83	40,49	30,14
3.1.3. Bosque fragmentado	2,17	2,90	13.315,58	13.477,80	2.796.271	3.733.351,23	1.286.504,90	1.286.504,90	210,00	277	51.414,72	59.515,31	244,83	214,86	374,07	299,74	152,79	139,51
3.1.4. Bosque de galería y ripario	0,62	1,09	7.690,66	22.525,85	792.138	1.396.602,86	1.286.504,90	1.286.504,90	103,00	62	6.496,00	9.994,92	63,07	161,21	53,61	185,57	85,00	115,11
3.1.5. Plantación forestal	0,08	0,09	6.542,80	7.096,86	104.685	113.549,78	1.286.504,90	1.286.504,90	16,00	16	1.448,87	1.458,18	90,55	91,14	69,09	68,75	76,29	75,44
3.2.1. Herbazal	4,42	4,19	28.993,52	34.301,38	5.682.729	5.385.316,49	1.286.504,90	1.286.504,90	196,00	157	205.915,52	200.079,33	1.050,59	1.274,39	3.903,57	4.993,29	371,56	391,82
3.2.2. Arbustal	2,42	2,63	14.702,82	14.102,13	3.116.997	3.384.512,20	1.286.504,90	1.286.504,90	212,00	240	61.744,15	63.538,06	291,25	264,74	474,34	512,66	162,87	193,65
3.2.3. Vegetación secundaria o en transi	1,36	1,45	10.185,23	9.966,77	1.751.859	1.863.785,14	1.286.504,90	1.286.504,90	172,00	187	29.495,66	27.816,07	171,49	148,75	223,20	194,61	130,16	130,83
3.3.1. Zonas arenosas naturales	0,32	0,29	6.993,44	8.370,21	412.613	376.659,55	1.286.504,90	1.286.504,90	59,00	45	5.094,92	3.938,19	86,35	87,52	184,77	111,18	213,97	127,04
3.3.2. Afloramientos rocosos	0,01	0,00	5.292,90	2.815,19	15.879	5.630,38	1.286.504,90	1.286.504,90	3,00	2	109,80	39,08	36,60	19,54	28,70	19,05	78,42	97,47
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	0,06	0,09	7.492,91	7.150,09	82.422	114.401,41	1.286.504,90	1.286.504,90	11,00	16	1.241,94	1.833,73	112,90	114,61	92,90	157,12	82,28	137,09
3.3.4. Zonas quemadas	0,04	0,05	4.773,15	6.700,17	47.731	60.301,52	1.286.504,90	1.286.504,90	10,00	9	688,76	1.130,30	68,88	125,59	27,18	110,21	39,46	87,76
4.1.1. Zonas Pantanosas	0,02	0,01	5.190,30	3.929,18	25.952	11.787,54	1.286.504,90	1.286.504,90	5,00	3	211,81	108,85	42,36	36,28	36,71	31,93	86,65	87,99
4.1.2. Turberas	0,00	0,00	6.364,63	6.364,63	6.365	6.364,63	1.286.504,90	1.286.504,90	1,00	1	57,50	57,50	57,50	57,50	-	-	-	-
4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos	0,02	0,01	21.749,35	9.531,98	21.749	19.063,97	1.286.504,90	1.286.504,90	1,00	2	985,85	747,95	985,85	373,97	-	324,20	-	86,69
5.1.1. Ríos (50 m)	1,00	1,20	58.505,33	110.158,07	1.287.117	1.542.213,02	1.286.504,90	1.286.504,90	22,00	14	8.115,40	9.702,05	368,88	693,00	695,77	1.662,07	188,62	239,84
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas natural	0,03	0,03	3.099,90	3.124,22	37.199	37.490,59	1.286.504,90	1.286.504,90	12,00	12	512,10	484,92	42,68	40,41	11,07	13,28	25,93	32,88
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	0,01	0,01	4.744,02	4.058,15	9.488	8.116,31	1.286.504,90	1.286.504,90	2,00	2	105,50	85,14	52,75	42,57	14,15	8,41	26,83	19,74
99. Nubes	0,32	0,31	20.621,82	15.795,90	412.436	394.897,45	1.286.504,90	1.286.504,90	20,00	25	19.471,57	16.723,39	973,58	668,94	1.244,06	1.147,67	127,78	171,57

Tabla No. 50: Resumen general tipos de cambios en la cobertura de la Tierra del entorno regional del complejo Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** Presente Estudio.

RESUMEN TIUPOS DE CAMBIO COBERTURA ENTORNO REGIONAL CRUZ VERDE SUMAPAZ (IDEM 2000-2002 Y 2005-2009)										
	ESTABLE		DESMEJORA		MEJORA		NO APLICA		TOTAL	
COBERTURA	HA	%	HA	%	HA	%	HA	%	HA	%
1.1.1. Tejido urbano continuo	14.460,80	1%	4,75	0%		0,0%	166,92	0,43%	14.632,47	1,14%
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	136,42	0%	614,13	0%		0,0%	76,15	0,20%	826,70	0,06%
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	103,67	0%	32,73	0%		0,0%	5,64	0,01%	142,04	0,01%
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	61,03	0%	24,24	0%		0,0%	71,74	0,18%	157,01	0,01%
1.2.4. Aeropuertos	14,14	0%		0%		0,0%		0,00%	14,14	0,00%
1.3.1. Zonas de extraccion minera	399,74	0%		0%	47,99	0,0%		0,00%	447,73	0,03%
1.4.1. Zonas verdes urbanas	83,68	0%	212,26	0%		0,0%	5,26	0,01%	301,20	0,02%
1.4.2. Instalaciones recreativas	1.452,38	0%	35,22	0%		0,0%		0,00%	1.487,59	0,12%
2.1.2. Cereales	1.107,99	0%	25,62	0%	212,37	0,2%	4,55	0,01%	1.350,53	0,10%
2.1.5. Tuberculos	103,59	0%		0%	2.115,43	1,6%		0,00%	2.219,02	0,17%
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	1.027,39	0%		0%		0,0%		0,00%	1.027,39	0,08%
2.2.3. Cultivos permanentes arboreos	1.329,15	0%	98,11	0%	16,18	0,0%	0,00	0,00%	1.443,45	0,11%
2.2.5. Cultivos confinados	51,55	0%	2,39	0%	9,09	0,0%	0,30	0,00%	63,33	0,00%
2.3.1. Pastos limpios	75.792,58	8%	2.329,74	2%	47.289,03	36,0%	778,69	2,00%	126.190,04	9,81%
2.3.2. Pastos arbolados	110,32	0%	240,89	0%	12,30	0,0%		0,00%	363,52	0,03%
2.3.3. Pastos enmalezados	13.750,23	1%	10.226,17	7%	1.312,26	1,0%	588,04	1,51%	25.876,70	2,01%
2.4.1. Mosaico de cultivos	1.882,78	0%	2.217,47	2%	243,74	0,2%		0,00%	4.343,99	0,34%
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	72.845,15	8%	12.609,87	9%	16.013,52	12,2%	1.955,13	5,01%	103.423,67	8,04%
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	50.513,72	5%	29.085,53	20%	23.780,74	18,1%	2.404,61	6,17%	105.784,59	8,22%
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	31.012,89	3%	18.783,50	13%	11.695,99	8,9%	861,28	2,21%	62.353,66	4,85%
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	2.935,26	0%	4.579,00	3%	1.401,55	1,1%		0,00%	8.915,81	0,69%
3.1.1. Bosque denso	396.688,52	41%	28.154,36	19%	1.355,68	1,0%	5.311,01	13,62%	431.509,56	33,54%
3.1.2. Bosque abierto	443,50	0%	77,19	0%		0,0%		0,00%	520,69	0,04%
3.1.3. Bosque fragmentado	28.683,80	3%	11.270,99	8%	8.442,90	6,4%	3.017,03	7,74%	51.414,71	4,00%
3.1.4. Bosque de galeria y ripario	4.549,82	0%	1.817,12	1%	62,78	0,0%	66,28	0,17%	6.496,00	0,50%
3.1.5. Plantacion forestal	1.195,45	0%	205,28	0%	48,15	0,0%		0,00%	1.448,87	0,11%
3.2.1. Herbazal	194.019,24	20%	5.910,75	4%	5.199,93	4,0%	785,60	2,01%	205.915,52	16,01%
3.2.2. Arbustal	54.944,09	6%	5.348,89	4%	1.109,90	0,8%	341,28	0,88%	61.744,15	4,80%
3.2.3. Vegetacion secundaria o en transicion	13.168,87	1%	8.219,85	6%	7.280,56	5,5%	826,38	2,12%	29.495,66	2,29%
3.3.1. Zonas arenosas naturales	2.494,73	0%	0,00	0%	2.600,19	2,0%		0,00%	5.094,92	0,40%
3.3.2. Afloramientos rocosos	39,08	0%		0%	70,72	0,1%		0,00%	109,80	0,01%
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	790,25	0%	138,55	0%	311,26	0,2%	1,88	0,00%	1.241,94	0,10%
3.3.4. Zonas quemadas	25,84	0%	98,71	0%	564,21	0,4%		0,00%	688,76	0,05%
4.1.1. Zonas Pantanosas	77,92	0%	111,32	0%	22,57	0,0%		0,00%	211,81	0,02%
4.1.2. Turberas	57,50	0%		0%		0,0%		0,00%	57,50	0,00%
4.1.3. Vegetacion acuatica sobre cuerpos de agua	698,18	0%	287,68	0%		0,0%		0,00%	985,85	0,08%
5.1.1. Rios (50 m)	330,62	0%	2.663,25	2%		0,0%	5.121,53	13,13%	8.115,40	0,63%
5.1.2. Lagunas, lagos y cienagas naturales	484,92	0%	27,19	0%		0,0%		0,00%	512,10	0,04%
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	59,38	0%	46,13	0%		0,0%		0,00%	105,50	0,01%
99. Nubes	2.862,59	0%		0%		0,0%	16.608,98	42,59%	19.471,57	1,51%
TOTAL ENTORNO REGIONAL CVS	970.788,73	100%	145.498,88	100%	131.219,03	100,0%	38.998,26	100,00%	1.286.504,90	100,00%
% ENTORNO REGIONAL CVS	75,5%		11,3%		10,2%		3,0%		100,0%	

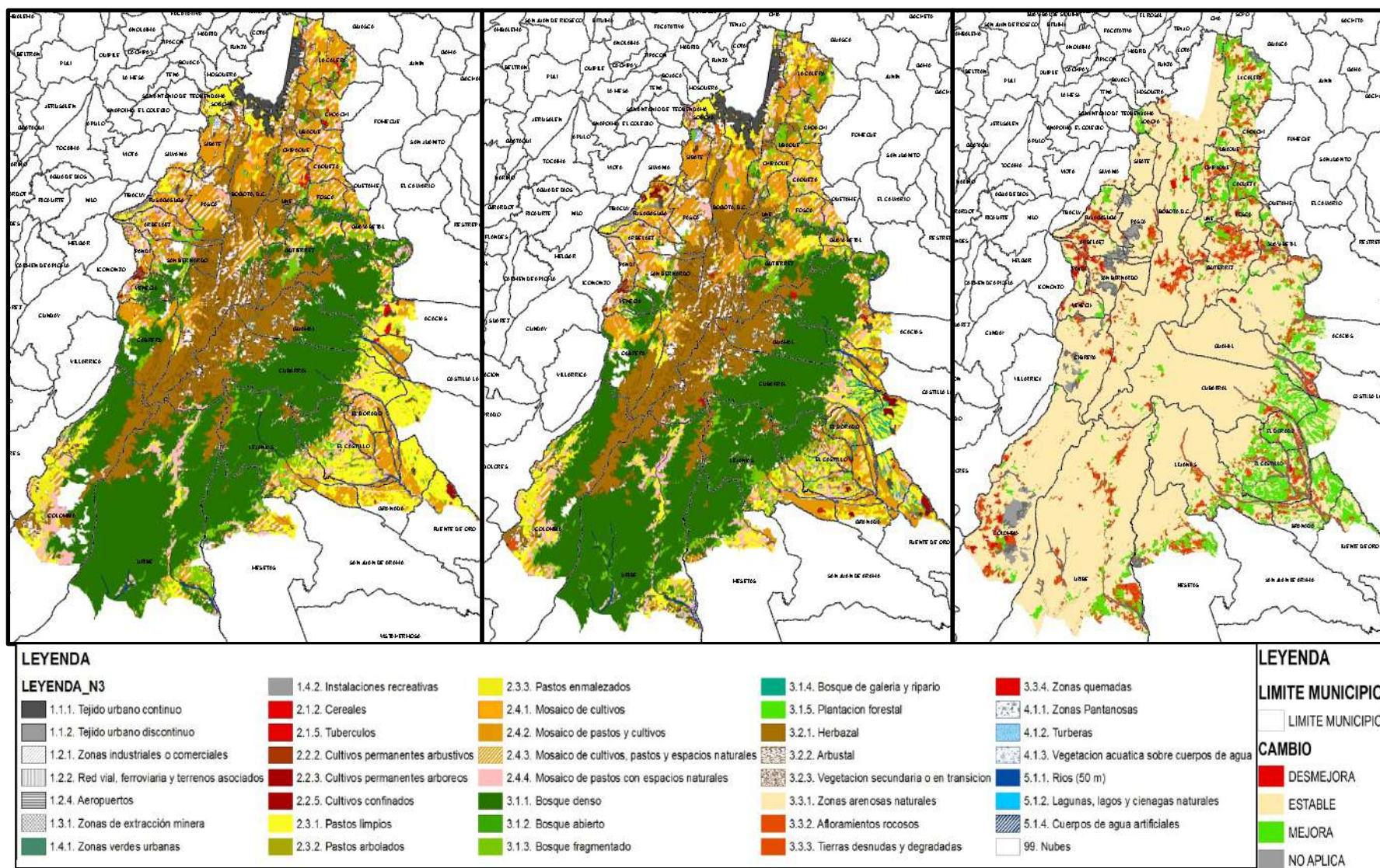


Figura No. 59: Cobertura de la Tierra IDEAM 2000 -2002, al centro IDEAM 2005-2009, der. Tipo de Cambio. Fuente: Presente Estudio.

Análisis de fragmentación

Como ya se mencionó, al interceptar los parches del Año 1 (2.545) con los parches del Año2 (2711) se genera una subdivisión en 8.358 parches registros o polígonos, que muestran espacialmente lo que hay en el terreno, si el polígono tiene continuidad no se fragmenta o subdivide, si no tiene continuidad o está rodeado por otro tipo de cobertura, aun cuando conserve la cobertura de origen se fragmenta y aparece un polígono estable en términos de conservar la cobertura pero no necesariamente de conservar el área original.

Los parches que no fueron interrumpidos por otro parche no sufren fragmentación y seguirán enteros y conservando el área original. Se consideran sin cambio diferencias menores o iguales a 1 ha.

Para el caso del Entorno Regional del Complejo de páramos Cruz verde Sumapaz de los 2.545 parches iniciales, un total de 1.111 parches, que suman 173.677 ha y equivalen al 13% del área conservaron su área original (Año1), permanecieron enteros, en términos de área, pero de esos solamente 710 permanecieron con la misma cobertura. Los 1.434 parches restantes se subdividieron generando 7.247 parches, de los cuales, 1276 parches conservaron la misma cobertura, 3.215 fueron calificados con desmejora y 2.264 mejoraron en términos de cobertura vegetal.

Tabla No. 51: Resumen Fragmentación de parches del entorno regional del complejo Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** Presente Estudio.

NUMERO PARCHES AÑO 1		2.545,00
AREA PARCHES AÑO1		1.286.504,90
PARCHES ENTEROS		1.111
AREA DE PARCHES ENTEROS		173.677,74
NUMERO PARCHES FRAGMENTADOS		1.434
NUMERO DE FRAGMENTOS FINALES		7.247
AREA FRAGMENTADA		1.112.827,16

Tabla No. 52: Resumen Análisis de Fragmentación de parches del entorno regional del complejo Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** Presente Estudio.

ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN EN CRUZ VERDE SUMAPAZ										
CUALIFICACIÓN	FRAGMENTOS				ENTEROS				TOTAL	
	PARCHES	%	HA	%	PARCHES	%	HA	%	PARCHES	HA
DESMEJORA	3.215,00	44%	153.716,77	14%	230,00	21%	27.779,08	16%	3.445,00	181.495,85
ESTABLE	1.276,00	18%	800.441,92	72%	710,00	64%	131.487,25	76%	1.986,00	931.929,17
MEJORA	2.264,00	31%	119.985,47	11%	142,00	13%	11.233,56	6%	2.406,00	131.219,03
NO APLICA	492,00	7%	38.683,00	3%	29,00	3%	3.177,85	2%	521,00	41.860,85
TOTAL	7.247,00	100%	1.112.827,16	100%	1.111,00	100%	173.677,74	100%	8.358,00	1.286.504,90
%	87%		87%		13%		0,13			

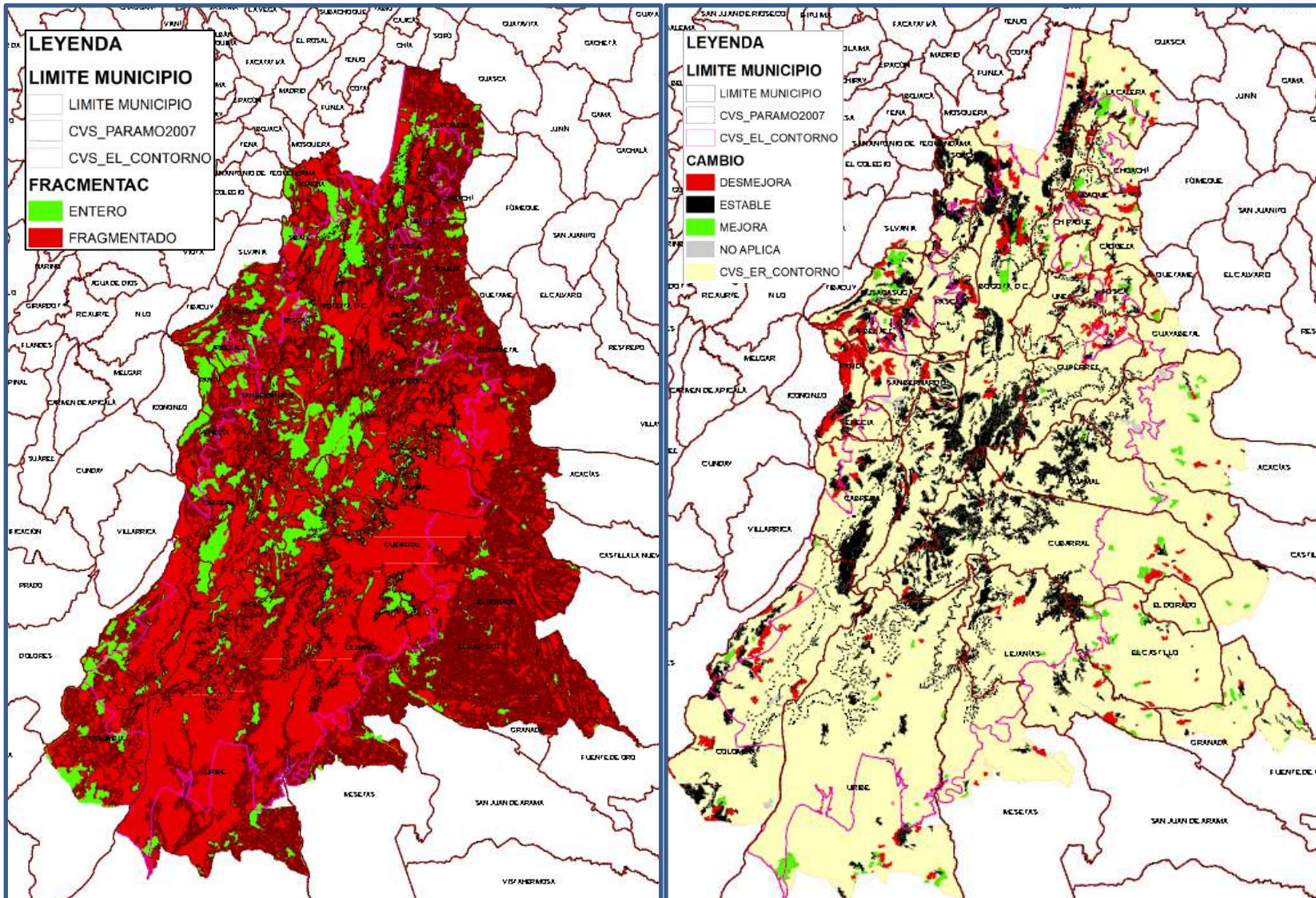


Figura No. 60: Izq. Sector de parches enteros y Fragmentados, Derecha, Estado de los parches enteros. Fuente: Presente Estudio.

Síntesis del Estado del la Cobertura de la Tierra en el Entorno Regional.

El entorno Regional del Complejo Cruz Verde – Sumapaz tiene un área física mayor a la del Atlas de páramos 2012 que está limitada al área de trabajo de la publicación. Para completar el área se utiliza la Cartografía IDEAM 2005-2009 ambas en escala 1:100.000. Para efectos de este documento el área coincidente con el área del Atlas de páramos 2012 se denominará Sector A y el área proveniente del IDEAM 2005-2009 Sector B.

El sector A ubicado al centro del Entorno Regional CVS, tiene un área de 1.106.740 equivalentes al 86% del área y el sector B ubicado principalmente en el costado derecho del entorno regional en jurisdicción del departamento del Meta, tiene 179.760 ha (14%) también hay un pequeño sector en el Costado izquierdo del ER del complejo en las veredas El Caucho, El Guarumo y La Loma del Municipio de Pandi, parte de las Veredas La Puerta y El Triunfo del Municipio de Fusagasugá y Parte de San Roque en el Municipio de Arbeláez). Las diferencias de edición entre leyendas se estandarizaron a las del Atlas de páramos 2012.

El territorio del Entorno Regional del Complejo Cruz Verde – Sumapaz, presenta coberturas en los cinco grupos de la Leyenda, siendo el más abundante el grupo 3. Bosques y áreas seminaturales con 692.176 ha (54%), seguido de los territorios agrícolas con 407.094 ha (32%). El tercer grupo en área, con 158.874 ha (12%) desafortunadamente estaba cubierto de nubes. Los territorios artificializados cubren más de 18.000 hectáreas y corresponden al 1.4% del total de área.

Los Territorios artificializados están conformados mayormente por la cobertura 1.1.1. Tejido urbano continuo que registra 14.887.83 hectáreas (1.4%) y se ubica principalmente en la zona norte del complejo, comprendiendo parte del casco urbano del Distrito Capital.

Los Territorios agrícolas registran 13 tipos de cobertura, las más representativas son los pastos, clasificados como pastos limpios con el 7,7% y formando parte de combinaciones de coberturas que por el tamaño o la complejidad de la distribución dentro de la unidad son considerados mosaicos de pastos y cultivos que alcanzan el 8% del total del territorio, seguidos de Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (7.2%), Mosaicos de cultivos con espacios naturales y Mosaicos de pastos con espacios naturales (4.7%)

La leyenda muestra que el 54% del área de las coberturas están en la clasificación de Bosques y áreas seminaturales, de los 18 tipos de cobertura, la que cubre mayor extensión es el bosque denso con 357.553 ha y un 28% del total del entorno regional, seguido del Herbazal que cuenta con 201.858 ha y 16% del área.

Para el grupo de Áreas Húmedas, El mapa de cobertura registra un área de Turberas, ubicada en la vereda el Salitre del municipio de Arbeláez, un área de Vegetación sobre cuerpos de agua ubicada en las Veredas la Unión y Perico de

Sibaté y cinco zonas pantanosas en el casco urbano de Bogotá y Soacha. El área total registrada es de 1.250 hectáreas equivalentes al 0.1% del territorio.

Según los mapas de cobertura utilizados, el entorno regional del complejo tiene un total de 9.018 has (0.7%) en superficies de agua. La cobertura más abundante es la correspondiente ríos de más de 50 metros de ancho con 8.477 has, Lagunas, lagos y ciénagas naturales con 435 has y cuerpos de agua artificiales con 105 hectáreas. (Ver Tabla 7 y Figuras 12 y 13 Cobertura Superficies de Agua ER-CVS). Según el trabajo de compilación y digitación realizado por la CAR en el marco de la Mesa Técnica del Convenio CEERCCO-IAVH las lagunas, lagos y ciénagas en el ER tendrían 1.405 hectáreas y los cuerpos artificiales un total de 803 hectáreas. Se identificaron y cartografiaron 130 lagunas y cuatro cuerpos de agua artificiales, entre los que se encuentran las represas del Muña y La Regadera y los Embalses de San Rafael y Chisacá. (Ver Tabla 8 Compilación y levantamiento cartográfico de humedales del ER CVS). De igual forma se incluyó en el análisis a manera de capa la cobertura de drenajes dobles del IDEAM escala 1:100.000

Para el análisis multitemporal se analizaron las coberturas IDEAM 2000_20002_v2 versión 2013 (Año1), y 2005_2009 versión 1 2013 (Año2) cuyos shapes fueron suministrados a la Mesa Técnica por la oficina de Parques Nacionales en el marco del convenio CEERCCO.

No se incluye en el análisis la cobertura del Atlas de páramos (IAVH, 2012) base para la caracterización de los entornos regionales y local, porque tiene una cobertura parcial del área del Entorno regional de 86%, y un porcentaje del 12% en nubes, tampoco se dispone de una versión anterior de la misma fuente, realizada con el mismo protocolo y a la misma escala.

Según la tasa de cambio anual TCDC calculada, en términos de área el incremento más importante lo tuvieron las coberturas 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales, que aumentan en 14.836 ha, TCDC de 3.97 lo cual significa un promedio de 2.472 hectáreas nuevas cada año durante los 6 años del periodo de análisis. Con cifras muy cercanas está el aumento en el 2.4.2 mosaico de pastos y cultivos que igualmente se incrementa en 14.836 ha, unas 2.344 ha/año adicionales.

Del grupo bosques y áreas seminaturales, los aumentos más importantes son en el 3.1.3. Bosque fragmentado con 8.100 has, un TCDC de 2.63 que significan 1.350 hectáreas adicionales cada año y la cobertura bosque de galería y ripiario que se incrementa en 3.498 ha, con un TCDC de 8.98 que significa un aumento anual de 583 hectáreas y un 54% total en el periodo analizado.

Con disminución de cobertura, la más importante la presenta 2.4.3., al perder cerca de 12.000 hectáreas, reporta un TCDC negativo de 1.91 que se puede interpretar como una disminución anual de 2.015 hectáreas. Los pastos enmalezados, pierden un poco más de 6.000 hectáreas.

El bosque denso 3.1.1, disminuye en 6.000 hectáreas, perdiendo un 10% de la cobertura registrada en el año 1 con una TCDC negativa de 0.23 y un promedio anual de deforestación de más de 1.000 hectáreas.

El herbazal 3.2.1, pierde anualmente más de 972 hectáreas, disminuyendo la cobertura total en 5.836 hectáreas.

Desde lo ambiental, los incrementos y disminuciones más importantes en términos de área que se registran, significan un avance de la frontera agropecuaria y una disminución general en las coberturas del grupo de bosques y áreas seminaturales.

Para ilustrar los cambios en las coberturas, se interceptaron los shapes correspondientes al Año1 que cuenta con 2.545 registros y al año2 con 2.711 registros, cuyo resultado refleja el cambio puntual en área o en tipo de cobertura. El resultado es una subdivisión de la unidades en 8.358 registros, de los cuales 2.273 registros que suman 970.788 ha (75% del área) no presentan cambio y se les asigna el descriptor “Estable”. Si bien las coberturas no son exclusivamente vegetales a cada uno los registros restantes se les asigna un descriptor genérico que cualifique de alguna manera el cambio registrado “Mejora”, cuando el cambio significa un aumento en la cobertura vegetal bien sea en densidad o en altura; y cuando es efecto de una mejor definición del polígono; se utilizó “Desmejora” cuando el nuevo estado del sitio significa menor densidad en la cobertura vegetal o menor altura. Para cambios que no parecen lógicos como pasar de tejido urbano continuo a herbazal o para casos en que la cobertura inicial reportaba nubes, se asigna el descriptor “No aplica”. A cada descriptor se le asigna un color y se genera el mapa y las tablas correspondientes.

Al interceptar los parches del Año 1 (2.545) con los parches del Año 2 (2.711) se generó una subdivisión en 8.358 parches registros o polígonos, que muestran espacialmente lo que hay en el terreno, si el polígono tiene continuidad no se fragmenta o subdivide, si no tiene continuidad o está rodeado por otro tipo de cobertura, aun cuando conserve la cobertura de origen se fragmenta y aparece un polígono estable en términos de conservar la cobertura pero no necesariamente de conservar el área original

Los parches que no fueron interrumpidos por otro parche no sufren fragmentación y seguirán “enteros” y conservando el área original. Se consideran sin cambio diferencias menores o iguales a 1 ha.

Para el caso del Entorno Regional del Complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz de los 2.545 parches iniciales, un total de 1.111 parches, que suman 173.677 ha y equivalen al 13% del área conservaron su área original (Año 1), permanecieron enteros, en términos de área, pero de esos solamente 710 permanecieron con la misma cobertura. Los 1.434 parches restantes se subdividieron generando 7.247 parches, de los cuales, 1276 parches conservaron la misma cobertura, 3.215 fueron calificados con desmejora y 2.264 mejoraron en términos de cobertura vegetal.

2.5. CARACTERIZACIÓN SOCIOCULTURAL Y ECONÓMICA

El presente estudio socioeconómico y cultural del Complejo del Páramo Cruz Verde – Sumapaz, se realiza con el propósito de determinar el estado actual del ecosistema en relación con temas demográficos y socioeconómicos, incluyedo la dinámica económica, caracterización cultural y de actores y presencia institucional, a través de un estudio que permitirá determinar el estado actual del ecosistema de páramo en el complejo.

El proceso metodológico utilizado tuvo en cuenta las etapas de recopilación, selección y análisis de información secundaria proveniente de la recopilación de la Información Secundaria Oficial, de las estadísticas emitidas por el DANE, Censo 2005, de donde se tomaron como base, los “Boletines DANE” para cada uno de los municipios, la información estadística, fue procesada a partir de la Base de Datos REDATAM (Sistema de Consulta CENSO 2005), registrándose y graficándose la información pertinente para la presente caracterización socioeconómica.

La información agropecuaria, se recopiló a partir de la Base de datos AGRONET “Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario – AGRONET Colombia” concebida por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) a través del Proyecto TCP/COL/2902.

2.5.1. Aspectos demográficos

Las condiciones climáticas hacen que la vida para el hombre en estas alturas sea muy dura, por lo cual el límite de altura para la vida del hombre paramuno esta alrededor de 3.500 m.s.n.m., así pues, la mayor extensión del páramo no es apta como espacio habitacional permanente, pero si, como espacio económico aprovechable, utilizado en muy pequeñas extensiones para siembra de papa y el resto para una ganadería extensiva y periódica.

Distribución de la población

Teniendo en cuenta el número de habitantes por municipio y/o localidad se observa un marcado predominio demográfico de Bogotá Distrito Capital a través de sus localidades con la mayor población (1.941.328 habitantes para el entorno regional del Complejo de Páramo Cruz Verde – Sumapaz), seguido respectivamente por Cundinamarca con 697.307 habitantes, Meta con 163.425 personas y finalmente Huila con 8648 habitantes en parte porque es el departamento con menos área en el complejo.

De esta forma se calcula un total de 2.810.708 habitantes para el entorno regional del complejo Cruz Verde – Sumapaz. (Tabla No. 53. Total de Población entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz.

Tabla No. 53. Total de Población entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz.
Fuente. Presente estudio, Datos tomados de Censo General 2005 – Información Básica DANE – Colombia. Procesado con Redatam+SP, CEPAL/CELADE 2007

Distrito Capital y/o Departamento	Localidad y/o Municipio	No. de habitantes	Subtotal Población
Bogotá	Candelaria	23727	1941328
	Chapinero	123070	
	Ciudad Bolívar	563223	
	San Cristóbal	404878	
	Santafé	103572	
	Sumapaz	5708	
	Usaquén	422570	
	Usme	294580	
Cundinamarca	Arbeláez	11355	697307
	Cabrera	4557	
	Cáqueza	15999	
	Chipaqué	8191	
	Choachí	10874	
	Fosca	6506	
	Fusagasugá	107259	
	Guayabetal	4628	
	Gutiérrez	3403	
	La Calera	23308	
	Pandi	5350	
	Pasca	10876	
	Quetame	6433	
	San Bernardo	9910	
	Sibaté	31166	
	Silvania	20872	
	Soacha	398295	
	Ubaque	6692	
	Une	7856	
	Venecia	3777	
Huila	Colombia	8648	8648
Meta	Acacías	54753	163425
	Cubarral	5174	
	El castillo	5571	
	El Dorado	3168	
	Fuente de Oro	11162	
	Granada	50837	
	Guamal	8933	
	Lejanías	9091	
	Mesetas	4677	
	San Martín	1879	
	Uribe	8180	

Total Población

2.810.708

El crecimiento poblacional, se analiza de acuerdo con la curva de crecimiento de población proyectada por el DANE en referencia al periodo comprometido entre los años 2005 a 2020, teniendo como base las estimaciones de población 1985 – 2005, donde se prevé el crecimiento de población correspondiente a 739.985 personas para el año 2020; el número de habitantes para la fecha citada requeriría un total de 591.914 nuevas viviendas.

Teniendo en cuenta la información suministrada en el cuadro consolidado vivienda, hogares y personas entorno regional de este estudio; incremento de población que obviamente acrecentará la demanda de abastecimiento hídrico.

Con relación a la localización de la población urbana y rural, se tiene tanto para Bogotá, como Cundinamarca y Meta, una población ubicada en su mayor proporción en asentamientos nucleados, a través de una relación respectiva de 1.926.063 habitantes en Bogotá, 549.049 en Cundinamarca y 132.871 en Meta, mientras que para el caso del Huila 6.593 habitantes se localizan en asentamientos dispersos, es decir, en áreas rurales. (

Figura No. 61. Valores totales de población urbana y rural para el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz, para cabecera, centro poblado y resto rural de los departamentos Meta, Cundinamarca, Huila y Bogotá, Distrito Capital.).

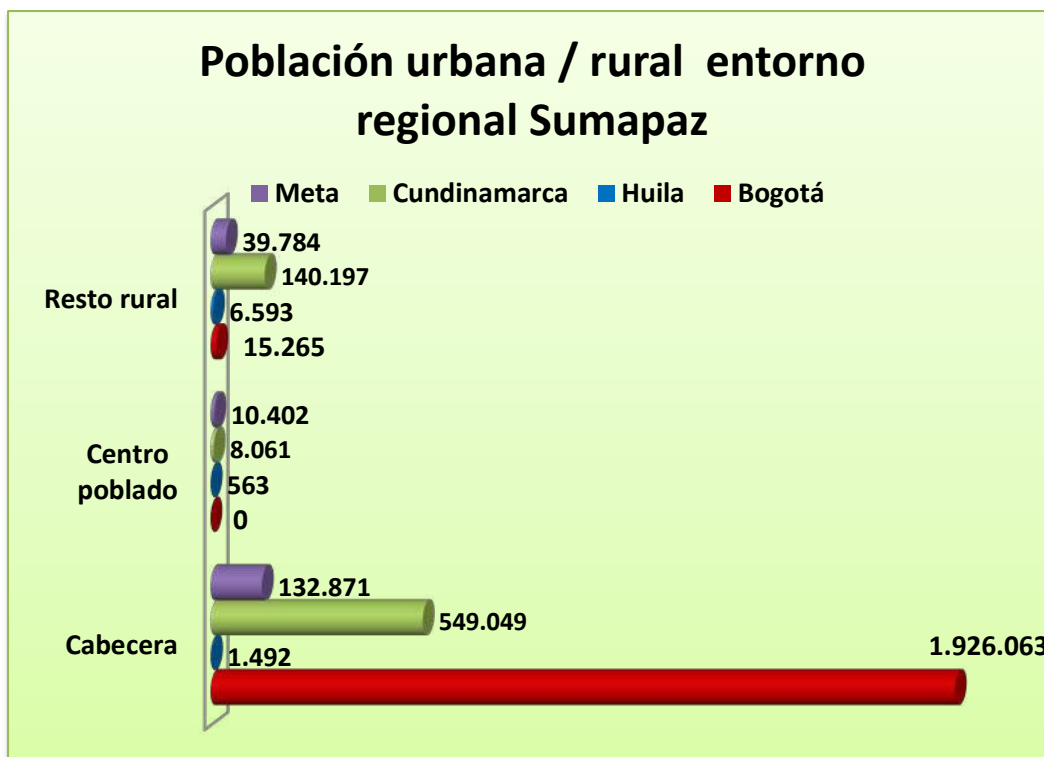


Figura No. 61. Valores totales de población urbana y rural para el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz, para cabecera, centro poblado y resto rural de los departamentos

Meta, Cundinamarca, Huila y Bogotá, Distrito Capital. **Fuente:** Presente estudio. Datos tomados Censo DANE 2005.

Con relación a la distribución de la población por edad, ésta se distribuyó en grupos de edad: Niños hasta 17 años, jóvenes de 18 a 24 años, adultos de 25 a 60 años, adultos mayores de 60 en adelante.

Los valores de población por edad en el entorno regional, tienden a equilibrarse en el caso de niños, con población adulta y en el de jóvenes con población de la tercera edad; esto parece obedecer al tamaño de los respectivos rangos y sus similitudes. La distancia entre los márgenes de adultos y adultos mayores puede ser una referencia del índice de mortalidad.

La distribución por edad contribuye a la demanda del recurso hídrico a través de la población localizada en el entorno regional, de igual manera, forma parte en la incidencia de las actividades productivas en asentamientos nucleados como dispersos, denotándose esta incidencia en la población adulta en razón a su destacada representatividad dentro del complejo.

De esta forma, se observa en la población del entorno regional predominio de la población adulta identificada en el rango entre 25 a 60 años tanto para mujeres como para hombres, seguido por los rangos de poblaciones de niños, juvenes y adulto mayor respectivamente (

Figura No. 62. Valores de distribución de población por grupos de edad, para el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde - Sumapaz, de los departamentos del Meta, Cundinamarca, Huila y Bogotá, Distrito Capital.).

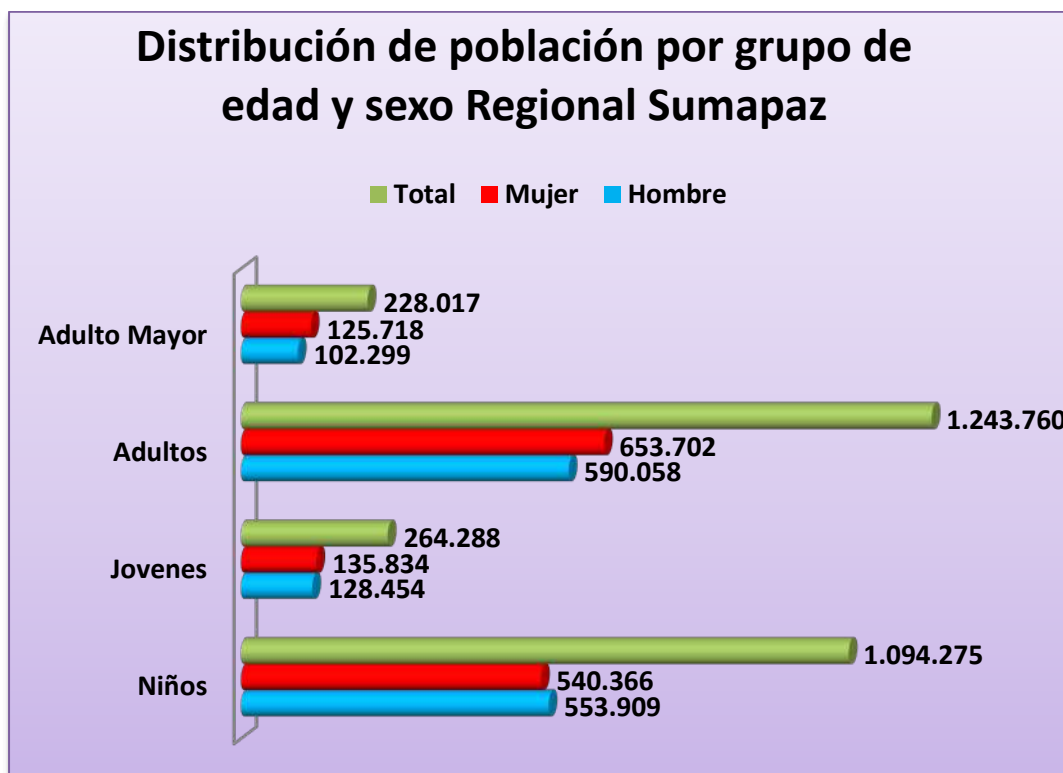


Figura No. 62. Valores de distribución de población por grupos de edad, para el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde - Sumapaz, de los departamentos del Meta, Cundinamarca, Huila y Bogotá, Distrito Capital. **Fuente:** Presente estudio. Censo DANE 2005.

La densidad de población se define como el número de personas o habitantes que constituyen la población por hectárea en el complejo de Páramo Cruz Verde – Sumapaz, de tal manera, ésta concierne a la cifra de habitantes en el entorno regional del complejo de páramo, relacionada en proporción al espacio que ocupan sus habitantes en el área.

En efecto, la densidad poblacional del páramo en torno a la incidencia directa es baja en razón a que la mayor parte se ubica en el rango entre 0 y 0,5 habitantes por hectárea en municipios como Colombia, Uribe, Mesetas, Lejanías, El Castillo, Cubarral, Guamal, Cabrera, Venecia, San Bernardo, Gutierrez, Guayabetal, Une y Pasca, a excepción de La Calera en donde ésta se proyecta entre 50 y 100, mientras que en Soacha y Bogotá es alta ya que relaciona la mayor densidad entre 100 y 300 habitantes por hectárea.

En el área de incidencia indirecta, las menores densidades se encuentran en San Martín y El Dorado entre 0 a 0,5 habitantes por hectárea, mientras que la mayor densidad se concentra escasamente en Granada y Fuente de Oro entre 1 y 2,5 habitantes por hectárea. (

Figura No. 62. Valores de distribución de población por grupos de edad, para el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde - Sumapaz, de los departamentos del Meta, Cundinamarca, Huila y Bogotá, Distrito Capital.).

De esta manera, a nivel del entorno regional, como resulta obvio, la mayor densidad poblacional la presenta Bogotá Distrito Capital con 14,65 habitantes por hectárea, seguida respectivamente por Cundinamarca con 1,99 hab/ha, Meta con 0,24 hab/ha y finalmente Huila con 0,08 hab/ha, cifras relacionadas estrechamente con la proporción de área que ocupa cada departamento en el entorno regional. (

Figura No. 63. Densidad de población (expresado en número de habitantes por hectáreas) para el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde - Sumapaz, en los departamentos de Meta, Cundinamarca, Huila y Bogotá Distrito Capital.).

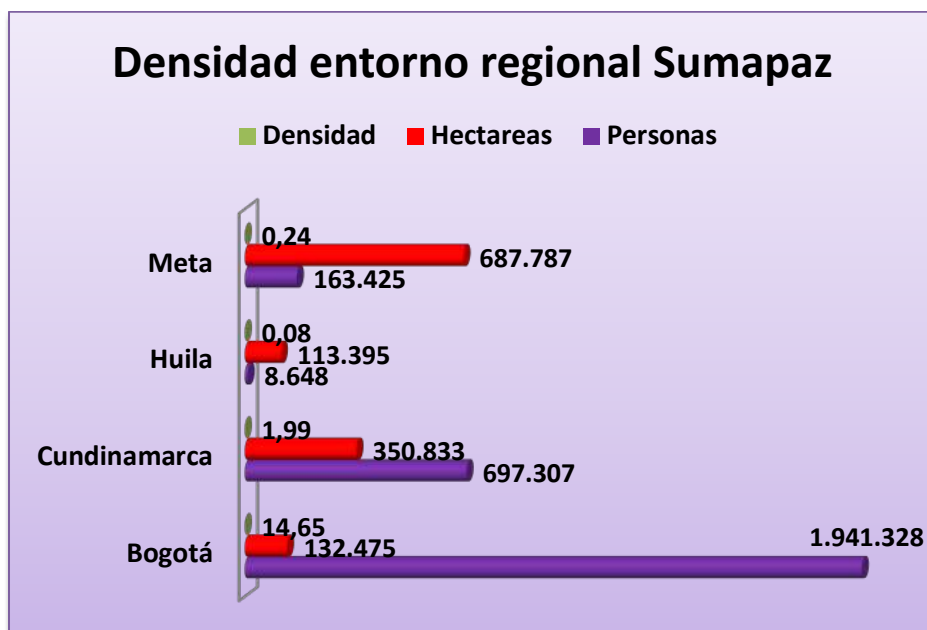


Figura No. 63. Densidad de población (expresado en número de habitantes por hectáreas) para el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde - Sumapaz, en los departamentos de Meta, Cundinamarca, Huila y Bogotá Distrito Capital. **Fuente:** Presente estudio. Censo DANE 2005.

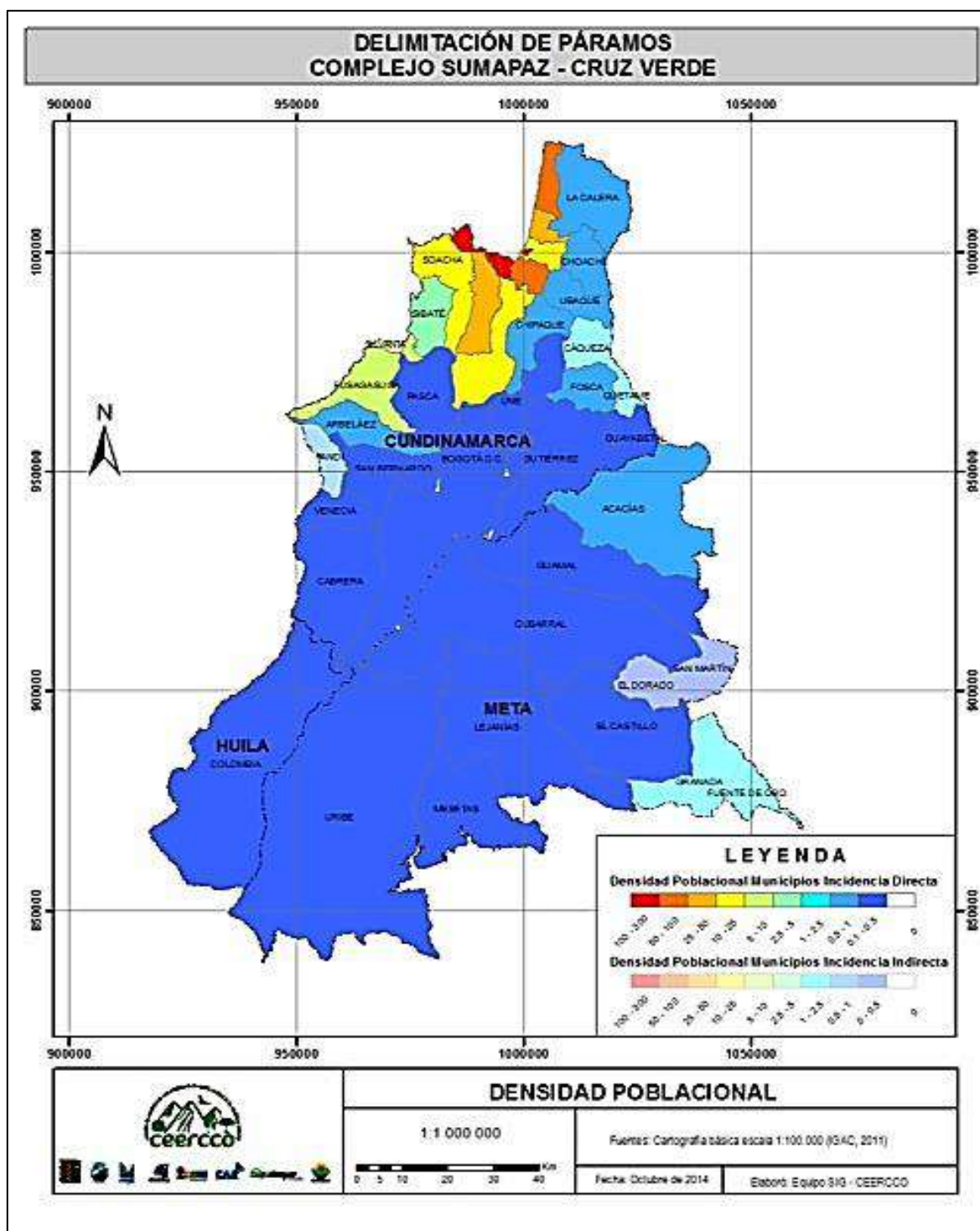


Figura No. 64. Densidad Poblacional en el Complejo de Páramos Cruz Verde Sumapaz. **Fuente:** Presente estudio, Censo General 2005 – Información Básica DANE – Colombia Procesado con Redatam+SP, CEPAL/CELADE 2007

2.5.2. Condiciones de vida.

En cuanto a vivienda, para el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz el promedio es de 3,74 habitantes por vivienda (calculado al dividir el total de personas por el número de viviendas). El promedio para Bogotá D. C. es de 3,7, para Cundinamarca de 3,8, Huila de 3 y para Meta de 3.8. El déficit de viviendas respecto a hogares en Sumapaz es de 42.398. No se encontraron datos que permitan detectar hacinamiento, aunque éste probablemente, existe.

Tabla No. 54. Consolidado de vivienda, hogares y personas en el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** Presente estudio, Censo General 2005 – Información básica – DANE – Colombia. Procesado con Redatam+SP, CEPAL/CELADE 2007.

Municipio	Vivienda	Hogar	Personas
Bogotá	519.582	557.600	1.941.328
Cundinamarca	179.337	185.081	697.307
Huila	2.854	2.171	8.648
Meta	41.964	41.823	163.425
Total	743.737	786.675	2.810.708

De acuerdo con los datos aportados por el DANE (2005), para el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz, la cobertura de servicios públicos no abarca la totalidad de la población, lo que implica que los habitantes busquen alternativas poco amigables con el medio ambiente, con el propósito de suplir la carencia de servicios públicos (leña, pozos sépticos y pozos de agua que afectan el nivel freático).

Teniendo en cuenta el total de 743.737 viviendas establecidas en el entorno regional del complejo y de acuerdo a datos del DANE (2005), se puede afirmar que la cobertura en servicios públicos es alta, principalmente en servicios como electrificación con 93% de cobertura, acueducto con 86% y alcantarillado con 84%, pero estos datos están sesgados por la buena cobertura en áreas urbanas, particularmente en las localidades de Bogotá Distrito Capital (Ver Figura No. 65. Cobertura de servicios públicos con que cuentan las viviendas en el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde - Sumapaz. Fuente: Presente estudio).

Cabe anotar, que del total de viviendas ubicadas en Bogotá (69% del entorno regional), el 98,8% tiene cobertura por recolección de basuras, Cundinamarca (con el 24,8% de las viviendas) tiene una cobertura del 80%, Meta (con el 5,8% de las viviendas) tiene una cobertura del 73,7% y Huila (escasamente con el 0.3% de las viviendas) alcanza una cobertura del 19,8% en este ítem.

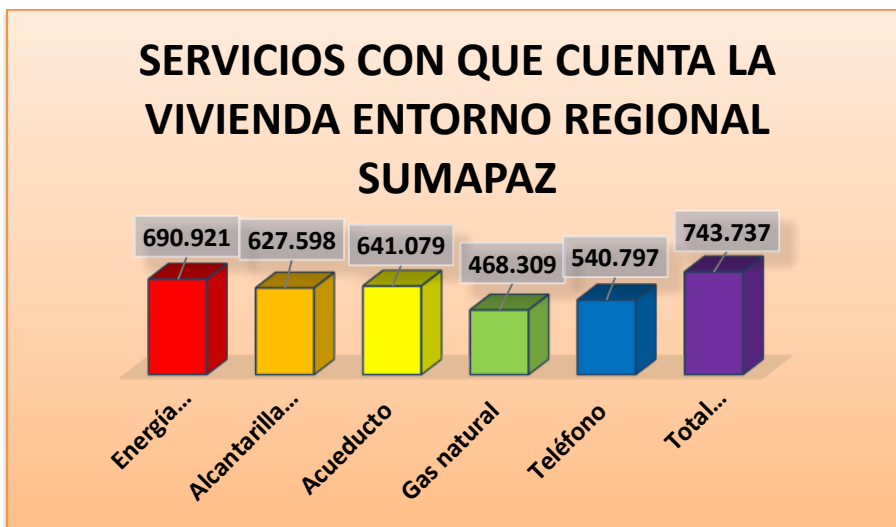


Figura No. 65. Cobertura de servicios públicos con que cuentan las viviendas en el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde - Sumapaz. **Fuente:** Presente estudio, DANE 2005.

En este contexto, el servicio de recolección de basuras logra un cubrimiento del 68% del total de las viviendas del entorno regional, con alta incidencia del Distrito Capital (Ver

Figura No. 66. Formas de disposición de basuras en el entorno regional de complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz.

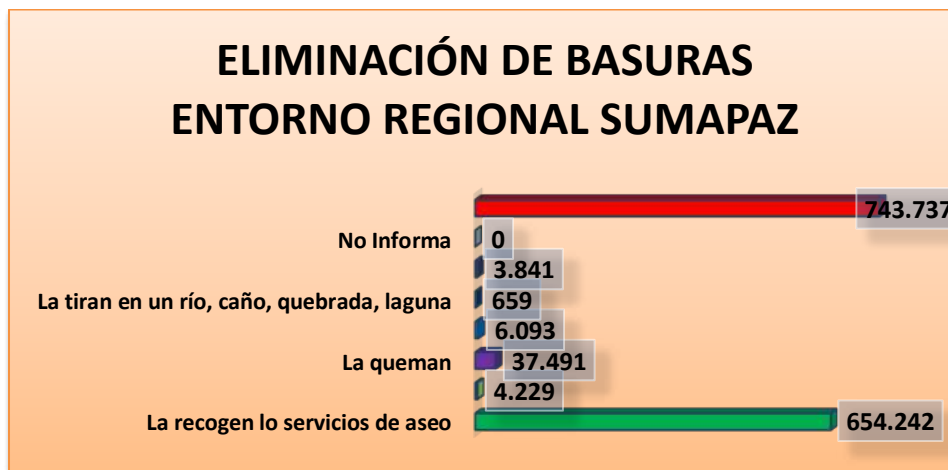


Figura No. 66. Formas de disposición de basuras en el entorno regional de complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** Presente estudio, Censo DANE 2005

De otra parte, con relación a la cobertura del servicio de seguridad social, se observa que 2.467.745 habitantes del entorno regional se encuentran cobijados por algún tipo de seguridad social. Considerando que el total de la población es de 2.810.708 habitantes, se estima que aproximadamente el 13% de los habitantes, posiblemente no poseen ningún tipo de seguridad social, dados los resultados del

análisis estadístico de la siguiente forma: ningún tipo de cobertura 8,65%, no sabe 0,74%, no responde 2,67%.

Igualmente, las cifras por departamento arrojan para Bogotá una cobertura del 88.32%, Cundinamarca del 88.7%, Huila 90.54% y Meta 82.59%.

Tabla No. 55. Distribución de la población por tipo de aporte a salud, en el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde - Sumapaz. **Fuente:** Censo DANE 2005 – Información básica - DANE – Colombia. Procesado por Redatam+SP, CEPAL/CELADE 2007.

Distrito y/o Departamento	Tipo de aporte a salud							Total
	Instituto de seguros sociales ISS	Regímenes especiales	Otra EPS	Una ARS	Ninguna	No sabe	No Respuesta	
Bogotá	140.910	43.536	899.942	621.537	168.284	14.276	42.984	1.931.468
Cundinamarca	43.503	13.775	226.571	325.094	51.212	4.263	26.206	690.624
Huila	20	156	344	7.157	700	51	51	8.479
Meta	4.027	3.313	44.037	93.823	22.513	2.292	5.801	175.805
Total	188.460	60.780	1.170.894	1.047.611	242.709	20.882	75.042	2.806.376

Respecto al acceso a la educación, se observa en el Entorno Regional del Complejo de Páramos Cruz Verde – Sumapaz un buen nivel de cobertura representado tanto por el nivel de estudios alcanzado por la población como por el número de centros educativos que prestan el servicio en el área. De esta manera se aprecia para el entorno regional que de 2.806.376 personas reportadas en los datos de nivel de estudios, el 38,1% ha tenido acceso a escolaridad básica primaria, el 34,8% a básica secundaria, el 15,5 % a formación profesional, el 4,1% a formación técnica, mientras que el 6,1% no ha tenido acceso a educación, destacando sin información al respecto al 1,5% de la población. (Ver Figura No. 67. Nivel de estudios alcanzado por la población del entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz.

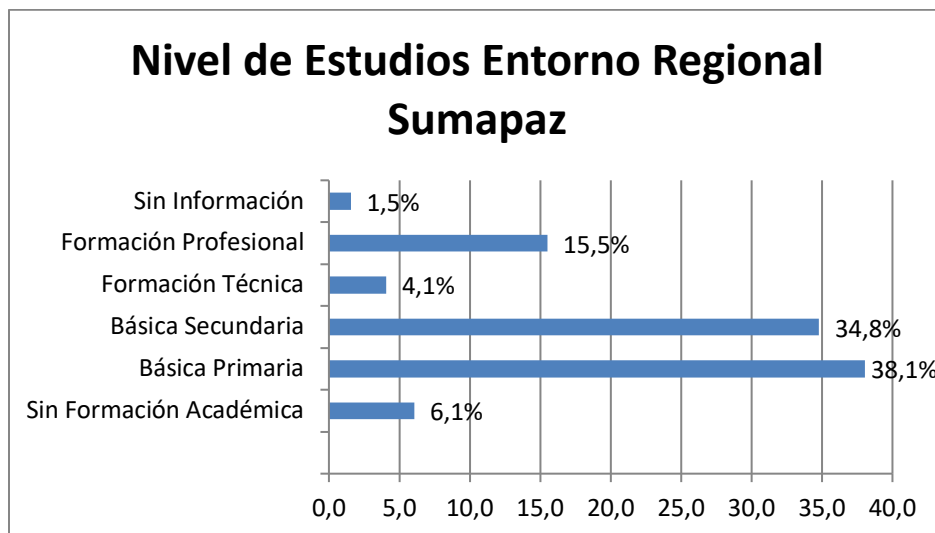


Figura No. 67. Nivel de estudios alcanzado por la población del entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz. **Fuentes:** Presente estudio, Censo General 2005 – Información básica – DANE – Colombia. Procesado Redatam+SP, CEPAL/CELADE 2007.

Como resulta usual, a nivel del Distrito Capital y los departamentos del entorno regional se observa que los mayores porcentajes en cuanto al nivel de estudios se concentran en los niveles de formación primaria y formación secundaria, mientras que la formación profesional está mas restringida.

Se destaca en el presente ítem que los porcentajes más bajos se ubican en la población sin formación académica, siendo Bogotá DC la que ocupa las mayores cifras de personas en cada nivel educativo en razón a que posee el mayor número de habitantes dentro del entorno regional, caso contrario a lo que ocurre en el departamento del Huila, al ser este quien tiene el menor número de población dentro del complejo. (Tabl

Tabla No. 56. Nivel de estudios alcanzado por los habitantes del entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** Presente estudio, Censo General 2005 – Información básica – DANE – Colombia. Procesado Redatam+SP, CEPAL/CELADE 2007.

Nivel de Estudios	Bogotá		Cundinamarca		Huila		Meta	
	Personas	%	Personas	%	Personas	%	Personas	%
Sin Formación Académica	90.849	4,9	49.873	7,6	1.828	22,6	19.424	11,4
Básica Primaria	652.180	35,5	281.004	42,7	4.979	61,6	80.280	46,9
Básica Secundaria	648.342	35,3	231.741	35,2	1.054	13,0	49.830	29,1
Formación Técnica	77.920	4,2	22.981	3,5	43	0,5	7.572	4,4
Formación Profesional	349.885	19,0	55.723	8,5	139	1,7	9.140	5,3
Sin Información	19.692	1,1	16.935	2,6	42	0,5	4.780	2,8

En cuanto a establecimientos educativos se registran 3.500 en el entorno regional, 570 oficiales y 2.930 no oficiales, de los cuales 3.361 instituciones pertenecen al sector urbano y 139 al sector rural. Como resulta obvio, a nive Bogotá Distrito Capital

por poseer el mayor número de centros educativos al poseer la mayor población del entorno regional. (Ver Tabl).

Tabla No. 57. Distribución de los centros educativos en el entorno regional complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** Presente estudio, Censo General 2005 – Información básica – DANE – Colombia. Procesado Redatam+SP, CEPAL/CELADE 2007.

Departamento	Municipio	Colegios				Total
		Oficiales	No oficiales	Urbano	Rural	
Bogotá DC	Bogotá	424	2.589	2.978	35	3.013
Cundinamarca	Arbeláez	3	2	1	4	5
	Cabrera	1		1		1
	Cáqueza	5	2	3	4	7
	Chipaqué	2	1	1	2	3
	Choachí	3	2	2	3	5
	Fosca	3		1	2	3
	Fusagasugá	14	51	57	8	65
	Guayabetal	1	1	1	1	2
	Gutiérrez	1			1	1
	La Calera	4	24	12	16	28
	Pandi	2			2	2
	Pasca	2	1	1	2	3
	Quetame	2		1	1	2
	San Bernardo	3			3	3
	Sibaté	5	14	14	5	19
	Silvania	3	2	2	3	5
	Soacha	22	198	219	1	220
	Ubaque	1			1	1
	Une	1			1	1
	Venecia	1			1	1
Huila	Colombia	7		1	6	7
Meta	Acacías	15	18	26	7	33
	Cubarral	2		1	1	2
	El castillo	3		1	2	3
	El Dorado	1	1	1	1	2
	Fuente de Oro	4	1	3	2	5
	Granada	11	11	16	6	22
	Guamal	4	2	4	2	6
	Lejanías	4	2	3	3	6
	Mesetas	6	2	3	5	8
	San Martín	5	6	8	3	11
	Uribe	5			5	5
Total		570	2.930	3.361	139	3.500

La información sobre Necesidades Básicas Insatisfechas – NBI, constituye un referente importante para determinar las condiciones de vida de los habitantes del entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz y sobre el cubrimiento de sus necesidades mínimas incluyendo el acceso a servicios públicos en general y al abastecimiento de agua para consumo humano en particular. Los

mayores índices de NBI se presentan en el área de influencia directa del entorno regional, en municipios con sitios de difícil acceso y/o condiciones precarias en cuanto al cubrimiento de servicios públicos.

Se evidencia en primer lugar al municipio de Mesetas (Meta) con un índice de NBI entre 81-100%, seguido por municipios como Colombia (Huila) con índice de 63-81% y Gutiérrez (Cundinamarca) con índice de NBI de 45-63%, concentrándose buena parte del resto de municipios de Cundinamarca y Meta en el índice de 0-45%.

En relación con los municipios de incidencia indirecta, se observa que el índice de NBI disminuye considerablemente debido a mejores condiciones de vida, en donde municipios como Fuente de Oro (Meta) y Quetame (Cundinamarca) presentan un índice de NBI de 36-39%, seguidos por El Dorado (Meta) y Pandi (Cundinamarca) con 33-36% de NBI, mientras que municipios como Granada, San Martín, Cáqueza y Silvania presentan índice de NBI entre 0 y 30%. (Figura No. 68).

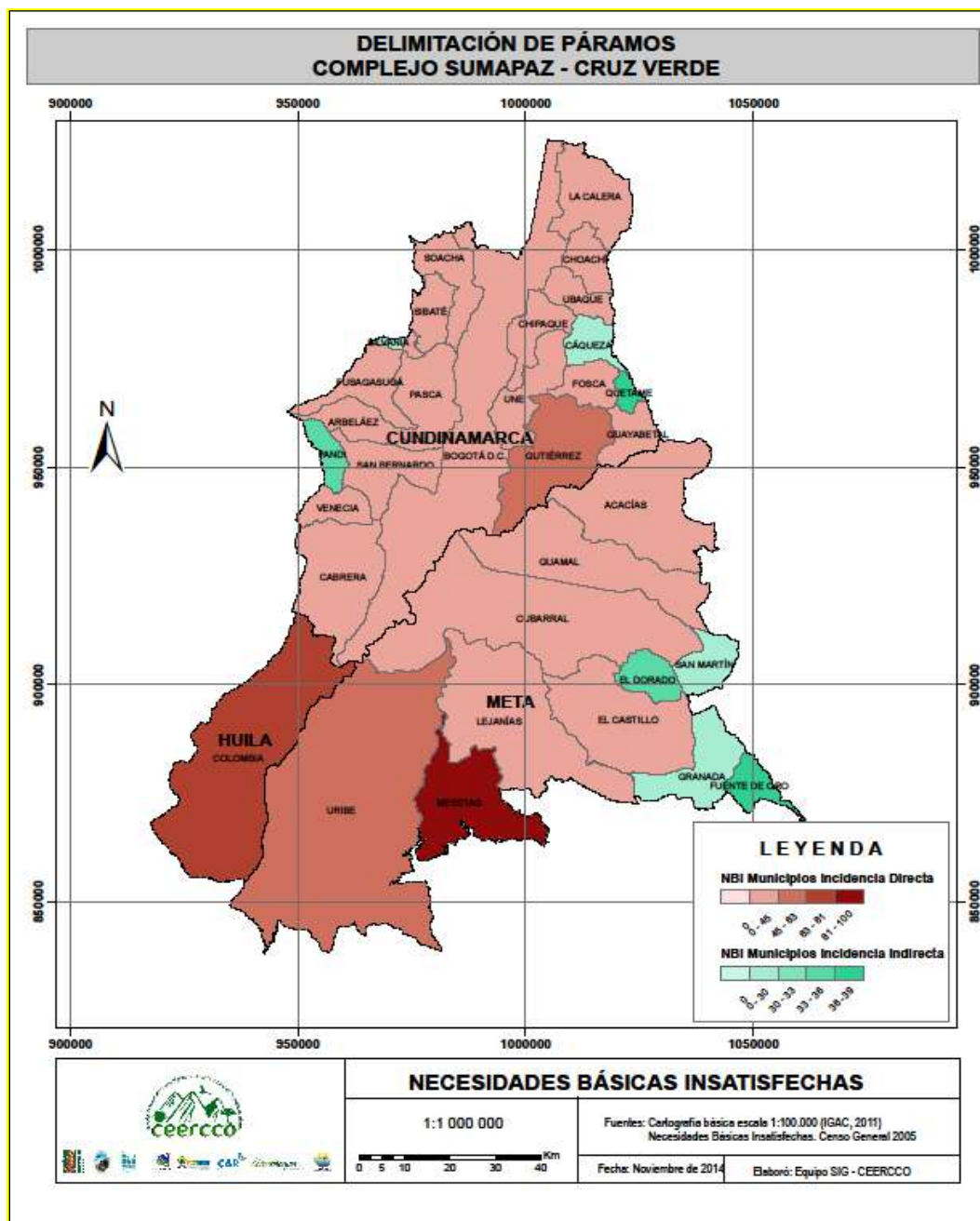


Figura No. 68. Clasificación por índice de Necesidades Básicas Insatisfechas NBI en los municipios del entorno regional del Complejo de Páramos Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** Presente estudio, Censo General 2005.

2.5.3. Sistemas Productivos

Con base en el análisis de la dinámica económica del entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz, se observa que los datos oficiales aportados por el DANE no referencian las actividades productivas principales, complementarias y de subsistencia. Se utiliza el dato de empleo o ingreso, donde se agregan dos categorías diferentes. Si bien, el empleo trae consigo ingresos, la búsqueda de ingresos extralaborales puede implicar toda una gama de actividades en el área de incidencia directa del entorno regional que podrían generar afectaciones al páramo.

Los datos obtenidos no discriminan el empleo en lo rural y lo urbano, por lo cual, a esta escala no es posible determinar la afectación de las actividades productivas sobre las áreas de páramo, circunstancia que podría ser precisada en el análisis del entorno local. La mayoría de los ítems contemplados bajo esta categoría son de carácter urbano, dada la marcada predominancia de la población establecida en el Distrito Capital y las cabeceras de los municipios de la sabana de Bogotá, lo que puede significar la no utilización de mano de obra asalariada en la producción rural.

No obstante, en algunos renglones como “otras actividades económicas”, “desocupado” o “no informan” (16.759 personas respecto a 144.485 empleados para la región), podrían corresponder a un rango diferente al del empleo urbano.

Tabla No. 58. Distribución de la población laboral por actividad económica (industria, comercio y servicios) en el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde - Sumapaz. **Fuente.** Presente estudio, Censo General 2005 – Información Básica DANE – Colombia. Procesado con Redatam+SP, CEPAL/CELADE 2007

Municipio	Bogotá	Cundinamarca	Huila	Meta
Industria	9.245	2.604	11	673
Comercio	46.429	15.535	89	4.805
Servicios	51.572	8.910	24	2.685
Otras Act. Económicas	9.219	2.104	7	487
Unidades auxiliares tipo gerencia	148	1	0	2
Unidades auxiliares diferentes a gerencia	1.502	211	0	39
Desocupada	974	83	3	34
No informa	2.753	1.051	3	41
Total	121.842	30.499	137	8.766

Respecto a la actividad económica (industria, comercio y servicios), según información DANE (2005), se evidencia que el comercio es la actividad más representativa con un porcentaje de 41,46%, seguida por servicios con 39,19% y la industria con el 7,77% del total de las unidades económicas censadas.

Estas dinámicas económicas, habitualmente son desarrolladas por la población urbana, sin afectación directa sobre las áreas de páramo; sin embargo, tienen una alta dependencia por abastecimiento hídrico.

La producción agropecuaria del entorno regional concierne a datos tomados de la encuesta del censo 2005, donde el DANE toma el inventario agropecuario en relación a las unidades agropecuarias asociadas a la vivienda rural ocupada. De un total de 50.319 unidades agropecuarias registradas, 29.255 correspondientes al 58,14% desarrollan algún tipo de actividad agropecuaria. (Ver

Figura No. 69. Distribución de las unidades agropecuarias por tipo de actividad económica en el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde - Sumapaz.)

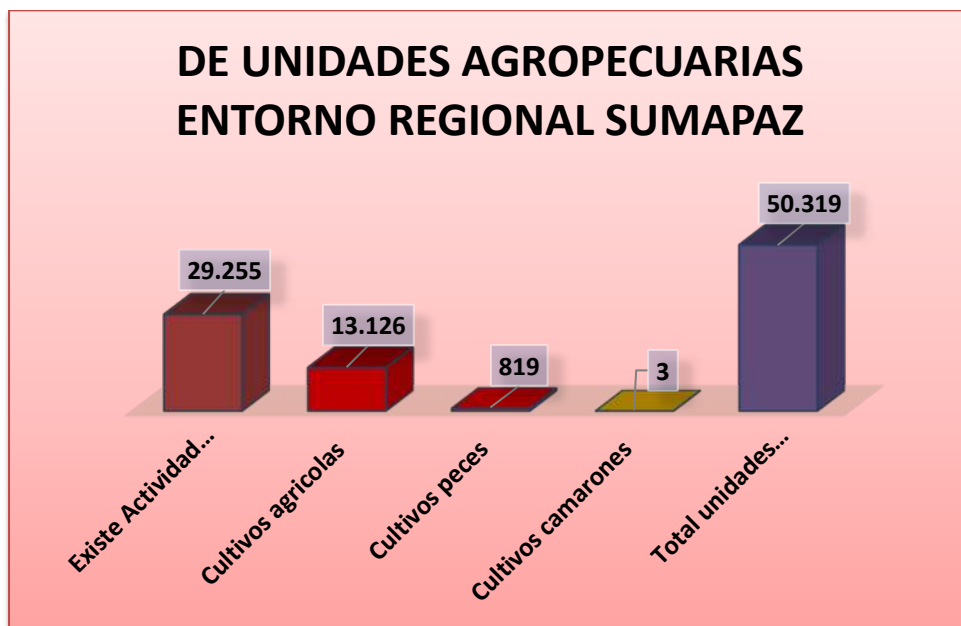


Figura No. 69. Distribución de las unidades agropecuarias por tipo de actividad económica en el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde - Sumapaz. **Fuente:** Presente estudio, Censo General 2005 – Información Básica DANE – Colombia. Procesado con Redatam+SP, CEPAL / CELADE 2007

Con base en los datos del inventario pecuario aportado por la encuesta DANE censo 2005, se evidencia que el 94% de la actividad se destina a la cría de aves de corral, el 3,7% a la actividad ganadera, el 0,49% actividad porcina y el 1,46% a otras especies menores.

Al evaluar las actividades productivas del sector agrícola en el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz, los datos aportados por Agronet base agrícola EVA, estos hacen referencia a la producción de la totalidad de cada municipio, por lo cual, dentro del estudio aparecen cultivos como palma de aceite y arroz, los cuales son cultivados en sitios planos y están sembrados en áreas de municipios incluidas en el entorno regional, evento que podría ser precisado en el entorno local.

En este contexto, los productos más representativos cubren el 80% de las 147.431,85 hectáreas cultivadas, entre los cuales se destacan: tomate de árbol 2%,

cítricos 2%, frijol 5%, café 6%, maíz 6%, plátano 8%, papa 8%, arroz 13% y palma de aceite 22%, siendo la palma de aceite y el arroz los productos más cultivados en el entorno regional del complejo.

En las partes altas de clima frío, aledañas a la zona de páramo se destaca el cultivo de la papa, producto cultivado en municipios como Cabrera, Cáqueza, Chipaque, Choachí, Fusagasugá, Gutierrez, La Calera, Pasca, San Bernardo, Sibaté, Soacha, Une y Colombia y en las localidades de Sumapaz, Usme y Ciudad Bolívar de Bogotá, denotando incidencia y afectación sobre el ecosistema de páramo (ver Tabla, Figura).

Tabla No. 59. Distribución de la producción agrícola en el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** Presente estudio, Agronet base agrícola EVA 2011. Grupo de sistemas de información Oficina asesora de planeación y prospectiva – Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2013.

PRODUCTO	Área Sembrada (ha)	Área Cosechada (ha)	Producción (ton)	Porcentaje
OTROS PRODUCTOS	29.177,42	23.978,64	329.538,98	20%
TOMATE DE ARBOL	3.201,96	.449,82	3.477,18	2%
CITRICOS	3.464,00	3.167,50	69.834,50	2%
FRIJOL	7.644,00	.942,60	8.317,11	5%
CAFE	8.325,71	.081,51	5.276,59	6%
MAIZ	8.555,00	.392,50	4.118,50	6%
SOYA	0.330,56	0.330,56	20.661,12	7%
PLATANO	2.067,30	1.140,30	78.657,40	8%
PAPA	12.461,50	0.806,20	13.712,26	8%
ARROZ	19.200,40	9.200,40	8.244,78	13%
PALMA DE ACEITE	3.004,00	1.434,00	96.324,80	22%
TOTAL REGIONAL	47.431,85	33.924,03	.048.163,23	100%

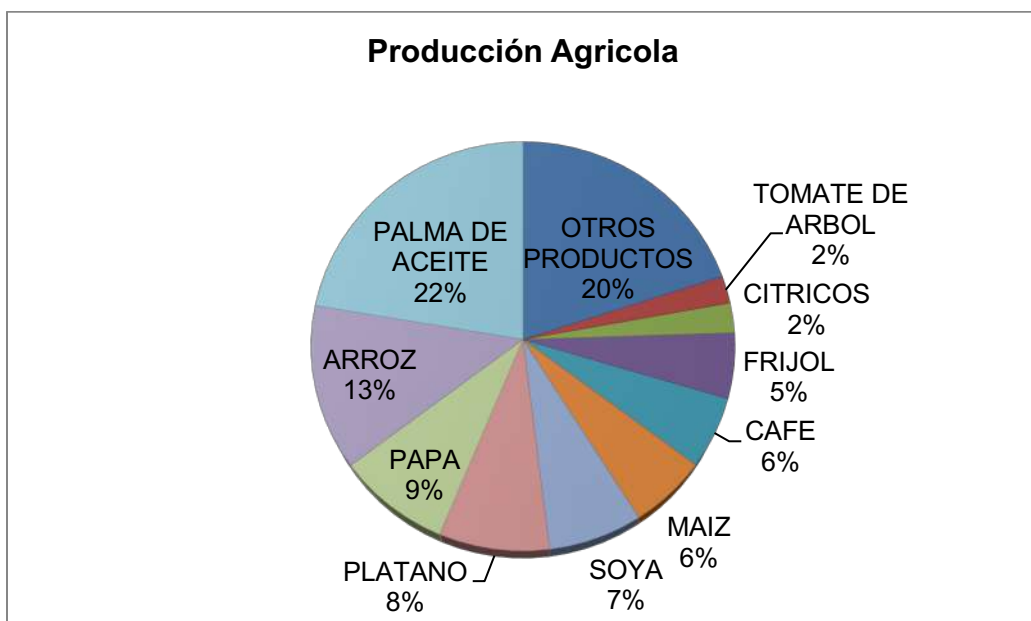


Figura No. 70. Distribución de la producción agrícola en el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** Presente estudio, Agronet base agrícola EVA 2011. Grupo de sistemas de información oficina asesora de planeación y prospectiva – Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2013.

2.5.4. Aspectos culturales

Para la caracterización cultural se recurrió a datos sobre el origen étnico y geográfico de los habitantes de la región, datos que contribuyen con información hacia el análisis de la evolución cultural, del sentido de pertenencia e identidad en el territorio estudiado; de igual forma, aportan a explicar en parte el volumen de demanda de la población sobre recursos del páramo y contribuyen en la identificación de elementos culturales de la población, con alguna incidencia en la protección y preservación de áreas de páramo.

Los datos del DANE, censo 2005, no se refieren en particular al páramo, ni se discriminan por edades; sin embargo, permiten un acercamiento al fenómeno de las migraciones que pueden estar afectando el entorno regional del complejo. En referencia a la pertenencia étnica (

Figura), no reconoce el mestizaje como una variación étnica presente en Colombia, además de que no discrimina categorías étnicas (Afrocolombiano), con históricas, o geográficas (Palenquero).

El desproporcionado tamaño que arroja el dato de quienes no se reconocen en ninguna categoría o no informan, podría significar que desean declararse “blancos”. Existe la posibilidad que al someterse a la encuesta las personas afrodescendientes o indígenas, decidan no declarar su pertenencia étnica por razones políticas, económicas o de aceptación social. También se conocen casos de quienes por razones de las mismas índoles sí declaran lo que no lo son.

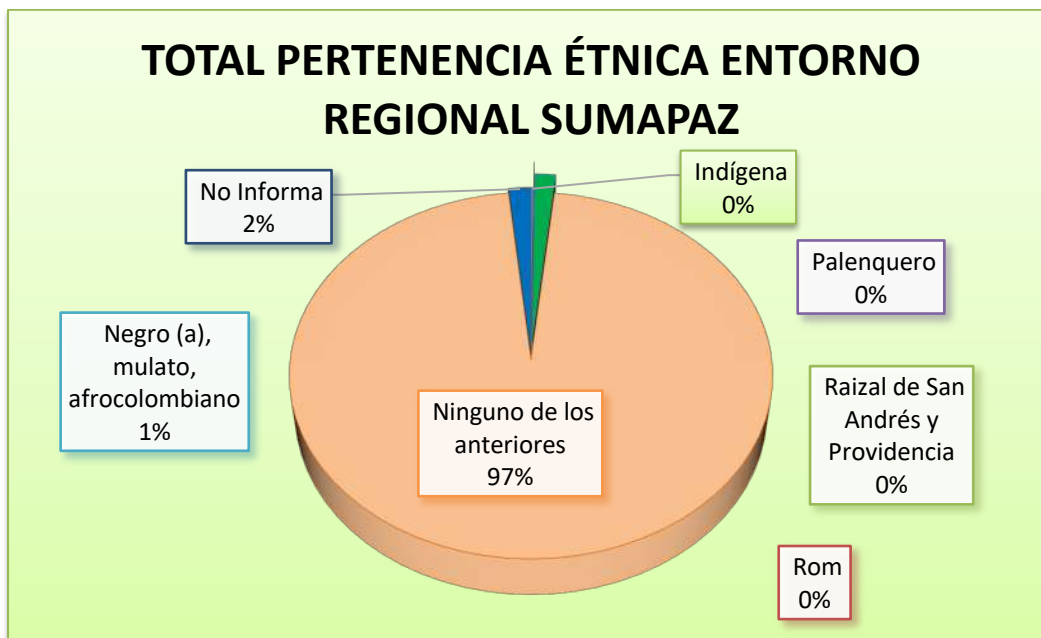


Figura No. 71. Porcentajes del total de pertenencia étnica en el entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** Presente estudio, DANE 2005.

Los miembros del pueblo Rom, solo se encuentran en Bogotá y Cundinamarca. Bogotá parece tener la mayor afluencia de pueblo raizal, seguida de lejos por el departamento del Meta.

En referencia al cambio de lugar de residencia, sobresale como principal causa las razones familiares con el 51%, ítem amplio que arroja cifras altas y por lo tanto puede involucrar también problemas de desplazamiento, pero éstos, así codificados, distorsionan el análisis.

En contraste, con criterios como amenaza para su vida (4%) resultan muy codificados, pues podrían referirse a todos los fenómenos de violencia que hoy aquejan al país. El ítem miembro pueblo nómada u otra razón 23%, es confuso pues puede tratarse de otro tipo de pueblo o de más causales no mencionables (Figura).

En definitiva, aunque los datos dan indicios, lo que precisamente interesaría saber es qué los indujo a elegir como punto de llegada, el páramo o su entorno. Esto se espera indagar a través de los procesos de recolección de información primaria para la caracterización del entorno local.

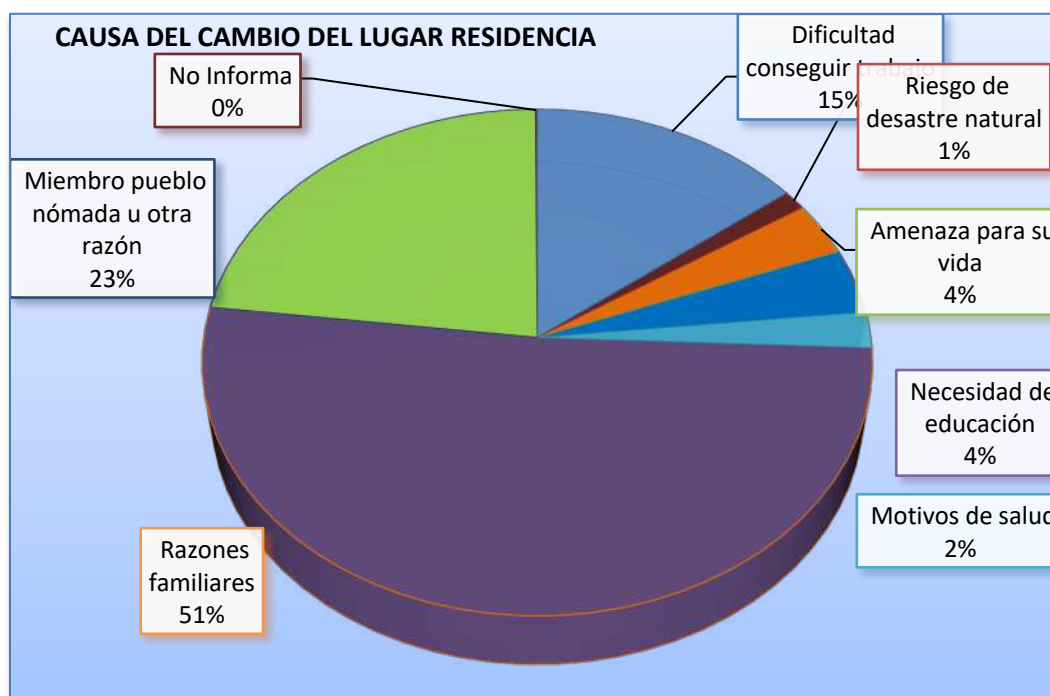


Figura No. 72. Porcentajes de causa de cambio de lugar de residencia, entorno regional del complejo de páramos Cruz Verde -Sumapaz. **Fuente:** Presente estudio. Censo DANE 2005.

2.6. ANÁLISIS DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

umapaz generan importantes beneficios a las personas y pueblos que dependen directamente de ellos y a otras poblaciones que aunque más lejanas reciben claros y numerosos bienes y servicios que varían desde aspectos del uso directo como la provisión de alimento, fibras, frutas, hasta de uso indirecto como la regulación hídrica, calidad de agua, la polinización y control de plagas y además servicios relacionados con aspectos culturales, espirituales y de existencia (Albán, 2007).

Aunque son varios los servicios ecosistémicos que proveen los complejos de páramos, es notable que para la especie humana el principal SE es el agua, dado que, las comunidades se proveen de esta para múltiples usos que incluyen doméstico, agrícola, comercial, industrial, hasta generación hidroeléctrica, recreación, transporte, entre otras.

La excesiva presión sobre una fuente de agua puede conducir a su desaparición, por lo que es importante para la planificación sostenible del recurso hídrico conocer la cantidad de agua disponible, los niveles de demanda y la oferta de cada una de las zonas, ya que es necesario que las corrientes abastecedoras mantengan un remanente de agua para atender los requerimientos hídricos de los ecosistemas asociados a sus causas, preservando así su diversidad, productividad y estabilidad (Domínguez *et al.*, 2008).

Entre los principales factores de presión sobre la demanda en las subzona Hidrográfica (SZH) y en términos generales sobre los recursos hídricos de un país, se destaca la dinámica demográfica especialmente en términos de crecimiento poblacional que aumenta las demandas de aprovisionamiento, agrícolas e industriales (Domínguez *et al.*, 2008).

Teniendo en cuenta lo anterior, se estableció la relación Oferta – Demanda del complejo de páramo Sumpaz – Cruz Verde, el cual se ubica sobre la cordillera Oriental con una extensión de 266,750 ha, al suroeste del departamento de Cundinamarca y al noroeste del Meta, incluida una pequeña parte del norte del Huila. Comprende un sector de 25 municipios, que se sitúan entre los 3,250 y 4,230 m.s.n.m, y a su vez comprende varios grupos de páramos (Rangel, 2000, citado por Morales *et al.*, 2007).

Por su extensión y condiciones ecológicas, este complejo presenta una amplia gama de ecosistemas naturales distintos entre los que están bosques, vegetación de páramo y subpáramo, desde condiciones secas hasta pluviales en montañas y lomeríos (Morales *et al.*, 2007) que influyen directamente sobre la disponibilidad hídrica de la zona.

Dicho complejo esta cobijado por 9 subzonas hidrográficas, y en total dentro del entorno regional ocupan una extensión aproximada de 1.283.031 Ha. Las SZHs que

tiene mayor área en el entorno son la del Río Ariari con 308.010 Ha., seguida por el río Guayuriba con 220.191 Has., en tanto que la que menor área la presenta la SZH del Río Guejar con 39,142 Has., (ver y Figura).

Por su parte con relación al tamaño total de cada SZH, se puede indicar que la que ocupa un mayor área porcentual dentro del entorno regional es la SZH del río Guayuriba la cual tiene el 69% del área dentro del complejo con 220.191 Has., seguida de la SZH del río Cabrera con 65% y un área 108.509 Has.

Todas las SHZ proveen altos volúmenes de agua a los diferentes municipios que hacen parte del entorno regional tomando como referencia el Estudio Nacional del Agua (2010) se sacaron las ofertas y demandas (tomando la media anual) en millones de metros cúbicos (Mmc) que fueron ajustadas al área del entorno regional del complejo.

Con base en la información de Demanda y Oferta Superficial de Agua (ENA, 2010) se aplicó el Índice de uso del Agua (IUA) para cada SZH dentro del entorno regional. El IUA es una relación porcentual de la demanda de agua con relación a la oferta hídrica disponible y su formula es la siguiente:

$$(IUA = \frac{\text{Demanda hídrica SZH}}{\text{Oferta hídrica SZH disponible}} * 100\%)$$

Donde:

Demanda hídrica SZH:

Es igual a la unidad espacial de referencia, en el periodo de tiempo.

Oferta hídrica superficial disponible:

Es la unidad espacial de referencia en el periodo de tiempo (resulta de la cuantificación de la oferta hídrica).

Tabla No. 60. Municipios que integran el Entorno Regional las subzonas hidrográficas del complejo Sumapaz – Cruz Verde. Nótese la relación del área de la SZH con respecto al entorno a partir de esta área se realizaron los cálculos de este capítulo. **Fuente:** Propia con base en los cálculos del equipo SIG Ceercco.

Código de Subzona	Subzona Hidrográfica	Área Total de la Subzona (Ha)	Área de SZH dentro del Entorno Regional (Ha)	% De Participación de la SZH en el Entorno Regional	Municipios que integran el Entorno Regional del complejo CEERCCO
2114	Río Cabrera	168.032,51	108.509,86	65	Colombia, Cabrera
2119	Río Sumapaz	304.832,20	193.368,94	63	Arbeláez, Bogotá, D.C., Cabrera, Fusagasugá, Pandi, Pasca, San Bernardo, Sibaté, Silvania, Soacha, Venecia
2120	Río Bogotá	593.295	104.136,93	18	Bogotá, D.C., Chipaque, La Calera, Sibaté, Soacha
3201	Río Guayabero	627.137,62	90.960,36	15	La Uribe, Colombia
3501	Río Metica (Guamal - Humadea)	384.464,86	71.728,86	19	Acacías, Cubarral, Guamal San Martín
3502	Río Guayuriba	320.671	220.191,02	69	Acacías, Bogotá, D.C, Cáqueza, Chipaque, Choachí, Fosca, Guayabetal, Gutiérrez, La Calera, Quetame, Ubaque, Une
3206	Río Ariari	808.742,2	308.010,36	38	Cubarral, El Castillo, El Dorado, Fuente de Oro, Granada, Guamal, Lejanías, San Martín, Acacías
3202	Río Guape	384.246,2	146.983,18	38	Cubarral, Mesetas, La Uribe, Colombia, Lejanias
3207	Río Guejar	593.295,3	39.141,69	7	Mesetas, Lejanías

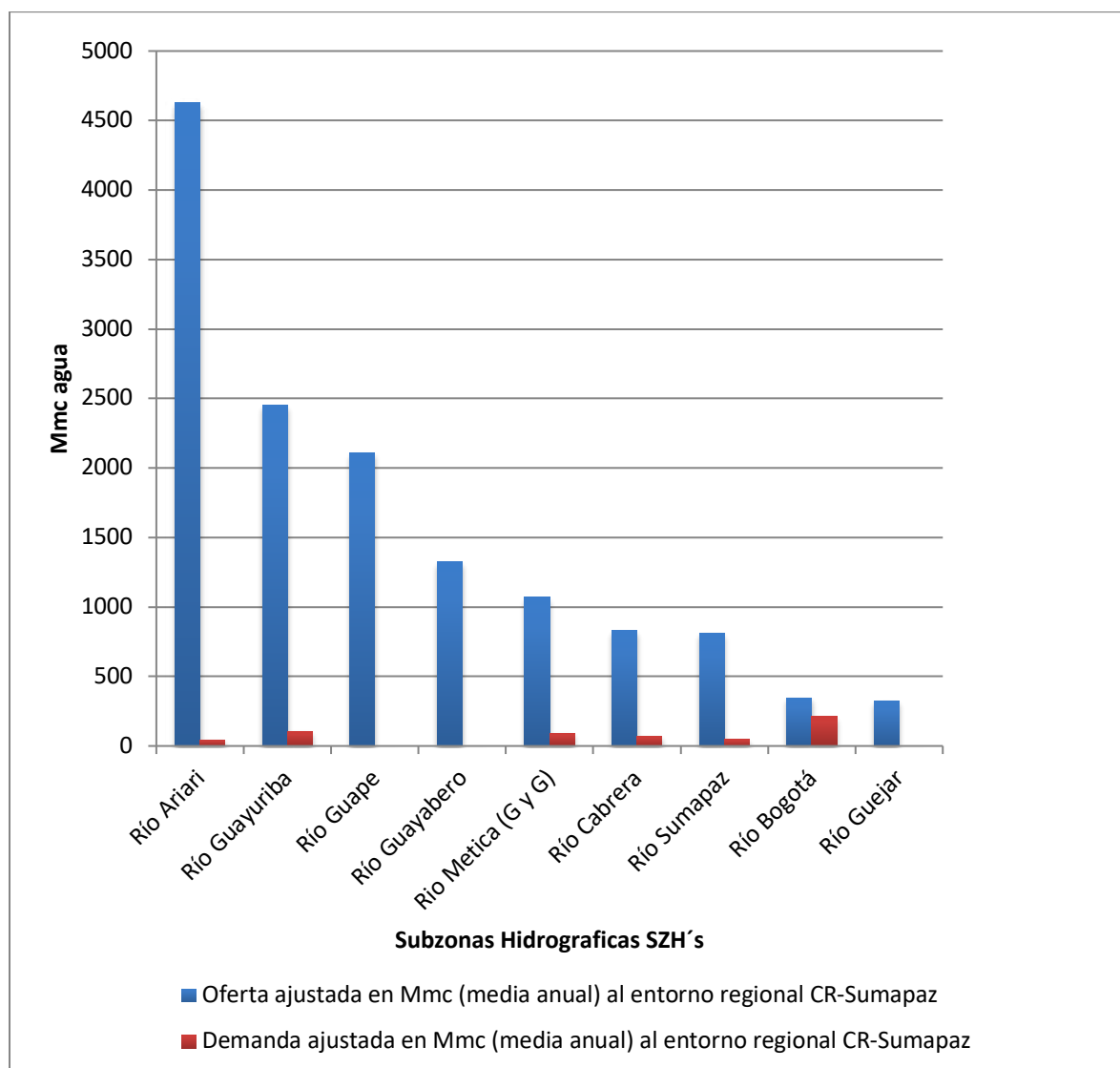


Figura No 73. Oferta y Demanda en Mmc en las SZH's del Entorno Regional Sumapaz. **Fuente:** Presente Estudio.

La categorización de condición de presión de la demanda sobre la oferta que arroja el IUA se define a partir de 5 rangos (ver Tabl). La SZH que presentó muy Alto índice de uso de agua IUA fue SZH Bogotá, seguida por SZH Cabrera, SZH metica (Directos Guamal y Humadea) , SHZ Sumapaz, SZH Guayuriba y SZH Ariari con IUA de agua Bajos, por su parte las SZH's de los ríos Guejar, Guape y Guayabero presentaron IUA muy bajos. Con esta información se elaboró un mapa en las que las distintas categorías de IUA iluminan las SHZ (ver Figura No. 74).

Tabla No. 61. Rangos, categorías y significados del IUA. **Fuente:** Estudio Nacional del Agua (2010) modificado por el Presente Estudio.

Rango	Categoría IUA	SZH's	Valor IUA	Significado
>50	Muy Alto	Río Bogotá	62,04	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
20.01 - 50	Alto			La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
10.01 – 20	Moderado			La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
1 – 10	Bajo	Río Cabrera	9,3	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
		Río Sumapaz	6,46	
		Río Metica (Guamal - Humadea)	9,06	
		Río Guayuriba	4,48	
		Río Ariari	1,09	
< 1	Muy bajo	Río Guayabero	0,038	La presión de la demanda es muy baja con respecto a la oferta disponible
		Río Guape	0,09	
		Río Guejar	0,25	

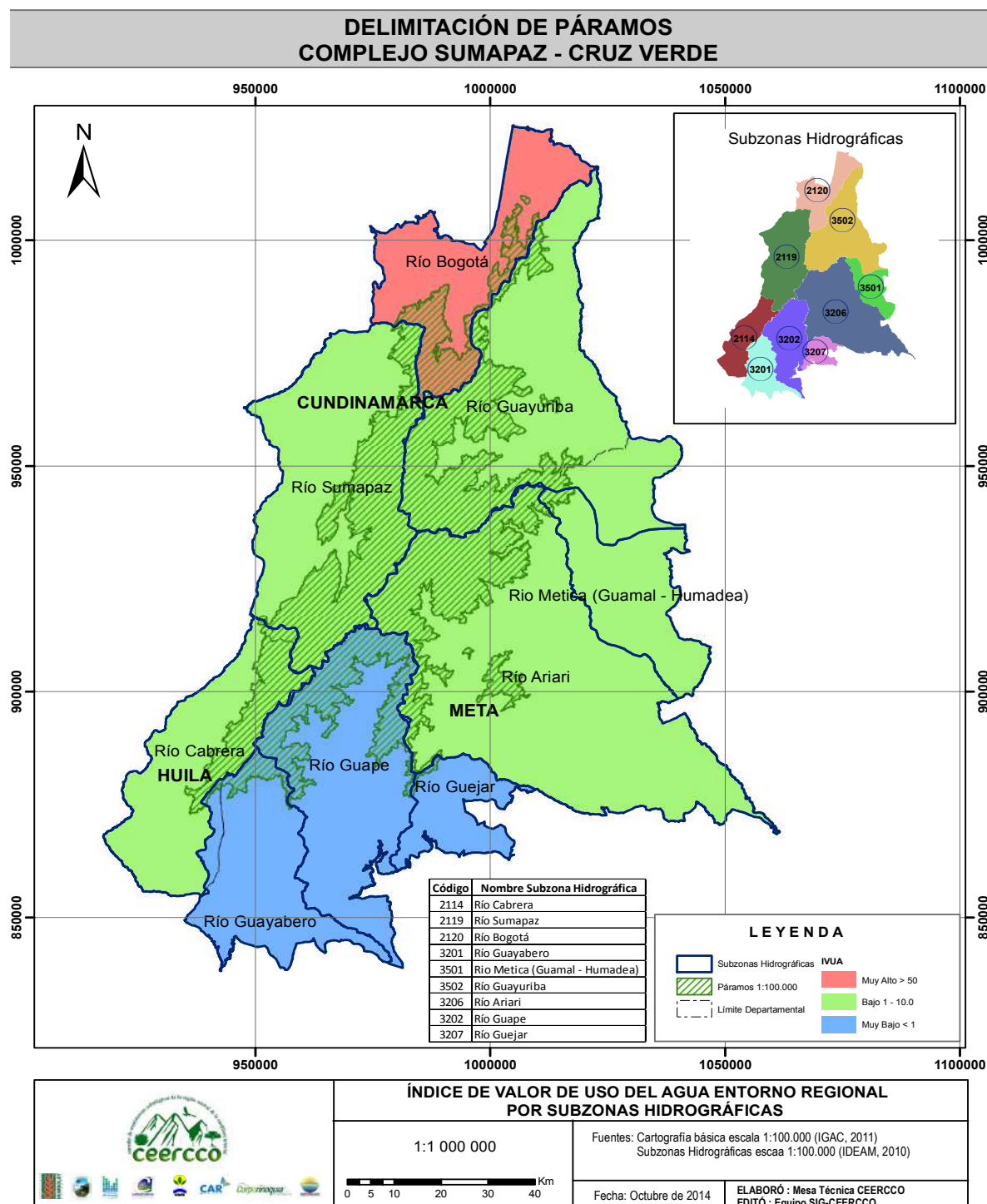


Figura No. 74. Resultados del IUA de las SZH's del entorno regional complejo Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** Presente Estudio.

El IUA muy alto de SZH's Bogotá, se relaciona directamente con mayores densidades poblacionales de los municipios que las integran. De acuerdo con los análisis demográfico del equipo social de la Mesa Técnica (Conv 13-13-014-188CE), la presencia de personas para SZH Bogotá, es la mas alta, particularmente influenciados por la población de la ciudad de Bogotá, al ser la ciudad capital de Colombia, presenta un considerable número de industrias que probablemente demandan un gran volumen de agua en sus procesos productivos.

Según Groot (2012) tan solo Bogotá consume 16 metros cúbicos por segundo (m^3/s) (Proyecciones, 2014), de los cuales 12 m^3/s aproximadamente, soporta la SZH del Río Bogotá (Colmenares y Groot, 2012), esto indicaría que aproximadamente el 72% (12 m^3/s) de la demanda es soportada por la SZH del Río Bogotá, mientras que, el 25% (4.5 m^3/s) restante seria soportada por la SZH del rio Guatiquia (Figura).

En términos de ajuste al entorno regional estaríamos hablando de 2.11 m^3/s de 12 m^3/s aproximadamente, lo que equivale al 18 % de la Aporte de la SZh del Río Bogotá en el entorno regional (ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).

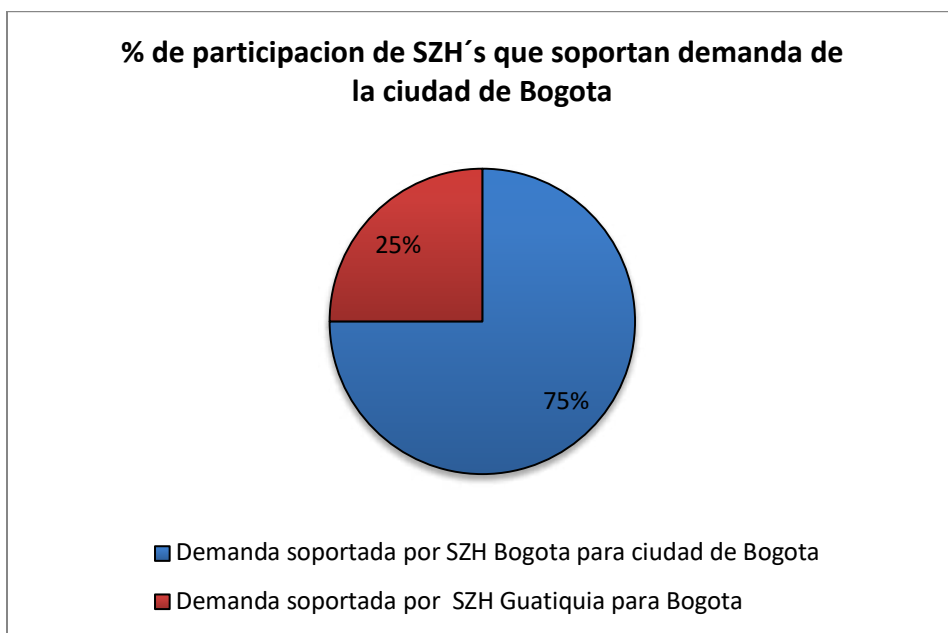


Figura No. 75. Porcentaje de la Demanda de la Ciudad de Bogotá que es abastecida por la SZH del rio Bogotá. **Fuente:** Presente Estudio

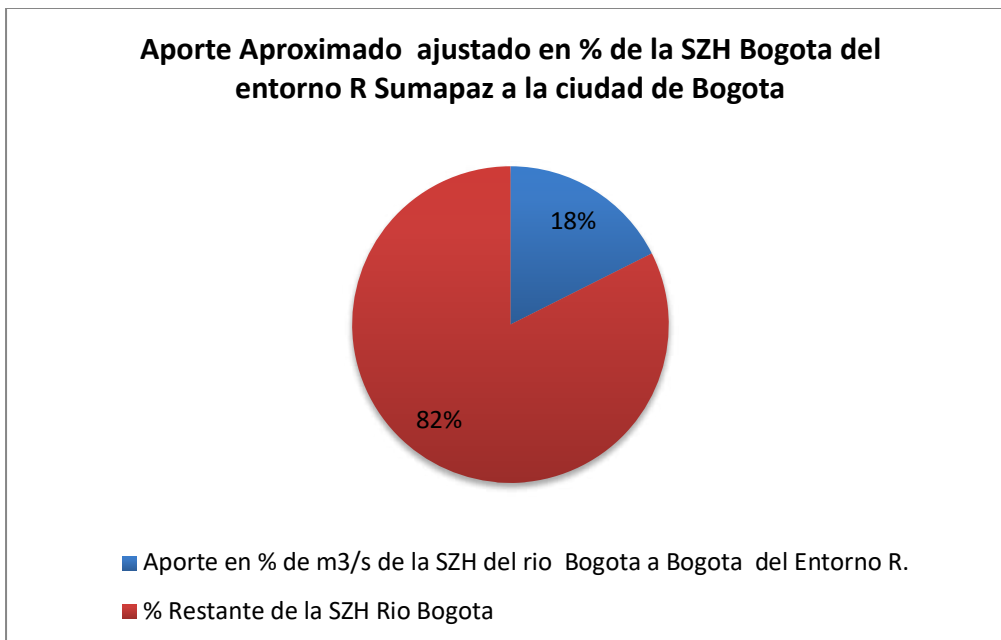


Figura No. 76. Porcentaje de la Demanda de la Ciudad de Bogotá que es abastecida por la SZH del rio Bogotá del entorno regional. **Fuente:** Presente Estudio

Para tener una idea de la importancia de las SZH's que nacen en los paramos, se cruzo con información agropecuaria suministrada por el equipo social de la mesa técnica del convenio tomada de Agronet (2014) con datos de 2007 a 2012, según esta información, la SZH con mayor área cultivada con relación al entorno regional fue la SZH del rio Ariari, la cual tiene un área cultivada aproximada de 138,400 ha. seguida por la SZH del rio Guayuriba y la SZH del Sumapaz (Figura) y dependencia alta del complejo Sumapaz-Cruz Verde.

Es importante indicar que los datos de las áreas sembradas se encuentran en un periodo de tiempo que va desde el año 2007 hasta el 2012 e incluye tanto cultivos transitorios y permanentes, es decir estos datos reflejan las hectáreas cultivadas que han sido regadas por las ofertas de agua de las SZH desde el año 2007. Por su parte la SZH's con mayor cantidad de individuos (Pecuario) es el Rio Sumapaz reconociéndose la importancia para ésta, del complejo Cruz Verde-Sumapaz (ver Figura)

Es evidente que al crecer la demanda de agua aumentan los vertimientos de aguas residuales que impactan la calidad del recurso hídrico, en algunos casos induciendo a la escasez de agua, no por disponibilidad de la misma sino por la calidad inadecuadas para el consumo humano o para su utilización en las actividades productivas (Domínguez *et al.*, 2008).

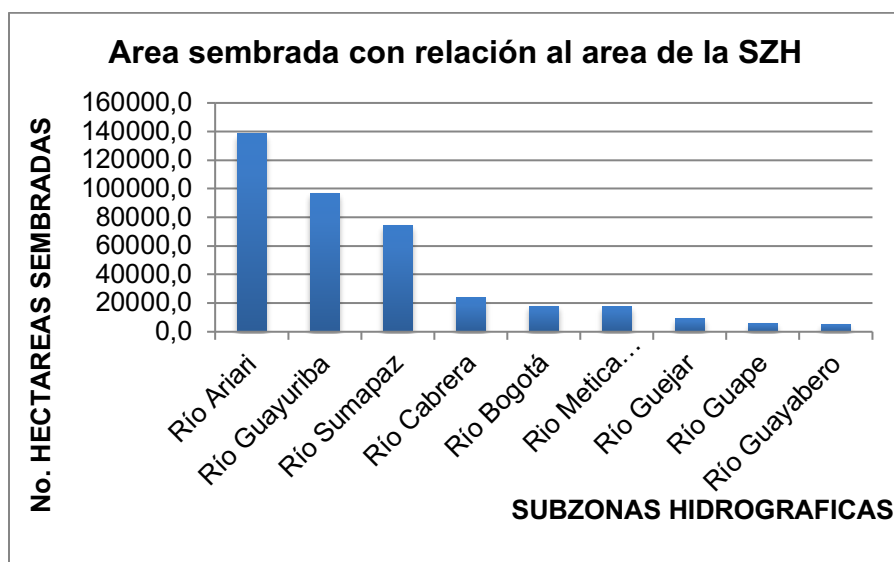


Figura No. 77. Áreas cultivadas por SZH's en el entorno regional. **Fuente:** Presente Estudio

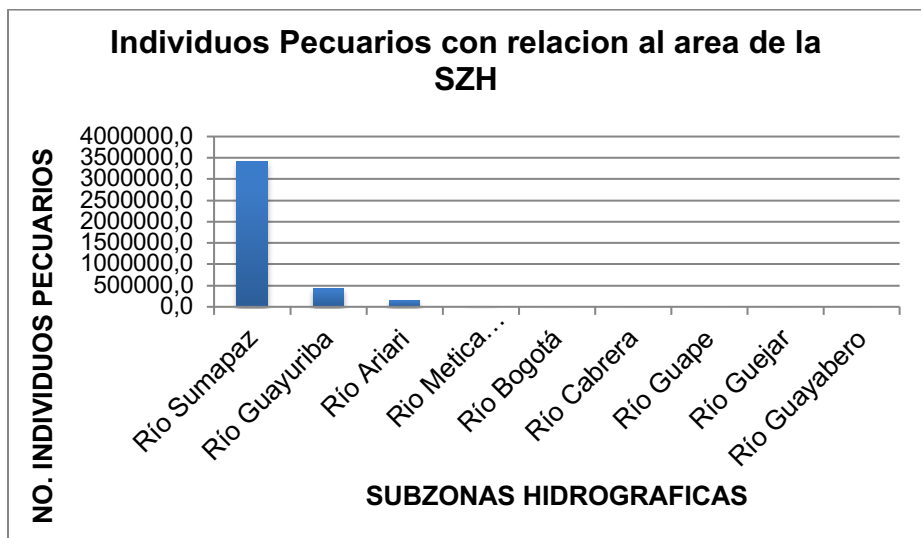


Figura No. 78. Numero de individuos (pecuario) por SZH. **Fuente:** Presente Estudio

Así mismo, otro factor de presión sobre el recurso hídrico en relación con la oferta es la situación actual de la región. De acuerdo con el Plan de Manejo del Parque Natural Nacional Sumapaz (2005), todos los municipios de una u otra manera presentan problemas con el uso indebido de sus recursos naturales, ya que se presentan actividades de deforestación intensiva y tala indiscriminada, que han conllevado a la degradación y detrimento de las propiedades naturales del suelo, que unida a la quema para la producción agropecuaria han causado sobre el suelo

la pérdida de retención de agua, alteración de sus propiedades físicas, químicas, biológicas y pérdida de la cobertura vegetal, favoreciendo los procesos de erosión.

Sumado a esto, la contaminación de las fuentes hídricas en la zona rural como consecuencia del vertimiento de aguas residuales y ausencia de sistemas de tratamiento; la cría de cerdos, pollos y el mal manejo de excretas; el uso inadecuado de insecticidas y pesticidas; la mala disposición final de residuos sólidos, la deforestación en las zonas altas donde se encuentran ubicados los nacederos que surten los acueductos rurales y urbanos han ocasionado el agotamiento de los recursos hídricos.

Una vez analizadas estas consideraciones generales por SZH's se procedió a analizar cada municipio del entorno con relación al IUA. Para este caso se utilizaron las concesiones de agua legales en litros por segundo (L/S), entregados por las Corporaciones Autónomas Regionales CAR's. Es importante indicar que algunas concesiones no están completas por lo cual se requirió, en esos casos, tomar la información del ENA (2010) para complementarla.

Índice de Uso del Agua (IUA)

El índice de uso del agua (IUA) fue construido a partir de la relación entre la oferta y la demanda de cada uno de los municipios que hacen parte del entorno regional y que a su vez hacen parte de cada una de las subzonas hidrográficas que acoge el complejo Sumapaz – Cruz Verde.

Los resultados del IUA en el complejo Sumapaz – Cruz verde indicaron que de acuerdo a la distribución de la población actual y a las actividades económicas que se desarrollan en los municipios que hacen parte del entorno regional, se presentan variaciones de municipio a municipio en la categoría de presión sobre el recurso hídrico.

Para el caso de la subzona hidrográfica del río Cabrera la presión sobre la demanda del recurso hídrico es muy baja para el municipio de Colombia, en tanto que para el municipio de Cabrera obtuvo un índice Moderado. Esto puede generarse dado que el municipio a pesar de estar catalogado como un generador y regulador de del recurso hídrico y ambiental para la región, no cuenta con adecuados sistemas de conducción que permitan un buen manejo y los asentamientos humanos que se encuentran en las riveras de los afluentes hídricos producen gran cantidad de contaminantes que llegan a los cuerpos de agua (Plan de Manejo PNN Sumapaz, 2005).

Para la SZH del Río Sumapaz, se obtuvieron diferentes categorías de IUA hallándose un 45 % de los municipios con una presión baja y un 36 % con categoría alta correspondiente a los municipios de Bogotá D.C., Pasca, Soacha y Venecia en tanto

que el 9% de los municipios tuvieron un muy alto porcentaje de presión (< 50%) (Figura No. 69).

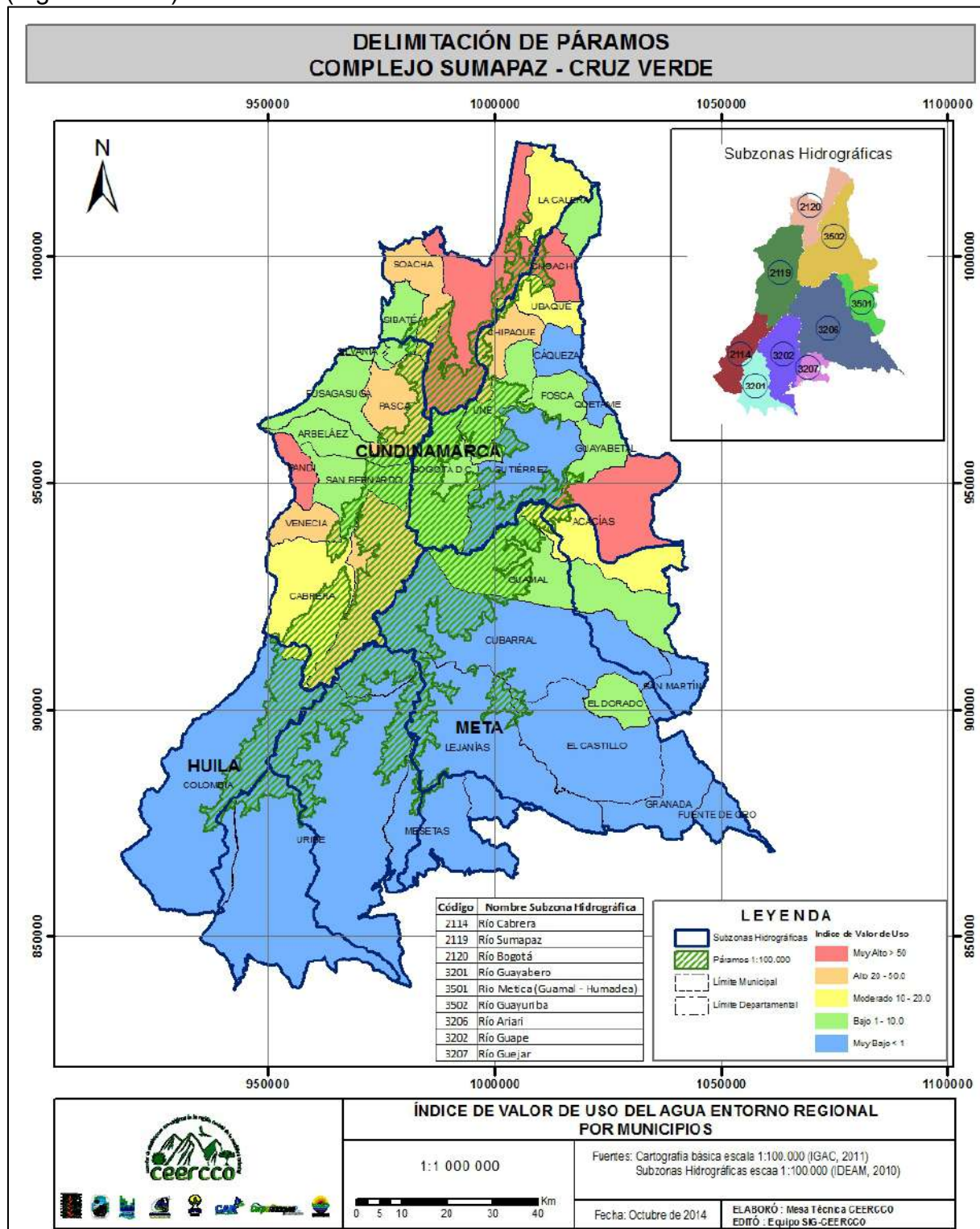


Figura No. 69. Resultados del IUA en los municipios del entorno regional complejo Cruz Verde – Sumapaz. **Fuente:** Presente Estudio

De acuerdo con el EOT del municipio de Pasca (2000), se presentan afectaciones al recurso por contaminación con materia orgánica y agroquímicos, además, no se identificaron zonas de ronda a los largo de las quebradas Aguas Claras y la Unchía lo que genera conflictos de uso de los suelos y prolongadas sequias.

Para la SZH del río Bogotá la mayor presión correspondió a Bogotá D.C. y Soacha, en tanto que Sibate presentó una presión baja como se puede observar en el Mapa de Resultados Indicativos del IUA (Figura No. 69). Para el caso del Distrito Capital este resultado es ocasionado posiblemente por la alta población asentada en la cuenca del río Bogotá, la cual asciende a 7'800,000 habitantes y corresponde al 19% de la población del país, en donde la mayor concentración se ubica en la ciudad de Bogotá, D.C.

Esta situación se traduce en una sobrepresión sobre los bienes y servicios disponibles en el territorio. En general, la cuenca presenta un paulatino deterioro ambiental debido a la explotación de las zonas que aun conservan su vegetación natural, en especial bosque montano alto y páramos por expansión de la frontera agrícola; lo cual se manifiesta, en un incremento de las amenazas, contaminación, incendios y pérdida de biodiversidad que se refleja en la disminución de la oferta hídrica (CAR. POMCA Río Bogotá, 2006. En: Corporación Autónoma Regional – CAR, 2009).

Otra posible explicación es debida a que según Ojeda y Arias (2000), existen serios problemas en la administración del agua potable captada y no contabilizada, pues se registran considerables niveles de pérdidas de agua potable en Bogotá con 36%. Además, ésta ciudad es relevante centro administrativo, industrial, financiero y comercial que cuenta con una población de 1.209.924 habitantes en las localidades de Rafael Uribe, Usme y San Cristóbal, las cuales se abastecen del complejo de Cruz Verde - Sumapaz.

El índice obtenido para el Río Guayuriba señaló que la mayor presión sobre el recurso hídrico se origina en Acacias y Choachí, seguido por una presión alta en Chipaque, correspondiendo al 9%, mientras que en el 27% de los municipios una presión muy baja, incluyendo a Cáqueza, Gutiérrez y Quetame

En el caso del municipio de Choachí, la alta presión puede ser debida a que de acuerdo al EOT del municipio (2001), la presión humana sobre la tierra con el fin de ampliar la frontera agrícola y ganadera a dando origen a la remoción de la capa vegetal natural, generando una disminución en la retención de agua y a la contaminación de corrientes superficiales por agroquímicos, aguas negras y desechos de actividades productivas.

Además en los municipios de Choachí, Chipaque, el denominador común de esta es que hay un intercambio permanente de productos agrícolas con Bogotá, comparten vecindad con los PNN Chingaza y Sumapaz; es una zona donde sobresale el minifundio como sistema de ocupación predial y producción socioeconómica; refleja un uso intensivo de los suelos y su correspondiente desgaste, donde continúa la ampliación de la frontera agrícola a costa de las coberturas vegetales originales, especialmente hacia las áreas de páramo (Sguerra *et al.*, 2011).

En el municipio de Acacías la alta demanda de agua está enfocada en las actividades económicas y productivas de la región entre las que se destacan la producción de palma africana, arroz, frutales, café, maíz, plátano, yuca, y en menor proporción cítricos, sorgo y soya, lo cuales tienen mayor expansión de mercado en Bogotá. Además, la minería y la explotación petrolera también han adquirido gran importancia (Plan de Manejo PNN Sumapaz, 2005).

Contrario a lo observado en las otras subzonas, en el Río Ariari los municipios de Cubarral, El Castillo, San Martín, El Dorado, Fuente De Oro, Granada, Guamal y Lejanías, mostraron una muy baja y baja presión, y solo en Acacías se observó una presión moderada.

La SZH de Río Guayabero acoge parte de los municipios La Uribe y Colombia, los cuales registraron índices muy bajos para ambos casos. El mismo comportamiento se observó en los municipios de Mesetas y Lejanías pertenecientes a la subzona del Río Guejar y en el Río Guape con los municipios de Cubarral, Mesetas y La Uribe, por lo que en conclusión, en estos municipios que hacen parte de diferentes subzonas hidrográficas el impacto de la demanda sobre la oferta no es fuerte.

Para la subzona del río Metica, se registró para los municipios de Cubarral, San Martín y Guamal una muy baja y baja presión en Guamal y solo fue moderada (rango entre 10 – 20%) en el municipio de Acacías.

De acuerdo a lo anterior, es evidente que los municipios que presentan una muy alta demanda en comparación con la oferta son Bogotá D.C., Choachí, Pandi, Acacías, seguidos por regiones que generan una alta presión como Pasca, Soacha, Venecia, en comparación con los que ejercen menor presión entre los que se encuentran Colombia, Cubarral, San Martín, Cárquez, Gutiérrez, Qutame, entre otros.

Con relación a los municipios que registraron los IUA más bajos, su comportamiento puede ser atribuido a que aunque no presentan área de páramo dentro de su área municipal como en los casos de Quetame, Fuente de Oro y Granada y en otros casos dicha área es pequeña, la cual potencialmente puede abastecer de recurso hídrico a los municipios, la cantidad de agua demandada y usada por la comunidad para las labores agrícolas, domésticas, industriales, etc, es sostenible en proporción con el volumen del recurso hídrico ofertado por la subcuenca, a pesar de que las actividades socioeconómicas de la regiones requieren altos volúmenes de agua.

Otros servicios ecosistémicos del recurso hídrico de complejo

Cabe destacar que otro de los servicios ecosistémicos que se generan según Lora (2009), en el complejo de Cruz Verde – Sumapaz y exactamente en la subzona del río Bogotá, es la existencia de un proyecto hidroeléctrico denominado el embalse de Muña, el cual está ubicado en el municipio de Sibaté Cundinamarca (Gonzalez, 2011), a una altura de 2,880 msnm y alberga un caudal de 42.4 Mm³ con un caudal de 0.34 m³/s y tiene una capacidad instalada de energía de 1175.5 MW.

La relación costo/beneficio debería guiar la inversión para la gestión en las cuencas aportantes; y por ende a los páramos de donde nacen; y a todos los acueductos del país. Sin embargo, en términos generales esto no sucede y las inversiones se concentran donde existen mayores densidades poblacionales. Un ejemplo es la cuenca del Río Tunjuelo que suministra agua a Bogotá dado el incremento de la demanda de agua potable por el crecimiento poblacional en la ciudad.

Paradójicamente, en dicha cuenca, la presencia y expansión del monocultivo de papa, que destruye la vegetación nativa reguladora del caudal y causa graves procesos de erosión y sedimentación, genera beneficios individuales para algunos empresarios y pequeños cultivadores en contra de la dinámica hídrica afectando los ecosistemas de páramo y por ende los servicios ecosistémicos asociados a la provisión de agua.

Estos beneficios individuales parecen favorecerse sobre los derechos colectivos ocasionando la destrucción del ecosistema de páramo y la desaparición de los servicios ambientales (Ruiz, 2007). Es importante por ello fomentar políticas alrededor de pagos por servicios ecosistémicos o ambientales, para los habitantes que protejan estas fuentes hídricas.

En terminos generales, se requiere que estos municipios que presentan areas de paramo realicen una adecuada gestion del recurso hidrico, para mantener la oferta disponible para actividades agricolas, pecuarias y subsistencia humana, las cuales dependen en gran medida de la oferta hidrica de los paramos; asi mismo, se requiere implementar acciones con la comunidades en el área de influencia de los páramos para favorecer la conservacion de éstas y permitir el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales del páramo, incluyendo el recurso hídrico, el suelo, el paisaje y la biodiversidad.

2.7. INFRAESTRUCTURAS

En el Complejo de Páramos Cruz Verde – Sumapaz se han construido obras de infraestructura como vías y embalses de soporte al sistema de acueducto de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB, dichas obras han contribuido al desarrollo de esta región, esto sin dejar a un lado el impacto que generan debido a la intervención que propician en los ecosistemas de alta montaña, especialmente de páramo.

Dentro de las obras de infraestructura a resaltar está el embalse de Chisacá, el cual surte de agua al 10% de la población de Bogotá (Patiño, 2014), y cuenta con capacidad de almacenar 7.4 millones de metros cúbicos de agua, con un volumen almacenado promedio de 4.8 millones de metros cúbicos, que corresponde al 64.34% de su capacidad total (EAAB, recurso electrónico).

Otra obra importante en esta zona, la constituye el embalse La Regadera que tiene una capacidad total de 3.8 millones de metros cúbicos, llegando a almacenar en promedio 2.6 millones de metros cúbicos, equivalente al 69.6% de su capacidad total (EAAB, recurso electrónico).

Estos dos embalses se ubican en la Cuenca Alta del Río Tunjuelo y pertenecen a los componentes del sistema sur de abastecimiento del Acueducto de Bogotá, que a través de La Planta El Dorado, permiten el suministro de agua potable para la localidad de Usme (EAAB, recurso electrónico).

En lo relacionado con construcción de carreteras, y según la información disponible, se puede inferir que la vía a Usme – San Juan es la de mayor influencia tiene sobre el ecosistema páramo en dicha región, no solo porque atraviesa el páramo en su recorrido incidiendo directamente sobre los páramos humedales y bosques, sino que también porque ha facilitado posteriores intervenciones humanas en el área (Unidad de Parques Nacionales Naturales, 2005).

Otro aspecto negativo de la implementación de dicha carretera y su influencia en el desarrollo de la región, es la introducción de especies de flora que van desde especies de cultivo de clima frío (cebolla, papa, tomate, arveja, etc.) hasta ornamentales, y fauna como caprinos, ovinos, bovinos, alevinos, asnales, porcinos y aves de corral, vale la pena mencionar que no se puede dejar de mencionar las consecuencias epidemiológicas que esto conlleva (Unidad de Parques Nacionales Naturales, 2005).

2.8. ANÁLISIS DE REDES SOCIALES E INSTITUCIONALES

Como parte integral de la caracterización sociocultural y económica del complejo de Páramo denominado Nacimiento del Cruz Verde – Sumapaz, es necesario determinar como y de que forma, diversas entidades de carácter nacional e incluso internacional han influenciado el desarrollo y manejo de esta área.

En primera instancia, se tiene el Sistema de Parques Nacionales Naturales, el cual ha establecido el Modelo Integrado de Planeación y Gestión, donde se articula el quehacer de Parques Nacionales Naturales, mediante la incorporación de lineamientos en cinco políticas de desarrollo administrativo, denominadas: Gestión Misional y de Gobierno, Transparencia, Participación y Servicio al Ciudadano, Gestión del Talento Humano, Eficiencia Administrativa y Gestión Financiera, los cuales son periódicamente monitoreados y evaluados con respecto a los avances en la gestión institucional.

La Gestión Financiera, integra la planeación, programación, ejecución y control de los recursos financieros con los que cuenta la entidad para cada vigencia fiscal, y son ejecutados de acuerdo a lo aprobado en los planes operativos. La asignación presupuestal para cada una de las dependencias reflejadas en los Planes Operativos Anuales POAS; se efectúa en concordancia con el Plan de Acción Institucional y el plan de desarrollo vigente.

2.8.1. Caracterización actores sociales

En el entorno regional del complejo están presentes varias organizaciones que participan del proceso de desarrollo local y departamental de la región, entre las cuales se destacan principalmente las juntas de acción comunal ya que se encuentran constituidas en cada una de los municipios del Páramo, organizaciones gremiales, asociaciones de productores, municipios, organizaciones no gubernamentales, las juntas de padres de familia, Corporaciones Autónomas Regionales, acueductos, entre otros.

A través de estas formas de organización, la comunidad y las instituciones desarrollan actividades de capacitación, coordinación y sensibilización frente a distintos temas sociales y ambientales; entre ellos, la protección y promoción del medio ambiente.

Para la clasificación de actores presentes en el Complejo de Páramo Cruz Verde – Sumapaz, se incluyeron organizaciones sociales que intervienen en los ámbitos de planificación del páramo en los departamentos de Cundinamarca, Meta y Huila. La gestión de un Corredor de conservación corresponde a un proceso que, en primer lugar, debe reconocer la diversidad de actores que confluyen en el territorio, y en segundo, propiciar condiciones efectivas de participación en las diferentes etapas (diseño, planeación, ejecución y monitoreo).

En el marco de lo anterior, en el área de estudio se identificaron los siguientes grupos de actores:

Entidades Territoriales

Se entiende como personas jurídicas, de derecho público, que componen la división político-administrativa del Estado, gozando de autonomía en la gestión de sus intereses. Son entidades territoriales: los departamentos, municipios, distritos, los territorios indígenas y, eventualmente, las regiones y provincias.

Departamentos:

La Constitución Política de 1991 establece a Colombia como una República Unitaria que se divide administrativa y políticamente en departamentos, que forman regiones geográficas, culturales y económicas. Los departamentos tienen autonomía para la administración de los asuntos seccionales y la planificación y promoción del desarrollo económico y social dentro de su territorio. En cuanto a la gestión ambiental, corresponde a los departamentos por mandato de la Ley 99 de 1993, entre otras las siguientes funciones:

- Promover y ejecutar programas y políticas nacionales, regionales y sectoriales en relación con el medio ambiente y los recursos naturales.
- Expedir, con sujeción a las normas superiores, las disposiciones departamentales especiales con relación al medio ambiente.
- Dar apoyo presupuestal, técnico, financiero y administrativo a las Corporaciones Autónomas Regionales, a los municipios y a las demás entidades territoriales que se creen en el ámbito departamental, en la ejecución de programas y proyectos y en las tareas necesarias para la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables.
- Promover, cofinanciar o ejecutar, en coordinación con los entes territoriales y las Corporaciones Autónomas Regionales, programas y proyectos de irrigación, drenaje, recuperación de tierras, defensa contra inundaciones y regulación de cauces o corrientes de agua, para el adecuado manejo y aprovechamiento de las cuencas hidrográficas.
- Coordinar y dirigir, con la asesoría de las Corporaciones Autónomas Regionales, las actividades de control y vigilancia ambientales intermunicipales, que se realicen dentro del territorio del Departamento con el apoyo de la fuerza pública, en relación con la movilización, procesamiento, uso, aprovechamiento y comercialización de los recursos naturales renovables.

De acuerdo a esta normatividad se involucran dentro de este tipo de actores a los departamentos de Cundinamarca, Meta y Huila, como organizaciones y territorios del estado con áreas de influencia tanto regional como local en el Complejo de Páramos Cruz Verde – Sumapaz.

Gobernación de Cundinamarca

Con la aplicación de diversos programas incluidos dentro de su Plan de Desarrollo 2012-2016, sobre Educación Superior y Tecnológica en las Eco Regiones, específicamente a través del centro de agrodiversidad y biotecnología en Sumapaz.

Así mismo dentro del Programa de bienes y servicios ambientales, se incluye una estrategia para consolidar corredores ambientales mediante la ampliación de las áreas estratégicas como los páramos de Guerrero, Chingaza y Sumapaz, entre otros, para la conservación, protección y sostenibilidad de ecosistemas y provisión del recurso hídrico.

Distrito Capital de Bogotá:

Según el artículo 322 de la Constitución Política de Colombia, Bogotá es la capital de la República y del departamento de Cundinamarca, y se encuentra organizada como Distrito Capital, gozando de un régimen especial.

A las autoridades distritales les corresponde garantizar el desarrollo armónico e integrado de la ciudad y la eficiente prestación de los servicios a su cargo. En términos generales, el Régimen especial distrital establece que corresponden al Distrito Capital, entre otras, las siguientes funciones:

- Adoptar el plan de ordenamiento físico del territorio, el cual incluirá además de otras materias, la reglamentación de los usos del suelo y el desarrollo físico de las áreas urbanas y rurales.
- Dictar las normas necesarias para garantizar la preservación y defensa del patrimonio ecológico, los recursos naturales y el medio ambiente.

Municipios:

La Constitución Política en su artículo 311, establece que el municipio es la entidad fundamental de la división política administrativa del Estado, a quien le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley, construir obras que demanden el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación ciudadana y el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y que se rige por las normas del derecho público.

En desarrollo de esta disposición constitucional, la Ley 388 de 1997 define el ordenamiento territorial municipal y distrital como el conjunto de acciones político administrativas y de planificación física concertadas, para promover el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y la prevención de desastres.

El entorno regional del complejo Cruz Verde – Sumapaz, incluye total o parcialmente los territorios de los municipios de Bogotá, Arbeláez, Cabrera, Cáqueza, Chipaque, Choachí, Fosca, Fusagasugá, Guayabetal, Gutiérrez, La Calera, Venecia, Pandi, Pasca, Quetame, San Bernardo, Sibaté, Silvania, Soacha, Ubaque, Une, Colombia, Acacías, Cubarral, El Castillo, El Dorado, Fuente de Oro, Granada, Guamal, Mesetas, Uribe, Lejanías y San Martín.

Dentro del municipio, corresponde a los concejos municipales reglamentar los usos del suelo y dictar las normas necesarias para preservar y defender el patrimonio ecológico.

De otra parte, corresponde al Alcalde, según la Ley 136 de 1994, dirigir la acción administrativa del municipio y velar por el desarrollo sostenible en concurrencia con las entidades que la ley determine. La Ley 99 de 1993, asigna las mismas funciones ambientales a los Distritos y Municipios, de las cuales se resalta:

- Promover y ejecutar programas y políticas nacionales, regionales y sectoriales en relación con el medio ambiente y los recursos naturales renovables; elaborar los planes, programas y proyectos ambientales municipales articulados a los del orden departamental y nacional
- Dictar con sujeción a las disposiciones legales Reglamentarias superiores, las normas necesarias para el control, la preservación y defensa del patrimonio ecológico del municipio
- Adoptar los planes, programas y proyectos de desarrollo ambiental y de los recursos naturales renovables, que hayan sido discutidos y Aprobados a nivel regional, conforme a las normas de planificación ambiental
- Participar en la elaboración de los planes, programas y proyectos de desarrollo ambiental y de los recursos naturales renovables a nivel departamental.
- Colaborar con las Corporaciones Autónomas Regionales, en la elaboración de los planes regionales y en la ejecución de programas y proyectos necesarios para la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables.
- Dictar, dentro de los límites establecidos por la ley, los reglamentos y las disposiciones superiores, las normas de ordenamiento territorial del municipio y las regulaciones de uso del suelo.
- Promover, cofinanciar o ejecutar, en coordinación con las Corporaciones Autónomas Regionales, obras y proyectos de irrigación, drenaje, recuperación de tierras, defensa contra inundaciones y regulación de cauces o corrientes de agua, para el adecuado manejo y aprovechamiento de cuencas y microcuencas hidrográficas.

Juntas de Acción Comunal

Las Juntas de Acción Comunal han sido el principal punto de gestión, coordinación y concertación con las comunidades vecinas al parque, aunque muchas de ellas tienen muy baja capacidad de convocatoria.

De otra parte, la conformación de la Unidad de Planeamiento Rural Río Blanco, trabajo realizado en conjunto con la Alcaldía Local de Sumapaz, la JAL Sumapaz, algunos representantes de la comunidad de Río Blanco y la Dirección de Ambiente y ruralidad de la Secretaría Distrital de Planeación, es uno de los proyectos que desarrollan.

Otros Actores Gubernamentales

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP)

Teniendo en cuenta que el complejo de páramo Cruz Verde – Sumapaz se encuentra dentro del área de las cuencas de los ríos Bogotá, Sumapaz, Duda, Guayabero, Ariari y Negro y que muchos de estos sistemas hídricos tienen relación directa del el sistema de abastecimiento de la ciudad capital, la EAAB-ESP, constituye uno de los actores con mayor presencia en términos de inversión para el área de páramo, con proyectos como los que se señalan a continuación:

Estudios catastrales y jurídicos para el saneamiento predial de la conducción Simaya y otros predios de interés conexos a los sistemas de abastecimiento de la ciudad: para los páramos de Sumapaz y de Chingaza. Entre Marzo de 2008 y Octubre de 2009.

Proceso de gestión para el ordenamiento ambiental participativo de dos microcuencas abastecedoras de acueductos veredales en la Localidad de Sumapaz: a través de la asistencia técnica agropecuaria por medio del Convenio Corporación Suna Hisca – EAAB – ESP

Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado: en este documento, se establecen las medidas de manejo y conservación asociadas a las fuentes de abastecimiento del sistema de acueducto, así como las acciones de control y monitoreo de las fuentes receptoras de las aguas residuales.

Acciones en el denominado Corredor de Conservación, Cerros Orientales y Páramos: La idea de Corredor de Conservación entre el área comprendida entre los Cerros Orientales y Páramos de Chingaza, Sumapaz, Guerrero y Guacheneque, surge como una estrategia de conectividad natural regional para la protección de áreas de importancia hídrica para la región, realizando un uso sostenible del área, armonizando los sistemas de producción, con la conservación de ecosistemas estratégicos para la regulación y suministro de agua. El Corredor de Conservación articula la protección de la biodiversidad con los servicios ecosistémicos, incluyendo procesos de adaptación y

mitigación al cambio climático global, la protección del recurso hídrico, la prevención de desastres y el desarrollo local, contribuyendo así a garantizar la sostenibilidad del desarrollo social y económico de la región.

De esta manera, se ha avanzado en la construcción de un marco de planificación ambiental regional, que facilita la articulación de la institucionalidad ambiental y territorial beneficiando a la población localizada en la región central del país, articulando acciones complementarias encaminadas a garantizar la sostenibilidad ambiental, tales como el plan Regional Integrado de cambio Climático de Región Capital (PRICC) y la Evaluación Regional del Agua, liderada por el IDEAM.

Este proyecto incorpora los proyectos de inversión de la Empresa relacionados con la consolidación de estrategias regionales para la sostenibilidad de bienes y servicios ambientales y la gobernanza del agua, para la protección y conservación de fuentes de agua en cerros y páramos de Bogotá y la Región.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Actualmente promueve el proyecto “Adaptación a los efectos climáticos en la regulación y el suministro de agua en la zona de Chingaza–Sumapaz–Guerrero”, tiene el objetivo de fortalecer la capacidad de amortiguación y regulación hidrológica de la cuenca hidrográfica superior de Chingaza–Sumapaz–Guerrero, que abastece de agua potable al área metropolitana de Bogotá y sus municipios rurales aledaños.

CAR Cundinamarca

Entre los diferentes proyectos desarrollados en el área de páramo Cruz Verde – Sumapaz, se destaca la formulación conjunta con las Corporaciones Autónomas Regionales, con jurisdicción en el área, del denominado Corredor de Conservación Cerros Orientales, Páramos de Sumapaz, Chingaza, Guerrero y Guacheneque; cuyos objetivos principales son:

1. Contribución al ordenamiento territorial.
2. Aumento de la conectividad del paisaje.
3. Conservación de la biodiversidad.
4. Mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades rurales.
5. Mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático.

Jardín Botánico de Bogotá

El Jardín Botánico de Bogotá ha tenido incidencias sobre el complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz, mediante la ejecución del proyecto 864 de 2012 “Investigación y conservación de la flora y ecosistemas de la Región Capital como estrategia de adaptación al cambio climático”.

Actores Locales No Gubernamentales

ONG's Locales

Dentro del listado de ONG's de orden local presentes en el páramo de Sumapaz, se encuentra la Fundación Sumapaz, enfocada en el aseguramiento de los derechos humanos de las comunidades asentadas en la localidad.

El Colectivo Tierra Libre, también es reconocido como uno de los promotores de la campaña "Agua Sí, Petróleo No", mediante el cual se busca concienciar a los pobladores de la región sobre la importancia ecosistémica del páramo.

Finalmente, otras organizaciones como el Colectivo Juvenil Letra y Voz del municipio de San Bernardo, Cundinamarca, tiene el objetivo de fomentar y hacer parte de espacios socio-culturales impulsados desde el empoderamiento de los jóvenes en el desarrollo de su integridad y autonomía. Dentro de las finalidades del colectivo se encuentra la defensa de los derechos humanos, los recursos naturales, el territorio y el ambiente en el municipio y la Provincia del Sumapaz.

Comunidades locales.

Las comunidades asentadas en el área del complejo de páramo Cruz Verde-Sumapaz, empezaron a organizarse y a documentarse sobre la situación de los recursos naturales en la misma, generando mecanismos de resistencia, materializados en la creación de la Escuela de Líderes por el Agua y posteriormente, la Mesa por la Defensa del Agua y el Territorio.

Así mismo, participaron activamente en la creación de la Unidad de Planeamiento Rural Río Blanco, trabajo realizado en conjunto con la Alcaldía Local de Sumapaz, la JAL Sumapaz, representantes de la comunidad de Río Blanco y la Dirección de Ambiente y ruralidad de la Secretaría Distrital de Planeación.

Empresa Privada

EMGESA S.A. E.S.P.

Desde el año 2008 la multinacional EMGESA desarrolla el Proyecto el PASO (Proyecto Integrado de minicentrales en la cuenca del Río Sumapaz), un proyecto de cambio y desarrollo para la región con la construcción de una central hidroeléctrica en la desembocadura de los ríos Pilar y San Juan, tributarios del río Sumapaz, ubicados entre la parte alta del municipio de Cabrera, y en la vereda La Unión, Localidad 20 de Bogotá.

A partir de un replanteamiento en los estudios técnicos del proyecto, hecho en el año 2008, se dispuso que fueran tres puntos de captación de energía sin embalse, y que sólo

se construyeran las catorce mini-centrales hidroeléctricas a filo de agua, sin la necesidad de inundar ni un metro de tierra. Posteriormente, el proyecto se vuelve a replantear proponiendo algo menos “impactante” para la comunidad y el ecosistema. Actualmente se esta tramitando la respectiva licencia Ambiental ante la ANLA.

Universidades

Existen relaciones de colaboración con algunas universidades de Bogotá, como: la Universidad Nacional, La Universidad Santo Tomás, la Universidad de Los Andes, la Universidad Distrital y la Universidad Javeriana, que permiten a los estudiantes e investigadores realizar semestres de práctica y proyectos de investigación en el área del Parque.

Al respecto se destaca la Universidad Nacional de Colombia, con la formulación del proyecto “Agroparque Los Soches como Estrategia de Consolidación del Borde Sur de Bogotá”. En el contexto de dicho proyecto, surge el Pacto de Borde como una alternativa para limitar el crecimiento de la ciudad, como una zona de transición urbano-rural que debe responder a las expectativas tanto de la población rural como de la administración distrital.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

ALBÁN, MONTSERRAT. 2007. La información disponible sobre los servicios de ecosistemas de montaña en los Andes del Norte y Centro. Papallacta, Ecuador. 39 p.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. 2000. Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, D.C. 2000-2010.

ALCALDÍA Mayor de Bogotá. 2012. Plan Ambiental Local Alcaldía Local de Sumapáz y Comisión Ambiental de Sumapáz 2013-2016.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. 2013. Propuesta de Modificación Excepcional de Normas Urbanísticas del Plan de Ordenamiento Territorial.

CABRERA LAURA, HERNÁNDEZ SEBASTIÁN. 2010. Estudio de Páramos en Colombia. Unidad de Asistencia Técnica Legislativa. Congreso de la República de Colombia. Bogotá, D.C.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA – CAR. Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental Río Bogotá. Evaluación Ambiental Y Plan De Gestión Ambiental. Vol. I. Estrategia Regional. 2009. 157 p.

DOMÍNGUEZ, Efraín; RIVERA, Hebert; SARMIENTO, Raquel y MORENO, Pedro. Relaciones demanda-oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico colombiano. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 32(123): 195-212, 2008. ISSN 0370-3908.

EOT ACACIAS, dimensión físico-biótica.

EOT GUTIERREZ, dimensión físico-biótica.

EOT QUETAME, dimensión físico-biótica.

ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL - EOT. Alcaldía Municipal Choachí, Cundinamarca. 2001.

ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL - EOT. Alcaldía Municipal Pandi. Cundinamarca. 2000. 39 p.

ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 2010.

GONZÁLEZ, C. y AUGUSTO H. 2011. Modelo de desarrollo y empresas transnacionales, análisis de caso en la cuenca del río Bogotá; la comunidad en torno al embalse de Muña (Doctoral disertación, Universidad Nacional de Colombia).

GUTIERREZ REY HILDA J., Clasificaciones Climáticas, HIMAT, Bogota Colombia, 1991. Evapotranspiración del cultivo – Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO Roma 2006.

IDEAM, 2010. Zonificación Y Codificación De Unidades Hidrográficas E Hidrogeológicas De Colombia.

IDEAM, 2012. Proceso Metodológico Y Aplicación Para La Definición De La Estructura Ecológica Nacional: Énfasis En Servicios Ecosistémicos - Escala 1:500.000.

IDEAM. Unidades Geomorfológicas del Territorio Colombiano.

IGAC, Estudio General De Suelos y Zonificación de Tierras. Departamento del Meta tomo 2.

INGEOMINAS, 1975, Mapa Geológico De Colombia, Cuadrángulo K-12 Guateque Planchas 210 Guateque - 229 Gachalá. Pag 16-57.

INGEOMINAS. 2004; estándares de presentación cartográfica.

INGEOMINAS, 2004; Propuesta metodológica para el desarrollo de la cartografía geomorfológica para la zonificación Geomecánica, vol. 1.

INGEOMINAS, 2005, Geología de la sabana de Bogotá. Estudio de la Sabana de Bogotá para el Ministerio de Ambiente y el IDEAM, 2010.

LOBO GUERRERO, A. 1992. Geología e Hidrogeología de Santa Fe de Bogotá y su Sabana.

LORA, C. 2009. El agua como eje del desarrollo regional. Estudio de caso: región abastecida por el Páramo de Chingaza. Universidad de los Andes. Centro Interdisciplinario de Estudios Regionales – CIDER. Maestría en planificación y administración del desarrollo regional. Bogotá, D.C. 95 p.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE MADS, 2012. Términos De Referencia Para La Elaboración De Estudios Técnicos, Económicos, Sociales Y Ambientales Para La Identificación Y Delimitación De Complejos De Páramo A Escala 1:25.000.

MORALES M., OTERO J., VAN DER HAMMEN T., TORRES A., CADENA C., PEDRAZA C., RODRÍGUEZ N., FRANCO C., BETANCOURTH J.C., OLAYA E., POSADA E. Y CÁRDENAS L. 2007. Atlas de páramos de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C.

OJEDA, L., y ARIAS, R. (2000). Informe Nacional sobre la gestión de agua en Colombia (Recursos hídricos, agua potable y saneamiento). Ministerio de Medio Ambiente, Santafé de Bogotá.

OSPINA, M. 2003. El Páramo de Sumapáz un ecosistema estratégico para Bogotá. Sociedad Geográfica de Colombia. Academia de Ciencias Geográficas. Recurso electrónico. Bogotá, D.C.

PLAN DE MANEJO PARQUE NACIONAL NATURAL SUMAPAZ. Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2005. 215 p.

POMCA Río Blanco – Negro – Guayuriba.

REBOLLO, L.F. Clasificación Hidrogeológica De Las Formaciones Rocosas.

RECURSO ELECTRÓNICO, Cuenca Río Meta.

RIVERA DAVID, OSPINA CAMILO. 2011. Guía Divulgativa de Criterios para la Delimitación de Páramos de Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C.

RUIZ, J. (2007). Servicios ambientales, agua y economía. Revista de Ingeniería Universidad de los Andes, (26), 93-100.

UNIDAD DE PARQUES NACIONALES NATURALES. 2005. PNN Sumapáz. Plan Básico de Manejo 2005.

PATÍÑO, CARLOS A. 2014. Apuesta por recuperar los bosques originarios; en: <http://historico.unperiodico.unal.edu.co/ediciones/115/15.html>

SGUERRA, S., BEJARANO, P., RODRÍGUEZ, O., BLANCO, J., JARAMILLO, O., y SANCLEMENTE, G. (2011). Corredor de Conservación Chingaza–Sumapaz–Guerrero. Resultados del Diseño y Lineamientos de Acción. Conservación Internacional Colombia y Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP. Bogotá, Colombia.

TECNICATURA UNIVERSITARIA EN GEOINFORMATICA; Patrones de drenaje.

VARGAS MARTÍNEZ, N.O., 2006. Zonas hidrogeológicas homogéneas de Colombia.