



[PGAR

PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL
REGIONAL 2020-2031

ANEXO VII SUELO



Tabla de Contenido



1.	Suelos.....	4
1.1	Los suelos del departamento de Caldas.....	5
1.2	Degradación física y sellamiento	12
1.2.1	Sellamiento.....	12
1.2.2	Compactación.....	15
1.2.3	Erosión	18
1.3	Degradación química y contaminación	21
1.3.1	Desbalance de nutrientes	21
1.3.2	Cambios indeseables en el pH (Salinización y Acidificación)	22
1.3.3	Degradación por contaminantes	24
1.4	Disminución de biota y materia orgánica	27
1.5	Gobernabilidad, Gobernanza e instrumentos de gestión	28
1.5.1	Plan de acción de la Política para la Gestión Sostenible de los Suelos	28

Índice de Tablas

Tabla 1.	Algunas características relevantes de los suelos de Caldas.....	6
----------	---	---

Tabla 2. Conflictos en los usos del suelo para las cuencas Tapias y Otros Directos al Cauca, Río Arma, Río Guarió, Río Risaralda, Samaná Sur y Río La Miel.	8
Tabla 3. Coberturas de la tierra artificializadas del departamento de Caldas según clasificación CORINE Land Cover.	12
Tabla 4. Área de sellamiento actual y potencial y su proporción con respecto al área en cada clase agrológica.....	13
Tabla 5. Área y proporción según el total de pastos en conflicto por usos de los pastos en conflicto por sobreutilización para cada una de sus magnitudes.	17
Tabla 6. Principales coberturas y usos del suelo que se encuentran en erosión severa o moderada.....	20
Tabla 7. Componentes de relevancia regional de la Línea estratégica 1: Fortalecimiento institucional y armonización.....	29
Tabla 8. Componentes de relevancia regional de la Línea Estratégica 2: Educación, capacitación y sensibilización.....	31
Tabla 9. Componentes de relevancia regional de la Línea Estratégica 3 Fortalecimiento de instrumentos de planificación ambiental y sectorial	33
Tabla 10. Componentes de relevancia regional de la Línea Estratégica 4: monitoreo y seguimiento a la calidad del suelo.....	35
Tabla 11. Componentes de relevancia regional de la Línea Estratégica, investigación, innovación y transferencia de tecnología.....	38
Tabla 12. Componentes de relevancia regional de la Línea Estratégica 6, preservación, recuperación y uso sostenible.	39

Índice de Figuras

Figura 1. Unidades cartográficas de suelos para el departamento de Caldas.	6
Figura 2. Conflictos en los usos del suelo para algunas de las cuencas del departamento.	7

Figura 3. Suelos en Clases Agrológicas que permiten su uso en actividades agrícolas, silvícolas o pecuarias.	10
Figura 4. Mapa de Usos y Coberturas artificializadas de los suelos del departamento según metodología CORINE Land Cover modificada por IDEAM	11
Figura 5. Suelos urbanos y de expansión urbana por municipio según sus POT o EOT vigentes.....	13
Figura 6. Suelos urbanos y de expansión en los municipios con mayor área en Categorías agrológicas II y III.....	14
Figura 7. Coberturas de pasto con alguna categoría de conflictos por usos del suelo en las cuencas donde esta información se encuentra disponible.	16
Figura 8. Degradación de suelos por erosión en el departamento de Caldas para el periodo 2010-2011.....	18
Figura 9. Mapa de degradación de suelos por salinización para el periodo 2016-2017 en el departamento de Caldas	23
Figura 10. Ubicación de las actividades mineras con potencial de contaminación de suelos en el departamento de Caldas.	25

1. Suelos

Los suelos son el conjunto de materia orgánica y sólida no consolidada, gases, líquidos y organismos vivos más próximos a la superficie de la tierra, cuya formación se ha dado gracias a una larga historia de ocurrencias climáticas y bióticas sobre la superficie rocosa del planeta (Soil Science Society of America, 2018; Brady & Weil, 2008); la enorme variabilidad, en el tiempo y el espacio, de los acontecimientos que dan origen a los suelos

les confieren una naturaleza altamente dinámica, heterogénea y en permanente coevolución con la vida.

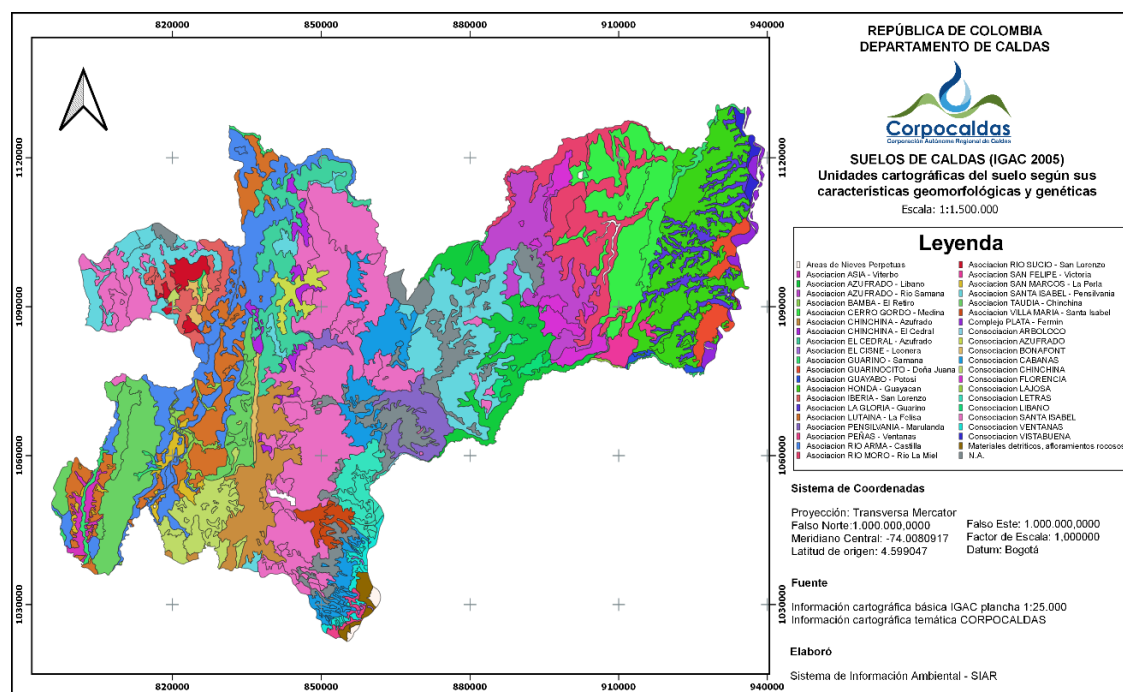
Los suelos son productores de biomasa (como comida, madera, fibras y otros materiales) y de materiales (como arcillas, arenas, gravas, entre otros); regulan filtran y retienen contaminantes de la atmósfera y del agua; sirven como sustento físico de nuestras actividades, toda vez que garantizan superficies planas, proveen el sustrato para nuestras actividades agrícolas y pecuarias, sostienen nuestra infraestructura y tienen un altísima preponderancia cultural y cosmogónica (Bum, 2005). Los suelos son particularmente importantes como sustento de las plantas (y de la vida en general), éstos sirven de soporte físico y nutricional para la mayoría de ellas, protegen el patrimonio genético de bacterias y vegetales, y sin ellos la mayoría de los ciclos biogeoquímicos se verían interrumpidos (Miegroet & Johnson, 2009). Como en muchos otros casos, la importancia de los suelos es fácilmente reductible a servir de despensa de nutrientes y agua para los cultivos, llevando esto a que se realice un manejo inadecuado de los mismos, cuando de hecho son las dinámicas de los suelos quienes se encargan de transformar el excremento de los animales y sus cadáveres, y mantienen la humedad de la tierra y la disponibilidad del agua dulce continental que tanto te asocia únicamente con la presencia de árboles.

1.1 Los suelos del departamento de Caldas

En parte por su complejidad, en parte por la gran cantidad de años que puede demorar (al menos a escala de tiempo humano), la diversidad en las características y naturaleza e los diferentes suelos es casi tan alta como la de sus propias coberturas. En Caldas, se han realizados algunas caracterizaciones de suelos: el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, en el 2003 realizó un estudio general de suelos para el departamento (IGAC, 2003), luego en el 2013 se realizó un estudio semidetallado de suelos para la región Centrosur del departamento (Manizales, Villamaría, Neira, Palestina y Chinchiná) (IGAC & Corpocaldas, 2013). Como parte de los POMCA que ya han surtido su fase de diagnóstico, se han caracterizado algunos aspectos relevantes para los suelos como sus

coberturas, su clasificación agrológica y la identificación por conflictos en los usos del suelo.

Figura 1. Unidades cartográficas de suelos para el departamento de Caldas.



Fuente: Estudio General de Suelos del Departamento de Caldas, 2a edición (IGAC, 2003) Los suelos del departamento, más o menos un 53%, tienen su origen o se han encontrado fuertemente influenciados por cenizas volcánicas, lo que indica que, típicamente, se trata de suelos livianos y porosos, con cierta tendencia a acumular materia orgánica más más rápido que otros suelos; seguido por suelos con origen en rocas metamórficas con un 18% (IGAC, 2003; IGAC & Corpocaldas, 2013).

Tabla 1. Algunas características relevantes de los suelos de Caldas.

Característica	Área (ha)	Proporción	Característica	Área	Proporción
Fertilidad moderada	238781.146	32.08%	Casi neutro	50307.4306	6.76%
Fertilidad baja	436114.006	58.59%	Muy fuerte y fuertemente ácidos	9608.03113	1.29%
Fertilidad muy baja	28559.1644	3.84%	Muy ácidos	124075.389	16.67%
Fertilidad alta	13998.1534	1.88%	Muy fuertemente ácidos	7481.41005	1.01%
Superficiales	321378.067	43.18%	Ácidos	51039.1408	6.86%

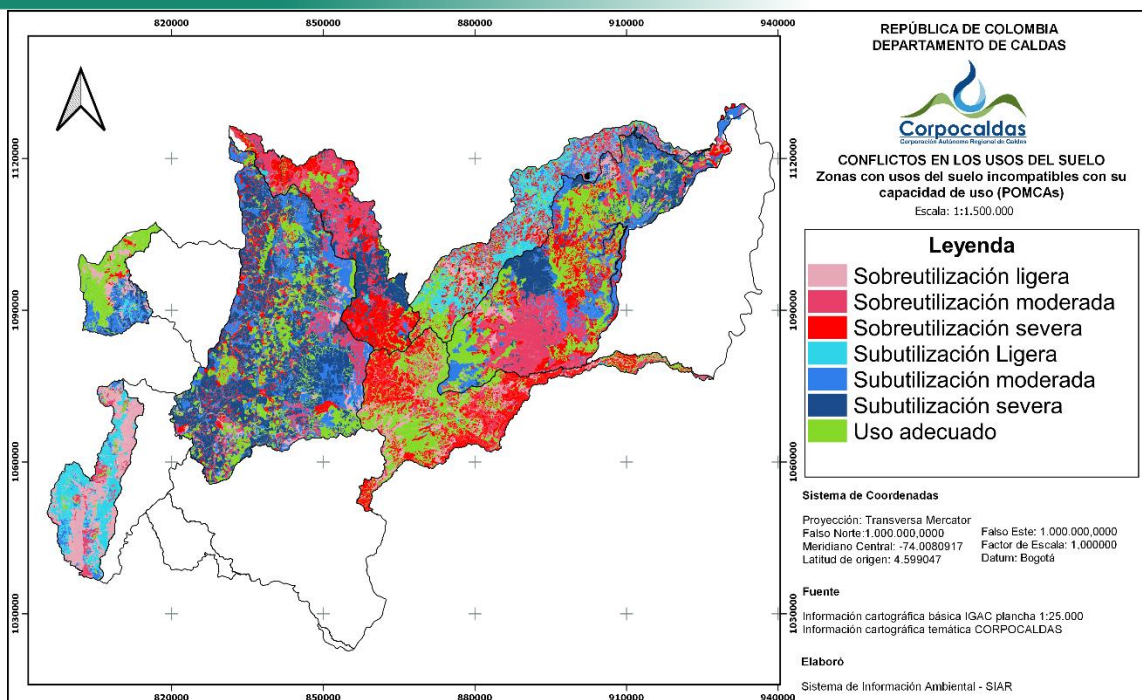
Profundos	497146.705	66.79%	Ligeramente ácidos y neutros	12218.485	1.64%
Muy superficiales	173474.682	23.31%	Ligeramente ácidos	353845.55	47.54%
Moderadamente profundos	122836.336	16.50%			
Bien drenados	545591.535	73.30%			

Fuente: Estudio General de Suelos del Departamento de Caldas, 2a edición (IGAC, 2005) y Estudio Semidetallado de Suelos de los municipios de Manizales, Chinchiná, Palestina, Neira y Villamaría (IGAC, & Corpocaldas, 2013).

Los suelos de Caldas han sido fuertemente influenciados por sus condiciones climáticas y por su relieve, teniendo esta región un pasado de fuertes procesos tectónicos y volcánicos en las vertientes de montañas predominan los materiales metamórficos e ígneos, mientras que las zonas aluviales del Magdalena, pero sobre todo del Cauca están dominadas por los materiales sedimentarios provenientes de las partes altas de las cordilleras.

Como puede apreciarse en la tabla 1, en el departamento abundan los suelos profundos, con algún grado de acidificación, con baja fertilidad y bien drenados. Lo anterior puede deberse a muchos factores, por un lado los suelos de montaña de clima húmedo y frío tienden a tener una actividad biológica más lenta, atribuible al lavado debido a las altas precipitaciones, que se marca en éste caso en una alta necesidad de fertilización fosfórica y de enclamiento (IGAC, 2003); por el contrario, en las zonas más secas del departamento tienen mejores condiciones de fertilidad, aunque las altas pendientes y terrenos escarpados siguen generando dificultad para el desarrollo de actividades agropecuarias. En general, ya sea por carencias en el material parental, por su naturaleza ácida o por su topografía pronunciada el aprovechamiento de los suelos Caldenses está fuertemente condicionado por los manejos que los propietarios le dan a los mismos, y en algunas ocasiones son incompatibles hasta el punto de generar un deterioro continuo de los servicios ecosistémicos que se mencionan al inicio del presente capítulo, toda vez que existen actividades productivas que, independientemente de las buenas o malas prácticas que implementen no pueden ser soportadas por los suelos en las cuales se practican.

Figura 2. Conflictos en los usos del suelo para algunas de las cuencas del departamento.



Fuente: POMCAs de las cuencas de Río Risaralda, Río Tapias y Otros Directos al Cauca, Río Arma, Río Guarínó, Río Samaná Sury Río La Miel.

En el departamento, los conflictos en los usos del suelo, es decir, donde la utilización del suelo no es compatible con la capacidad de uso de dicho suelo, ha sido determinada para algunas cuencas, como parte del proceso de diagnóstico surtido en los POMCAs. Para las cuencas evaluadas, las áreas con un uso adecuado del suelo son un poco menos del 21%, con un 37% en algún grado de sobreutilización y un 41% en subutilización.

Tabla 2. Conflictos en los usos del suelo para las cuencas Tapias y Otros Directos al Cauca, Río Arma, Río Guarínó, Río Risaralda, Samaná Sur y Río La Miel.

Sobreutilización				
	Total	Ligera	Moderada	Severa
Área (Ha)	188749.8199	36354.5581	65273.9453	87121.3164
Proporción	37.77%	7.27%	13.06%	17.43%
Subutilización				
	Total	Ligera	Moderada	Severa
Área (Ha)	206866.385	34582.4988	70466.2995	99514.5731
Proporción	41.39%	6.92%	14.10%	19.91%

Fuente: POMCAs de las cuencas de Río Risaralda, Río Tapias y Otros Directos al Cauca, Río Arma, Río Guarínó, Río Samaná Sur y Río La Miel.

Si bien la proporción entre las zonas subutilizadas y sobre utilizadas no es significativa, es importante identificar que en ambos casos hay una tendencia creciente al incremento en el área a medida que incrementa la severidad de los conflictos, lo que indica que muchas actividades económicas agropecuarias que hoy se están realizando en Caldas se están desarrollando en lugares poco idóneos, generando todo tipo de afectaciones al suelo y los ecosistemas que en él se sustenta, muchas pueden ser las causas de éste fenómeno, como la posible lejanía de centros poblados, la inaccesibilidad o la disponibilidad de mano de obra. Es importante señalar que en el departamento hay casi la misma proporción de suelos en uso adecuado que en suelos con sobreutilización severa.

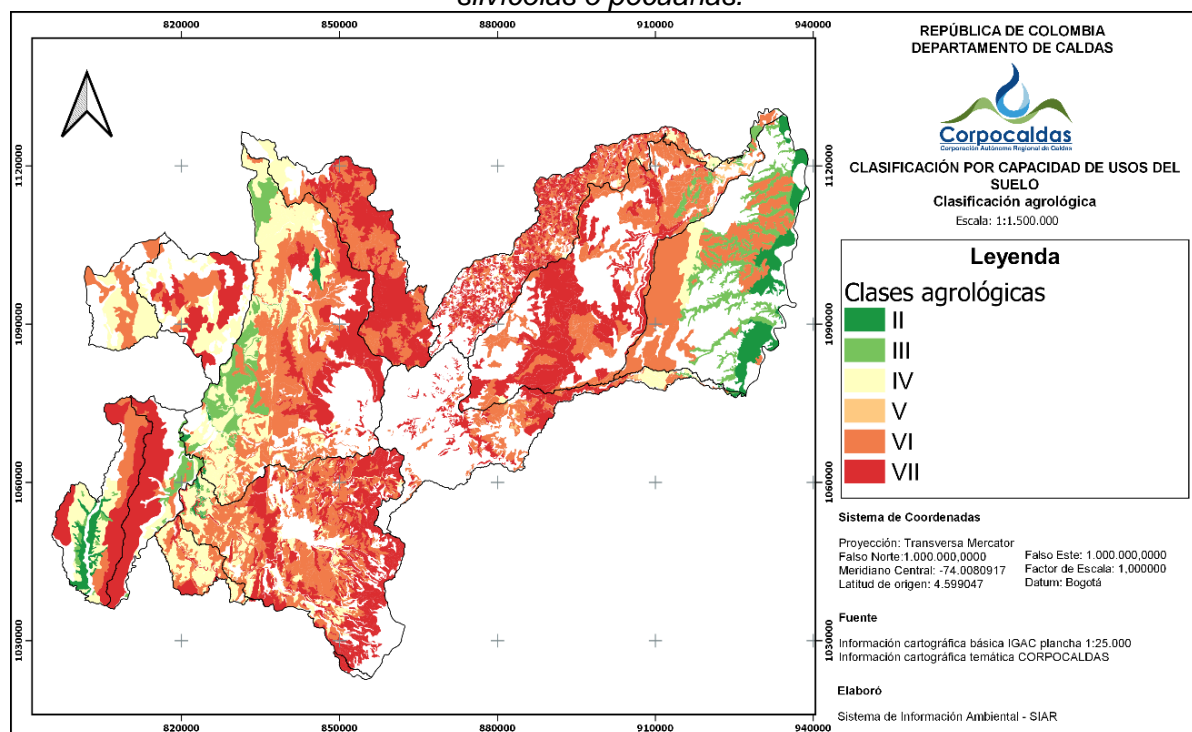
Una manera de clasificar los suelos que permite la identificación de la capacidad de los mismos en las actividades pecuarias, agrícolas o silvícolas son las Clases Agrológicas (USDA, 1985), una clasificación que identifica y evalúa los factores que actúan como limitantes para el uso de la tierra y guía algunas recomendaciones generales frente a éstas limitaciones; las clases agrológicas se escriben en números romanos y van del I al VIII, donde el I es un tipo de suelo sin limitaciones y el VIII tiene muchas limitaciones severas. Estas limitaciones pueden ser erosión en la superficie del suelo, humedad excesiva, limitaciones físicas o químicas propias, exceso o déficit en variables climáticas, y gradientes topográficos elevados.

Según los estudios realizados por diferentes POMCAs (complementados con [IGAC, 2003] para aquellas cuencas donde aún no se surte la fase diagnóstica de los mismos), en el departamento dominan las clases agrológicas IV, VI y VII, mientras que las clases II, III y VIII se encuentran en menor proporción, siendo las clases I y V virtualmente inexistentes en el territorio.

Vale la pena mencionar, no obstante, que la capacidad de uso de los suelos es una mirada de los mismos enfocada en unos pocos servicios ecosistémicos, y en ningún caso debe reducirse la caracterización de los suelos a su capacidad para ser explotados en actividades productivas, en otras palabras, el uso 'adecuado' de un suelo no es siempre alcanzar su máximo potencial agropecuario, toda vez que existen multitud de otros servicios que pueden estar siendo prestados por un suelo con pocas restricciones para

diferentes actividades productivas (clase II o III) que son mucho más valiosas para la sociedad que su explotación para la producción de alimentos (por ejemplo cuando se encuentran en un bosque regulando el ciclo hídrico); en el departamento de Caldas aún no existen caracterizaciones generales de sus suelos que permitan una visión más holística de los mismos.

Figura 3. Suelos en Clases Agrológicas que permiten su uso en actividades agrícolas, silvícolas o pecuarias.

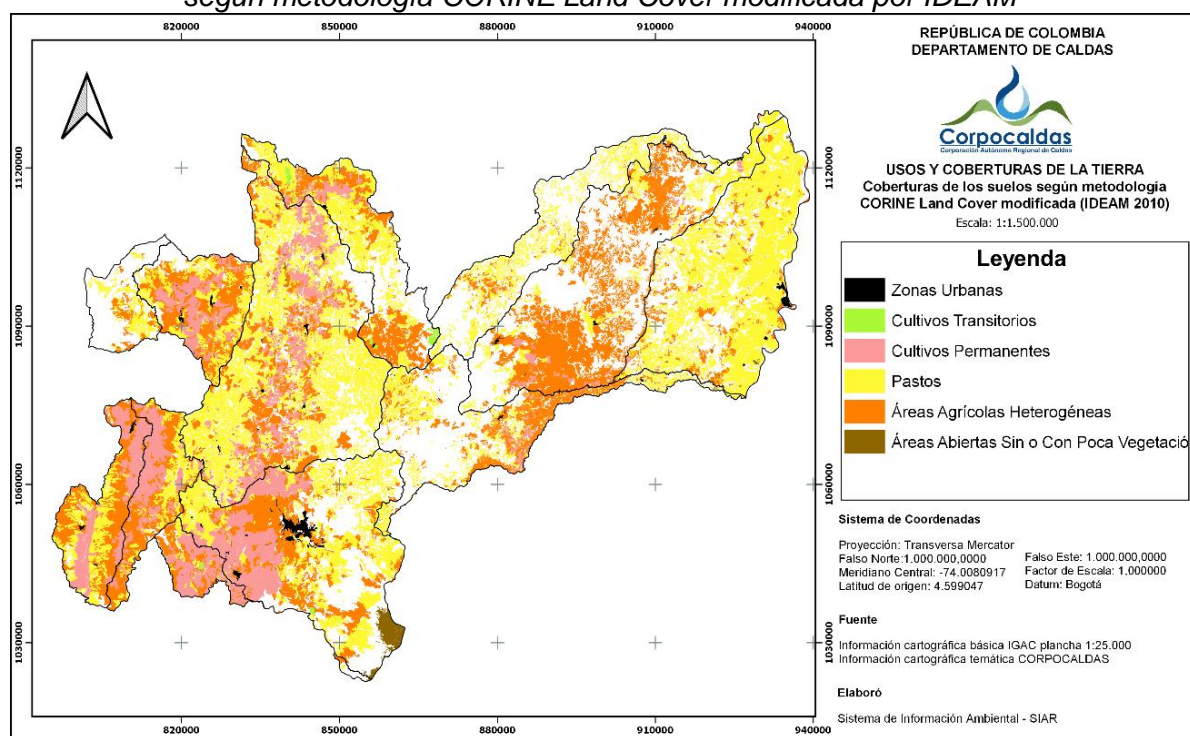


Fuente: Estudio General de Suelos del Departamento de Caldas, 2a edición (IGAC, 2005) y POMCAs de las cuencas de Río Risaralda, Río Tapias y Otros Directos al Cauca, Río Arma, Río Guarinó, Río Samaná Sury Río La Miel.

Si bien entender las capacidades de los suelos desde una visión que integre la multidimensionalidad de éstos, su uso casi exclusivo para la producción de comida y otros productos derivados de diferentes tipos de cultivos hace de las coberturas de la tierra en el departamento un excelente punto de partida para conocer cómo ha sido la degradación

del suelo en Caldas. Las coberturas de la tierra han sido, como en el caso de las clases agrológicas, evaluadas por la fase de diagnóstico de los POMCAs que han surtido ya ésta fase, complementado esto a la determinación de las coberturas del departamento realizadas por WCS y Corpocaldas en el 2010.

Figura 4. Mapa de Usos y Coberturas artificializadas de los suelos del departamento según metodología CORINE Land Cover modificada por IDEAM



Fuente: WCS y Corpocaldas 2010 y POMCAs de las cuencas de Río Risaralda, Río Tapias y Otros Directos al Cauca, Río Arma, Río Guarinó, Río Samaná Sury Río La Miel.

Si bien es importante señalar que las coberturas de la tierra pueden cambiar en periodos relativamente cortos de tiempo, es razonable asumir que las tierras con coberturas artificializadas en el departamento superan el 64% de la cobertura total (con zonas naturales cubriendo menos del 32%). Si bien es poco lo que puede deducirse a partir de la estimación de las coberturas en el departamento en cuanto al estado actual de los suelos, es fácil concluir que Caldas es un departamento con una importante extensión

potencial de presiones sobre los suelos. El departamento cuenta así con varios tipos de coberturas artificializadas, llamadas así pues corresponden a modificaciones realizadas por la mano de los seres humanos en el paisaje; la mayoría de las coberturas no naturales del departamento están dedicadas a pastos para la actividad ganadera (sin contar la porción de Áreas Agrícolas Heterogéneas que contiene alguna fracción de pastos), siendo en proporción casi tan grande como las demás coberturas combinadas.

Tabla 3. Coberturas de la tierra artificializadas del departamento de Caldas según clasificación CORINE Land Cover.

	Cultivos transitorios	Cultivos permanentes	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas
Área (Ha)	1410.89512	76987.64488	235114.028	163336.3127
Proporción	0.19%	10.38%	31.70%	22.02%

Fuente: WCS y Corpocaldas 2010 y POMCAs de las cuencas de Río Risaralda, Río Tapias y Otros Directos al Cauca, Río Arma, Río Guarinó, Río Samaná Sury Río La Miel.

1.2 Degradación física y sellamiento

Los elementos minerales y orgánicos del suelo, y sus intersticios, se encuentran agregados de múltiples maneras que dan al suelo sus propiedades físicas, dictando su interacción con el agua, la atmósfera y las plantas. La modificación de la agregación o pérdida de los agregados es considerada como degradación física de los suelos.

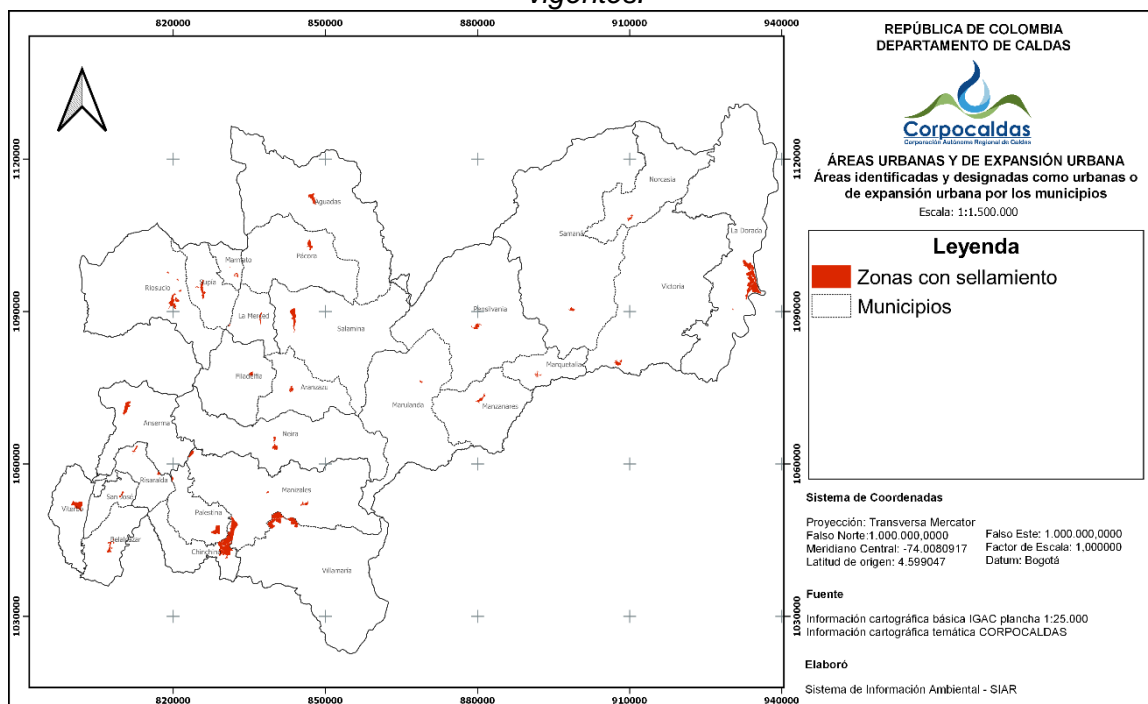
1.2.1 Sellamiento

El sellamiento ocurre cuando ocurre un cambio en los usos de un suelo, destinándolos a servir únicamente de soporte para una obra de infraestructura. El sellamiento prioriza de manera irrevocable un único servicio ecosistémico y deja inservible al mismo para otros propósitos. La pérdida de suelos con vocación agrícola o suelos en zonas importantes para la provisión de agua por sellamiento deben evitarse, toda vez que la expansión urbana y la ubicación de las obras de infraestructura en general deben evaluarse en términos de las funciones y servicios ecosistémicos de los suelos.

El sellamiento de tierras con vocación agrícola se da en todos los municipios del departamento, siendo mayor en Manizales, por tener un desarrollo urbano más intensivo,

esto es verificable en la extensión de los suelos urbanos y los suelos de expansión urbana de cada municipio (Ver Figura 5). En su mayoría los suelos urbanos y de expansión urbana no han sido modificados de manera significativa en los últimos 12 años.

Figura 5. Suelos urbanos y de expansión urbana por municipio según sus POT o EOT vigentes.



Fuente: POT y EOT vigentes para los diferentes municipios del departamento.

Tomando como referencia la caracterización que hacen de los suelos los POMCAs del departamento en su fase diagnóstica y el estudio de suelos del IGAC (IGAC, 2003), se tiene que únicamente el 4.13% (3160 Ha) del suelo con uso potencial en actividades agropecuarias o silvícolas se encuentra en afectación actual o potencial de sellamiento, donde casi el 90% se encuentra en clases agrológicas con limitaciones moderadas (IV a VII) con solo un 11,7% en clases agrológicas II y III.

Tabla 4. Área de sellamiento actual y potencial y su proporción con respecto al área en cada clase agrológica.

Tipo sellamiento	Clases Agrológicas				
	II	III	IV	VI	VII

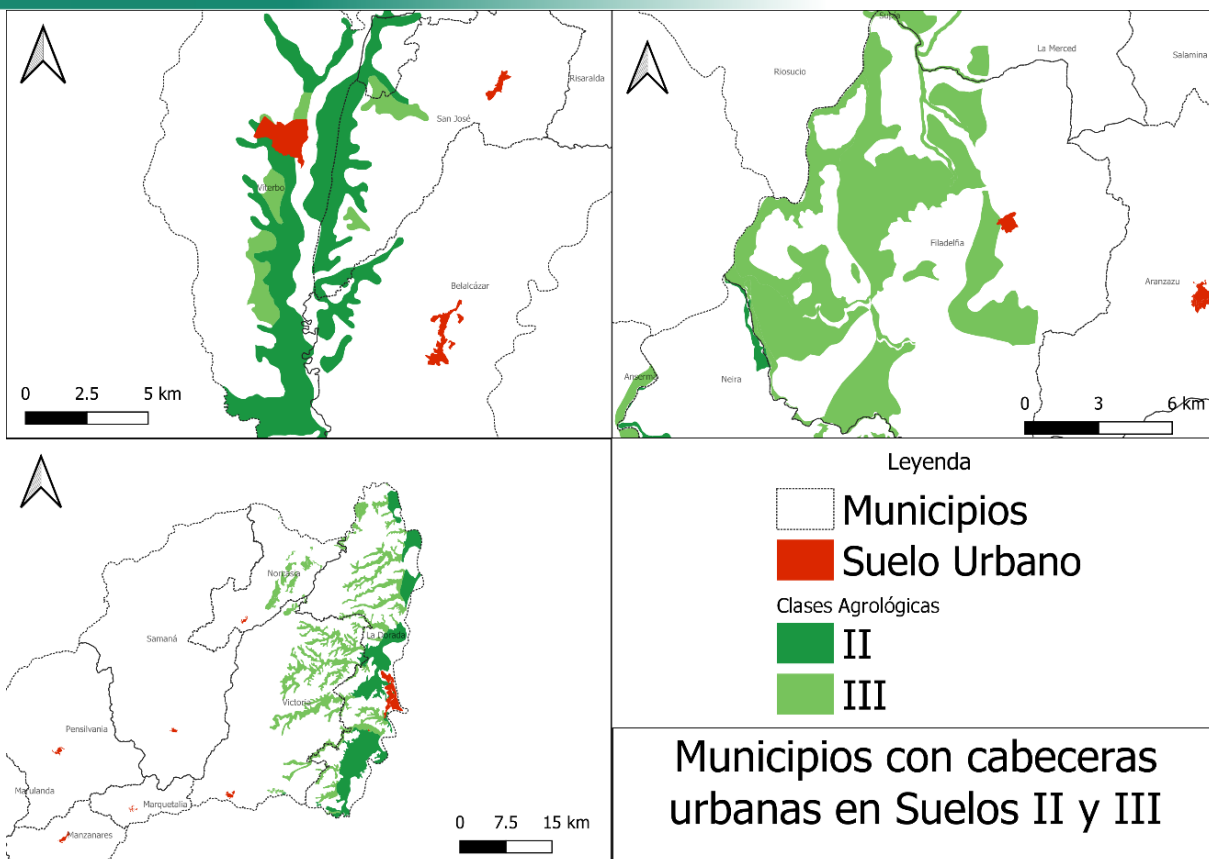
Área General	254.55	119.25	1176.43	1280.83	1280.83
(Ha)	1.52 %	0.36 %	1.4 %	0.64 %	0.64 %
Proporción Gral.	191.27	97.88	441.3	833.95	833.95
Área Urbano	1.146 %	0.3 %	0.52 %	0.42 %	0.42 %
(Ha)	63.28	21.36	735.14	446.88	446.88
Proporción Urb.	0.38 %	0.064 %	0.87 %	0.22 %	0.22 %
Área Expansión					
(Ha)					
Proporción Exp.					

Fuente: POT y EOT vigentes para los diferentes municipios del departamento y Estudio General de Suelos del Departamento de Caldas, 2a edición (IGAC, 2003).

Con un total de 289,15 Ha de tierra productiva con restricciones leves en las que ya se ha presentado sellamiento, y 84.64 Ha en riesgo por la definición de áreas de expansión urbana para los diferentes municipios del departamento, es claro que el efecto de éste es irrisorio a nivel del departamento, el cual cuenta con casi 16700 Ha en clases agrológicas II y III. Es importante, sin embargo, llamar la atención sobre los municipios de Viterbo, La Dorada y Filadelfia (además del corregimiento de La Felisa), dado que suman casi el 60% de todas las áreas en categorías II y III, además de tener sus cabeceras urbanas sobre éstos, aumentando así el riesgo de sellamiento en el corto, mediano y largo plazo.

La topografía plana no solo aporta a la idoneidad agrícola de los suelos, también los hace atractivos para la urbanización por parte de los municipios, esto aunado a la inminente actualización de varios POT y EOT que tienen más de una década sin haberse actualizado, llama la atención a mirar con cuidado la definición de suelos de expansión en un futuro.

Figura 6. Suelos urbanos y de expansión en los municipios con mayor área en Categorías agrológicas II y III.



Fuente: POT y EOT vigentes para los diferentes municipios del departamento y Estudio General de Suelos del Departamento de Caldas, 2a edición (IGAC, 2003).

1.2.2 Compactación

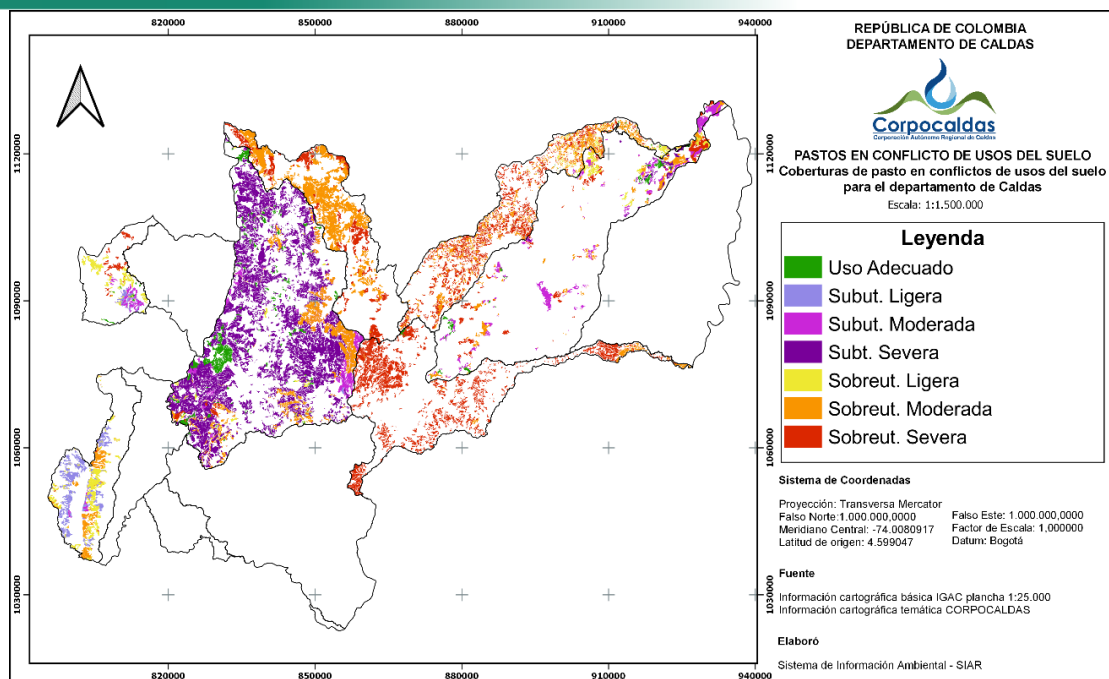
En su sentido más amplio, la compactación es la pérdida de porosidad y resistencia mecánica del suelo por efecto de aplicación de fuerzas como el peso de maquinarias de uso agrícola y forestal, o el pisoteo del ganado que aumentan la presión reduciendo el volumen de los intersticios “vacíos” con los que cuenta naturalmente el suelo; los poros del suelo hacen parte integral de su capacidad para sostener la vida de plantas y biota del propio suelo, así como de los servicios ecosistémicos de regulación hídrica. La pérdida de porosidad de un suelo limita su capacidad de intercambio gaseoso, alterando así la química del suelo, como los procesos de nitrificación y desnitrificación (generando GEI), reduce la capacidad de almacenamiento de humedad para las plantas y aumenta la

cantidad de energía necesaria para su laboreo, lo que implica también una limitación para el desarrollo radicular de muchos cultivos.

En Caldas, la cantidad de sistemas de producción que hacen uso de maquinaria pesada en su cotidianidad es insignificante en número y área. Más los pastos de uso para ganadería comprenden casi la mitad de los territorios agrícolas del departamento, indicando que en la actualidad unas 235107,6 Ha de tierra pueden estar sufriendo procesos de compactación en el departamento.

En particular, vale la pena detallar aquellas áreas con coberturas de pastos que se encuentran en conflictos de uso del suelo por sobreutilización.

Figura 7. Coberturas de pasto con alguna categoría de conflictos por usos del suelo en las cuencas donde esta información se encuentra disponible.



Fuente: POMCAs de las cuencas de Río Risaralda, Río Tapias y Otros Directos al Cauca, Río Arma, Río Guarinó, Río Samaná Sury Río La Miel.

Con una pequeña porción de los suelos dedicados a ganadería sin conflictos de uso, se sabe que, al menos, 66986 Ha se encuentran en alguna categoría de sobreutilización y 73268 Ha en subutilización. Del total de pastos en conflicto por usos del suelo, el 90% se encuentran en categorías de moderada y severa, centrándose éstas la parte alta y baja de la cuenca del Río Guarinó y la zona suroriental de la cuenca del Río Tapias y Otros Directos al Cauca, además de una concentración al norte de la porción Caldense de la cuenca del Río Arma, y zonas repartidas en la cuenca del Río Samaná Sur. Los conflictos por subutilización de pastos se encuentran casi exclusivamente en la cuenca del Río Tapias y Otros Directos al Cauca.

Tabla 5. Área y proporción según el total de pastos en conflicto por usos de los pastos en conflicto por sobreutilización para cada una de sus magnitudes.

	Sobreutilización			
Magnitud	Total	Ligera	Moderada	Severa

Área (Ha)	66986,53	7010	30162,9	29813,5
Proporción	100%	10,5%	45%	44,5%

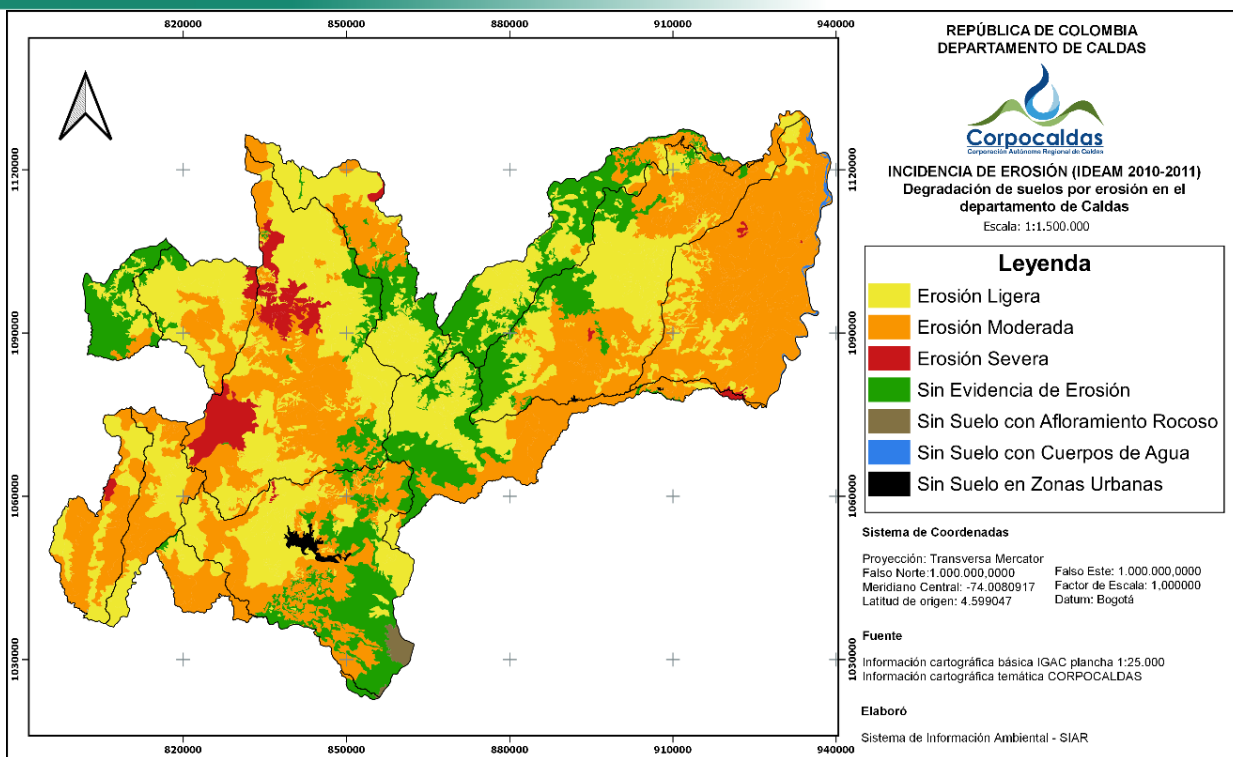
Fuente: POMCAs de las cuencas de Río Risaralda, Río Tapias y Otros Directos al Cauca, Río Arma, Río Guarinó, Río Samaná Sury Río La Miel.

1.2.3 Erosión

La Erosión es un fenómeno natural que ha dado origen a muchos de los suelos con mayor potencial agrícola en el departamento (como en las llanuras aluviales de los ríos Magdalena y Risaralda), sin embargo, se considera como una forma de degradación cuando se da de manera acelerada. La erosión acelerada de los suelos, mediada usualmente por las actividades humanas, implica la pérdida físico-mecánica de ellos y se define como “la pérdida de la capa superficial de la corteza terrestre por acción del agua y/o del viento, que es mediada por el hombre, y trae consecuencias ambientales, sociales, económicas y culturales” (IDEAM & MADS & U.D.C.A, 2015).

Como fenómeno, la degradación de los suelos implica: 1) el desprendimiento de las partículas del suelo por el impacto de gotas o fuerza de arrastre del agua y el viento, 2) el transporte de éstos también por el agua o el viento, y 3) la deposición de las partículas (Lal, 2001). En todas sus fases las pendientes altas ayudan a exacerbar el proceso de erosión, haciendo cualquier actividad que aporte a la desagregación de las partículas de los suelos adquiera un potencial mayor de acelerar la degradación.

Figura 8. Degradación de suelos por erosión en el departamento de Caldas para el periodo 2010-2011.



Fuente: Estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia (IDEAM & MADS & U.D.C.A, 2015)

Según el estudio Nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia en escala 1:100.000 (IDEAM & MADS & U.D.C.A, 2015), el departamento de caldas ocupó el puesto 2 en magnitud de erosión en el país con casi un 82% de su territorio en algún grado de erosión, y el puesto 15 en severidad pues solo el 3% de su territorio presenta Erosión Severa.

De las 22316,7 Ha que presentan erosión severa en el departamento la mayoría se encuentran en la cuenca del Río Tapias y Otros Directos al Cauca (18675,4 Ha), siendo los municipios de Filadelfia y Marmato (cuenca Opirama) los más afectados con un 34,5% y 31,5% de su territorio en Erosión Severa respectivamente; el foco de erosión de Filadelfia-Neira se encuentra asociado a surcos y terraceo ocasionados por actividad ganadera, mientras que el foco La Merced-Pácora-Salamina-Marmato es de tipo Laminar y Surcos donde las actividades sobre el suelo son más diversas (incluyendo la densidad minera en Marmato).

No menos importante es la enorme cantidad de municipios con más de un 80% de su área con afectación por erosión Moderada: Chinchiná, San José, Viterbo, Aranzazu, La Merced, Marquetalia, Norcasia, Victoria y La Dorada; en el departamento no hay una clase predominante de degradación moderada por erosión, siendo tan común la Laminar como el Terraceo y los Surcos. No existe erosión de origen Eólico de dimensiones relevantes para el departamento.

Tabla 6. Principales coberturas y usos del suelo que se encuentran en erosión severa o moderada.

Cobertura	Erosión severa					
	Cultivos Permanentes	Pastos	Áreas Agrícolas Heterogéneas	Bosques ¹	Vegetación Herbácea y/o Arbustiva	Abiertas Sin o Con Poca Vegetación
Área (Ha)	1410,9	13904,3	3161,94	2727,48	956,47	164,91
Proporción	6,3%	61,6%	14,0%	12,1%	4,2%	0,7%
	Erosión Moderada					
Área (Ha)	35969,33	130155	82705	43224	20030,18	457,43
Proporción	11,4%	41,1%	26,1%	13,6%	6,3%	0,1%

Fuente: Estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia (IDEAM & MADS & U.D.C.A, 2015)

Según el IDEAM (IDEAM & MADS & U.D.C.A, 2015), la erosión del departamento se debe al uso inadecuado de los sistemas agrícolas y ganaderos y a los conflictos en los usos del suelo por sobre y subutilización, en particular cuando éstos se dan en las zonas de menos precipitación (focos de erosión severa); como se aprecia además en la tabla Tabla 6, las áreas con erosión severa y moderada se encuentran cubiertas principalmente por pastos usados en actividades agropecuarias. En coherencia a lo anterior, es evidente que existe una necesidad imperiosa por corregir, de manera urgente, los conflictos de uso y los manejos inadecuados de las actividades agrícolas y agropecuarias a lo largo del departamento.

¹ Vale la pena resaltar que los datos de cobertura y erosión se encuentran a escalas diferentes, lo cual explica la cantidad inusual de coberturas naturales en áreas de erosión severas y moderadas.

La pérdida exacerbada de los horizontes superficiales de los suelos puede llegar a generar procesos de desertificación, que si bien usualmente se dan en climas con mucha menor precipitación, son inevitables si ya se ha perdido un volumen considerable de suelo (en particular ante la pérdida de materia orgánica).

1.3 Degradación química y contaminación

Una de las características más fascinantes del suelo es la estrecha relación que tienen sus componentes físicos y químicos. Los suelos pueden ser vistos como laberintos de partículas coloidales, que no son más que anaqueles de iones y cationes de minerales fundamentales para la nutrición de nuestros cultivos y de la biota del suelo, biota que es a su vez una pieza clave para la disponibilidad de Nitrógeno y Fósforo para las plantas. El balance entre las cargas (donde el pH es un factor clave) y la disponibilidad de nutrientes en cationes, aniones y moléculas, aunado a la posibilidad latente de eventos disruptivos (como cargas contaminantes), pueden dar paso a procesos de degradación química de los suelos.

1.3.1 Desbalance de nutrientes

El desbalance de nutrientes ocurre usualmente cuando los flujos de entrada y salida de los nutrientes del suelo se encuentran en desequilibrio. En general, los nutrientes del suelo son utilizados por las plantas (extraídos) en sus procesos metabólicos para luego regresar a los suelos mediante la descomposición de materia orgánica y otras vías de los ciclos biogeoquímicos, sin embargo, al retirar la biomasa durante la cosecha de cultivos o venta de animales puede estarse dando una pérdida neta de compuestos del suelo que están perdiéndose más rápido de lo que se están reponiendo. El uso de todo tipo de fertilizantes tiende a ser la respuesta a la pérdida de nutrientes del suelo.

Es así como la degradación de suelos por desbalance de nutrientes es, en principio, un problema asociado al manejo de los sistemas productivos, manejo que puede significar un

reto importante en muchos casos pues para entender a cabalidad las acciones a tomar para mitigar el desbalance de nutrientes se requieren estudios especializados de la química del suelo a evaluar; el exceso de algún nutriente puede ser también perjudicial para la fertilidad del suelo, es así como la aplicación de fertilizantes, en especial los inorgánicos, debe hacerse de manera planificada y con conocimiento del estado químico del suelo.

Es importante retomar el hecho de que los suelos son sistemas altamente complejos y diversos, como cualquier ecosistema, no todos los sistemas se equilibran en las mismas condiciones ni pueden soportar las mismas concentraciones de elementos manteniendo su integridad; agregar nitrógeno a suelos donde éste no es el factor limitante para el crecimiento puede desbalancear el equilibrio químico del suelo tanto como hacerlo en suelos que desde el inicio no eran aptos para el cultivo en cuestión. De acuerdo a lo expuesto, la degradación de suelos por desbalance de nutrientes no solo compete al manejo que se dé al suelo, sino también a la pertinencia del uso (en parte representada por los conflictos por usos del suelo) que se le esté intentando dar (Brady & Well, 2000).

1.3.2 Cambios indeseables en el pH (Salinización y Acidificación)

El pH (la cantidad de iones de Hidrógeno) de un suelo es uno de los aspectos químicos más relevantes en la dinámica de los elementos y moléculas del suelo. Como es usual en la naturaleza, tener una carencia de pH aporta a la degradación química del suelo, ese exceso de iones de Hidrógeno es denominado acidificación y puede llegar a imposibilitar completamente la implementación de ciertos cultivos en un suelo, al igual que puede llegar a pasar por niveles bajos de pH (óseas concentraciones bajas de Hidrógenos).

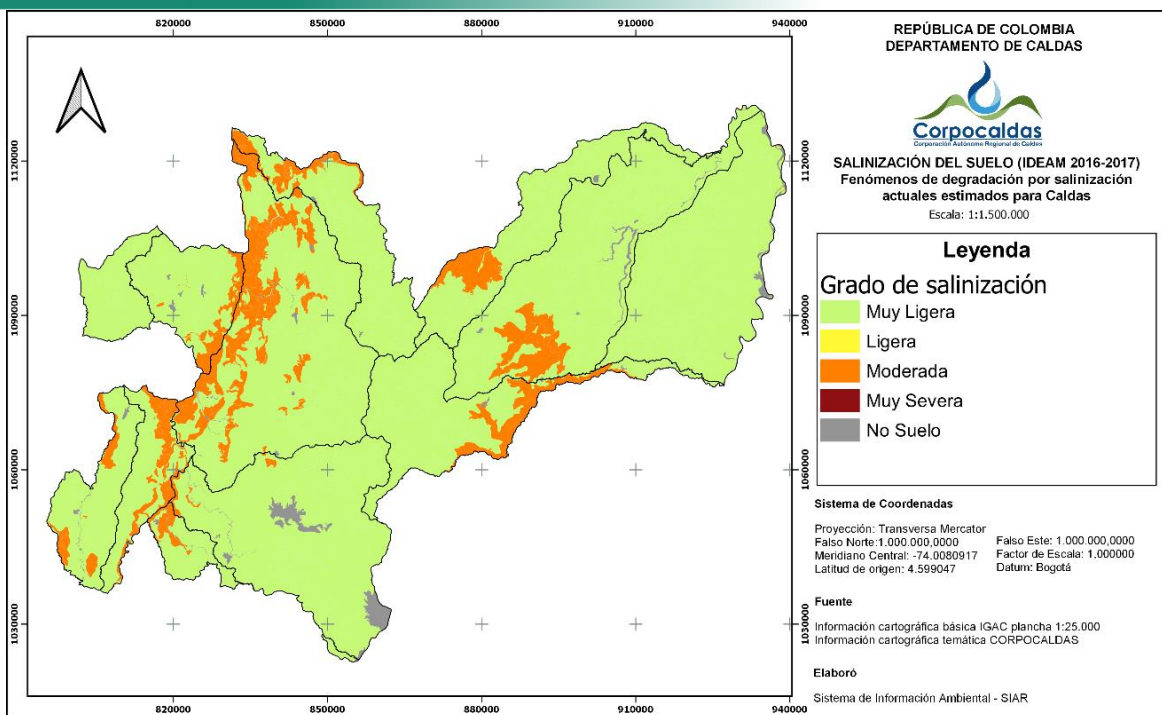
La acidez en los suelos es una cuestión relativa, de hecho, muchos de los suelos del departamento de caldas son naturalmente ácidos, es así que, como en el caso del desbalance de nutrientes, la acidez también puede ser una cuestión de estar incurriendo en un uso impertinente de un suelo. Mas en general la acidez obedece a problemas en el manejo de los suelos por parte de una actividad productiva; el pH regula la disponibilidad de los cationes y aniones del suelo para las plantas y biota del suelo (aun si existen

cantidades suficientes de todos ellos en los coloides), amarrándolos y evitando el intercambio o facilitándolo tanto que se corre el riesgo de que se pierdan por acción de las lluvias. La acidificación puede darse por el ingreso directo de sustancias ácidas al suelo o por factores internos que las generen o liberen directamente los hidrógenos (como en el caso de exceso de urea) (Brady & Well, 2000).

La salinización de los suelos es un fenómeno un poco diferente; fuertemente relacionado con el pH, pero también con la concentración de sales solubles en el suelo, la salinización de los suelos tiene una serie de efectos adversos sobre los servicios ecosistémicos que éstos pueden proveer (no todas las plantas son resistentes a la salinidad de los suelos).

Para el departamento de caldas, el estado de degradación de suelos por salinización se presenta a continuación:

Figura 9. Mapa de degradación de suelos por salinización para el periodo 2016-2017 en el departamento de Caldas



Fuente: Mapa Nacional de Degradación de Suelos por Salinización (IDEAM, 2017)

1.3.3 Degradación por contaminantes

Como se habló anteriormente, son las actividades agropecuarias y silvícolas las que ocupan la gran mayoría de los suelos del departamento. El uso inadecuado de los suelos por parte de los ganaderos y agricultores puede llevar a una contaminación gradual de los suelos debido al uso de agroquímicos. No obstante, existen otras actividades económicas en el departamento que tienen potencial de contaminación de los suelos, como es el caso de algunos procesos productivos asociados a la minería, en particular aquellos relacionados con metales preciosos como el oro y la plata. Es así como la contaminación de los suelos puede ser concentrada o dispersa, teniendo ambos tipos sus particularidades.

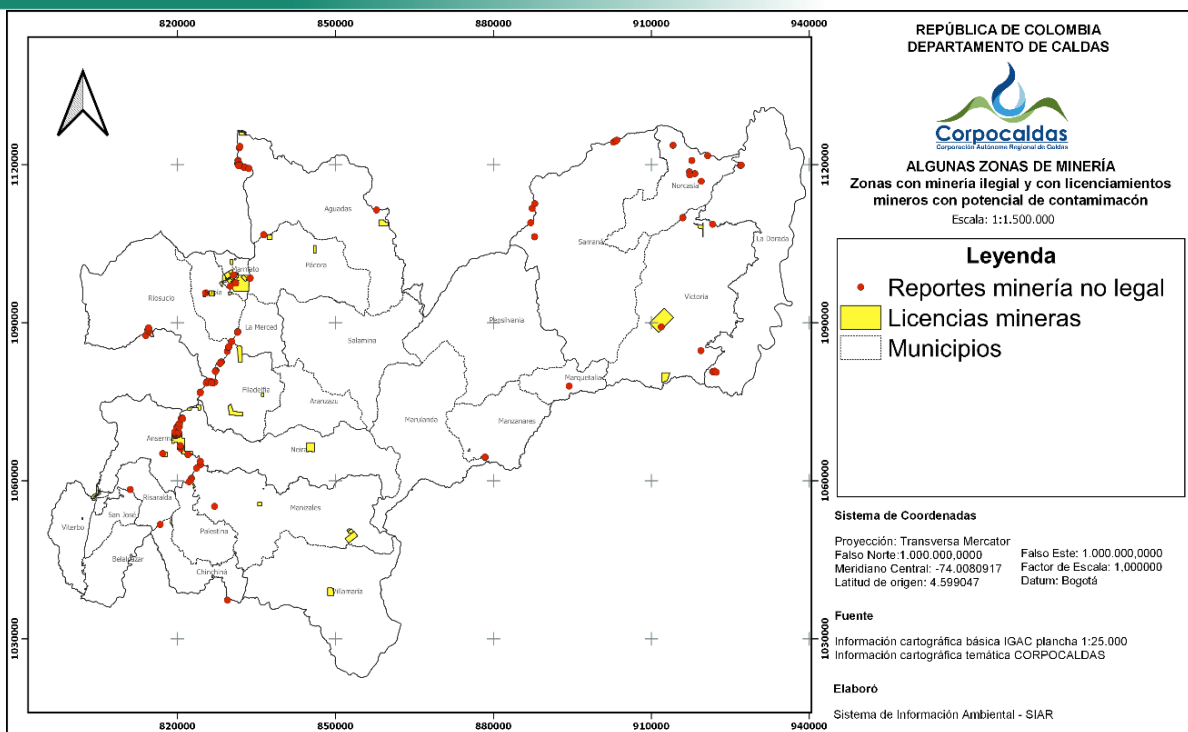
Por su parte la contaminación dispersa es una de las más comunes y está fuertemente asociada a la contaminación de las fuentes hídricas. Sin embargo, también tienen una influencia en los suelos y sus servicios ecosistémicos, mas no existe una caracterización

adecuada de los efectos específicos o incluso de los biocidas específicos más comunes en los suelos del departamento, o de los sitios, concentraciones o formas de utilizarlos.

En general es bien sabido que los suelos tienden a convertirse en un contenedor de muchos tipos de biocidas mientras son degradados, de hecho, uno de los servicios ecosistémicos de los suelos, mediante su microbiota, es la degradación de estas sustancias xenobióticas. Los pesticidas pueden estar adsorbidos en los suelos durante meses e incluso años, y su persistencia en los mismos puede aumentar el riesgo de exposición a los mismos (del Puerto Rodríguez et al., 2014). En el caso de Caldas, se hace uso de biocidas como el Tordón (Picloram), Aldicarb (Temik), Oxido de Cobre, Carbendazim, Benomil, Malation y Roundup (Glifosato), entre otros. El caso del Glifosato es uno que ha sido ampliamente estudiado a nivel global; además de sus usos en cultivos de uso ilícito, es usado como un herbicida común por muchos cafeteros y otras actividades, y se sabe que se adhiere fácilmente a los colides, mostrando tiempos de residencia mayores a 2 meses, y se ha asociado a inmovilización de nutrientes esenciales (Cakmak et al., 2009).

Por otro lado se encuentran los fenómenos de contaminación no dispersos, que usualmente se dan por actividades industriales, la industria de los hidrocarburos y la minería en general. En el departamento de Caldas, en su mayoría la contaminación es dada por la actividad minera, en particular por aquella dedicada al aprovechamiento de metales preciosos como el oro.

Figura 10. Ubicación de las actividades mineras con potencial de contaminación de suelos en el departamento de Caldas.



Fuente: CORPOCALDAS 2018

Es de vital importancia que existe una enorme diferencia entre las actividades no legales y las actividades licenciadas de minería, éstas últimas cuentan con un proceso de seguimiento permanente por parte de la autoridad ambiental y tienen planes de manejo específicos que manejan los diferentes impactos ambientales, y su afectación a los suelos está asociada a eventuales contingencias. Contrario a las actividades legales, los reportes de minería ilegal en el departamento son una amenaza especialmente grave para la contaminación de los suelos, en particular los que necesitan el uso de químicos contaminantes como mercurio y cianuro para el proceso extractivo, que como puede verse se concentran, al menos en la parte alta del río Cauca del departamento (Anserma, Filadelfía, Neira y Riosucio) y los municipios de Norcasia, Aguadas y Marmato. Es clara la necesidad de contar con una caracterización completa de éstos y otros motores de degradación de los suelos en el departamento.

1.4 Disminución de biota y materia orgánica

El componente orgánico de los suelos puede ser uno de los peores estudiados de todos los aspectos de estos, tanto a nivel general como lo relacionado a la información específica existente para el departamento.

Una gran parte de los servicios ecosistémicos de los suelos se deben a la gran cantidad de organismos que viven en ellos y que los convierten en su propio tipo de ecosistema. Las bacterias, hongos, macroinvertebrados y hasta vertebrados que habitan los suelos son los encargados de la existencia de la materia orgánica, siendo ésta materia orgánica a su vez un componente fundamental para multitud de subsistemas y aspectos esenciales de los suelos (por ejemplo como parte de los reservorios y dinamizadores de iones). La materia orgánica no es simplemente un conjunto de tejidos de organismos muertos, y estos últimos no se mineralizan inmediatamente, la microflora se encarga de modificar éstos depósitos orgánicos en complejos resistentes de coloraciones oscuras que junto con los propios organismos es lo que consideramos la fase humus del suelo (Burbano, 1989), fase inmensamente importante para la fertilidad de los suelos.

La diversidad de organismos vivos en los suelos es diversa y heterogénea. Las bacterias son las más abundantes, si bien no una porción representativa de la biomasa total, y se encargan del ciclaje de energía y nutrientes (en particular el Nitrógeno y Azufre), y para ellas es particularmente importante que haya un adecuado intercambio gaseoso (porosidad) y la disponibilidad de superficies coloidales y humus. Los hongos, al contrario de las bacterias pueden representar fácilmente el 70% de toda la biomasa de los suelos, son los principales responsables de los procesos de descomposición vegetal y cumplen una función dicotómica, a veces como patógenos y a veces como socios de las plantas (micorrizas). Los protozoos, por su lado, son pequeños animales que ayudan a mantener el equilibrio en el sistema, son depredadores de bacterias e incluso de hongos y requieren de las películas de agua alrededor de las partículas de suelo para poderse mover (Burbano, 1989). Muchos macroinvertebrados ayudan con mantener la porosidad del suelo, e incluso algunos, como las lombrices, aportan a la química del suelo (mediante sus glándulas calcíferas).

La biota del suelo puede ser el mejor medio para comprender la importancia del suelo como sistema, y la relevancia de que todos sus aspectos sean preservados. Las degradaciones químicas y físicas de los suelos repercuten de manera directa en su biología, y ésta en la gran variedad de servicios ecosistémicos que genera. Entender y dimensionar la pérdida de la biota de los suelos y de su materia orgánica es una manera sintética y holística de diagnosticar la degradación de los suelos del departamento y debe ser una prioridad para alcanzar su debido manejo.

1.5 Gobernabilidad, Gobernanza e instrumentos de gestión

En Colombia, desde el 2016 se cuenta con la Política para la Gestión Sostenible de los Suelos (MADS, 2016), cuyo objetivo es *“promover la gestión sostenible del suelo en Colombia, en un contexto integral en el que confluyan la conservación de la biodiversidad, el agua y el aire, el ordenamiento del territorio y la gestión de riesgo, contribuyendo al desarrollo sostenible y al bienestar de los colombianos”*.

En general la política plantea la necesidad de mantener las funciones y capacidades de los suelos como sustento de los ecosistemas y de una inmensa cantidad de actividades humanas mediante la promoción de investigación, innovación y aplicación de tecnologías, así como la aplicación de procesos de monitoreo y seguimiento; la consolidación de procesos de educación, capacitación y divulgación para la gestión ambiental con participación social; el fortalecimiento y articulación institucional e intersectorial que se vea reflejado a su vez en el fortalecimiento de instrumentos de planificación ambiental y sectorial, y políticas e instrumentos relacionados con la gestión sostenible del suelo. Todo lo anterior enfocado siempre a la prevención del deterioro, la preservación, la restauración y el uso y manejo sostenibles de los suelos del país.

1.5.1 Plan de acción de la Política para la Gestión Sostenible de los Suelos

Es importante detallar que, si bien aún no se han formulado planes de acción a mediano plazo para la política, la misma contempla seis (6) líneas estratégicas con sus respectivas estrategias, metas (generales), actividades e indicadores que se detallarán a

continuación, enfocándose específicamente en aquellas partes del plan de acción con alcance regional.

- **Fortalecimiento institucional y armonización de normas y políticas**

Una de las principales debilidades en la historia de la gestión de los suelos ha sido la dispersión de la misma dado que han sido muchas las entidades con competencia o influencia en la toma de decisiones referentes al suelo, entidades que por demás han carecido de una comunicación efectiva entre ellas. Es así que para establecer criterios unificados en lo referente a la gestión sostenible del suelo y reducir la duplicidad de esfuerzos, mediante el desarrollo de ésta línea se busca: fortalecer los componentes humano, físico y financiero de, las autoridades ambientales regionales (y demás actores con competencia para la gestión sostenible del suelo); y armonizar las acciones, políticas públicas e instrumentos referentes a la gestión del suelo contribuyendo así a concertar decisiones entre las autoridades y actores con competencia e intereses en la materia.

Tabla 7. Componentes de relevancia regional de la Línea estratégica 1: Fortalecimiento institucional y armonización

Objetivo específico	Actividades	Indicador y meta de la Política	Actores
Fortalecer la institucionalidad y la articulación interinstitucional e intersectorial para la toma de decisiones relacionadas con la gestión sostenible del suelo	Fortalecimiento humano, físico y financiero de las Autoridades ambientales, Minambiente y entidades científicas adscritas y vinculadas a Minambiente para la puesta en marcha de la política.	Número de entidades fortalecidas (46)	Minambiente, entidades científicas adscritas y vinculadas a Minambiente, entidades y actores con competencia en la gestión sostenible del suelo, autoridades ambientales.
Fortalecer políticas, normas e instrumentos relacionados con la gestión sostenible del suelo	Identificación de políticas, programas, proyectos y otros instrumentos relacionados con la gestión sostenible del suelo en el orden regional Concertación de una estrategia interinstitucional del ámbito regional para armonizar las acciones, políticas e instrumentos referentes a los suelos teniendo en cuenta los	Número de estrategias interinstitucionales del ámbito regional en implementación para armonizar acciones, políticas e instrumentos referentes a los suelos (1)	Entidades territoriales departamentales y municipales, instituciones de educación superior, sectores productivos, organizaciones indígenas, afro y campesinas con alcance regional, instituciones del orden regional con competencia en la gestión sostenible del suelo, autoridades ambientales.

Objetivo específico	Actividades	Indicador y meta de la Política	Actores
	actores y el análisis de sus competencias. Acciones orientadas al proceso de armonización de las políticas, los programas, proyectos y otros instrumentos relacionados con la gestión sostenible del suelo en el orden regional		

Fuente: Política para la Gestión Sostenible de los Suelos (MADS, 2016)

- **Educación, capacitación y sensibilización**

No solo en el ámbito institucional es distinguible la fragmentación de la gestión del suelo, en general el país se *“ha tenido una visión incompleta y fragmentada acerca de la importancia del suelo y su contribución al sustento de los ecosistemas y las sociedades, empero su valoración social, está dada por lo que puede representar en términos de propiedad y productividad (como es el caso de la agricultura y la ganadería)”* (MADS, 2016). Por un lado, es necesario que las personas en general sepan reconocer que el suelo hace parte de la trama de los elementos ambientales y que expresa por sí mismo la diversidad de la vida; por otro lado también se necesita conocer e investigar sobre las funciones y servicios de los suelos, su estado, cómo se está usando y cómo debe ser su manejo y gestión sostenible. Es así como incrementar y fortalecer la adquisición de capacidades para su caracterización, uso y manejo sostenible, se plantea desde la Ley General de Educación (Ley 115 de 1994 y 1064 de 2006) y la Política de Educación Ambiental las siguientes acciones:

- Apoyo a las instituciones de educación formal para la gestión sostenible del suelo.
- Capacitación en gestión sostenible del suelo.
- Campañas masivas sobre la importancia del suelo.

Como en la línea anterior, a continuación, se presenta el desarrollo de la línea estratégica desde un enfoque regional y local.

Tabla 8. Componentes de relevancia regional de la Línea Estratégica 2: Educación, capacitación y sensibilización

Objetivos	Actividades	Indicador y meta de la Política	Actores
Impulsar procesos de educación, capacitación y divulgación que fortalezcan la participación social y la gestión ambiental para la conservación y uso sostenible del suelo.	Evaluación de los contenidos de los planes curriculares de educación superior relacionados con la gestión sostenible del suelo	Número de estrategias dirigidas a instituciones de educación superior con el fin de crear programas profesionales, técnicos y tecnológicos sobre gestión sostenible del suelo y líneas de investigación asociadas implementadas (1)	Ministerio de Educación Nacional, instituciones de educación superior, SENA, instituciones de educación superior con énfasis técnico y tecnológico, Minambiente, Minagricultura, IGAC, IDEAM, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, sociedades y asociaciones de profesionales, autoridades ambientales
	Identificación de necesidades de formación en educación superior sobre ciencias edáficas, tales como creación de programas de pregrado y postgrado específicos.		
	Promoción de la creación de grupos, líneas de investigación y asignaturas relacionadas con la gestión sostenible del suelo en las instituciones de educación superior		
	Promoción de programas profesionales, técnicos y tecnológicos sobre suelos		
	Acciones para incorporar la problemática del suelo en las dinámicas de los proyectos ambientales escolares en el marco de la pertinencia del tema en las prioridades de los diagnósticos ambientales regionales y locales	Número de estrategias con el fin de incorporar la problemática del suelo en las dinámicas de los proyectos ambientales escolares de las instituciones de educación en el marco de la pertinencia del tema en las prioridades de los diagnósticos ambientales regionales y locales implementadas (1)	Ministerio de Educación Nacional, instituciones de educación preescolar, básica (primaria y secundaria) y media, públicas y privadas, Secretarías departamentales y municipales de Educación, Minambiente, autoridades ambientales y entidades territoriales.
	Elaboración de material didáctico sobre prácticas de uso y manejo sostenible del suelo.		
	Intercambio de experiencias exitosas sobre uso y manejo sostenible del suelo.		
Diagnóstico participativo para identificar las necesidades de capacitación de diferentes sectores poblacionales articulando el saber tradicional con el conocimiento científico cuyos resultados sean la base para el diseño de los programas específicos de capacitación	Número de procesos de capacitación para la gestión sostenible del suelo implementados (10)	Ministerio de Educación Nacional, Minambiente, Minagricultura, Ministerio del Interior, Secretarías departamentales y municipales de Agricultura, de Educación y de Ambiente, autoridades ambientales, organizaciones comunitarias, indígenas, afrocolombianas y	

Objetivos	Actividades	Indicador y meta de la Política	Actores
	Formulación de una estrategia de capacitación en gestión sostenible del suelo		campesinas, sectores productivos
Impulsar procesos de educación, capacitación y divulgación que fortalezcan la participación social y la gestión ambiental para la conservación y uso sostenible del suelo.	Diagnóstico participativo para identificar las necesidades de capacitación de diferentes sectores poblacionales articulando el saber tradicional con el conocimiento científico cuyos resultados sean la base para el diseño de los programas específicos de capacitación	Número de procesos de capacitación para la gestión sostenible del suelo implementados (10)	Ministerio de Educación Nacional, Minambiente, Minagricultura, Ministerio del Interior, Secretarías departamentales y municipales de Agricultura, de Educación y de Ambiente, autoridades ambientales, organizaciones comunitarias, indígenas, afrocolombianas y campesinas, sectores productivos
	Formulación de una estrategia de capacitación en gestión sostenible del suelo		
	Capacitación a funcionarios, directivos y profesionales en gestión sostenible del suelo		Ministerio de Educación Nacional, Minagricultura, Minambiente, Minminas, Minvivienda, Mintransporte, SENA, Instituciones de Educación Superior, entidades científicas adscritas y vinculadas a Minambiente, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, autoridades ambientales, sectores productivos y entidades territoriales.
	Capacitación a actores académicos, líderes en educación ambiental, gremiales, comunitarios e institucionales en procesos de degradación del suelo, en su gestión, evaluación y seguimiento		Minambiente, ANLA, autoridades ambientales, IDEAM, gobernaciones, alcaldías, comunidades, instituciones de educación superior, grupos étnicos, Parques Nacionales Naturales de Colombia, jardines botánicos del país, sectores productivos

Fuente: Política para la Gestión Sostenible de los Suelos (MADS, 2016)

- **Fortalecimiento de instrumentos de planificación ambiental y sectorial**

Como se ha dicho ya, un indicativo de la ocurrencia de degradación de los suelos es que el uso de éste no sea coherente con su capacidad. Los conflictos en los usos del suelo pueden prevenirse mediante procesos de planificación y ordenamiento territorial

debidamente formulados e implementados. En el caso de la política y resaltando los elementos más relevantes para el nivel regional se tiene:

- *Planificación ambiental y ordenamiento territorial:* donde es importante tener protocolos armonizados faciliten la inclusión de la gestión sostenible de los suelos en: PGARs, planes trienales de autoridad ambiental regional, POMCAs, plan de manejo de microcuencas, de aguas subterráneas, de ordenamiento forestal, de humedales, de páramos, de áreas protegidas, de zonas secas, de manglares, PGIRS, planes de saneamiento y manejo de vertimientos, de gestión de riesgos de incendios forestales, de adaptación al cambio climático, de vida y planes de etnodesarrollo, entre otros (MADS, 2016)
- *Licenciamiento ambiental:* revisión y ajuste de términos de referencia.
- *Instrumentos de planificación de los sectores productivos:* como el plan nacional de ordenamiento minero, los planes de adaptación al cambio climático, entre otros.
- *Instrumentos de planificación territorial.*

Tabla 9. Componentes de relevancia regional de la Línea Estratégica 3 Fortalecimiento de instrumentos de planificación ambiental y sectorial

Objetivo Específico	Actividades	Indicador y meta de la Política	Actores
Fortalecer instrumentos de planificación ambiental y sectorial para la gestión sostenible del suelo	Creación de un grupo de trabajo interinstitucional con el fin de evaluar y generar mecanismos de armonización de las metodologías y protocolos sobre evaluación de suelos y tierras	Número de metodologías de evaluación de suelos armonizadas y en implementación (1)	Minambiente, Minagricultura, Planeación Nacional, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, Autoridades ambientales, entidades científicas adscritas y vinculadas a Minambiente, IGAC y organismos de control.
	Elaboración de metodologías y protocolos de evaluación de suelos armonizados con criterios de conservación y preservación de las funciones y los servicios ecosistémicos asociados al suelo		

Objetivo Específico	Actividades	Indicador y meta de la Política	Actores
	Divulgación de metodologías y protocolos de evaluación de suelos, armonizados con criterios de conservación y preservación de las funciones y los servicios ecosistémicos asociados al suelo		
	Identificación de instrumentos de planificación sectorial	Número de instrumentos de planificación que incluyen criterios de gestión sostenible del suelo. (6)	Sectorios productivos con el apoyo del Minambiente, las autoridades ambientales, los centros e institutos de investigación e instituciones de educación superior
	Coordinación de mesas de trabajo con sectores productivos para incluir acciones para la gestión sostenible del suelo en instrumentos de planificación sectorial.		
	Acciones para incorporar en los instrumentos de planificación sectorial criterios de la gestión sostenible del suelo		
	Inclusión en los instrumentos de planificación ambiental, de conceptos y mecanismos que fomenten el uso adecuado del suelo y la preservación de sus funciones y los servicios ecosistémicos asociados al suelo.	Número de instrumentos de planificación ambiental que fomentan el uso adecuado del suelo y la preservación de sus funciones y los servicios ecosistémicos asociados al suelo (20)	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, autoridades ambientales, centros e institutos de investigación, Parques Nacionales Naturales

Fuente: Política para la Gestión Sostenible de los Suelos (MADS, 2016)

- **Monitoreo y seguimiento a la calidad del suelo**

Esta línea propone la formulación y puesta en marcha de un programa de monitoreo y seguimiento mediante la generación de acuerdos y el fortalecimiento de la capacidad institucional. Lo anterior como una manera de consolidar la puesta en marcha de una estrategia de generación y gestión de la información sobre la calidad del suelo.

Tabla 10. Componentes de relevancia regional de la Línea Estratégica 4: monitoreo y seguimiento a la calidad del suelo

Objetivo Específico	Actividades	Indicador y meta de la Política	Actores
<p>Adelantar procesos de monitoreo y seguimiento a la calidad del suelo que faciliten la toma de decisiones para su gestión sostenible</p>	<p>Formulación y puesta en marcha de un programa de monitoreo y seguimiento a la calidad del suelo, teniendo en cuenta el rol de cada una de las instituciones con injerencia en el tema de suelos</p>	<p>Número de programas de seguimiento a la calidad del suelo en funcionamiento (1)</p>	<p>Minambiente, IDEAM, IGAC, autoridades ambientales, entidades territoriales, comunidades, grupos étnicos, instituciones de educación superior y sectores productivos</p>
	<p>Generación de acuerdos o espacios interinstitucionales de articulación para la puesta en marcha del programa de monitoreo y seguimiento</p>		
	<p>Elaboración y divulgación del manual para el sistema de seguimiento a la calidad de los suelos.</p>		
	<p>Fortalecimiento de la capacidad técnica para el monitoreo y seguimiento a la calidad del suelo</p>		
	<p>Implementación de protocolos, metodologías e indicadores para el monitoreo y seguimiento</p>		

Objetivo Específico	Actividades	Indicador y meta de la Política	Actores
	del estado de la calidad del suelo		
	Elaboración de una estrategia de generación y gestión de la información	Número de estrategias de generación y gestión de la información con respecto al seguimiento y monitoreo a la calidad del suelo articulada al SIAC	Minambiente, IDEAM, IGAC, Minagricultura, UPRA, autoridades ambientales, instituciones de educación superior, sectores productivos, entidades territoriales, comunidades y grupos étnicos
	Definición de recursos y responsables para la puesta en marcha de la estrategia de generación y gestión de la información con respecto al monitoreo y seguimiento a la calidad del suelo	(1)	
	Acompañamiento y capacitación a los responsables de la puesta en marcha de la estrategia de generación y gestión de la información con respecto al monitoreo y seguimiento a la calidad del suelo		
	Definición de zonas prioritarias para la implementación estrategia de generación y gestión de la información con respecto al monitoreo y seguimiento a la calidad del suelo		
	Sistematización de datos y elaboración de informes sobre la calidad del suelo		

Objetivo Específico	Actividades	Indicador y meta de la Política	Actores
	Creación de un observatorio del suelo para la compilación y divulgación de investigaciones y proyectos adelantados en gestión sostenible del suelo	Número de observatorios del suelo diseñados y en implementación (1)	Minambiente, Minagricultura, IGAC, IDEAM, UPRA, autoridades ambientales, instituciones de educación superior, entidades científicas adscritas y vinculadas a Minambiente, centros e institutos de investigación.

Fuente: Política para la Gestión Sostenible de los Suelos (MADS, 2016)

- **Investigación, innovación y transferencia de tecnología**

Partiendo de que los estudios sobre el suelo en el país se encuentran a escalas gruesas, que en muchos casos se encuentran desactualizados y que, en muchos casos, no cuentan con el enfoque integral de incluir aspectos biofísicos, ecosistémicos, sociales, económicos y culturales (MADS, 2016), se hace evidente la necesidad de conocer los suelos del país, entendiendo su diversidad y complejidad y su alta variabilidad espacial con el fin de generar medidas para su conservación y uso sostenible a la luz de la intensidad y magnitud de los procesos de degradación de los que sufren los suelos, las cuales, hoy, tampoco son bien conocidas.

No solo se hace necesario entonces contar con métodos modernos y apropiados para generar información sobre suelos, específicamente sobre sus funciones y potencialidades y haciendo énfasis en los servicios ecosistémicos asociados a ellos, sino que existe también la necesidad de evaluar los impactos que llevan a su degradación, los impactos que su degradación le imprimen a otros ecosistemas y comunidades, y desarrollar estrategias de recuperación y rehabilitación consistentes con dichos hallazgos.

Por ello esta línea estratégica resalta un aumento en el detalle del inventario y fortalecimiento del reconocimiento de los suelos del país; la formulación de una agenda de investigación; un fomento de la mencionada agenda, de procesos de innovación

derivados de ella y transferencia de tecnologías; y la generación de un inventario, mapeo y caracterización de la degradación de los suelos en el país.

Tabla 11. Componentes de relevancia regional de la Línea Estratégica, investigación, innovación y transferencia de tecnología.

Objetivo Específico	Actividades	Indicador Y Meta De La Política	Actores
Promover la investigación, innovación y transferencia de tecnología para el conocimiento de los suelos, su preservación, restauración, uso y manejo sostenible	Fomento al desarrollo de investigaciones sobre prácticas de uso y manejo del suelo de los grupos étnicos y comunidades campesinas e integrarlas con el conocimiento académico para establecer pautas de manejo que respondan a la diversidad geográfica y cultural de las áreas hidrográficas. Realización de estudios de suelos a escala semidetallada y detallada en áreas prioritarias	Número de proyectos de investigación adelantados en gestión sostenible del suelo (20)	IGAC, IDEAM, centros e institutos de investigación, COLCIENCIAS, instituciones de educación superior, entidades interesadas en la investigación en suelos, entidades científicas adscritas y vinculadas a Minambiente, autoridades ambientales, entidades territoriales, sectores productivos y entidades encargadas de asistencia técnica.
	Ejecución de estudios identificando zonas prioritarias de acción		
	Promoción de transferencia y aplicación de conocimientos sobre conservación, recuperación, uso y manejo sostenible del suelo		

Fuente: Política para la Gestión Sostenible de los Suelos (MADS, 2016)

- **Preservación, restauración y uso sostenible**

Finalmente, y como complemento de las líneas 4 y 5 es importante proceder a proponer acciones de generación de conocimiento, preservación, restauración y uso sostenible de los suelos. Para ello, es fundamental integrar estas acciones con la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, como se hace hoy con los Distritos de Conservación de Suelos y los Distritos de Manejo integrado (los cuales deben fortalecerse en el futuro). Así mismo se espera generar directrices y guías metodológicas para fortalecer el componente de suelos en los instrumentos de restauración ecológica

existentes. En suma, esta línea estratégica plantea el desarrollo de un programa de conservación de suelos que incluya:

- La formulación de lineamientos de conservación de suelos para fortalecer instrumentos de gestión del riesgo.
- El diseño e implementación de incentivos para la conservación del suelo.
- La generación y divulgación de guías para el uso y manejo sostenible del suelo.
- El fomento de negocios verdes que incluyan la gestión sostenible del suelo.
- La generación y aplicación de alternativas de manejo y prácticas que permitan utilizar el suelo, disminuyendo la ocurrencia e incidencia de los procesos de degradación.

Desde la mirada regional, la política plantea lo siguiente:

Tabla 12. Componentes de relevancia regional de la Línea Estratégica 6, preservación, recuperación y uso sostenible.

Objetivo Específico	Actividades	Indicador y meta de la Política	Otros Actores
Generar acciones de preservación, restauración y uso sostenible del suelo, con el fin de mantener en el tiempo sus funciones y la capacidad de sustento de los ecosistemas.	Evaluación del estado de declaratoria e implementación de las categorías de conservación de suelos (distritos de conservación de suelos y distritos de manejo integrado)	Número de documentos con lineamientos técnicos para fortalecer las áreas protegidas y los ecosistemas estratégicos en la gestión sostenible del suelo (4)	Minambiente, Parques Nacionales Naturales de Colombia, autoridades ambientales, entidades científicas adscritas y vinculadas a Minambiente e instituciones de educación superior
	Implementación de criterios técnicos que permitan complementar la guía de declaratoria de áreas protegidas con la especificidad del tema suelos.		

Objetivo Específico	Actividades	Indicador y meta de la Política	Otros Actores
	Análisis, evaluación y propuesta de lineamientos técnicos para fortalecer el tema de suelos en los planes de manejo en áreas protegidas y en ecosistemas estratégicos.		
	Divulgación de lineamientos y criterios técnicos		
	Revisión del componente de suelos en los instrumentos de restauración ecológica existentes	Número de guías metodológicas para fortalecer los instrumentos de restauración, recuperación y rehabilitación de suelos formuladas (1)	Minambiente, Parques Nacionales Naturales de Colombia, autoridades ambientales, entidades científicas adscritas y vinculadas a Minambiente e instituciones de educación superior
	Formulación de directrices y guías metodológicas para fortalecer los instrumentos de restauración ecológica en el componente suelo		
	Divulgación de directrices y guías metodológicas		
	Incorporación de directrices y guías metodológicas sobre restauración, recuperación y rehabilitación de suelos en instrumentos de restauración ecológica		
	Formulación y puesta en marcha de un programa de conservación de suelos y promoción de sistemas sostenibles de producción	Número de programas de conservación de suelos y promoción de sistemas sostenibles de producción en implementación (1)	Ministerios y entidades adscritas, autoridades ambientales, entidades científicas adscritas y vinculadas a Minambiente, Parques Nacionales Naturales de Colombia, entidades territoriales, institutos y centros de investigación, instituciones de educación superior, IGAC, ICA, CORPOICA, UPME, UPRA, ANH, ANM, IPSE, CREG, Servicio Geológico Colombiano, sectores productivos, grupos étnicos, asociaciones y agremiaciones productivas, CAMACOL, Asociación Nacional de Industriales -ANDI, ACOPI
	Formulación de lineamientos de conservación de suelos para fortalecer instrumentos de gestión del riesgo		
	Diseño y adopción de incentivos para la conservación del suelo		
	Implementación de incentivos para la conservación del suelo		
	Generación y divulgación de guías para el uso y manejo sostenible del suelo		
	Fomento de negocios verdes que incluyan la gestión sostenible del suelo		

Objetivo Específico	Actividades	Indicador y meta de la Política	Otros Actores
	Generación y aplicación de alternativas de manejo y prácticas que permitan utilizar el suelo, disminuyendo la ocurrencia e incidencia de los procesos de degradación, mejorando su estado de conservación		

Fuente: Política para la Gestión Sostenible de los Suelos (MADS, 2016)