



**ÍNDICE CUANTITATIVO PARA VALORAR LA IMPORTANCIA AMBIENTAL
Y EL GRADO DE CONSERVACIÓN DE LOS PÁRAMOS, COMO INSUMO
PARA LA METODOLOGÍA DE AVALÚOS DE PREDIOS RURALES
UBICADOS EN ESTE ECOSISTEMA.**

PÁRAMOS



 **ecosimple**
ASOCIACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIOCOMUNITARIA



Índice cuantitativo para valorar la importancia ambiental y el grado de conservación de los páramos, como insumo para la metodología de avalúos de predios rurales ubicados en estos ecosistemas.

Autores:

Henry Altetrio
Lorena vera
Luis Carlos Gutierrez
Luisa Fernanda Bolívar
Eduard Bautista

ECOSIMPLE. Asores en gestión ambiental y economía

Supervisora:

Marcela Galvis Hernández
Instituto Alexander von Humboldt

**Programa de Ciencias Básicas de la Biodiversidad
Instituto Humboldt**

Documento realizado en el contrato No. 20-036, en el marco del proyecto Páramos: Biodiversidad y Recursos Hídricos en los Andes del Norte, financiado por la Unión Europea y coordinado por el Instituto Humboldt.

RESUMEN

El Artículo 8 de la Ley Ley 1930 de 2018, cuyo objeto es establecer las directrices para el manejo integral de este ecosistema, se establecieron las directrices para realizar un saneamiento predial en este ecosistema con el concurso del Instituto Agustín Codazzi (IGAC), la Agencia Nacional de Tierras (ANT), la Superintendencia de Notariado y Registro y Parques Nacionales Naturales (PNN); para lo que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y el IGAC deben definir los criterios y elaborar una metodología de valoración ambiental para que los bienes ubicados en áreas de páramos delimitados se les reconozca el grado de conservación; en desarrollo al principio de distribución equitativa de cargas públicas y beneficios.

El presente documento desarrolla la propuesta de índice cuantitativo para valorar la importancia ambiental y el grado de conservación de los páramos, como insumo para la metodología de avalúos de predios rurales ubicados en estos ecosistemas.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	3
ÍNDICE DE ECUACIONES	4
ÍNDICE DE ANEXOS	5
ABREVIATURAS	6
INTRODUCCIÓN	7
1 CONTEXTO NORMATIVO	10
1.1 NORMATIVIDAD RELACIONADA CON AVALÚOS.....	10
1.2 NORMATIVIDAD RELACIONADA CON EL COMPONENTE AMBIENTAL	11
2 MARCO DE REFERENCIA.....	12
2.1 PROCEDIMIENTOS Y CRITERIOS PARA LA ELABORACIÓN AVALÚOS (DECRETO 1420 DE 1998)	12
2.1.1 VARIABLES VALORADAS EN UN AVALUÓ COMERCIAL	14
2.2 APROXIMACIÓN A LA VALORACIÓN AMBIENTAL EN ECOSISTEMAS DE PÁRAMO	16
2.2.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LOS GRADOS DE CONSERVACIÓN EN PREDIOS DE ECOSISTEMAS DE PÁRAMOS	17
2.2.2 MÉTODOS Y METODOLOGÍAS PARA EL ANÁLISIS, VALORACIÓN Y/O CUANTIFICACIÓN DEL GRADO DE CONSERVACIÓN DE PREDIOS EN ECOSISTEMAS DE PÁRAMO.....	26
2.3 ANTECEDENTES DE INCORPORACIÓN DEL VALOR AMBIENTAL EN AVALÚOS COMERCIALES	30
2.4 HERRAMIENTAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE VALORACIÓN DESDE LA ECONOMETRÍA Y LA ESTADÍSTICA.....	36
2.4.1 VALORACIÓN MULTICRITERIO.....	37
2.4.2 MODELOS DE ECUACIONES ESTRUCTURALES O SEM.....	38
3. CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE	39
2.5 PRINCIPIOS Y ATRIBUTOS PARA LA SELECCIÓN DE INDICADORES Y CRITERIOS QUE COMPONEN EN EL ÍNDICE .	39
2.6 METODOLOGÍA	41
2.7 DEFINICIÓN DE APLICABILIDAD DE INSUMOS CARTOGRÁFICOS DISPONIBLES	42
2.8 FORMULACIÓN DE INDICADORES.....	56
2.8.1 COBERTURAS Y SUELOS	59
2.8.2 COMPONENTE HÍDRICO	72

2.8.3	USO ACTUAL DEL SUELO	78
2.9	ÍNDICE DE CUANTIFICACIÓN DE LA IMPORTANCIA AMBIENTAL Y EL GRADO DE CONSERVACIÓN	80
RECOMENDACIONES.....		84
3.	ANEXOS.....	85
4.	REFERENCIAS	86

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	SÍNTESIS DE CONTEXTO NORMATIVO	11
FIGURA 2.	METODOLOGÍA DE ZONIFICACIÓN CAR CUNDINAMARCA.....	28
FIGURA 3	METODOLOGÍA PARA AVALÚO COMERCIAL DE LA RESERVA FORESTAL CÁRPATOS.....	32
FIGURA 4	METODOLOGÍA PARA AVALÚO COMERCIAL DE LOS PREDIOS EN LA RONDA DEL RÍO BOGOTÁ, MUNICIPIO DE SOACHA	33
FIGURA 5	METODOLOGÍA PARA AVALÚO COMERCIAL DE LOS PREDIOS EN TRAMO CALERA – CHOACHÍ.....	34
FIGURA 6	METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE	42
FIGURA 7	COMPLEJO DE PÁRAMO CRUZ VERDE - SUMAPAZ.....	43
FIGURA 8	MUNICIPIO DE CABRERA DENTRO DEL COMPLEJO DE PÁRAMO	43
FIGURA 9	PREDIOS SELECCIONADOS PARA EL EJERCICIO	44
FIGURA 10.	CARTOGRAFÍA BASE IGAC 1:25.000 DISPONIBLE PARA TODO EL PAÍS – CUERPOS DE AGUA	48
FIGURA 11.	ZONIFICACIÓN DE ÁREAS DE IMPORTANCIA ESTRATÉGICA 1:25.000 DE LA JURISDICCIÓN CAR ...	48
FIGURA 12.	ZONIFICACIÓN DEL ÍNDICE Y CAPACIDAD DE REGULACIÓN ESCALA 1:100.000 PARA TODO EL PAÍS.	49
FIGURA 13.	ZONIFICACIÓN DEL ÍNDICE Y CAPACIDAD DE REGULACIÓN ESCALA 1:100.000 PARA TODO EL PAÍS.	49
FIGURA 14.	CLASES AGROLÓGICAS 1:100.000 DISPONIBLE PARA TODO EL PAÍS.	44
FIGURA 15.	VOCACIÓN DE USO DEL SUELO COLOMBIANO 1:100.000 DISPONIBLE PARA TODO EL PAÍS.....	44
FIGURA 16.	CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS 1:25.000 DISPONIBLE PARA ALGUNOS COMPLEJOS DE PÁRAMOS DEL PAÍS.....	44
FIGURA 17.	ZONIFICACIÓN DE USOS RECOMENDADOS 1:25.000 DISPONIBLE PARA ALGUNOS COMPLEJOS DE PÁRAMOS DEL PAÍS.....	44
FIGURA 18.	MAPA DE ECOSISTEMAS IDEAM 1:100.000 DISPONIBLE PARA TODO EL PAÍS.....	45
FIGURA 19.	MAPA DE ECOSISTEMAS IAVH 1:100.000 DISPONIBLE PARA TODO EL PAÍS.....	45
FIGURA 20.	MAPA DE OFERTA AMBIENTAL 1:100.000 DISPONIBLE PARA TODO EL PAÍS.	45
FIGURA 21.	MAPA DE CONFLICTO DE USOS 1:100.000 DISPONIBLE PARA TODO EL PAÍS.	45
FIGURA 22.	CAPA DE COBERTURAS CON BASE CORINE LAND COVER 1:25.000 PRIORIZADA PARA ECOSISTEMAS DE PÁRAMOS, DISPONIBLE PARA ALGUNOS COMPLEJOS.	46
FIGURA 23.	CAPA DE COBERTURAS CORINE LAND COVER 1:25.000 DISPONIBLE PARA TODO EL PAÍS.....	46

FIGURA 24. CAPA CON INFORMACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS PARA CUNDINAMARCA 1:25.000	46
FIGURA 25. CAPA SUELOS CUNDINAMARCA 1:100.000	46

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 VARIABLES CONTEMPLADOS EN UN AVALÚO COMERCIAL	16
TABLA 2. INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA LA VALORACIÓN EN PÁRAMOS	17
TABLA 3 ELEMENTOS DE EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LAS CONDICIONES DEL RECURSO HÍDRICO – BORRERO ET AL (2007).....	20
TABLA 4 ELEMENTOS DE EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LAS CONDICIONES DEL RECURSO HÍDRICO – USDA (2009)	22
TABLA 5. PRINCIPIOS, CRITERIOS, INDICADORES Y VERIFICADORES PARA LA METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DEL VALOR AMBIENTAL EN PREDIOS RURALES EN ÁREAS PROTEGIDAS.	29
TABLA 6 PRINCIPIOS Y ATRIBUTOS PARA LA DEFINICIÓN DE INSTRUMENTOS E INDICADORES QUE COMPONEN EL ÍNDICE	40
TABLA 7. INFORMACIÓN ANALIZADA PARA PRIORIZACIÓN Y SELECCIÓN	44
TABLA 8 TABLA RESUMEN DE INFORMACIÓN EVALUADA PARA LA PRIORIZACIÓN Y USO DE INFORMACIÓN.	52
TABLA 9 SUSTENTO BIBLIOGRÁFICA DE LA FORMULACIÓN DE INDICADORES Y ESCALA DE VALORACIÓN.....	57
TABLA 10. COBERTURAS LEYENDA CORINE LAND COVER PARA PÁRAMOS PRIORIZADOS 1:25.000	59
TABLA 11. ESCALA DE VALORACIÓN PARA EL INDICADOR “TIPO DE COBERTURAS”	63
TABLA 12. NIVEL ASIGNADO A CADA TIPO DE COBERTURAS DE PÁRAMOS.....	64
TABLA 13. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE CLASES DE TIERRAS IDENTIFICADAS EN EL TERRITORIO COLOMBIANO	67
TABLA 14. ESCALA DE VALORACIÓN DEL INDICADOR DE CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS	68
TABLA 15. ESCALA DE VALORACIÓN DEL INDICADOR DE CONECTIVIDAD	70
TABLA 16. ESCALA DE VALORACIÓN DEL INDICADOR DE EROSIÓN	71
TABLA 17. ESCALA DE VALORACIÓN DEL INDICADOR DE REMOCIÓN EN MASA	72
TABLA 18 ESCALA DE VALORACIÓN DEL INDICADOR PRESENCIA DE CUERPOS HÍDRICOS	74
TABLA 19 ESCALA DE VALORACIÓN DEL INDICADOR CANTIDAD DEL CUERPO HÍDRICO EN FUNCIÓN DEL ÁREA. 74	
TABLA 20 ESCALA DE VALORACIÓN DEL INDICADOR LUGAR DE NACIMIENTO DEL CUERPO HÍDRICO	75
TABLA 21 ESCALA DE VALORACIÓN DEL INDICADOR CONSERVACIÓN DE LA RONDA HÍDRICA	75
TABLA 22 ESCALA DE VALORACIÓN DEL INDICADOR PRESIÓN ANTRÓPICA SOBRE EL RECURSO HÍDRICO	76
TABLA 23 ESCALA DE VALORACIÓN DEL INDICADOR ESTADO DE NATURALIDAD DEL CUERPO HÍDRICO	77
TABLA 24 ESCALA DE VALORACIÓN DEL INDICADOR ALTERACIÓN HIDROLÓGICA.....	78
TABLA 25. ESCALA DE VALORACIÓN DEL INDICADOR USO ACTUAL	79
TABLA 26 PONDERACIÓN DE INDICADORES.....	83

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1 MODELO DE VALOR COMERCIAL PARA COMPRA DE PREDIO AMBIENTAL	35
ECUACIÓN 2 FORMA BÁSICA DEL ÍNDICE	80
ECUACIÓN 3 ÍNDICE DE CUANTIFICACIÓN DEL GRADO DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL DE PREDIOS UBICADOS EN PÁRAMO	84

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO 1. Índice de ponderación de indicadores
- ANEXO 2. Ficha predial
- ANEXO 3. Protocolo de aplicación del índice
- ANEXO 4. Hoja de ruta para avalúos

ABREVIATURAS

ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
CAR	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca
CO2	Dióxido de Carbono
CSA	Análisis de la Estructura de Covariantes
ETESA	Estudios Técnicos, Económicos, Sociales y Ambientales
IAvH	Instituto Alexander Von Humboldt
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
ONVS	Oficina de Negocios Verdes y Sostenibles
SEM	Modelos de Ecuación Estructurales, siglas en inglés
SIAC	Sistema de Información Ambiental de Colombia
SINA	Sistema Nacional Ambiental de Colombia
SINAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, siglas en inglés

INTRODUCCIÓN

Históricamente la determinación del valor del suelo en zonas rurales se ha sustentado en el potencial de aprovechamiento o generación de rentas que los mismos pueden tener a través de diversas actividades económicas, particularmente relacionadas con la agricultura y ganadería. En consecuencia el valor de los predios ubicados en zonas donde el ordenamiento territorial no permite o limita el desarrollo de este tipo de actividades es menor al de los predios con mayores posibilidades de aprovechamiento.

En el marco de la Ley de Páramos (Ley 1930 de 2018) cuyo objeto es establecer como ecosistemas estratégicos los páramos, y fijar directrices que propendan por su integralidad, preservación, restauración, uso sostenible y generación de conocimiento, vinculando a las comunidades locales en la protección y manejo sostenible de los mismos; se avanzó en establecer la necesidad de que se reconozca en el valor del suelo criterios ambientales.

El artículo 8 de la Ley 1930 de 2018 aborda el saneamiento predial en los páramos, para esta tarea involucra al Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), la Agencia Nacional de Tierras (ANT), la Superintendencia de Notariado y Registro y Parques Nacionales Naturales (PNN) e indica que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), así como el IGAC, deben definir los criterios y elaborar una metodología de valoración ambiental para que los bienes ubicados en áreas de páramos delimitados, se les reconozca su grado de conservación; en desarrollo al principio de distribución equitativa de cargas públicas y beneficios.

Con el fin de aportar al propósito establecido en el artículo 8 de la Ley 1930 de 2018 se desarrolló un documento que soporta técnicamente la construcción de un índice que permita reflejar el grado de conservación de un predio en el avalúo. Cabe mencionar que el índice propuesto no modifica las metodologías actuales de avalúos comerciales, sino que busca afectar el valor generado por el ejercicio de avalúo comercial permitiendo reconocer a los propietarios los esfuerzos de conservación realizados, para que de esta manera la carga de prohibiciones establecidas por la ley para dicha propiedad privada, que redundaran en el beneficio de poblaciones cuenca abajo, pueda ser menor.

También es importante aclarar, que si bien el país cuenta con información ambiental para la toma de decisiones está no está a escala predial, por lo que el índice propuesto se plantea desde la información verificable en campo por parte de evaluador encargado del proceso, con el fin de que el avalúo se base en información actualizada y a la escala indicada.

En el proceso de construcción del índice, se contó con la participación, discusión y aporte de funcionarios del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, del Instituto Geográfico Agustín Codazzi y del Instituto Humboldt, los cuales, a través de diferentes espacios de socialización, brindaron aportes valiosos para la consecución del objetivo principal del presente estudio.

A continuación se detalla la ruta de trabajo:

Etapa	Descripción
<p>Revisión y selección de insumos</p>	<p>Con los primeros insumos preseleccionados (cartográficos y de datos) se realizó un ejercicio práctico de análisis a nivel predial, donde se logró identificar y clasificar la información, a partir de su disponibilidad y escala de detalle. El resultado vinculó los comentarios recibidos durante las socializaciones con los equipos técnicos de las instituciones (Instituto-IGAC-MinAmbiente), y estableció que el grado de conservación de un predio localizado en páramo, podría ser medido probablemente, a través del análisis de dos grandes componentes (que a su vez incluyen diversos indicadores). El primero de ellos es “coberturas y suelos” y el segundo “recurso hídrico”. A esta conclusión se llegó partiendo del principio de que un buen estado y correcto uso de las coberturas y del suelo, generan un ambiente propicio para que prospere la biodiversidad y a su vez las interacciones ecológicas, así como la regulación y provisión hídrica, mientras que un uso incorrecto e intervenciones al terreno, alteran de forma negativa las condiciones mencionadas.</p>
<p>Formulación de indicadores y protocolo de aplicación</p>	<p>Con la priorización y selección realizada en la etapa anterior, se formuló para ambos componentes señalados, un grupo de indicadores que los conformarían. Para el componente de coberturas y suelos se definió incluir: Tipos de cobertura, capacidad de uso del suelo, distancia entre fragmentos naturales, erosión y remoción en masa. En cuanto al recurso hídrico: Identificación de cuerpos de agua, lugar de nacimiento del cuerpo hídrico, conservación de la ronda, presión antrópica, naturalidad del cuerpo hídrico y alteración hidrológica.</p> <p>Se elaboró además un protocolo de aplicación, el cual sirve como hoja de ruta (diseñada fundamentalmente para el evaluador) en pro de la evaluación de cada uno de los indicadores que comprenden el componente ambiental, y su respectivo diligenciamiento en la ficha predial.</p>
<p>Calibración de indicadores</p>	<p>Para llegar a un índice que sirviera como insumo en el proceso de avalúo predial, era necesario asignar niveles y puntajes a cada uno de los indicadores previamente planteados; sin embargo, para decidir el peso de cada uno y su respectiva ponderación para la fórmula general, era necesario soportar de manera acertada cada valor asociado. Para ello, se utilizaron metodologías implementadas en ciertos ejercicios de valoración ambiental de ecosistemas estratégicos, además de la aplicación de una encuesta a 27 profesionales expertos en el tema en cuestión, procedentes de instituciones oficiales adscritas al SINA, así como investigadores y académicos independientes, con su respectivo análisis estadístico y matemático, con lo cual se logró calibrar y justificar la fórmula del índice de conservación e importancia ambiental (análisis multicriterio).</p> <p>Adicionalmente, se incluyó un “desincentivo” o “factor de corrección” relacionado con el uso actual del suelo que se le esté dando al terreno de cada predio, esto obediendo a</p>

	<p>que un área que este en uso inadecuado, básicamente estaría perdiendo (en la misma proporción) el factor ambiental del avalúo.</p> <p>Los indicadores sugeridos y sus respectivos puntajes asignados se plasman en el componente ambiental de la ficha predial.</p>
Propuesta del índice	<p>Ecuación 1. Forma básica del índice</p> $ICIA = X_1 + X_2 - UnA$ <p>En donde:</p> <p>ICIA = Índice de conservación e importancia ambiental</p> <p>X1= Puntaje obtenido por la evaluación de indicadores del criterio cobertura y suelos</p> <p>X2= Puntaje obtenido por la evaluación de indicadores del criterio recurso hídrico</p> <p>UnA= Factor de corrección de acuerdo con evidencia de usos actuales del suelo y su relación de área.</p>

Se realizó la aplicación de la metodología en dos estudio de caso en el páramo de Chingaza, provincia del Guavio, municipios de Guatavita (predio 1) y Guasca (predio 2) respectivamente. En los dos predios se logró identificar de manera práctica y sencilla los indicadores planteados para los componentes ambientales.

Por último, se realizó el 14 de julio de 2021 una socialización del índice desarrollado a la cuál se invitó a Corporaciones Autónomas Regionales y otras entidades interesadas con el fin de recibir retroalimentación al respecto: La reunión de socialización puede verse en el siguiente enlace en el canal TIC- Minambiente:

<https://www.youtube.com/watch?v=H2CgjT3oSX0&t=2046s>

Este documento contiene en primer lugar, un contexto normativo que enmarca el desarrollo del índice; en segunda instancia se presenta un marco de referencia compuesto por los procedimientos comunes de aplicación de avalúos, seguido de la aproximación a la valoración ambiental de un ecosistema de páramo, continuando con el marco teórico de las herramientas estadísticas para la definición del índice; a la vez de presentan los antecedentes existentes en materia de estudios que han procurado la incorporación del componente ambiental en un avalúo predial; finalmente se exponen los principales métodos y metodologías existentes para la cuantificación del grado de conservación de un ecosistema de páramo. Este marco de referencia incluye los insumos necesarios para continuar con el capítulo de construcción del índice y la generación de recomendaciones.

1 Contexto normativo

En el marco del desarrollo del presente proyecto, se ha determinado una línea informativa en relación con la normatividad existente en el país, no solo para los avalúos comerciales, sino para la definición, valoración y protección de ecosistemas estratégicos, así como la valoración económica ambiental. En los siguientes numerales se aprecia la reglamentación orientada al tema de interés.

1.1 Normatividad relacionada con avalúos

El avalúo comercial es un informe técnico cobijado y regulado por varias leyes, decretos y resoluciones que dictaminan la forma correcta en la que se deben elaborar, un informe avaluatorio completo debe tener como referencia las resoluciones, decretos y las leyes sobre los avalúos existentes en el país. Por esta razón, relacionaremos la legislación actual y la importancia que tiene para valorar este tipo de ecosistemas naturales.

La normatividad que rige el campo de los avalúos tiene la finalidad de ofrecer seguridad jurídica en las relaciones entre particulares o entre particulares y el Estado, por lo general el ámbito de las normas obedece a un campo de aplicación específico, esto es, el mercado de bienes inmuebles. Con este panorama buscaremos exponer la normatividad que regula los avalúos en Colombia e identificar que normas pueden contribuir en orientación del valor ambiental en los ecosistemas estratégicos de páramos (Pérez & Galindo, 2020) (ver Figura 1).

En el marco de las leyes, es importante resaltar para este estudio la ley 388 del 1997 y la Ley 9 de 1989, por la cual se establece las normas de uso del suelo, la delimitación de zonas y manejos ambientales de acuerdo al POT, siendo esta variable de suma importancia para elaborar el avalúo.

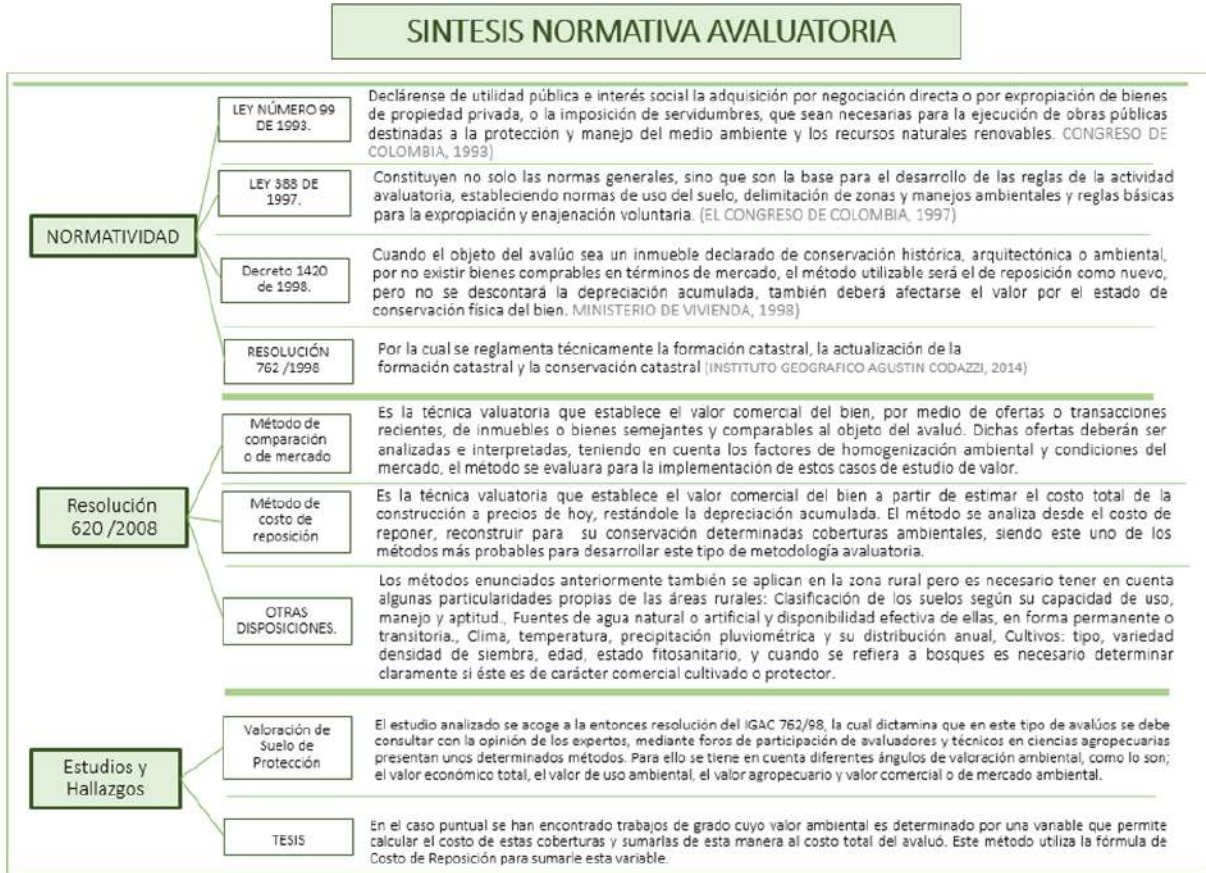
Por otro lado, en el marco del ejercicio investigativo el decreto 1420 del 1998 en su artículo 21°, contribuye en gran medida al presente ejercicio, dado que da una pauta para elaborar un avalúo en donde no se encuentre ofertas de mercado como lo es el caso de estudio.

[...] ART. 21° Cuando el objeto del avalúo sea un inmueble declarado de conservación histórica, arquitectónica o ambiental, por no existir bienes comprables en términos de mercado, el método utilizable será el de reposición como nuevo, pero no se descontará la depreciación acumulada, también deberá afectarse el valor por el estado de conservación física del bien. Igualmente, se aceptará como valor comercial de dicho inmueble el valor de reproducción, entendiendo por tal el producir el mismo bien, utilizando los materiales y tecnología con los cuales se construyó, pero debe tenerse en cuenta las adecuaciones que se le han introducido. [...] (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 1998).

La resolución 762 de 1998 y 620 del 2008 dictaminan las metodologías adoptadas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC para la realización de avalúos; para el caso de avalúos rurales se

debe tener en cuenta otras disposiciones del suelo, como lo son fuentes de agua, vías de acceso, topografía, estado de cultivos, clasificación de los suelos, entre otros. La Figura 1 sintetiza el marco normativo de referencia para el presente estudio.

Figura 1. Síntesis de contexto normativo



Fuente: Elaboración propia (2020)

1.2 Normatividad relacionada con el componente ambiental

Los ecosistemas de páramos comienzan a ser considerados como “objeto de protección especial” a través del artículo 1º de la ley 99 de 1993 (Gobierno Nacional - República de Colombia, 1993), gracias a su prestación de servicios ecosistémicos en todas las categorías; son proveedores, reguladores, culturales y de soporte.

Aunado a lo anterior, el gobierno nacional, estableció y ordenó a través de dos planes nacionales de desarrollo (ley 1450 de 2011 y ley 1753 de 2015, respectivamente), la actualización de estudios

técnicos, económicos, sociales y ambientales – ETESA con el fin de caracterizar nuevamente todos los complejos de páramos del territorio colombiano (Congreso de la República, 2011), y a partir de ellos, generar una nueva delimitación a escala 1:25.000 (Congreso de la república, 2015).

Ratificando todo lo anterior, la Corte Constitucional a través de la Sentencia C-035 de 2016, indica que, ante la vulnerabilidad, fragilidad y dificultad de recuperación de los ecosistemas de páramos, el estado tiene a su cargo la obligación de brindar una protección más amplia y especial dirigida específicamente a preservar este tipo de ecosistemas (Corte Constitucional, 2015).

Entre el 2016 al 2018, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, procedió a delimitar los 36 complejos de páramos del país (cada uno con su respectivo acto administrativo), a partir del soporte técnico entregado por las Corporaciones Autónomas Regionales y el Instituto Alexander von Humboldt; seguido a esto, a través de la resolución 886 de 2018 del MADS, se entregaron los lineamientos para la formulación e implementación de los planes de manejo ambiental de páramos delimitados, que incluye a su vez la respectiva zonificación y régimen de uso. Posteriormente, se sancionó la ley 1930 de 2018, por medio de la cual se dan los lineamientos para la gestión integral de páramos en el país.

2 Marco de referencia

El capítulo inicia exponiendo los procedimientos y criterios principales utilizados para la elaboración de avalúos de acuerdo con el Decreto 1420 de 1998 en el cual a su vez se expone las variables evaluadas durante la misma. A la vez, este apartado contiene la identificación de las variables e indicadores relevantes para llevar a cabo una valoración ambiental de los predios ubicados en ecosistemas de páramo, así como los métodos y metodologías que en la actualidad permiten realizar dicha valoración en función de su grado de conservación.

Posteriormente, se traen a colación los antecedentes de estudios que han procurado la incorporación de la valoración ambiental en la elaboración de avalúos comerciales, de los cuales dos de ellos se consideran relevantes como insumo para la construcción del índice objeto de estudio. Finalmente, este marco referencia las herramientas estadísticas utilizadas para la calibración y diseño final del índice.

2.1 Procedimientos y criterios para la elaboración avalúos (Decreto 1420 de 1998)

Aunque la construcción del índice objeto de estudio, no implica cambios en las metodologías y procedimientos para efectuar los avalúos comerciales actualmente en uso, desde el punto de vista teórico se considera importante exponer a continuación la información básica del desarrollo de los avalúos, esto con el fin de construir un índice cuya aplicación no vaya en contravía de estos, facilitando así su incorporación.

El Decreto 1420 de 1998 reglamenta parcialmente el artículo 37 de la Ley 9ª de 1989, el artículo 27 del Decreto-ley 2150 de 1995, los artículos 56, 61,62, 67, 75, 76, 77, 80, 82, 84 y 87 de la Ley 388 de 1997 y, el artículo 11 del Decreto-ley 151 de 1998, que hacen referencia al tema de avalúos, tiene por

objeto señalar las normas, procedimientos, parámetros y criterios para la elaboración de avalúos, como se dispone a continuación.

Capítulo Primero: disposiciones generales

Se entiende por valor comercial de un inmueble el precio más favorable por el cual éste se transaría en un mercado donde el comprador y el vendedor actuarían libremente, con el conocimiento de las condiciones físicas y jurídicas que afectan el bien.

Para efectos de la determinación de la compensación de que trata el Decreto-ley 151 de 1998, para el cálculo del reparto equitativo de cargas y beneficios y para la delimitación de las unidades de actuación urbanística, se entienden como áreas morfológicas homogéneas las zonas que tienen características análogas en cuanto a tipologías de terreno, edificación o construcción, usos e índices derivados de su trama urbana original (COVIANDINA, 2021).

En zonas rurales, además de las anteriores características deberá tenerse en cuenta las agrológicas del suelo y las aguas. Aspectos físicos tales como área, ubicación, topografía y forma. Clases de Suelo: urbano, rural, de expansión urbana, suburbano y de protección (COVIANDINA, 2021).

Para aplicar un método diferente a los enumerados en el inciso anterior, se requiere que previamente se someta a estudio y análisis tanto en los aspectos conceptuales como en las aplicaciones que pueda tener su aplicación. Dicho estudio y análisis serán realizados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi y, si éste lo encontrara válido lo adoptará por resolución de carácter general (COVIANDINA, 2021).

Capítulo segundo, de las personas naturales o jurídicas que realizan avalúos y de las lonjas de propiedad raíz

La entidad privada a la cual se le solicite el avalúo y la persona que lo adelante, serán solidariamente responsables por el avalúo realizado de conformidad con la ley.

Capítulo tercero, Procedimiento para la elaboración y controversia de los avalúos

Dentro del término de la vigencia del avalúo, no se podrá solicitar el mismo avalúo a otra entidad autorizada, salvo cuando haya vencido el plazo legal para elaborar el avalúo contratado (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, s.f).

La solicitud de realización de los avalúos de que trata el presente Decreto deberá presentarse por la entidad interesada en forma escrita, firmada por el representante legal o su delegado legalmente autorizado, señalando el motivo del avalúo y entregando a la entidad los documentos citados en el Artículo 13 (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, s.f).

Capítulo Cuarto: De los parámetros y criterios para la elaboración de avalúos

Artículo 21.

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi, la entidad que cumpla sus funciones y las personas naturales o jurídicas registradas y autorizadas por las lonjas en sus informes de avalúo, especificarán el método utilizado y el valor comercial definido independizando el valor del suelo, el de las edificaciones y las mejoras si fuere el caso, y las consideraciones que llevaron a tal estimación.

Para los efectos del avalúo de que trata el artículo 37 de la Ley 9 de 1989, los inmuebles que se encuentren destinados a actividades productivas y se presente una afectación que ocasione una limitación temporal o definitiva a la generación de ingresos provenientes del desarrollo de las mismas, deberá considerarse independientemente del avalúo del inmueble, la compensación por las rentas que se dejarán de percibir hasta por un período máximo de seis (6) meses.

Cuando el objeto del avalúo sea un inmueble declarado de conservación histórica, arquitectónica o ambiental, por no existir bienes comprables en términos de mercado, el método utilizable será el de reposición como nuevo, pero no se descontará la depreciación acumulada, también deberá afectarse el valor por el estado de conservación física del bien. Igualmente, se aceptará como valor comercial de dicho inmueble el valor de reproducción, entendiéndose por tal el producir el mismo bien, utilizando los materiales y tecnología con los cuales se construyó, pero debe tenerse en cuenta las adecuaciones que se le han introducido.

Capítulo quinto, disposiciones finales

Cuando el inmueble objeto del avalúo cuente con obras de urbanización o construcción adelantadas sin el lleno de los requisitos legales, estas no se tendrán en consideración para la determinación del valor comercial y deberá dejarse expresa constancia de tal situación en el avalúo. (MINISTERIO DE VIVIENDA, 1998)

Para concluir este contexto, si bien son bastantes las normas avaluatorias solo algunos decretos y resoluciones pueden contribuir en el ejercicio de valoración ambiental, abordaremos puntualmente los avalúos rurales con el objetivo de encontrar elementos que contribuyan con el caso de estudio.

2.1.1 Variables valoradas en un avalúo comercial

El informe de un avalúo consta de una información básica la cual describe la ubicación del bien objeto de estudio, la información básica consta de la información del departamento, municipio, vereda, nombre del predio, tipo de avalúo, tipo de inmueble, uso actual, fecha de visita, fecha de informe de avalúo el marco normativo, entre otros aspectos que contribuyan a la información básica del avalúo.

Es de aclarar que usualmente para los avalúos catastrales se utilizan la zonas homogéneas físicas y geoeconómicas, con el fin de asignarle valor a los predios de manera masiva para fines catastrales, es por este motivo que en los avalúos puntuales no se tiene en cuenta al momento del cálculo del

valor del bien inmueble y por lo tanto no se tendrá en cuenta para el componente ambiental de este estudio.

Lo siguiente a tener en cuenta son los documentos objeto de análisis, como lo son el certificado de tradición y libertad, escrituras públicas, resoluciones, certificado de uso del suelo, tanto por la secretaria de planeación como por el POT, consultas catastrales y demás documentos que contribuyan al avalúo del bien inmueble. De la mano de esta información se realiza una síntesis jurídica del predio, entre estas se encuentra los nombres de los propietarios, tipo de titular, % de tenencia, gravámenes, número predial catastral, FMI, título de adquisición entre otros aspectos que se consideren relevantes.

En algunos casos el informe se soporta con una información general del sector, la cual describe la localización, los colindantes, actividades predominantes, características climáticas, condiciones agrologicas, servicios públicos, vías de acceso y medios de transporte, acceso al predio entre otras. Esta descripción se acompaña de la reglamentación Urbanística en la cual se detalla el uso potencial del suelo, zonificación ambiental entre otros, en algunos casos si se cuenta con cartografía esta se anexa en el informe.

En cuanto a las áreas se realiza una descripción de ellas, detallando el área del bien inmueble, según títulos, catastro, y realidad en terreno, en caso de no adquirir todo el predio se debe especificar el área requerida, el área total etc. En cuanto a la metodología utilizada se debe dejar claro la metodología a utilizar.

En la mayoría de los casos se realizará una depuración de mercado, la cual consiste en determinar valores de terreno con características físicas similares a la del predio objeto del avalúo. La depuración del mercado está acompañada del cálculo del valor de terreno, lo que implica el proceso estadístico para el cálculo de su valor.

Por otro lado, en caso de tener construcciones se realiza el procedimiento del cálculo de valor en las construcciones, relacionando las diferentes tablas del cálculo de su valor, como también se realiza en las mejoras del bien inmueble, dependiendo de la mejora se calculará su costo, siendo este sumado al avalúo comercial, al igual que en algunos casos se realiza el cálculo del valor de las coberturas, se realiza la aclaración que estas coberturas no tienen el valor agregado del componente ambiental y de los individuos aislados.

El informe se soporta por lo general con una tabla de los resultados obtenidos y finalmente con un registro fotográfico que sustenta algunas características físicas del predio.

Tabla 1. Variables contemplados en un avalúo comercial

Variables contemplados en un avalúo comercial	Insumos utilizados
Información básica	Cartografía, certificado Catastral, FMI, etc.
Documentos analizados	Certificado de tradición y libertad, Escritura pública, Certificado de uso del suelo, Estudio de títulos si es el caso.
Información general del sector	Escritura pública (Información Colindantes), Cartografía, Descripción de la Ubicación del Predio
Reglamentación urbanística	La norma que define la reglamentación urbanística en el municipio
Áreas	Certificado de Tradición y libertad, FMI, Escrituras Públicas, Levantamiento topográfico si es el caso.
Metodología utilizada	Res 620, Insumos según la metodología
Investigación económica indirecta	Ofertas de predios rurales
Depuración de mercado	Las ofertas encontradas
Cálculo valor terreno	Procesamiento estadístico
Cálculo valor construcciones	Tabla de depreciación, Soporte de Cálculo de las construcciones o mejoras del predio
Consideraciones generales	Información que se considere aclarar
	Tabla de valor de Terreno, Valor de Construcciones, Valor de Mejoras, Valor de Individuos, valor de coberturas

Fuente: Elaboración propia (2020)

2.2 Aproximación a la valoración ambiental en ecosistemas de páramo

La aproximación de una valoración ambiental en predios ubicados en ecosistemas de páramo parte de la identificación de insumos, instrumentos, variables e indicadores verificables y/o medibles, que permitan definir el grado de conservación de los predios ubicados en estos ecosistemas. Para esto, se analizaron los insumos disponibles para todos los complejos de páramos en el país, así como bibliografía complementaria. A la vez, se analizó los métodos que posibilitan la valoración y/o cuantificación del grado de conservación de predios en ecosistemas de páramo.

2.2.1 Identificación de variables e indicadores para la cuantificación de los grados de conservación en predios de ecosistemas de páramos

Los denominados Estudios Técnicos, Económicos, Sociales y Ambientales – ETESA, realizados por las corporaciones autónomas como insumo ante el proceso de delimitación de los complejos de páramos del país (Congreso de la República, 2011), dieron una fotografía del estado actual de estas áreas, pero adicionalmente aportaron para establecer ciertos factores, variables que solo pueden ser encontrados en este bioma, y que a su vez, tienen asociados algunos indicadores, los cuales resultan indispensables al momento de medir el grado de conservación del ecosistema.

Sin embargo, no es suficiente solo identificar esos insumos y sus indicadores. Para un análisis efectivo del valor ambiental de los ecosistemas, es necesario conocer cómo se miden los mismos y en qué escalas o niveles pueden ser cuantificados, así como una posterior priorización y selección de aquellos que efectivamente puedan ser verificables.

En la tabla que se presenta a continuación, se pueden ver la información base o insumos que se han tenido en cuenta para la valoración de las condiciones de los ecosistemas de páramos, así como las escalas que normalmente están disponibles y las variables que podrán a su vez servir como indicadores al momento de cuantificar el grado de conservación.

Tabla 2. Información disponible para la valoración en páramos

Insumo		Escala	Indicadores
Cartografía base IGAC		1:25.000	<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpos de agua (canal doble, canal sencillo, manantiales, ciénagas, quebradas, ríos, entre otros).
Coberturas de Corine Land Cover		1:100.000 1:25.000	<ul style="list-style-type: none"> • Área por tipo de cobertura.
Ecosistemas	Instituto Humboldt	1:100.000	<ul style="list-style-type: none"> • Área por bioma • Tipo de bioma • Clasificación de ecosistema • Clase de cobertura • Piso bioclimático
	IDEAM	1:100.000	<ul style="list-style-type: none"> • Área por bioma • Unidades bióticas • Clase de cobertura • Categoría ecosistema • Vulnerabilidad y riesgo ante cambio climático

Insumo		Escala	Indicadores
Clima	Distribución Precipitación	1:100.000 1:25.000	• Valores de precipitación media, mínima, máxima anual en milímetros
	Distribución Temperatura	1:100.000 1:25.000	• Valores de temperatura media, mínima, máxima anual en °C
	Caldas Lang	1:100.000 1:25.000	• Clasificación en áreas de unidades climáticas
Suelos	Clases agrológicas	1:100.000 1:25.000	• Clasificación de suelos del país según su uso recomendado, brinda información de erosión, pendientes, clases, entre otros.
	Capacidad de uso de los suelos	1:100.000 1:25.000	• Clasificación de suelos del país según su uso recomendado, brinda información de erosión, pendientes, clases, entre otros, más actualizado que clases agrológicas.
	Oferta ambiental	1:100.000	• Clasificación de áreas según uso recomendado para todo el país.
	Vocación de uso de los suelos	1:100.000	• Clasificación de áreas según uso recomendado para todo el país.
	Tipos de suelos	1:100.000	• Clasificación de suelos del país según sus características físicas y químicas.
Geomorfología		1:250.000 1:100.000 1:50.000	• Clasificación en áreas por unidades geomorfológicas
Puntos de nacimientos de agua		1:1	• Punto identificado de nacimiento en terreno, a través de visita de campo.
Hidrogeología - Zonas de recarga hídrica		1:25.000	• Clasificación de áreas de acuerdo a las unidades hidrogeológicas presentes (acuíferos, acuitardos, acuícludos, acuífugos)
Pendientes		1:25.000	• Clasificación de áreas en rangos de pendientes.
Caracterización social - Uso actual		1:1 1:5.000 1:10.000	• Información del área y uso del terreno en cada predio (conservación, mixto, ganadería, agricultura, pasturas, etc.)

Insumo	Escala	Indicadores
Conflicto de uso	1:25.000 1:100.000	<ul style="list-style-type: none"> Clasificación de áreas en: sobre utilizadas, subutilizadas, uso adecuado, uso moderado, etc.
Áreas de importancia estratégica para la conservación del recurso hídrico	1:25:000	<ul style="list-style-type: none"> Localización acueductos veredales Área de abastecimiento del recurso hídrico
Biodiversidad: Modelos de distribución de especies vegetales	1:25.000	<ul style="list-style-type: none"> Localización y distribución de especies totales halladas en campo, especies halladas endémicas, especies halladas amenazadas, especies halladas amenazadas y endémicas
Biodiversidad: Modelos de distribución de fauna y flora - Biomedelos Humboldt		<ul style="list-style-type: none"> Distribución de especies de mamíferos, reptiles, aves, anfibios, peces, invertebrados, plantas y su clasificación: endémicas, invasoras, amenazadas, validadas, para algunas zonas del país
Retención y captura de carbono	Mayor a 1:100.000	<ul style="list-style-type: none"> Información de zonas con stock de carbono en los suelos colombianos

Fuente: Elaboración propia con información de ETESAS (2020)

En relación con el recurso hídrico, de acuerdo con la información previa **Error! Reference source not found.**, se observa que la información disponible no se encuentra en gran escala que permita aplicarse a escala de predio, por lo tanto, como complemento, se consideró menester ahondar en la identificación de variables cualitativas cuantificables que puedan dar cuenta del grado de conservación del recurso, en función de su calidad, naturalidad, entre otros aspectos.

De esta manera, la propuesta de Borrero et al (2007) resulta pertinente; el autor propone que la evaluación del recurso hídrico mediante los criterios de: disponibilidad, cantidad y calidad, discriminando el tipo de cuerpo, su aporte, origen, entre otros, sin requerir mediciones costosas de índole cuantitativo, como si lo requieren los índices de uso de agua, calidad, demanda y oferta del IDEAM.

La aplicabilidad de los elementos se realiza bajo dos criterios. El primer criterio consiste en definir si el elemento a evaluar responde a las particularidades presentes en los ecosistemas de páramo, y el segundo, si su evaluación puede ser fácilmente incorporado al proceso técnico de avalúo comercial común.

Tabla 3. Elementos de evaluación cualitativa de las condiciones del recurso hídrico – Borrero et al (2007)

Elementos Borrero et al (2007)	Descripción	Calificación	Aplicabilidad	
			En función de las particularidades del ecosistema páramo	Facilidad de incorporación al proceso de avalúo
Origen del cuerpo de agua	Se evalúa si el cuerpo de agua fue construido por el hombre o es natural	Origen natural: el cuerpo de agua tuvo orígenes naturales Origen antrópico: construido por el hombre, puede ser una presa, embalse, estanque, caño.	Sí. Permite adaptabilidad	Sí. Mediante verificación cartográfica e inspección visual
Conservación de la ronda hídrica	Tiene en cuenta qué tan bien está conservada la ronda hídrica en función de la abundancia de vegetación protectora presente en la misma	Ronda conservada: Presenta abundante vegetación protectora, de tal forma que desde el exterior de la ronda no se divisa el cuerpo de agua Ronda más o menos conservada: La vegetación de la ronda es más o menos densa, permitiendo divisar el cuerpo de agua desde el exterior de la misma Ronda no conservada: Carece de vegetación protectora	Sí. Permite adaptabilidad	Sí. Mediante inspección visual
Porcentaje de predio afectado por ronda hídrica	Define el porcentaje del predio que está siendo afectado por la ronda hídrica	Alta influencia: más del 50% del predio está afectado por la ronda Media influencia: entre el 10% y el 50% está siendo afectado por la ronda Baja influencia: entre 0 y 10% del predio está siendo afectado por la ronda	Sí. Permite adaptabilidad	Sí. Mediante verificación cartográfica e inspección visual

Elementos Borrero et al (2007)	Descripción	Calificación	Aplicabilidad	
			En función de las particularidades del ecosistema páramo	Facilidad de incorporación al proceso de avalúo
Lugar de nacimiento de la fuente natural	Se tiene en cuenta qué tan cerca está el predio al nacimiento de agua natural. Entre más cerca de la fuente se encuentre, mejor calidad de agua tendrá y mayores son las responsabilidades de protección de la misma	<p>Dentro del predio: existe una fuente de agua natural dentro del predio</p> <p>A menos de 5km: El predio se encuentra relativamente cerca de la fuente</p> <p>A más de 5km: Existe un nacimiento de agua natural a más de 5km del predio</p>	Sí. Permite adaptabilidad	Sí. Mediante inspección visual y recolección de información primaria con propietarios
Relación de área del cuerpo de agua / área del predio	Mide la proporción de recurso hídrico del predio en cuestión.	<p>Alta proporción: el resultado de la relación es mayor a 0.5</p> <p>Media proporción: el resultado de la relación está entre 0,5 y 0,1</p> <p>Baja proporción: El resultado de la relación es menor a 0.1</p>	Sí. Permite adaptabilidad	Sí. Mediante verificación cartográfica e inspección visual

Fuente: Elaboración propio con base en Borrero et al. (2007)

Adicionalmente, el Manual Nacional de Biología del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, en su apartado B. Planificación de conservación, contiene un protocolo de evaluación visual de corrientes hídricas, la cual es una herramienta práctica para la descripción cualitativa de la condición de corrientes que hacen parte de una red ecológica funcional, cuya característica principal es que su uso principal es para personas no expertas en aspectos ecológicos y ecosistémicos (USDA, 2009).

Este protocolo está compuesto por la inspección visual de diversos factores físicos estructurales de una corriente hídrica que afectan las condiciones del recurso hídrico. Estos corresponden a las condiciones del canal, la alteración hidrológica, las condiciones de las laderas, cantidad y calidad del área ribereña, cubierta de dosel, la apariencia del agua, enriquecimiento de nutrientes, presencia de

residuos animales o humano, barreras para el movimiento de especies, presencia de peces e invertebrados y salinidad, (USDA, 2009), cuya descripción se expone en la Tabla 4.

La Tabla 4, también expone una aproximación de los elementos de evaluación que presentan relevancia para ser tenidos en cuenta en evaluaciones de cuerpos hídricos presentes en ecosistemas de páramo, como quebradas, lagunas, ciénagas, turberas y zonas pantanosas. Esta definición tiene en cuenta las características biofísicas propias de estos ecosistemas.

La aplicabilidad de los elementos se realiza bajo dos criterios. El primer criterio consiste en definir si el elemento a evaluar responde a las particularidades presentes en los ecosistemas de páramo, y el segundo, si su evaluación puede ser fácilmente incorporado al proceso técnico de avalúo comercial común.

Tabla 4 . Elementos de evaluación cualitativa de las condiciones del recurso hídrico – USDA (2009)

Elementos Borrero et al (2007)	Descripción	Calificación	Aplicabilidad	
			En función de las particularidades del ecosistema páramo	Facilidad de incorporación al proceso de avalúo
Condiciones del canal	Descripción geomórfica del canal. Cambios en sus condiciones tiene efectos sobre procesos de transporte del flujo de agua, sedimentos, hábitat, etc.	De 1 a 10, donde: 01. Cuerpo y ronda hídrica desconectados. Evidencia de erosión, laderas con altas pendientes y prominentes. 10. Cuerpo y ronda hídrica conectados ecológicamente. No hay signos de erosión, pendientes altas o prominentes.	Sí. Permite adaptabilidad	Sí. Mediante inspección visual
Alteración hidrológica	La alteración hidrológica es el grado en que las condiciones de hidrología y flujo de la corriente difieren de los patrones del flujo natural, afectando	De 1 a 10, donde: 01. Existe extracción de agua completa del cuerpo de agua o existe aumento de flujo por descargas de escorrentía o pluviales directa que	Sí. Permite adaptabilidad	Sí. Mediante inspección visual

Elementos Borrero et al (2007)	Descripción	Calificación	Aplicabilidad	
			En función de las particularidades del ecosistema páramo	Facilidad de incorporación al proceso de avalúo
	varios procesos físicos y químicos.	alteran el régimen natural del flujo. 10. El régimen natural del flujo prevalece. No hay represas, diques o estructuras de control y captación de agua.		
Condiciones de bancos o laderas	Describe la estabilidad de los bancos laderas, los cuales proporcionan funciones físicas y ecológicas para la evolución de los canales de corriente y el transporte de sedimentos	De 1 a 10, donde: 01. Los bancos son inestables, y no están protegidos por raíces de vegetación naturales y rocas. 10. Los bancos son estables, protegidos por raíces de vegetación naturales y rocas. No hay estructuras antrópicas que sostengan el banco	Sí. No obstante, esta evaluación se considera que se encuentra implícita en la evaluación de la condición del canal.	Sí. Mediante inspección visual
Cantidad y calidad del área ribereña	Evaluación de las áreas con vegetación adyacentes a corrientes de agua que funcionan como áreas de transición entre el arroyo y tierras altas.	De 1 a 10, donde: 01. Baja presencia de vegetación natural en la ronda hídrica o llanura de inundación 10. Existencia de vegetación natural que se extiende por toda la ronda hídrica o llanura de inundación	Sí. No obstante, Esta variable ya se encuentra acogida por la variable "conservación de ronda hídrica" propuesta por Borrero et al. (2007)	Sí. Mediante inspección visual
Cobertura de dosel	Describe la cantidad de sombra sobre la corriente proveniente de	De 1 a 10, donde: 01. <20% de la superficie del agua se encuentra	No presenta aplicabilidad teniendo en cuenta que, dentro de las características	N/A

Elementos Borrero et al (2007)	Descripción	Calificación	Aplicabilidad	
			En función de las particularidades del ecosistema páramo	Facilidad de incorporación al proceso de avalúo
	riberas boscosas para mantener la temperatura del agua natural	sombreada por cobertura boscosa de la ribera 10. 50-75% de la superficie del agua se encuentra sombreada por cobertura boscosa de la ribera	biofísicas comunes en ecosistemas de páramo, la cobertura boscosa no es predominante.	
Apariencia del agua	Descripción de la turbidez, color y otras características visuales del agua	De 1 a 10, donde: 01. Agua muy turbia. Los elementos sumergidos no son visibles. Presencia de aceites visibles sobre la superficie del agua. 10. Agua muy clara. Los elementos sumergidos son visibles a profundidades de 1 a 3m. No se evidencia presencia de aceites sobre la superficie del agua.	No. Su medición no se adecua a las particularidades del páramo, puesto que los cuerpos de agua pueden evidenciar turbiedad sin ser necesariamente un aspecto negativo.	N/A
Enriquecimiento de nutrientes	Describe la evidencia de crecimiento excesivo de algas el cual tiende a ser perjudicial para los ecosistemas acuáticos debido a la demanda de oxígeno disuelto disponible para los organismos acuáticos.	De 1 a 10, donde: 01. Color verdoso del agua. Fuerte olor a huevo podrido. Alta densidad de plantas flotantes 10. Agua claro. Baja presencia de algas y plantas flotantes.	No. Su medición no se adecua a las particularidades del páramo, puesto que los cuerpos de agua pueden evidenciar enriquecimientos de nutrientes sin ser necesariamente un aspecto negativo.	N/A

Elementos Borrero et al (2007)	Descripción	Calificación	Aplicabilidad	
			En función de las particularidades del ecosistema páramo	Facilidad de incorporación al proceso de avalúo
Presencia de residuos humanos o animales	Evidencia de residuos humano o animales, puesto que presentan riesgo para las especies acuáticas y el consumo humano.	De 1 a 10, donde: 01. Presencia de ganado en la ronda hídrica sin barreras. Tuberías con descargas de aguas residuales. 10. Ganado no tiene acceso al cuerpo hídrico. No se evidencian tuberías o descargas de aguas residuales sobre el cuerpo hídrico.	Sí. Permite adaptabilidad	Sí. Mediante inspección visual
Barreras para el movimiento de especies acuáticas	Evidencia de barreras que impidan la migración de especies, negando su acceso a hábitats de reproducción y alimentación importantes	De 1 a 10, donde: 01. Evidencia de estructuras físicas artificiales que inhiben el movimiento de los organismos acuáticos. 10. No se evidencia barreras artificiales que inhiban el movimiento de los organismos acuáticos.	Sí. Permite adaptabilidad.	No. Se considera que la implicación técnica de reconocer la evidencia de existencia o no de especies acuáticas que se están viendo afectadas por barreras es muy alta para ser llevado a cabo mediante la visita predial
Características de los hábitats de peces	Las características de los hábitats dan cuenta de la calidad fisicoquímica del agua propensa para la vida acuática (árboles caídos, acumulaciones de	De 1 a 10, donde: 01. Menos de cuatro características de hábitats 10. Diez o más características de habitas disponibles.	Sí. Permite adaptabilidad.	No. Se considera que la implicación técnica de reconocer la evidencia de existencia o no de especies acuáticas que se están viendo afectadas por barreras es

Elementos Borrero et al (2007)	Descripción	Calificación	Aplicabilidad	
			En función de las particularidades del ecosistema páramo	Facilidad de incorporación al proceso de avalúo
	madera, camas de plantas sumergidas, etc.)			muy alta para ser llevado a cabo mediante la visita predial
Hábitats de invertebrados	Las características de los hábitats dan cuenta de la calidad fisicoquímica del agua propensa para la vida de organismos invertebrados (árboles caídos, acumulaciones de madera, camas de plantas sumergidas, etc.)	De 1 a 10, donde: 01. Ningún tipo de hábitat. 10. Al menos nueve tipos de hábitat presentes, combinaciones entre tipos de hábitats.	Sí. Permite adaptabilidad.	No. Se considera que la implicación técnica de reconocer la evidencia de existencia o no de especies acuáticas que se están viendo afectadas por barreras es muy alta para ser llevado a cabo mediante la visita predial

Fuente: elaboración propio con base en USDA (2009)

Esta aproximación a la valoración ambiental de los predios en ecosistemas de páramo permite identificar variables e indicadores que pueden ser adaptados, aplicables e incorporados en la construcción del índice en el marco de las necesidades del estudio como se expondrá más adelante en el capítulo 3, de acuerdo con su pertinencia y viabilidad para soportar la integración del componente ambiental en la elaboración de un avalúo a nivel predial.

2.2.2 Métodos y metodologías para el análisis, valoración y/o cuantificación del grado de conservación de predios en ecosistemas de páramo

Como se ha mencionado, los páramos han sido objeto de diversos estudios e investigaciones, entre ellos: procesos de restauración, zonificaciones en áreas protegidas, evaluación y monitoreo de especies de flora y fauna, análisis de cambios en las coberturas, programas de conservación, efectos y caracterizaciones socioambientales y económicas, ecoturismo y demás. Al mismo tiempo, estos estudios han contado con diferentes métodos y metodologías para cuantificar algunas variables en relación con la conservación o degradación del ecosistema.

Desde el año 2010, en el marco la elaboración de propuestas para una delimitación eficaz de los complejos de páramos del país (Arellano, 2010), se determinó que era necesario el análisis cartográfico para contemplar variables como: cobertura (bien sea por imágenes satelitales recientes o por la metodología de Corine Land Cover), actividades socioeconómicas (uso actual del suelo) y todo lo relacionado al componente hídrico (puntos de nacimiento, calidad del recurso, zonas de recarga, oferta y demanda, etc.).

Se ha resaltado además la importancia que confiere el tema de continuidad o el caso contrario, la fragmentación. Esto se traduce en la conectividad dentro del mismo complejo de páramos con sus respectivas zonas de influencia y demás áreas protegidas o estrategias complementarias de conservación a las que haya lugar. Este tipo de observaciones se han realizado a partir de métricas de paisaje, (Rivera, 2013) donde se ratifica la necesidad de un análisis de sistemas de información geográfica, fundamentalmente de las coberturas vegetales y el conflicto de uso asociado a las actividades antrópicas.

Esto lo corroboran en un estudio realizado en el año 2017, en donde se asocia la cobertura natural de páramos con su estado de conservación, adicionalmente se presume que el grado de complejidad que muestren las coberturas, dará un indicador del estado de salud del ecosistema (Arellano, Henry; Rangel, Jesús O., 2017).

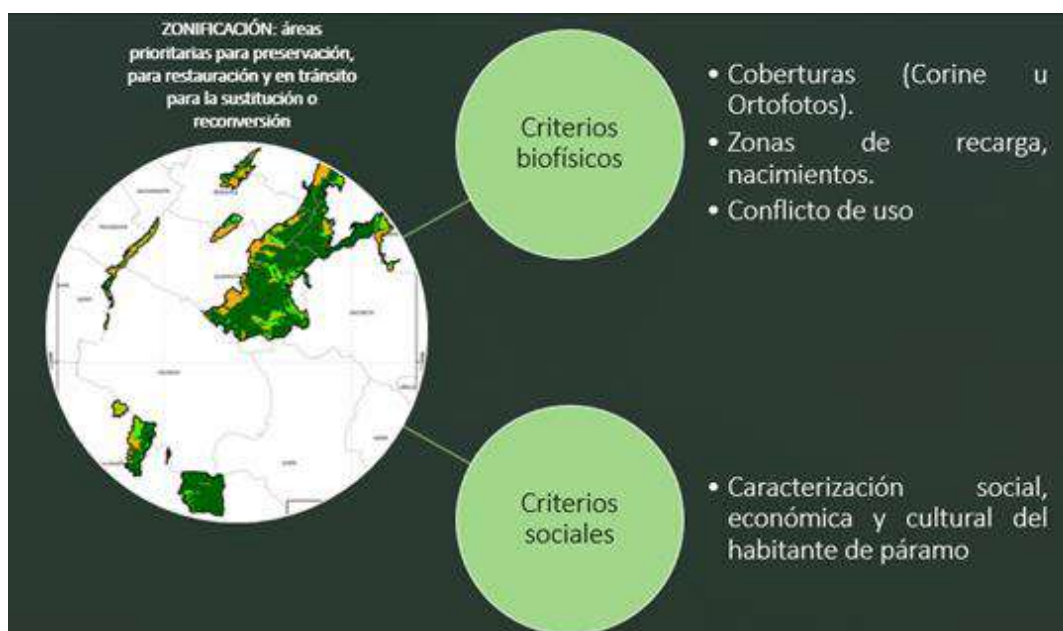
No obstante, se ha determinado que el componente social, el cual incluye aspectos económicos y culturales, será definitivo al momento de implementar cualquier tipo de metodología en estos ecosistemas estratégicos. La correcta gestión del territorio y la aplicación efectiva de políticas ambientales ha demostrado tener una necesidad por vincular aspectos ecológicos con los socioculturales (Rodríguez, 2013). Este componente se ha evaluado en la mayoría de estos casos, mediante el acercamiento a los diferentes actores involucrados, ejecutando visitas técnicas de campo, entrevistas directas con habitantes de páramos, aplicación de encuestas, entre otros métodos.

Uno de los casos de aplicación de metodologías que incluye lo que se ha venido mencionado, es el ejercicio adelantado por la CAR Cundinamarca durante los años 2018 a 2020, en el marco de la elaboración de la zonificación y régimen de usos de los complejos de páramos delimitados (Resolución 886, 2018; Resolución 886, 2018), y lo ordenado por la ley de páramos; si bien es cierto no cuenta con un documento oficial ni una adopción a través de acto administrativo por parte de las autoridades ambientales (ya que al ser complejos de páramos compartidos, requiere de articulación y armonización con otras corporaciones), si está acorde a la priorización de variables e identificación y cuantificación de ciertos indicadores que permiten zonificar el área de páramo, de acuerdo a su grado de intervención y conservación.

Dicha metodología está basada en la normatividad y el criterio y aporte profesional del grupo interdisciplinario de la CAR, en donde se señala que para generar una zonificación en ecosistemas de páramos es obligatorio (además de necesario), el uso de información y criterios bióticos, físicos y

sociales, siendo este último un factor determinante, ya que la zonificación deberá ser el reflejo de la realidad del territorio.

Figura 2. Metodología de zonificación CAR Cundinamarca



Fuente: Elaboración propia, adaptado de (CAR, 2019)

En la figura anterior, se puede apreciar cuáles fueron las variables a evaluar en el proceso de zonificación (coberturas, zonas de recargas, uso actual a través de la caracterización social y conflicto de uso a partir de la vocación del suelo). Las mismas, tuvieron un peso al hacer el cruce cartográfico y esto permitió clasificar el páramo en tres áreas diferentes:

- Áreas prioritarias para la preservación (zonas más conservadas).
- Áreas prioritarias para la restauración ecológica (zonas medianamente conservadas).
- Zonas en tránsito a la reconversión y sustitución (zonas menos conservadas o más intervenidas).

Este ejercicio revierte interés ya que como se aprecia, permite una codificación de aquellas zonas más o menos conservadas, según las observaciones hechas en campo (uso actual del territorio) y la información biofísica existente.

Aunado a lo anterior, existe otra metodología desarrollada por Borrero et al. (2007) mencionada en el apartado anterior, donde dedican un capítulo completo al avalúo de predios rurales que se encuentran en alguna categoría de protección ambiental. Aunque en esta práctica son varios los tipos de

ecosistemas que evalúan (los cuales zonificaron de acuerdo con sus características particulares), existe un área clasificada como páramo (que incluye subpáramo, páramo y superpáramo), en la que identifican, definen, priorizan y aplican ciertos principios, criterios, indicadores y verificadores.

El autor menciona la importancia de que tanto los criterios como los verificadores de los indicadores, cuenten con ciertos atributos, los cuales incluyen: la pertinencia, claridad, solidez científica, aplicabilidad, flexibilidad, coherencia, entre otros; esto en pro de obtener datos con la mayor veracidad posible sobre el terreno a estudiar.

Los indicadores deben contar además con una calificación en relación con su nivel de cumplimiento, con el fin de analizarlos y seleccionar aquellos que brindarán información más pertinente, para este caso en particular, se optará por los que permitan medir el valor ambiental según el estado de conservación de los recursos naturales.

Teniendo en cuenta que el principio de la metodología es la valoración ambiental, para los avalúos de bienes (predios) ubicados en las áreas de páramos delimitados, que permita reconocer el grado de conservación de los mismos, en el estudio se procede a seleccionar ciertos “criterios”, que a su vez tendrán “indicadores”, tal como se presenta en la Tabla 5.

Todos estos criterios pueden tener una cuantía diferente, según se estime al momento de analizar el valor del ecosistema, para el caso de páramos, los tres con más peso fueron: el recurso hídrico, el deterioro ambiental y la topología; seguidas a estas se encontraban la biodiversidad y la cobertura respectivamente.

Tabla 5. Principios, criterios, indicadores y verificadores para la metodología de medición del valor ambiental en predios rurales en áreas protegidas.

Principio	Criterios	Indicadores	Verificadores
Estado de conservación de los recursos naturales	Topología y corología	Conectividad	<ul style="list-style-type: none"> • Cercanía a otros fragmentos • Calidad de vecinos
		Dimensionalidad	<ul style="list-style-type: none"> • Unidad principal de cobertura • Tamaño coberturas autóctonas conservadas
		Representatividad	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura nativa • Cobertura nativa extraordinaria
	Características de cobertura	Desarrollo estructural	<ul style="list-style-type: none"> • Diámetro altura al pecho • Altura máxima promedio vegetación • Estrato muscinal • Estratificación
	Biodiversidad	Flora de interés	<ul style="list-style-type: none"> • Plantas nativas • Flora endémica • Flora amenazada

Principio	Criterios	Indicadores	Verificadores
		Fauna de interés	<ul style="list-style-type: none"> • Mamíferos de gran tamaño • Aves rapaces • Especies endémicas de fauna • Especies amenazadas de fauna
	Recurso hídrico	Condiciones de la fuente hídrica	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación ronda hídrica • % predio afectado por la ronda • Origen del cuerpo de agua • Relación área cuerpo de agua con área total del predio
	Deterioro ambiental	Indicadores de deterioro ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión • % suelo erosionado • Remoción en masa • Extracción de madera y flora • Quemas, pesca • Contaminación

Fuente: elaboración propia, basado en (Borrero et al, 2007)

A manera de conclusión, en correspondencia con el análisis de la importancia y valoración ambiental, (así como las metodologías para la cuantificación del grado de conservación) y en pro de aportar a los avalúos comerciales, se estima que los insumos que pueden ser utilizados para el presente proyecto, no solo son los que contemplan el valor de los diversos bienes y servicios ecosistémicos prestados por el páramo, sino también los criterios que han sido identificados a través de los estudios e investigaciones realizadas por las diferentes entidades pertenecientes al SINA en el país, y la literatura internacional que proporciona elementos útiles para evaluar cualitativamente el recurso hídrico.

En estos insumos se ha podido evidenciar aquellos que, por sus indicadores, tienen más posibilidades de ser aplicados en el ejercicio de avalúos en predios de páramos, teniendo en cuenta aspectos como disponibilidad de información a nivel nacional, sus respectivas escalas, la practicidad de evaluación, y sus características biogeofísicas propias de este ecosistema estratégico.

En el capítulo 3 se amplía la información relacionada con los indicadores, incluyendo los criterios de selección y la ponderación de cada una de sus variables para el cálculo del índice.

2.3 Antecedentes de incorporación del valor ambiental en avalúos comerciales

En el marco del estudio, resultó relevante identificar ejercicios que han procurado incorporar la valoración económica de variables ambientales para la determinación final del valor comercial de predios mediante avalúos comerciales, con el fin de identificar insumos valiosos para la construcción del índice. Así, mediante la revisión de antecedentes, expuesta a profundidad en el producto No. 2 de la consultoría se encontraron estudios relacionados con la materia fundamentalmente de tipo académico, cuya información más relevante se expone a continuación.

2.3.1.1 Avalúo comercial de la Reserva Forestal Cárpatos, Guasca Cundinamarca

El objeto de este caso de estudio consistió en llevar a cabo el avalúo comercial del suelo de la Reserva Forestal Cárpatos compuesta por siete predios, incluyendo un acercamiento a la valoración del componente ambiental, teniendo en cuenta que ésta se encuentra en zonas de protección ambiental de acuerdo con el plan de ordenamiento territorial del municipio (Chaves & Roa, 2017).

Para valorar el componente ambiental, los autores identifican los servicios ecosistémicos presentes en la Reserva Forestal, representados fundamentalmente por la cobertura vegetal y la captura de carbono, seleccionando la metodología de gastos actuales o potencial de reemplazo y transferencia de beneficios para valorar económicamente dichos servicios (Chaves & Roa, 2017).

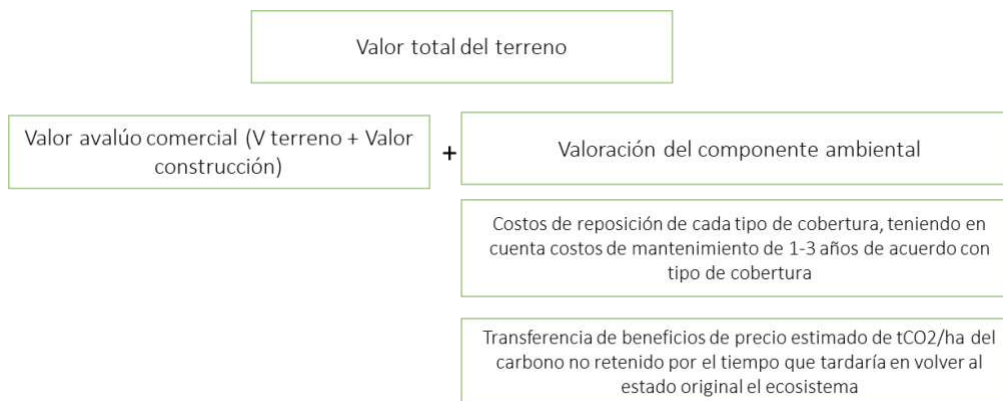
Esta valoración partió del dimensionamiento de las coberturas vegetales de la reserva forestal a partir de la Metodología Corine Land Cover del IDEAM, identificando las coberturas de: bosque abierto bajo, bosque denso alto de tierra firme, cuerpos de agua, Bosque de galería y ripario, mosaico de pastos y cultivos, pastos limpios, arbustal abierto, tierras desnudas y degradadas, herbazal denso de tierra firme y bosque denso, teniendo en cuenta el porcentaje de participación de área de cada cobertura en la totalidad del área de la reserva.

Prosiguiendo, los autores llevaron a cabo la estimación de los costos de un escenario hipotético de reposición de las coberturas, mediante precios de mercado, partiendo del supuesto que estos costos representan el valor del ecosistema como señal de su importancia. Además de una estimación de los costos asociados a la pérdida del servicio ambiental de mitigación de gases efecto invernadero equivalente a precios de mercado del pago por evitar emisiones en los mercados voluntarios de carbono (Chaves & Roa, 2017).

El cálculo de los costos de reposición tuvo en cuenta los rubros reportados por información secundaria, en cuanto a: los costos directos por hectárea para el establecimiento o “cultivo” de cada cobertura vegetal identificada en el área, y el valor de pérdida del servicio captura de carbono de acuerdo con el precio de tonelada de carbono susceptible de ser secuestrado por cada tipo de cobertura. Metodológicamente los precios de mercado tomados de información secundaria son llevados a valor presente neto (Chaves & Roa, 2017).

Finalmente, los resultados obtenidos en la valoración económica del servicio ecosistémico identificado son agregados al resultado derivado del avalúo comercial de los predios, obteniendo el avalúo total de del suelo de la reserva forestal de estudio. El flujo metodológico de este caso de estudio se presenta en la Figura 3.

Figura 3. Metodología para avalúo comercial de la Reserva Forestal Cárpatos



Fuente: Elaboración propia con base en Chaves y Roa (2017)

2.3.1.2 Avalúo comercial de predios en la Ronda del Río Bogotá en el Municipio de Soacha

Este estudio de carácter académico buscó proponer una metodología de avalúo comercial de predios que permita incorporar el valor de los servicios ecosistémicos que prestan los 44 predios ubicados en la ronda del Río Bogotá en el municipio de Soacha, Cundinamarca, que hacen parte del área de influencia del proyecto de adecuación hidráulica y recuperación ambiental del Río Bogotá (Barón, 2019).

Metodológicamente, el autor seleccionó la metodología de proyecto sombra para efectuar la valoración ambiental de los mismos. El método fue seleccionado teniendo en cuenta la existencia del proyecto “Adecuación Hidráulica y Recuperación del Río Bogotá” adelantado por el Fondo de Inversiones Ambientales en la Cuenca del Río Bogotá y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), esto, bajo el supuesto que el costo total de la ejecución del proyecto equivale al valor de los servicios ecosistémicos presentes en la ronda (Barón, 2019).

Aplicando el método de proyecto sombra, el autor identificó el presupuesto de gastos requeridos por el proyecto para el tramo que cobija los predios de interés, excluyendo gastos no relacionados con la rehabilitación de los servicios ambientales de la ronda hídrica. De esta manera, el presupuesto de ejecución del proyecto en el tramo de interés corresponde al valor de los servicios ecosistémicos identificados (Barón, 2019).

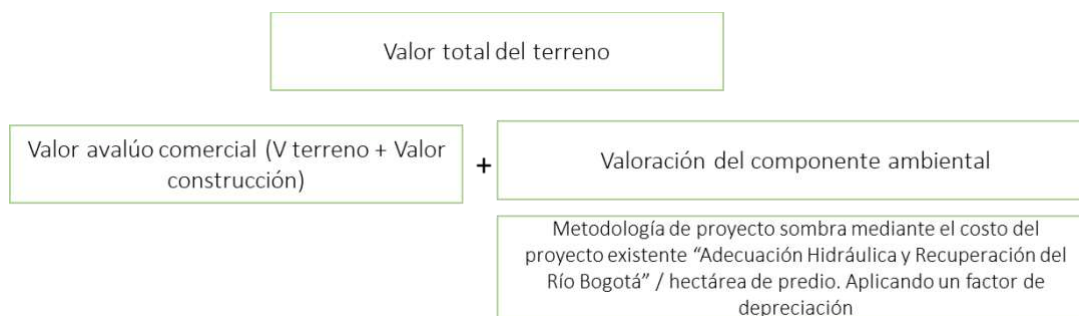
Para el cálculo final del valor de los ecosistemas, el autor aplicó coeficientes de depreciación que permiten estimar el valor económico según el grado de conservación de los servicios ecosistémicos valorados, esto, teniendo en cuenta la disposición normativa que establece que cuando el objeto de avalúo sea un inmueble de conservación histórica, arquitectónica o ambiental, su valor debe afectarse por el estado de conservación física del bien (Barón, 2019).

Los coeficientes de depreciación fueron definidos mediante la clasificación de naturalidad utilizada por la Secretaría Distrital de Planeación durante la elaboración de estudios realizados sobre la Reserva Forestal Protectora Thomas Van der Hammen. Estos se aplicaban de acuerdo al estado de naturalidad del servicio ecosistémico, según el tipo de cobertura vegetal presente en los predios, a partir de la clasificación Corine Land Cover (Barón, 2019).

Finalmente, una vez el autor definió el valor de los servicios ecosistémicos de la ronda hídrica de interés, llevó a cabo la distribución del valor total de estos servicios por unidad de área (hectárea), permitiendo asignar valor a cada predio de acuerdo con el total de su área (Barón, 2019).

Ahora bien, para establecer el valor del avalúo total comercial que incorpora las variables ambientales, Barón (2019) recopiló los avalúos existentes de los predios objeto de estudio, realizados por la CAR como avalúos de predios rurales mediante el método de mercado, agregando el valor obtenido de la valoración económica. El flujo metodológico de este caso de estudio se presenta en la Figura 4.

Figura 4. Metodología para avalúo comercial de los predios en la Ronda del Río Bogotá, Municipio de Soacha



Fuente: elaboración propia con base en Barón (2019)

2.3.1.3 Valuación de inmuebles en la Calera y Choachí para la incorporación del componente ambiental en avalúo comercial

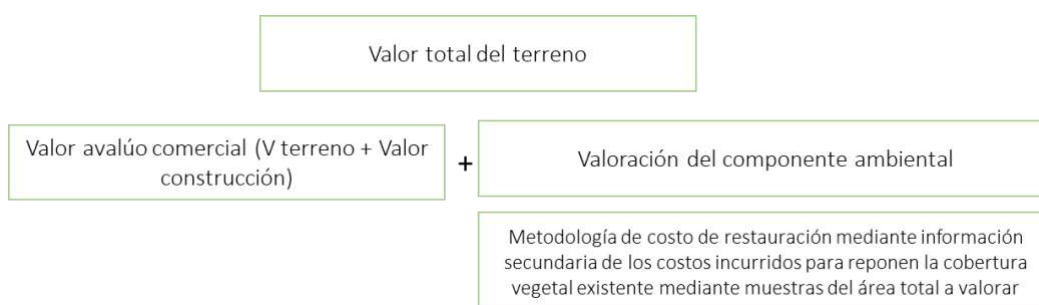
Este estudio revisado procuró ajustar el modelo clásico de valuación de inmuebles a través de la incorporación del componente ambiental, a partir del ejercicio de valuación del tramo comprendido entre la cabecera del municipio de la Calera y el municipio de Choachí, Cundinamarca, en aquellos inmuebles que poseen bosque nativo que corresponden a zonas de vida de Holdridge: bosque húmedo y bosque muy húmedos (Gómez & Suelta, 2018).

De esta manera, los autores seleccionan el bosque húmedo y muy húmedo como los bienes ambientales a valorar e incorporar en el valor del avalúo total de los precios. Así, partes de la identificación de la composición vegetal de estas dos zonas de vida de Holdridge, en diferentes puntos de muestra distribuidos a través del tramo de estudio. El valor asociado a cada punto de muestra fue

el resultado del análisis por cada especie encontrada y el valor de costo de restauración de cada una, ponderado a valor unitario por metro cuadrado (Gómez & Suelta, 2018).

Finalmente, este valor unitario por metro cuadrado es aplicado al número de hectáreas de cada predio avaluado, agregando este valor al avalúo comercial clásico que valora terreno y construcciones (Gómez & Suelta, 2018). Cabe mencionar que en este caso de estudio no se hace claridad acerca de si los costos de reposición de cada especie en el área de muestra consideraron el reemplazo de las especies a su estado original.

Figura 5. Metodología para avalúo comercial de los predios en tramo Calera – Choachí



Fuente: elaboración propia con base en Gómez y Suelta (2018)

2.3.1.4 Aproximación de valoración económica ambiental para avalúo comercial de predios en zonas de protección

Por último, se presenta el enfoque de valoración de predios en zonas de protección ambiental propuesto por Oscar Borrero Ochoa, en su libro *Avalúos de Terrenos de Protección Ambiental y uso Institucional* (2007), mediante el cual analiza las técnicas de valoración ambiental desde el punto de vista de beneficio social o colectivo, y además, propone un método para la valoración de los terrenos protegido y su cobertura vegetal de acuerdo con la calidad ecológica del predio, con el fin de determinar el valor comercial de adquisición para un predio que generalmente no tiene mercado.

El capítulo cinco de la obra presenta un enfoque de valoración de predios rurales presentes en zonas de protección, cuando existe mercado y cuando no existe mercado. El método utilizado cuando existe mercado consiste en la comparación de precios utilizados para compras de predios similares, los cuales se consultan en información secundaria institucional, en fuentes como gobernaciones, instituciones agropecuarias, etc. (Borrero et al, 2007).

Por su parte, para los casos donde no existe mercado, el método propuesto por el autor integra varios ángulos de análisis: el valor económico total, valor de uso ambiental, valor agropecuario o demandado y valor comercial o de mercado ambiental que integra los tres ángulos iniciales. En primera instancia, el valor económico total indaga por el valor del beneficio social aplicando métodos de valoración contingente, precios hedónicos, método de costo de viaje, método de costos evitados o método conjoint (Borrero et al, 2007).

En segunda instancia, el valor de uso ambiental corresponde al valor de la cobertura vegetal y ambiental que permite un uso directo o indirecto de la sociedad, la demanda por recursos hídricos, tierra vegetal, los servicios de control de erosión, biodiversidad, captura de gases efecto invernadero, entre otros (Borrero et al, 2007).

En tercer lugar, el valor agropecuario o demandado se relaciona con el valor del suelo para uso agropecuario si se eliminará la condición de ser área protegida, en otras palabras, corresponde al costo de oportunidad del predio, examinando la posible rentabilidad del suelo por su productividad agrícola. En este caso, se asignan puntajes en función de parámetros agrícolas como calidad del suelo, pendiente, abundancia de agua y altitud (Borrero et al, 2007).

Finalmente, el valor comercial o de mercado ambiental, estrictamente hablando no existe, puesto que no hay mucha concurrencia de oferentes y demandantes, además, al declarar como zona protegida un predio, el único interesado en compras es el Estado, substrayendo el inmueble del dominio y uso privado. Así, se debe crear una condición cercada al mercado para establecer su valor comercial que integra las tres variables previamente indicadas, bajo la siguiente ecuación lineal formulada por el autor.

Ecuación 1. Modelo de valor comercial para compra de predio ambiental

$$VM = a + bX1 + cX2 + dX3 + eX4 + fX5 + \epsilon$$

VM: valor de mercado para compra del predio ambiental

a, b, c, d, e, f: coeficientes o puntaje de los parámetros valuatorios

ϵ : margen de error

X1: Valor agrícola o costo de oportunidad

X2; valor del recurso hídrico

X3: valor de la biodiversidad

X4: valor de la cobertura vegetal

X5: otros valores ambientales medibles

Fuente: elaboración propia con base en Borrero (2007)

Para aplicar el modelo, el autor parte de tres hipótesis. La primera establece que el techo del valor de las zonas de protección ambiental está constituido por el valor económico total, este a su vez incluye el valor de uso ambiental (demanda del recurso hídrico, demanda por la tierra vegetal y control de erosión, ventajas de la biodiversidad, captura de CO₂ y producción de Oxígeno). El Valor económico total es mayor que el valor de uso ambiental y estos miden el valor máximo que representa el predio para la sociedad, así, los costos de adquisición deberán ser inferiores para que exista beneficio-costo. (Borrero et al, 2007)

El valor de los servicios ecosistémicos que componen el valor de uso ambiental se calcula mediante las metodologías clásicas de valoración económica ambiental. La demanda por recursos hídricos y la demanda por tierra vegetal y control de la erosión por métodos en función del daño o de reemplazo,

las ventajas de la biodiversidad por el método del costo de viaje, y la captura de gases efecto invernadero y producción de oxígeno puede utilizar el método de costos evitados en función de la salud (Borrero et al, 2007).

La segunda hipótesis establece que el piso del valor de la zona protegida deberá ser el costo de oportunidad del predio, es decir, el uso agrícola, definido por el costo de oportunidad. Mientras que, la tercera hipótesis define que el valor comercial final del precio valorado será determinado por el Valor Potencial Agrícola y un plusvalor en función de la calidad del suelo protegido en relación con la cobertura vegetal, biodiversidad y la producción de agua (Borrero et al, 2007).

2.3.1.5 Incorporación del componente ambiental en avalúos comerciales de predios en la Sierra Nevada del Cocuy, Güicán y Chita (IGAC - SIAC)

Este caso adicional que aquí se presenta, corresponde a un ejercicio Institucional realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, con apoyo del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), debido al interés de compra de predios por parte del Estado al interior de la Sierra Nevada del Cocuy, Güicán y Chita.

De manera general, en este caso el valor de los predios de interés incorporó el valor económico ambiental mediante la valoración de la cobertura vegetal presente en el área mediante un estudio cartográfico y fotointerpretación, con el fin de determinar las áreas de las coberturas y su participación en cada predio, y proceder con ejercicios de valoración económica. Finalmente, este valor se agregaba al valor comercial de los predios según el valor de su terreno y los componentes tangibles que lo componen (IGAC, 2020).

Hasta aquí, se evidencian antecedentes de ejercicios que han intentado incorporar el valor del componente ambiental de predios ubicados en diversos tipos de ecosistemas, cuya metodología en general ha consistido en aplicar la agregación de valores, es decir, el valor total del avalúo comercial es dado por la sumatoria entre el valor comercial y el valor ambiental, éste último obtenido mediante la aplicación de métodos de valoración económica. No obstante, ninguno de estos ejercicios se aproxima a las necesidades del estudio, a excepción del último caso expuesto, donde el autor Oscar Borrero en colaboración con otros autores, construye un modelo matemático que integra y da peso a diversas variables que influyen en el avalúo real de un predio, cuya obra es utilizada ampliamente a lo largo del documento como referencia.

2.4 Herramientas para la construcción de modelos de valoración desde la econometría y la estadística.

Como parte de los instrumentos para la definición de variables e indicadores ambientales que permitan integrar elementos para la construcción de un índice de valoración ambiental, desde un enfoque multicriterio, se presenta a continuación dos métodos que permiten integrar la importancia relativa de cada una de las alternativas o indicadores en función de los criterios considerados y de la importancia

de los mismos, la cual posteriormente, permitirá una aproximación más acertada a la construcción del índice de valoración ambiental para de esta manera, definir un camino para determinar los valores asociados a la conservación de los ecosistemas de páramo.

En primera instancia, se presenta para la propuesta de diseño del índice, el método de Valoración Multicriterio, el cual se basa en la determinación de jerarquías de cada uno de los criterios que componen el índice determinando su importancia relativa a partir de la emisión de juicios de expertos, determinando los factores ponderadores que le otorgan el nivel de importancia a cada variable del índice, dicho método será el abordado como instrumento para el alcance de esta consultoría.

En segunda instancia se enuncia el método de ecuaciones estructurales, el cual permite identificar el grado en que las variables se pueden medir y a partir de datos empíricos cada una de las variables determinar su interdependencia (Escobedo & otros, 2015), dicho método se sugiere se tome en cuenta como hoja de ruta para la aplicación del índice de valoración ambiental, una vez este sea validado en procesos de muestreo de diferentes predios de páramo y se cuente con suficiente información estadística para su ejecución, ya que dicho método se caracteriza por ser de análisis confirmatorio.

2.4.1 Valoración multicriterio

Aznar y Guijarro (2012) desarrolla en su libro que el objetivo original y central de la Decisión Multicriterio o Multiple Criteria Decision Making en inglés, es el de contribuir a la toma de decisiones respecto a diversos objetivos o criterios simultáneamente en el mundo empresarial. Al respecto, diferentes trabajos sobre el tema se han realizado en los últimos dos siglos, permitiendo el perfeccionamiento de los modelos y su aplicación en numerosas áreas de las ciencias económicas y sociales, uno ellos y más resaltante en la actualidad es el Proceso de Análisis Jerárquico o Analytic Hierarchy Process (AHP) en inglés, basado en el análisis multicriterio discreto, donde el número de alternativas a considerar por el decisor es finito y normalmente no muy elevado.

Su función principal es la de determinar la ponderación de las variables, que con ciertas adiciones aplicadas a la valoración nos permiten además determinar el valor de un activo cualquiera. Para el manejo de la herramienta AHP se deben ejecutar ciertos pasos o etapas para alcanzar el objetivo, de manera muy general esto es:

- a) Definir las variables
- b) Realizar la jerarquización de las variables en función a un sistema de niveles u organigrama,
- c) Elaborar una encuesta o definir la forma de consulta a los expertos para realizar la comparación de las variables por pares (definir la matriz de comparación pareada) y el correspondiente vector propio de cada encuesta y
- d) Calcular el vector propio agregado normalizado

Al igual que en el modelo de regresión múltiple, AHP también tiene ciertos parámetros de verificación y control durante el proceso, uno de ellos es el Ratio de Consistencia, cuyo valor máximo que puede alcanzar varía en función del número de variables que se estén comparando.

2.4.2 Modelos de ecuaciones estructurales o SEM

Los modelos de ecuaciones estructurales forman la relación de dependencia entre las variables. Estos, intentan integrar una serie de ecuaciones lineales y establecer cuáles de ellas son dependientes o independientes de otras, ya que, dentro del mismo modelo, las variables que pueden ser independientes en una relación pueden ser dependientes en otras, por consiguiente, se vuelve una herramienta útil, dichos modelos surgieron debido a la necesidad de encontrar la flexibilidad en los modelos de regresión.

Según (Escobedo & otros, 2015), desde inicios del siglo XX hasta 1970, los investigadores fueron aportando conocimiento para la creación de dichos modelos, hasta que Karl Gustav Jöreskog presenta la primera formulación del Análisis de la Estructura de Covarianzas (CSA) –por sus siglas en inglés–, el mismo que más tarde se conoció como LISREL. La técnica de Modelos de Ecuaciones Estructurales o SEM (por sus siglas en inglés) se considera una ramificación de varias técnicas multivariantes de regresión múltiple, el análisis factorial principalmente y el análisis de senderos. Abarca diversos modelos conocidos por muchos nombres, entre ellos el análisis de la estructura de covarianza, análisis de la variable latente, análisis factorial confirmatorio, e incluso el análisis LISREL (Escobedo & otros, 2015)

En general los SEM permiten, primeramente, crear modelos del error de medida. En otras palabras, el grado en que las variables se pueden medir. Después, incorpora constructos abstractos e inobservables (variables latentes y variables teóricas no observadas). También modela las relaciones entre múltiples variables predictoras (independientes o exógenas) y variables criterio (dependientes o endógenas). Combina y confronta el conocimiento a priori e hipótesis con datos empíricos, por lo que los modelos de ecuaciones estructurales son más confirmatorios que exploratorios (Escobedo & otros, 2015).

Fases de un modelo SEM

El mismo autor después de una revisión sugiere que el modelo SEM incluye seis las fases para su aplicación (Escobedo & otros, 2015):

- a) La especificación: en donde el investigador establece la relación hipotética entre las variables latentes y las observadas, la misma que con el análisis se obtendrán las relaciones correctas
- b) Identificación: en la fase de identificación se estiman los parámetros del modelo. Se determina si un modelo está identificado mediante una expresión algebraica que lo demuestre, en función de las varianzas y covarianzas muestrales
- c) Estimación de parámetros: en esta fase se determinan los valores de los parámetros desconocidos, así como su respectivo error de medición para lo que se utilizan diversos programas computacionales como el LISREL, el AMOS y el EQS
- d) Evaluación del ajuste: la evaluación o bondad de ajuste se refiere a la exactitud en los datos del modelo para determinar si es correcto y sirve para los propósitos del investigador. Las medidas de calidad del ajuste pueden ser de tres tipos: (1) medidas absolutas del ajuste que evalúan el ajuste global del modelo, (2) medidas del ajuste incremental que comparan el modelo propuesto con otros modelos especificados por el investigador, o (3) medidas del ajuste de parsimonia, que ajustan las medidas de ajuste para ofrecer una comparación entre modelos con diferentes números de coeficientes estimados, siendo su propósito determinar la cantidad del ajuste conseguido por cada coeficiente estimado.

3. Construcción del índice

La revisión expuesta en los capítulos anteriores, permitió identificar diversos aspectos ambientales que dan cuenta del valor del grado de conservación de los predios ubicados en páramo, no obstante, no todas las variables evidenciadas en la revisión de antecedentes y en el marco teórico son viables de aplicar para el ejercicio, por lo tanto, en el presente capítulo se expone la metodología de selección de aquellos insumos que cobran relevancia en el marco de la formulación del índice para la valoración ambiental de los avalúos de los predios en los ecosistemas de páramos, a partir de la definición de principios y atributos que deben cumplir.

Una vez seleccionados los indicadores, se expone su formulación, definiendo las escalas y puntajes de valoración, así como las fuentes de información a utilizar para la misma. Posteriormente, se presenta la información relacionada con la calibración de los indicadores para finalmente definir el índice de cuantificación de la importancia ambiental y el grado de conservación de los predios localizados en ecosistemas de páramos.

2.5 Principios y atributos para la selección de indicadores y criterios que componen en el índice

La selección de indicadores y criterios del índice, se instauró bajo el objetivo de responder a la pregunta de cómo analizar y cuantificar un valor ambiental, a los predios incluidos dentro del ecosistema de páramos en Colombia, asociado a la conservación, cumpliendo una serie de principios

y criterios los cuales permitan una aplicación e incorporación práctica en los métodos de avalúos comerciales de predios en páramo. Estos principios y criterios de selección se definen en la Tabla 6.

Tabla 6. Principios y atributos para la definición de insumos e indicadores que componen el índice

Principios para la selección de insumos e indicadores	
Desde el punto de vista legal	<ul style="list-style-type: none"> • Decreto 1420 en su artículo 21, define que para el cálculo del avalúo se debe tener en cuenta el <u>estado de conservación</u> físico del bien inmueble • Ley 1930 de 2018 (Disposiciones para la Gestión Integral de Páramos), en su artículo 8 contemplan la necesidad del saneamiento predial, en consecuencia, define que se debe formular una metodología de valoración ambiental, para los avalúos de bienes ubicados en las áreas de páramos delimitados, que permita reconocer el <u>grado de conservación</u> de los mismos. • Resolución No. 886 de 2018 del MADS, donde se definen los criterios de zonificación por medio del artículo 9, los cuales deben ser realizados a través de un ejercicio de diferenciación de áreas que en la actualidad tengan un uso productivo de aquellas que no se encuentran bajo usos productivos, y que puedan de manera directa ser destinadas a la restauración o que debido a su estado de conservación puedan destinarse a la preservación.
Desde el enfoque de la biología de conservación	<ul style="list-style-type: none"> • De acuerdo con (Borrero Ochoa, 2007) la evaluación o caracterización de un predio de protección ambiental se enmarca en el ámbito de la biología de conservación, es decir se considerará el máximo potencial de desarrollo de cobertura vegetal en cada área de acuerdo con las condiciones biogeofísicas de las mismas: <u>Cobertura</u> (bien sea por imágenes satelitales (Mapas base de la herramienta ArcMap, imágenes de Google earth u ortofotos según disponibilidad) o por la metodología de Corine Land Cover) y <u>Componente hídrico</u> (puntos de nacimiento, calidad del recurso, zonas de recarga, oferta y demanda, etc.) y <u>conectividad</u> dentro del mismo complejo de páramos con sus respectivas zonas de amortiguación y demás áreas protegidas o estrategias complementarias de conservación a las que haya lugar.
Desde la perspectiva información cartográfica	<p>Es importante determinar la precisión de la escala cartográfica más apropiada, la cual debe ir en función de las características de tamaño del predio, con el fin de poder analizar las aproximaciones que hacen entidades como el IGAC para hacer una planeación de los estudios de indicadores del estado de los recursos, donde por ej. para la evaluación e identificación de la degradación de suelos por erosión, se sugiere que la producción cartográfica se realice para estudios generales a escala 1:100.000 para el enfoque regional y 1:50.000 a 1:25.000 o mayor para el enfoque local (IGAC, 2015). Dicho contexto, permite confirmar un marco de referencia de <u>escala a 1:25000</u> para el objeto del presente estudio.</p>

Atributos para la selección de insumos	
Disponibilidad	Información disponible para todos los complejos de páramos del país
Escala	<p>Teniendo en cuenta la definición y tipos de escalas existentes, así como el nivel de detalle que requiere el presente estudio (predial), lo ideal sería el uso como mínimo de escalas medianas (1:50.000, 1:25.000 y 1:10.000). Aunque sería deseable el uso de escalas más grandes (1:500, 1:1.000, 1:2.000 1:5.000), la realidad es que los insumos serían más limitados y escasos.</p> <p>Sin embargo, es importante aclarar que estas escalas de trabajo, no definen el nivel y resolución de análisis del avalúo; si bien es cierto se utiliza cartografía como base de información, la asignación de puntajes del componente ambiental para hallar el índice, se realizará a partir de la visita de campo.</p>

Atributos para la selección de indicadores	
Relevantes	Indicadores pertinentes respecto al objetivo principal de la valoración ambiental y económica
Claros	Que sean fácilmente manejables y entendibles por diferentes personas con habilidades técnicas relativamente diferentes y con baja experticia en temáticas ecosistémicas.
Aplicables	Que pueden utilizarse y medirse con información disponible, acordes con las características biofísicas de los ecosistemas de páramo
Flexibles	Pueden ser "replicados" en diferentes predios localizados en ecosistemas de páramo
Pertinentes	Que estén directamente relacionados con la característica a evaluar
Cuantificables	Que sea información medible
Verídicos	Que sea información auténtica y significativa según la variable a evaluar
Versátiles	Los niveles de calificación deben permitir incorporar implícitamente el grado de deterioro de la variable ecosistémica o fenómeno valorado.

Fuente: elaboración propia (2020), con base en información de (Borrero et al, 2007)

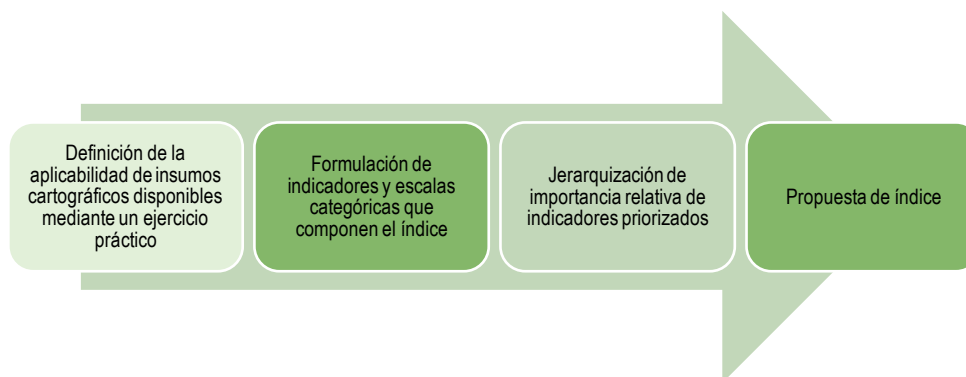
Ahora bien, una vez definidos los principios y atributos que deben cumplir los insumos a utilizar e indicadores que compongan el índice, se planteó un ejercicio metodológico que contribuyó a la selección de los indicadores finales para la construcción del índice objeto de estudio.

2.6 Metodología

La construcción del índice parte de los aspectos ambientales que representan el valor de la importancia y grado de conservación ambiental de los ecosistemas de páramo identificados a partir de la revisión de antecedentes y marco teórico expuestos previamente. Prosiguiendo con la selección

de aquellos aspectos con mayor aplicabilidad al objeto del estudio, en función de los principios y atributos cartográficos expuestos en la Tabla 6.

Figura 6. Metodología de construcción del índice



Fuente: Elaboración propia (2020)

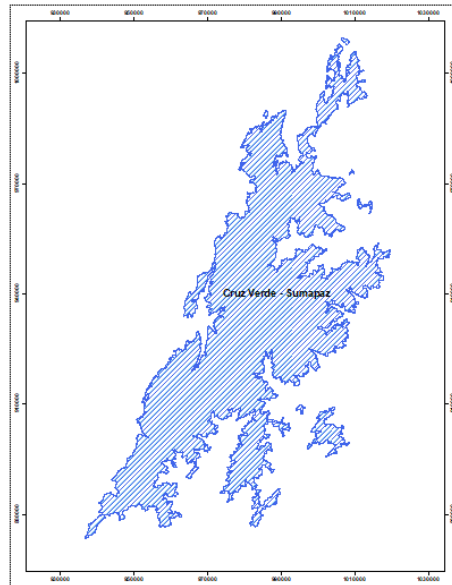
Posteriormente, los indicadores propuestos fueron sometidos a una valoración multicriterio (ver capítulo **Error! Reference source not found.**), la cual se realizó con expertos con el fin de definir los factores de ponderación de cada indicador en el índice; para finalmente proponer el índice objeto de estudio. A continuación, se desarrollan los pasos metodológicos expuestos en la Figura 6.

2.7 Definición de aplicabilidad de insumos cartográficos disponibles

Partiendo de todo lo revisado y analizado, principalmente en los numerales 2.2.1 y 2.2.2, en razón de criterios, variables y métodos que suelen ser utilizados para definir y/o asignar un valor asociado a los grados de conservación, particularmente en los ecosistemas de páramos, se procedió a realizar un ejercicio práctico basado en un análisis de información cartográfica oficial y disponible a diferentes escalas, en relación con unos predios seleccionados aleatoriamente incluidos dentro de uno de los complejos de páramos del país; esto con el fin de determinar capa por capa su utilidad a través de un software de sistemas de información geográfica (ArcMap). Las capas analizadas se describen en la Tabla 7, adicionalmente, se ejemplifica su aplicabilidad mediante una imagen como sigue a continuación.

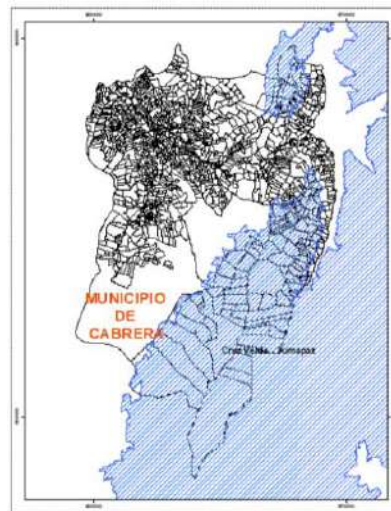
El ejercicio inicia seleccionando un complejo de páramos, para este caso, Cruz Verde – Sumapaz (1:25.000 según resolución 1434 de 2017 del MADS). Luego se optó por un municipio que haya quedado incluido en este complejo: Cabrera. Finalmente, se escogió una agrupación al azar de predios con diferentes tamaños, con el fin de recrear los posibles escenarios al momento de realizar el avalúo (desde 6 hasta 108 hectáreas aproximadamente)

Figura 7. Complejo de páramo Cruz Verde - Sumapaz



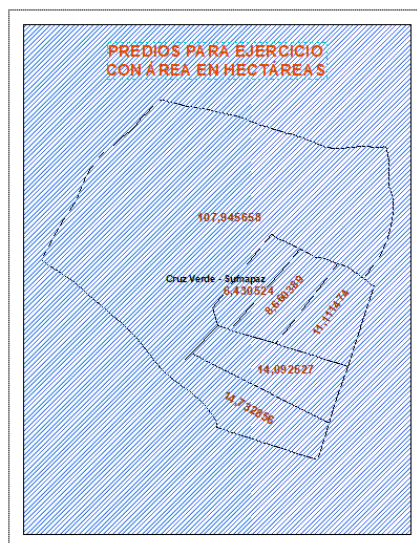
Fuente: elaboración propia con base en el shape de la resolución 1434 de 2017 del MinAmbiente

Figura 8. Municipio de Cabrera dentro del Complejo de Páramo



Fuente: Elaboración propia con base predial IGAC 2018

Figura 9. Predios seleccionados para el ejercicio



Fuente: elaboración propia con base predial IGAC 2018

Tabla 7. Información analizada para priorización y selección

Capa	Escala	Descripción
Cartografía base IGAC – para identificación de cuerpos de agua	1:25.000	Incluye quebradas, canales sencillos y dobles, ríos, pantanos, lagunas, embalses, ciénagas, bancos de arena, cataratas, humedales, islas, manantial, pantano, entre otros. Disponible para todo el país; relevante porque incluye cuerpos de agua que no aparecen en Corine Land Cover.
Áreas de importancia estratégica CAR	1:25.000	Zonificación de las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos. Insumo utilizado para la compra de predios relacionados con el 1% (artículo 111 de la ley 99 de 1993). Aunque todas las Corporaciones Autónomas Regionales debería contar con esta información, es muy probable que no todas cumplan con este requisito. Es relevante por la clasificación que se realiza de las zonas rurales, (importancia muy alta, alta y media).
Índice de retención y regulación hídrica IDEAM – E.N.A 2010 y 2014	1:100.000	En este mapa se zonifica de acuerdo a 5 rangos de regulación y retención del recurso hídrico. Sin embargo, por la escala y el año de elaboración, no aporta mucho a nivel predial. Existe también para el año 2014 pero no se evidencian cambios.

Capa	Escala	Descripción
Suelos para ecosistemas de páramos (convenio IGAC Fondo Adaptación)	1:25.000	Incluye la capacidad de uso de las tierras, estudio geomorfológico y de suelos (material parental, clima, paisaje, forma del terreno, taxonomía, entre otras características), así como una zonificación asociada con la función principal. La información es semidetallada bastante útil, sin embargo, no se encuentra disponible para todos los complejos de páramos delimitados en el país.
Vocación de uso IGAC	1:100.000	Señalan el uso principal del suelo, a partir de la vocación determinada por el IGAC. Por la escala, el nivel de detalle no es muy adecuado.
Base coberturas Corine Land Cover	1:25.000 1:100.000	Disponible para todo el país, con leyenda completa en nivel 3 a escala 1:100.000. En escala 1:25.000 solo está disponible en algunas zonas desde nivel 3 a 6. Es importante aclarar que con “nivel” se hace referencia al detalle que posee la leyenda de la tabla de atributos de la metodología Corine Land Cover, la cual depende de la resolución espacial de las imágenes de satélite disponibles, de las condiciones ambientales de cada región del país, y los estudios detallados y/o semidetallados de cada zona. Entre mayor sea el “nivel” mayor detalle posee la información de cobertura.
Base de coberturas para ecosistemas de páramos (convenio IGAC Fondo Adaptación – base Corine Land Cover)	1:25.000	Coberturas Corine Land Cover, con leyenda desde nivel 3 al 6 priorizada para ecosistemas de páramos. Bastante útil por su escala y por el nivel de detalle realizado exclusivamente para los páramos de Colombia. Sin embargo, la información no se encuentra disponible para todos los complejos de páramos delimitados en el país.
Ecosistemas IDEAM 2017	1:100.000	Cuenta con información para todo el país, de: clima, paisaje, relieve, suelos, coberturas, biomas y tipo de ecosistema. Sin embargo, por la escala no hay un buen detalle a nivel predial.
Ecosistemas Instituto Humboldt	1:100.000	Contiene la información para todo el país de: Biomas, ecosistema, categoría cobertura, piso bioclimático. Sin embargo, por la escala no hay un buen detalle que contribuya a nivel predial.

Capa	Escala	Descripción
Clases agrológicas IGAC	1:100.000 y 1:25.000	El shape contiene clasificaciones para todo el país de acuerdo a la aptitud del suelo frente a los usos; acorde a las 8 clases posibles y las definiciones que da el IGAC de cada una, se permite un análisis que incluye referentes de pendientes, drenaje, erosión, y uso recomendado, es de interés ya que suele ser utilizado para los avalúos.
Clasificación por oferta ambiental IGAC	1:100.000	Contiene una recomendación de uso principal, basándose en información de las áreas de conservación y de producción. No obstante, no se cuenta con mucho detalle a nivel predial.
Conflictos de usos IGAC	1:100.000 y 1:25.000	Evidencia los cambios en el uso del suelo para todo el país, basado en el cruce de la vocación o uso recomendado versus los supuestos usos actuales. Aunque puede ser muy útil, se puede efectuar el mismo cruce de información con otras capas relacionadas y la visita de campo que realice el evaluador.
Mapa de suelos territorio colombiano IGAC	1:100.000	Suministran información importante acerca del recurso suelo tales como: características físicas, químicas, mineralógicas, morfológicas, taxonomía y distribución, como base para la determinación de sus potencialidades y limitaciones de uso.

Fuente: Elaboración propia (2020)

Dentro del análisis de la información disponible, también se consideró y se reconoció la importancia del aspecto de biodiversidad, en relación con la presencia, distribución, y riqueza de especies tanto de fauna como de flora que puedan ser encontradas en los predios incluidos en los ecosistemas de páramos y su respectiva clasificación como nativas, endémicas, amenazadas, vulnerables, invasoras, etc.

Se evaluaron las caracterizaciones de edafofauna, anfibios, aves, masto fauna en algunos complejos de páramos, así como los estudios bióticos hechos para los procesos de delimitación a escala 1:25.000, realizados entre los años 2011 y 2015 por el Instituto Humboldt, sin embargo, son investigaciones que no están adelantadas para todos los complejos de páramos del país.

A la vez, se analizó también la información disponible en los Biomedelos del Instituto Humboldt, no obstante, para ecosistemas de páramos aún no se cuenta con datos asociados a todos los complejos paramunos del país, ni de todas las especies que probablemente se encontrarían allí. Aunque algunas Corporaciones Autónomas pueden contar con datos de distribución de especies de flora y fauna en

ecosistemas de alta montaña, existe gran cantidad de vacíos de información, según las áreas que han priorizado para llevar a cabo los diversos estudios.

Por estas razones, se concluye que la biodiversidad no puede ser incluida como indicador fundamental para la composición del índice, dado que, los datos existentes son dispersos y no se encuentran disponibles para todos los complejos de páramos, lo cual no permitiría una valoración estándar para este criterio en particular, sin que esto implique un desconocimiento de la importancia que acarrea esta variable; adicionalmente, la verificación en campo, tendría que estar necesariamente acompañada por expertos en dicho tema.

Adicionalmente, se reconoció el papel fundamental que tiene el ecosistema de páramo en la captura y retención de carbono, lo cual ciertamente le otorgaría un valor ambiental adicional a determinadas zonas, donde el stock sea mayor. Respecto a esta variable, en el año 2018 el IGAC en convenio con el Instituto Humboldt realizó un monitoreo de contenido y almacenamiento de carbono orgánico en ecosistemas de páramos y humedales, mapeando el resultado según la cantidad encontrada a 30 cm de profundidad, para varias zonas del país (MADS; IAvH; IGAC, 2018). No obstante, se consideró que la información es muy generalizada, y las escalas disponibles no cuentan con mayor detalle, lo cual dificultaría su uso a nivel predial, sin contar que la verificación en campo tendría que incluir un muestreo de suelos y posterior análisis de laboratorio; por tal razón no se incluyó para la composición del índice, aun cuando se reconoce su relevancia en el análisis ecosistémico.

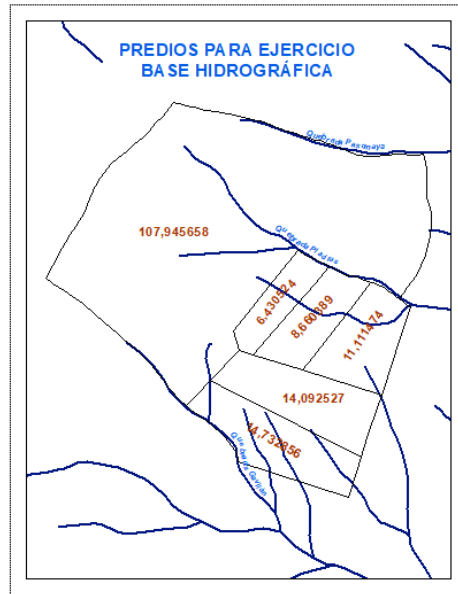
Cabe resaltar que, según el estudio mencionado, las mayores tasas de captura y retención de carbono orgánico están directamente relacionadas con aquellas zonas en donde las coberturas vegetales tienen un mayor estado de conservación (especialmente en los tipos de cobertura más característicos de páramos); en razón de esto, al incluir dentro del índice indicadores relacionados con la presencia de ciertas coberturas, la variable de retención y captura de carbono se está teniendo en cuenta de manera implícita.

De igual forma, se tuvo presente la importancia y relevancia de las zonas de recarga hídrica y aguas subterráneas (acuíferos), pero el país en general no cuenta con información detallada en estudios ni cartografía de hidrogeología en escalas medianas a grandes, que sirvan de aporte al presente estudio (teniendo en cuenta el detalle a nivel predial).

Otros insumos cartográficos, como las áreas homogéneas de tierras, no se tienen en cuenta ya que estas implican características físicas y de suelo que ya se encuentran valoradas mediante el avalúo comercial según se expuso en el capítulo 2.1.1. De igual forma ocurre con la información relacionada con las mejoras de acuerdo con el artículo 20 del Decreto 1420 de 2008 “el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (...) especificarán el método utilizado y el valor comercial definido independizando el valor del suelo, el de las edificaciones y las mejoras si fuere el caso (...)”.

En ese marco y retomando el ejercicio mencionado, se procedió a cruzar las capas disponibles (Tabla 7) de las fuentes oficiales en escalas 1:25.000 y 1:100.000 sobre los 6 predios seleccionados para llevar a cabo un ejercicio práctico, esto con el fin de determinar aquellas que brindarían información más detallada a nivel predial y su respectiva disponibilidad

Figura 10. Cartografía base IGAC 1:25.000 disponible para todo el país – Cuerpos de agua



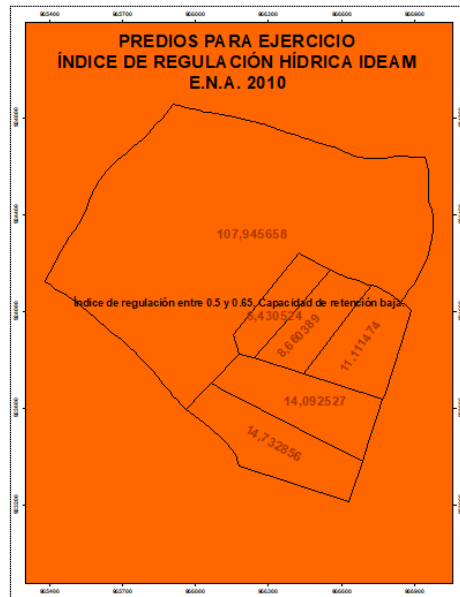
Fuente: Elaboración propia con base hidrográfica IGAC (2020)

Figura 11. Zonificación de áreas de importancia estratégica 1:25.000 de la jurisdicción CAR



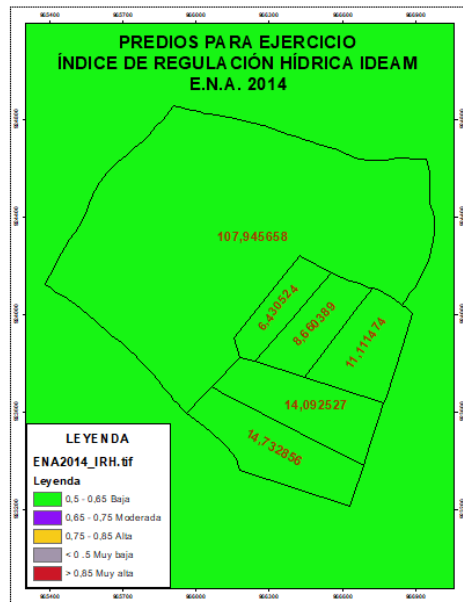
Fuente: Elaboración propia con base CAR Cundinamarca (2020)

Figura 12. Zonificación del índice y capacidad de regulación escala 1:100.000 para todo el país.



Fuente: Elaboración propia con base IDEAM (2010)

Figura 13. Zonificación del índice y capacidad de regulación escala 1:100.000 para todo el país.



Fuente: Elaboración propia con base IDEAM (2014)

Acorde con el ejercicio, y el objetivo del presente proyecto, se priorizaron las siguientes capas como recurso para ser utilizado en el análisis de información geográfica para la valoración ambiental de avalúos de predio ubicados en las áreas de páramos delimitados.

- Coberturas con base Corine Land Cover para ecosistemas de páramos 1:25.000: (realizados por el IGAC en el marco del convenio del IAvH con Fondo Adaptación), por ser la que representa más detalle a nivel predial, resultado de un trabajo que evidentemente se enfocó en ecosistemas de páramos en el contexto de la delimitación que se adelantaba en ese momento a escala 1:25.000.

No obstante, en vista de que este convenio al que se hace mención no incluyó todos los complejos de páramos del país, se sugiere que para aquellos que no cuenten con esta información, se utilice la capa de Corine Land Cover con el nivel más detallado posible, utilizando la leyenda para Colombia, puesto que, de cualquier forma, es la que sigue proyectando más información relevante para el presente ejercicio, según su disponibilidad, a escala 1:25.000 o 1:100.000

Otras capas, tales como ecosistemas (tanto de IAvH como de IDEAM), oferta ambiental y zonificación de usos, fueron descartadas, ya que, aunque incluyen información del ecosistema de páramo, no servirían como cartografía base para organizar la visita de campo, y permitir la respectiva verificación de la existencia de determinadas coberturas.

- Capacidad de uso de las tierras IGAC 1:25.000: Esta capa es resultado, al igual que la anterior, de los estudios realizados en el marco del proyecto de Fondo Adaptación e IAvH, donde participó el IGAC, para el levantamiento de estudios semidetallados de suelos en algunos complejos de páramos del país; la capa incluye bastante información de interés que puede ser útil para el evaluador al momento de preparar una visita; le permitirá confrontar el “uso recomendado” basado en la capacidad del suelo, versus el uso actual; basado en lo anterior, se descartó la capa de conflicto de usos disponible para todo el país, ya que al utilizar la capa de capacidad y cotejarla con el uso actual evidenciado al momento de realizar la visita al predio, se obtendrá información mucho más verídica que la que ofrece la capa de conflicto de usos.

Teniendo en cuenta lo analizado, se descartaron capas como la de vocación de uso, unidades cartográficas de suelos, geomorfología y suelos departamentales del IGAC, ya que la información que aportan, ya estaría incluida en capacidad de uso de las tierras. Sin embargo, al no estar disponible esta capa para todos los complejos de páramos, se sugiere que, en ausencia de esta capa, se utilice la cartografía existente de clases agrológicas, preferiblemente a escala 1:25.000, la cual aporta información similar a la descrita.

- Cartografía base IGAC 1:25.000 – cuerpos de agua: La selección de esta capa obedece a que, aunque Corine Land Cover contiene tipos de coberturas relacionadas con el recurso hídrico, existen algunos cuerpos de agua que esta cartográfica no contempla (como por ejemplo quebradas).

La información relacionada con este recurso es de vital importancia, dado que es el servicio ecosistémico sobre el cual más recae peso en los ecosistemas de páramo, así, esta capa cartográfica puede ser de utilidad para el desarrollo del avalúo, permitiendo identificar la presencia o ausencia de cuerpos hídricos en el predio.

No obstante, esta base cartográfica no permite reconocer el estado del recurso hídrico presente en el predio, por lo que, como se observa más adelante en la sección 2.8.2 (indicadores del componente hídrico) se proponen una serie de indicadores con base en USDA (2009) según la información presentada en el marco teórico más atrás, los cuales requieren verificación en campo, esto con el fin de incorporar en el índice aspectos ambientales de gran importancia que los insumos cartográficos actuales no permiten valorar.

También se analizó la capa de áreas de importancia estratégica para la conservación del recurso hídrico, sin embargo, no se tiene seguridad de que la misma esté disponible para todos los complejos de páramos; así mismo se revisó la información que aportaron los Estudios Nacionales del Agua para los años 2010 y 2014, en relación con un shapefile donde se zonifican acorde al índice de regulación y retención hídrica, pero tras el análisis no se considera que su aporte sea relevante para un nivel predial.

A partir del análisis práctico realizado con los seis predios de páramo seleccionados y expuestos previamente, aunado con todo lo revisado y discutido, se logró priorizar algunas variables, que no solamente brindan datos e información relevante para medir el grado de conservación de un predio en ecosistema de páramo, sino que además, cuentan con disponibilidad (en la medida de lo posible) para todos los complejos de páramo con la escala más detallada viable; lo anterior en pro de la aplicación de indicadores en la medición del índice; el resumen de esta evaluación puede apreciarse en la Tabla 8.

Tabla 8. Tabla resumen de información evaluada para la priorización y uso de información.

Variable analizada	Información a utilizar (capas cartográficas y otros)	Priorizada para usar en la metodología		Justificación
		Sí	No	
Cuerpos de agua: canal doble, canal sencillo, manantiales, ciénagas, quebradas, ríos, entre otros.	Cartografía base IGAC: Hidrografía - cuerpos de agua.	X		Necesaria ya que la presencia de cuerpos de agua en predios (y su estado de conservación) darán un valor relevante a su importancia ambiental. La información se encuentra disponible para todo el país.
Área por tipo de cobertura	Coberturas Corine Land Cover, priorizada para ecosistemas de páramos según disponibilidad, al mejor nivel y escala posible.	X		Los tipos de coberturas presentes en un predio, así como su estado de conservación, y el área que ocupan con respecto al área total de cada predio, pueden aportar a la valoración ambiental; adicionalmente, existen varios estudios de coberturas priorizados en ecosistemas de páramos.
<ul style="list-style-type: none"> Área por bioma Tipo de bioma Clasificación de ecosistema Clase de cobertura Piso bioclimático 	Mapa de ecosistemas del Instituto Humboldt		X	Todas las variables que contiene esta capa no varían mucho dentro del ecosistema de páramo, ya que su zonificación por tipo de bioma clasifica la mayoría del área en una misma categoría, no se consideró útil para la valoración ambiental predial.
<ul style="list-style-type: none"> Área por bioma Unidades bióticas Clase de cobertura Categoría ecosistema Vulnerabilidad y riesgo ante cambio climático 	Mapa de ecosistemas del IDEAM		X	Aunque es más reciente que el de IAvH, y contiene información sobre cambio climático, las variables que contiene esta capa no varían mucho dentro del ecosistema de páramo, ya que su zonificación por tipo de bioma clasifica la mayoría del área en una misma categoría, no se consideró útil para la valoración ambiental predial.
<ul style="list-style-type: none"> Valores de precipitación media, mínima, máxima anual en milímetros 	Distribución precipitación		X	Las variables de clima no varían mucho en las zonas delimitadas como ecosistemas de páramo, por

Variable analizada	Información a utilizar (capas cartográficas y otros)	Priorizada para usar en la metodología		Justificación
		Sí	No	
• Valores de temperatura media, mínima, máxima anual en °C	Distribución temperatura		X	tanto, no podría establecerse una escala de valoración diferencial a nivel predial
• Clasificación en áreas de unidades climáticas	Caldas Lang		X	
• Clasificación de suelos del país según su uso recomendado, brinda información de erosión, pendientes, clases, entre otros, más actualizado que clases agrológicas.	Capacidad de uso de los suelos	X		Esta capa hace parte de un estudio reciente hecho por el IGAC, donde recoge diferentes características de los suelos en Colombia, permitiendo una clasificación según la capacidad de uso de los terrenos; aunque no se encuentra disponible para todos los complejos de páramos del país.
• Clasificación de suelos del país según su uso recomendado, brinda información de erosión, pendientes, clases, entre otros.	Clases agrológicas	X		Esta capa se utilizaría en aquellos complejos de páramos donde la capa de capacidad de uso de los suelos no esté disponible, ya que, es la que más información similar brinda.
• Clasificación de áreas según uso recomendado para todo el país.	Oferta ambiental		X	La clasificación de usos recomendados de los suelos que ofrece esta capa es demasiado general, a nivel predial no presenta mucho rango de cambio.
• Clasificación de áreas según uso recomendado para todo el país.	Vocación de uso de los suelos		X	La clasificación de usos recomendados de los suelos que ofrece esta capa es demasiado general, a nivel predial no presenta mucho rango de cambio.
• Clasificación de suelos del país según sus características físicas y químicas.	Tipos de suelos		X	La información de tipo de suelos se recoge en la capa de capacidad de uso de la tierra.

Variable analizada	Información a utilizar (capas cartográficas y otros)	Priorizada para usar en la metodología		Justificación
		Sí	No	
Clasificación en áreas por unidades geomorfológicas	Geomorfología		X	Las capas de información geomorfológica para el país no se encuentran a escalas detalladas, sin embargo, las capas de capacidad de uso y clases agrológicas, aportan información de formas estructurales del terreno.
• Punto identificado de nacimiento en terreno, a través de visita de campo.	Verificación de nacimientos de agua a través de visitas de campo.	X		Los nacimientos de agua, así como la presencia de cuerpos de agua en un predio, generan un valor ambiental asociado a la conservación; sin embargo, no se encuentran capas cartográficas disponibles para todo el país donde se puedan ver los mismos, por tanto, depende 100% de la visita de campo.
• Clasificación de áreas de acuerdo a las unidades hidrogeológicas presentes (acuíferos, acuitardos, acuicludos, acuífugos)	Hidrogeología - Zonas de recarga hídrica		X	Los estudios hidrogeológicos del país no se encuentran a escala lo suficientemente detallada para aportar información a nivel predial
• Clasificación de áreas en rangos de pendientes.	Pendientes		X	Las pendientes se encuentran incluidas en rangos en la capa de capacidad de uso de las tierras y clases agrológicas.
• Información del área y uso del terreno en cada predio (conservación, mixto, ganadería, agricultura, pasturas, etc.)	Caracterización social - Uso actual	X		El uso actual tendrá valoración acorde con lo dispuesto en la normatividad que rige a los ecosistemas de páramos del país; esta variable se determinará directamente con la visita de campo, se considera relevante ya que el uso que se da en cada predio, afectará directamente el grado de conservación.

Variable analizada	Información a utilizar (capas cartográficas y otros)	Priorizada para usar en la metodología		Justificación
		Sí	No	
<ul style="list-style-type: none"> Clasificación de áreas en: sobre utilizadas, subutilizadas, uso adecuado, uso moderado, etc. 	Conflicto de uso		X	Haciendo el cruce las capas de capacidad de uso de las tierras (o clases agrológicas según disponibilidad), más la visita de campo que verificará el uso actual, se tendría un conflicto de uso de fuente primaria, por tanto, esta capa estaría descartada.
<ul style="list-style-type: none"> Localización acueductos veredales Área de abastecimiento del recurso hídrico 	Áreas de importancia estratégica para la conservación del recurso hídrico		X	Esta capa no está disponible para todos los complejos de páramos del país, por tanto, no se puede utilizar en la metodología
Zonificación según rangos de la regulación y retención del recurso hídrico	Índice de retención y regulación hídrica IDEAM – E.N.A 2010 y 2014		X	Información desactualizada y poco detallada a nivel predial
<ul style="list-style-type: none"> Localización y distribución de especies totales halladas en campo, especies halladas endémicas, especies halladas amenazadas, especies halladas amenazadas y endémicas 	Biodiversidad: Modelos de distribución de especies vegetales		X	La información de biodiversidad está muy dispersa y no se encontraría disponible en todos los complejos de páramos; no podría ser calificada de la misma forma en todos los predios incluidos en los ecosistemas de páramos, debido a estos vacíos de información.
<ul style="list-style-type: none"> Distribución de especies de mamíferos, reptiles, aves, anfibios, peces, invertebrados, plantas y su clasificación: endémicas, invasoras, amenazadas, validadas, para algunas zonas del país 	Biodiversidad: Modelos de distribución de fauna y flora - Biomedelos Humboldt		X	
<ul style="list-style-type: none"> Información de zonas con stock de carbono en los suelos colombianos 	Retención y captura de carbono		X	La escala de información que manejan los estudios de retención y captura de carbono en el país, poseen una escala muy amplia y a nivel predial podría no se acertado para la valoración ambiental.

Fuente: Elaboración propia (2020)

A manera de conclusión, posterior al análisis y evaluación de la información que sería priorizada para utilizar como insumo en la formulación del índice, se logró presumir que el grado de conservación de un predio localizado dentro del ecosistema de páramo, puede medirse a partir de dos grandes componentes.

El primero de ellos, corresponde a todo lo relacionado con el recurso suelo, el cual será denominado como “coberturas y suelos”, en donde se tiene en cuenta el área y tipo de coberturas, la capacidad de uso de suelos (con información de tipos de suelos, pendientes, características físicas generales, limitantes, usos recomendados, entre otros), la distancia en función de la fragmentación natural entre coberturas existentes, así como indicadores de deterioro ambiental asociados a la erosión y la remoción en masa.

El segundo gran componente a valorar se define como “recurso hídrico”, enfocado a la presencia de los diferentes cuerpos hídricos que pueden ser encontrados en ecosistemas de páramos y su condición o estado actual en términos de conservación. Este componente será valorado a partir de algunos indicadores que permiten evidenciar varios grados de conservación.

Estos dos componentes fueron seleccionados puesto que reflejan, a través de la medición integral de cada uno de sus indicadores (los cuales serán explicados a profundidad en los numerales posteriores), el estado de conservación ambiental de los predios ubicados en páramo. Un buen estado y correcto uso de las coberturas y del suelo, generan un ambiente propicio para que prospere la biodiversidad y a su vez las interacciones ecológicas, así como la regulación y provisión hídrica, mientras que un uso incorrecto e intervenciones al terreno, alteran de forma negativa lo mencionado.

2.8 Formulación de indicadores

En razón del principio enunciado en el presente proyecto, el cual busca que el componente ambiental responda a la naturaleza del proceso de avalúos el cual implica el desarrollo del mismo mediante una visita predial, sin que eso implique dejar de lado información fundamental que suele utilizarse al momento de medir el grado de conservación de los ecosistemas de páramos, y atendiendo a los resultados del ejercicio práctico expuesto previamente, se determinó que el índice debería componerse por la valoración de dos criterios fundamentales: coberturas y suelos, y recurso hídrico.

En el marco de estos dos componentes, se formularon indicadores cuantificables los cuales son comprobados a través de insumos cartográficos (según su disponibilidad) y rectificadas mediante visita a campo, en los casos donde haya lugar. Esto último se profundiza en el capítulo de protocolo de aplicación. Cada indicador se formuló teniendo en cuenta los insumos cartográficos disponibles, no obstante, existen algunos aspectos ambientales de gran importancia que no permiten ser valorados a través de la cartografía debido a la ausencia de información, pero que, sí permiten ser verificados en campo de manera práctica para el evaluador, razón por la cual no se descartaron.

En los casos donde la aplicabilidad cartográfica es factible, la escala de valoración propuesta para cada indicador responde a la descripción de la leyenda del insumo cartográfico, por su parte, para aquellos indicadores que su verificación se posibilita únicamente mediante una visita de campo, la escala de valoración fue adaptada de información secundaria de referencia. En este sentido, la Tabla 9, consolida las características principales de los indicadores formulados.

Tabla 9. Sustento bibliográfica de la formulación de indicadores y escala de valoración

Componente	Indicador	Valoración a través de insumos cartográficos	Verificación en campo	Sustento de la escala de valoración
Cobertura y suelos	Tipo de cobertura	Capa Corine Land Cover para Colombia en el mejor nivel y escala posible, si existe priorizada para páramos se utilizaría esa.	Sí	(CAR, 2019) y (IDEAM; IAvH, 2014)
	Capacidad del uso de las tierras	Capa de capacidad de uso de tierras (estudios páramos) Capa de clases agrológicas a la mejor escala posible, en ausencia de la capa de capacidad de uso	Sí	(IGAC, 2012) (IGAC; Fondo Adaptación - IAvH, 2015)
	Distancia entre fragmentos	Capa Corine Land Cover para Colombia en el mejor nivel y escala posible, si existe priorizada para páramos se utilizaría esa.	Sí	Borrero et al. (2007)
	Erosión	Capa de capacidad de uso de las tierras y/o clases agrológicas, según disponibilidad a la mejor escala posible, donde se brinden datos relativos a la erosión de determinada zona.	Sí	(IDEAM; U.D.C.A., 2015)
	Remoción en masa	Capa de capacidad de uso de las tierras y/o clases agrológicas, según disponibilidad a la mejor escala posible, donde se brinden datos relativos a la remoción en masa de la zona.	Sí	Borrero et al. (2007)

Componente	Indicador	Valoración a través de insumos cartográficos	Verificación en campo	Sustento de la escala de valoración
	Uso actual	Capacidad de uso de tierras (estudios páramos) o en su ausencia, clases agrológicas a la mejor escala posible, como base para el análisis.	Sí	(Ley 1930, 2018)
Hídrico	Identificación de cuerpos de agua en el predio	Cartografía base IGAC, y Corine Land Cover en la mejor escala y nivel disponible	Sí	Borrero et al. (2007)
	Lugar de nacimiento del cuerpo hídrico	No aplica	Sí	Borrero et al. (2007)
	Proporción del cuerpo hídrico en función del área del predio	Cartografía base IGAC, y Corine Land Cover en la mejor escala y nivel disponible.	Sí	Borrero et al. (2007)
	Conservación de la ronda hídrica	Cartografía base IGAC, y Corine Land Cover en mejor escala y nivel disponible.	Sí	Borrero et al. (2007)
	Presión antrópica sobre el recurso hídrico	No aplica	Sí	USDA (2009)
	Naturalidad del cuerpo hídrico	No aplica	Sí	USDA (2009)
	Alteración hidrológica	No aplica	Sí	USDA (2009)

Fuente: Elaboración propia (2020)

A continuación, se profundiza sobre los indicadores formulados y las escalas de valoración definidas para cada uno de estos, en función de cada componente del índice, coberturas y suelos, y, recurso hídrico.

2.8.1 Coberturas y suelos

El componente de coberturas y suelos fue seleccionado gracias a los análisis previamente descritos, donde se identificó que el grado de conservación de predios en ecosistemas de páramos puede ser cuantificado gracias a los niveles de alteración de estas variables. Se procedió a seleccionar el insumo a ser utilizado como base, y a partir de este, sus respectivos indicadores que permitirán corroborar el nivel de conservación asociado.

2.8.1.1 Insumos

Gracias al análisis realizado en el ejercicio práctico de la información disponible, se pudo priorizar e identificar que las coberturas de Corine Land Cover debían ser utilizadas. A continuación, se da una breve explicación y justificación del listado de coberturas a ser usadas.

En el año 2014, el IAvH aportó una metodología realizada con información geográfica y rectificada con algunos trabajos de campo, cuyo resultado fue una leyenda de coberturas con base Corine Land Cover priorizada para ecosistemas de páramos en Colombia, la cual se consideró pertinente para el presente ejercicio. Las mismas, se aprecian a continuación:

Tabla 10. Coberturas leyenda Corine Land Cover para páramos priorizados 1:25.000

Leyenda de coberturas Corine Land Cover
111. Tejido urbano continuo
112. Tejido urbano discontinuo
121. Zonas industriales o comerciales
122. Red vial, ferroviarias y terrenos asociados
131. Zonas de extracción minera
1311. Otras explotaciones mineras
1313. Explotación de carbón
1315. Explotación de materiales de construcción
1321. Otros sitios de disposición de residuos a cielo abierto
1322. Escombreras
141. Zonas verdes urbanas
211. Otros cultivos transitorios
2151. Papa

Leyenda de coberturas Corine Land Cover
221. Cultivos permanentes herbáceos
2221. Otros cultivos permanentes arbustivos
231. Pastos limpios
232. Pastos arbolados
233. Pastos enmalezados
241. Mosaico de cultivos
242. Mosaico de pastos y cultivos
2431. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales arbóreos
2432. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales arbustivos
2433. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales herbáceos
2434. Mosaico de cultivos, pastos y otros espacios naturales
2441. Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos
2442. Mosaico de pastos con espacios naturales arbustivos
2443. Mosaico de pastos con espacios naturales herbáceos
2444. Mosaico de pastos con otros espacios naturales
2451. Mosaico de cultivos y espacios naturales arbóreos
2452. Mosaico de cultivos y espacios naturales arbustivos
2453. Mosaico de cultivos y espacios naturales herbáceos
2454. Mosaico de cultivos y otros espacios naturales
31111. Bosque denso alto de tierra firme
31121. Bosque denso bajo de tierra firme
31122. Bosque denso bajo inundable
31211. Bosque abierto alto de tierra firme
31221. Bosque abierto bajo de tierra firme
31311. Bosque fragmentado alto con pastos y cultivos
31312. Bosque fragmentado bajo con pastos y cultivos
31321. Bosque fragmentado alto con vegetación secundaria
31322. Bosque fragmentado bajo con vegetación secundaria
314. Bosque de galería y ripario
315. Plantación forestal

Leyenda de coberturas Corine Land Cover
3151. Plantación de coníferas
3152. Plantación de latifoliadas
3153. Plantación mixta
321111. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
321112. Herbazal denso de tierra firme arbolado
321113. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
321114. Frailejonal
321121. Herbazal denso inundable no arbolado
321122. Herbazal denso inundable arbolado
32121. Herbazal abierto arenoso
32122. Herbazal abierto rocoso
32211. Arbustal denso alto
32212. Arbustal denso bajo
32222. Arbustal abierto mesófilo
3231. Vegetación secundaria alta
3232. Vegetación secundaria baja
3311. Playas
3312. Arenales
332. Afloramientos rocosos
3331. Tierras erosionadas
3332. Remoción en masa
334. Zonas quemadas
3352. Zonas nivales
411. Zonas Pantanosas
412. Turberas
413. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
511. Ríos (25 m)
512. Lagunas, lagos y ciénagas naturales

Fuente: Elaboración propia con información de (IDEAM; IAvH, 2014)

Esta misma metodología, define cada una de las coberturas presentes, a partir de variables como:

- La configuración y conformación espacial.
- Grado de intervención.
- Patrón de distribución.
- Altura sobre el nivel del mar.
- Porcentaje de cobertura natural.
- Estado de madurez de la vegetación.
- Altura de los individuos vegetales.
- Distancia a cuerpos de agua.
- Presencia de géneros vegetales específicos, entre otras.

Partiendo de la necesidad de dar una clasificación a las coberturas ya seleccionadas que se encontrarán dentro de los ecosistemas de páramos, se tomó como base no solo la definición de cada una de estas, sino el ejercicio piloto adelantado por la CAR Cundinamarca para el proceso de zonificación del páramo de Chingaza. (CAR , 2019)

La metodología utilizada por esta Corporación, incluye las indicaciones dadas por la resolución 886 de 2018 del MADS, para formular la zonificación y el régimen de usos asociados a los páramos delimitados en el país. La misma, toma como base las coberturas Corine Land Cover, las vocaciones de uso del suelo y la caracterización social (económica y cultural), esta última realizada mediante las visitas prediales de cada uno de los terrenos incluidos en el polígono de páramo. El cruce y análisis de estos datos mediante las herramientas SIG, arrojan la zonificación, la cual intentó ser lo más acertada posible partiendo de la información primaria recolectada en campo.

Teniendo en cuenta que Chingaza es un complejo que comparte jurisdicción con varias corporaciones autónomas, la metodología fue evaluada y aprobada por los profesionales que hacen parte de la Comisión Conjunta del Corredor de Ecosistemas Estratégicos de la Región Central de la Cordillera Oriental – CEERCCO, quienes a partir de un criterio interdisciplinario, acordaron asociar un valor a cada una de las coberturas presentes en el páramo de Chingaza, con el fin de darle un peso en el proceso de modelamiento de la zonificación, la cual arroja como resultado una clasificación en tres niveles, directamente relacionados con el grado de conservación:

- Zonas en tránsito a la reconversión y sustitución (áreas más intervenidas/ menos conservadas)
- Áreas prioritarias para la restauración ecológica (áreas con intervención media)
- Áreas prioritarias para la preservación (áreas más conservadas).

El criterio de “coberturas” debe ser contrastado en campo no solo con lo designado mediante la cartografía, sino con otras variables que permitirán vincular valores en relación con el posible deterioro ambiental, tal como se explicará en el numeral de indicadores.

Es importante aclarar que, de la metodología expuesta por la CAR, en la presente propuesta de índice solo se utilizarán las clasificaciones por niveles hechas en las coberturas (ver numeral 2.8.1.2.1); no se propone realizar caracterización social.

2.8.1.2 Indicadores

Para la medición de las coberturas se proponen cinco indicadores cuantificables que incluyen tanto el grado de conservación como de deterioro ambiental de los predios presentes en ecosistemas de páramo, los cuales son: tipo de cobertura, capacidad de uso de las tierras, distancia entre fragmentos naturales, erosión y remoción en masa, los cuales a su vez tienen asociada una escala de valoración que permite asignar un puntaje de calificación del aspecto ambiental valorado.

Es importante aclarar que los valores que se asocian van siempre de 1 a 5, aun cuando las clasificaciones de cada uno de los indicadores estén en diferentes agrupaciones; es decir que algunos valores podrán ser en decimales, otros en números enteros, pero no podrán nunca ser menores a 1 ni mayores a 5.

2.8.1.2.1 Tipos de cobertura

A partir de lo definido en el componente “coberturas y suelos”, se procedió a utilizar el estudio de coberturas de Corine Land Cover del Instituto Humboldt y la metodología para el proceso de zonificación del complejo e Chingaza de la CAR Cundinamarca (ver numeral 2.8.1.1), para asignarle un nivel a cada una de las descripciones asociadas directamente con un grado de intervención o conservación en el ecosistemas de páramo, tal como se aprecia a continuación:

Tabla 11. Escala de valoración para el indicador “tipo de coberturas”

Nivel	Descripción	Puntaje
1	Coberturas altamente asociadas a infraestructura antrópica, sin o con poca presencia de vegetación natural.	1
2	Coberturas asociadas a actividades productivas, o fuerte intervención antrópica de los suelos de páramos.	2
3	Coberturas no necesariamente asociadas a ecosistemas de páramos con intervenciones antrópicas mínimas, o plantaciones de diferentes especies.	3
4	Coberturas con vegetación secundaria o en transición o fragmentados con intervenciones antrópicas mínimas.	4
5	Coberturas altamente asociadas a ecosistemas de páramos: individuos, agrupaciones o zonas fragmentadas con vegetación normalmente exclusiva de páramos, así como cuerpos de agua.	5

Fuente: Elaboración propia, tomado de (CAR, 2019)

A partir de estas descripciones, se procedió a asociar un nivel (de los cinco disponibles de acuerdo con la Tabla 11) a cada una de las coberturas presentes en los ecosistemas de páramos (ver Tabla 12), según lo que representa o define cada uno de estos tipos de coberturas, en razón a un estado menor o mayor de conservación (ver explicación dada en el numeral Ins2.8.1.1 respecto a la metodología IDEAM; IAvH, 2014).

Tabla 12. Nivel asignado a cada tipo de coberturas de páramos

Cobertura	Nivel Asignado
111. Tejido urbano continuo	1
112. Tejido urbano discontinuo	1
121. Zonas industriales o comerciales	1
122. Red vial, ferroviarias y terrenos asociados	1
131. Zonas de extracción minera	1
1311. Otras explotaciones mineras	1
1313. Explotación de carbón	1
1315. Explotación de materiales de construcción	1
1321. Otros sitios de disposición de residuos a cielo abierto	1
1322. Escombreras	1
141. Zonas verdes urbanas	1
211. Otros cultivos transitorios	2
2151. Papa	2
221. Cultivos permanentes herbáceos	2
2221. Otros cultivos permanentes arbustivos	2
231. Pastos limpios	2
232. Pastos arbolados	2
233. Pastos enmalezados	2
241. Mosaico de cultivos	2
242. Mosaico de pastos y cultivos	2
2431. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales arbóreos	2
2432. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales arbustivos	2
2433. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales herbáceos	2

Cobertura	Nivel Asignado
2434. Mosaico de cultivos, pastos y otros espacios naturales	2
2441. Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos	2
2442. Mosaico de pastos con espacios naturales arbustivos	2
2443. Mosaico de pastos con espacios naturales herbáceos	2
2444. Mosaico de pastos con otros espacios naturales	2
2451. Mosaico de cultivos y espacios naturales arbóreos	2
2452. Mosaico de cultivos y espacios naturales arbustivos	2
2453. Mosaico de cultivos y espacios naturales herbáceos	2
2454. Mosaico de cultivos y otros espacios naturales	2
31111. Bosque denso alto de tierra firme	5
31121. Bosque denso bajo de tierra firme	5
31122. Bosque denso bajo inundable	5
31211. Bosque abierto alto de tierra firme	5
31221. Bosque abierto bajo de tierra firme	5
31311. Bosque fragmentado alto con pastos y cultivos	3
31312. Bosque fragmentado bajo con pastos y cultivos	3
31321. Bosque fragmentado alto con vegetación secundaria	4
31322. Bosque fragmentado bajo con vegetación secundaria	4
314. Bosque de galería y ripario	5
315. Plantación forestal	3
3151. Plantación de coníferas	3
3152. Plantación de latifoliadas	3
3153. Plantación mixta	3
321111. Herbazal denso de tierra firme no arbolado	5
321112. Herbazal denso de tierra firme arbolado	5
321113. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	5
321114. Frailejonal	5
321121. Herbazal denso inundable no arbolado	5
321122. Herbazal denso inundable arbolado	5
32121. Herbazal abierto arenoso	5

Cobertura	Nivel Asignado
32122. Herbazal abierto rocoso	5
32211. Arbustal denso alto	5
32212. Arbustal denso bajo	5
32222. Arbustal abierto mesófilo	5
3231. Vegetación secundaria alta	4
3232. Vegetación secundaria baja	4
3311. Playas	3
3312. Arenales	3
332. Afloramientos rocosos	4
3331. Tierras erosionadas	2
3332. Remoción en masa	2
334. Zonas quemadas	2
3352. Zonas nivales	5
411. Zonas Pantanosas	5
412. Turberas	5
413. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	5
511. Ríos (25 m)	5
512. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	5

Fuente: Elaboración propia, con información (IDEAM; IAvH, 2014) y (CAR, 2019)

Como se puede apreciar, sin importar el tipo de cobertura, todas tendrán una asignación de valor, ya sea mayor o menor que será incluido al índice para la valoración del predio, en relación con su respectiva área.

2.8.1.2.2 Capacidad de uso

La cartografía de capacidad de uso de las tierras es una herramienta muy útil al momento de determinar el uso recomendado y las características generales de los suelos en Colombia, de acuerdo con sus propiedades físicas, ya que incluye datos como: Pendientes, erosión, drenaje, texturas, alcalinidad, acidez, fertilidad, y usos recomendados. Se incluye en la presente evaluación, ya que las definiciones e información que aporta, permite al evaluador tener una base previa a la visita de campo, en donde después se podrán verificar indicadores como erosión, movimientos en masa, así como el factor de uso actual (este último será explicado en el numeral 2.8.3).

A continuación, se definen los tipos de clases de tierras identificadas para el país, según lo expuesto por la metodología realizada por IGAC para la clasificación de tierras por su capacidad de uso (IGAC, 2014):

Tabla 13. Descripción y características de clases de tierras identificadas en el territorio colombiano

Clase	Uso recomendado	Pendientes	Erosión	Movimientos en masa
1	Uso agropecuario, amplia diversidad de cultivos adaptados a las condiciones ecológicas, ganadería intensiva con pastos de corte.	menores a 3%	Sin procesos erosivos	Sin procesos de movimientos en masa
2	Apropiadas para uso agrícola con cultivos transitorios, semiperennes, perennes y ganadería intensiva con pastos de alto rendimiento.	de 0 a 7%	De nula a ligero	Sin procesos de movimientos en masa
3	Pueden ser utilizadas en agricultura con prácticas moderadas a intensivas de conservación y ganadería intensiva con pastos de alto rendimiento, presenta restricción y limitaciones moderadas por erosión, pendientes o humedad.	de 0 a 12%	De nula a ligero	De nula a muy poca
4	Se utilizan en ganadería con pastos de buen rendimiento y con un manejo técnico de potreros, la agroforestería es una buena opción en los sectores con pendientes más pronunciadas, áreas erodadas y susceptibles al deterioro.	de 0 a 25%	De nula a moderada	Nula, muy poca y/o poca
5	Limitado a la agricultura y ganadería estacional escasamente tecnificada, agroforestería, conservación y preservación de los recursos naturales y ecoturismo.	de 0 a 7%	De nula a ligero	De nula a muy poca
6	Aptas únicamente para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales. La ganadería extensiva es un uso alternativo si se lleva a efecto evitando el sobre pastoreo y con buen manejo de potreros. La agricultura únicamente con prácticas de conservación.	de 25 a 50%	De nula a moderada	Nula, muy poca, poca y/o frecuente
7	Posee limitaciones fuertemente severas que las hacen inadecuadas para cultivos, tienen aptitud forestal; bosques con carácter protector, algunas zonas permiten uso sostenible del recurso forestal de tipo productor, sistemas agroforestales. La ganadería debe ser excluida totalmente de estas áreas.	de 50 a 75%	De nula a muy severa	Nula, muy poca, poca, frecuente y/o abundante

Clase	Uso recomendado	Pendientes	Erosión	Movimientos en masa
8	Áreas muy escarpadas, ecosistemas estratégicos (páramo), deben ser dedicadas a la conservación de la naturaleza o a su recuperación. Incluye tierras misceláneas y de alturas superiores a los 3600 m.s.n.m. Puede desarrollarse turismo ecológico e investigación científica	Cualquiera	Cualquier nivel	Cualquier nivel

Fuente: Elaboración propia, con información de (IGAC, 2014)

De acuerdo con las definiciones dadas, y las características que conforman a los ecosistemas de páramos, lo más común será encontrar clases de tipo 6, 7 y 8, no obstante, a partir de una verificación cartográfica realizada, se pudo determinar que es posible encontrar los otros tipos existentes, por tal razón, no se descartaron en la escala de valoración.

De acuerdo al estudio de conflicto de usos para el territorio colombiano, (IGAC, 2012), y a la metodología de clasificación de tierras por su capacidad de uso (IGAC, 2014), existe una agrupación (en tres grupos o niveles) para las clases descritas, según su grado relativo de limitaciones generales y de riesgos, tal como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 14. Escala de valoración del indicador de capacidad de uso de las tierras

Nivel	Descripción	Puntaje
1	Clases 1, 2, 3 y 4: Tierras con capacidad para ser utilizadas en agricultura y ganadería tecnificada de tipo intensivo y semi intensivo. Se consideran con capacidad para ser utilizadas en agricultura y ganadería en forma amplia e intensiva (clase 1), a fuertemente restringida (clase 4); en ese sentido se incrementan las prácticas de manejo y conservación.	1
2	Clases 5, 6 y 7: Tierras que pueden ser utilizadas, en forma restringida, en actividades agrícolas, ganaderas, agroforestales y/o forestales. Las tierras de la clase 5 no son aptas para agricultura convencional por limitaciones diferentes a erosión, En términos generales, las tierras de clases 6 y 7 no tienen capacidad para agricultura, excepto para cultivos específicos semi perennes o perennes, semi densos y densos y sistemas agroforestales y forestales, debido a severas limitaciones como pendientes escarpadas; eventualmente las de menor pendiente podrían utilizarse en ganadería. Cualquiera de estas clases de uso requiere intensas prácticas de manejo y de conservación.	3
3	Clase 8: Tierras que deben ser utilizadas sólo en preservación, conservación y ecoturismo; no tienen capacidad para adelantar actividades agropecuarias ni forestales de producción; pueden ser destinadas o incluidas en planes y programas de gobierno, orientados a la preservación y conservación de los	5

Nivel	Descripción	Puntaje
	recursos naturales, como sistemas de parques nacionales, reservas forestales y control de la degradación.	

Fuente: Elaboración propia, tomado de (IGAC, 2012) y (IGAC, 2014)

2.8.1.2.3 Distancia entre fragmentos

Un indicador muy relevante para conocer el grado de conservación es la conectividad, ya que la misma permite un flujo ecológico que a su vez garantizará la oferta de servicios ecosistémicos. Un área que carece de conectividad puede alterar de manera negativa la biodiversidad, y en consecuencia se pueden afectar procesos fundamentales para la estabilidad del ecosistema en general.

Es fundamental ya que permite contrarrestar los efectos adversos de la fragmentación y aislamiento de los ecosistemas y facilita la adaptación de las especies a los desplazamientos en sus áreas óptimas de distribución causados por el cambio climático y otros factores. (Universidad Politécnica de Madrid, 2020). Una buena conectividad generará bienestar no solo al interior del ecosistema, sino con sus respectivas zonas de amortiguación y demás ecosistemas presentes en sus alrededores, por tanto, tiene beneficios a diferentes escalas (locales y regionales), así como genera ventajas en procesos de restauración

Sin embargo, partiendo de que la evaluación del índice propuesto es a nivel predial, la medición de conectividad (la cual normalmente se realiza a partir de análisis métricos de paisaje, debido a los cambios de coberturas en diferentes periodos de tiempo), podría no ser acertada, ya que la misma suele ser más representativa a escalas mucho más amplias. Teniendo en cuenta además que, para el ejercicio práctico en cuestión, debía buscarse una forma un poco más sencilla en la que el evaluador pudiese sacar conclusiones a partir de la cartografía disponible y la visita de campo, se decidió tomar como metodología, la expuesta por el autor Borrero et al, 2007, en donde miden la distancia entre fragmentos naturales a partir del grado de comunicación entre las unidades de coberturas (del mismo tipo) presentes en el predio. Así las cosas, la medición se realizará según estos aspectos:

- Cercanía o distancia entre dos fragmentos de la misma unidad de cobertura
- Evidencia de contaminación auditiva
- Presencia o ausencia de ecotonos

Sin embargo, se optó por realizar una modificación a la metodología relacionada, ya que manejan distancias entre fragmentos naturales muy extensas (de mínimo 500 hasta más de 1000 metros), y al ser aplicadas a nivel predial, podrían resultar poco objetivas. Esto atendiendo, además, a diferentes comentarios recibidos en las socializaciones del presente proyecto, así como al hecho de que aproximadamente el 77% de los predios en páramos no superan las 10 hectáreas de tamaño; se consideró que una fragmentación alta se dará cuando la distancia entre fragmentos del mismo tipo de

cobertura sea de más de 200 metros, mientras que una cercanía de las mismas con distancias menores o iguales a 50 metros, serán indicadores de menor fragmentación.

Según lo descrito, a continuación, se clasifican los niveles para el indicador propuesto.

Tabla 15. Escala de valoración del indicador de distancia entre fragmentos naturales

Nivel	Descripción	Puntaje
1	Fragmentación alta: Su cercanía con otros fragmentos es de más de 200 metros. Pueden existir algunas actividades agropecuarias que se interponen entre los fragmentos, así como alta contaminación auditiva. Se pueden evidenciar ecotonos.	1
2	Fragmentación media: Su cercanía con otros fragmentos está entre 50 y 200 metros. Puede existir algunas actividades agropecuarias que no ocupan mucha área y que se interponen entre los fragmentos, así como una contaminación auditiva menor.	3
3	Fragmentación baja: Su cercanía con otros fragmentos es menor a 50 metros. La vegetación tiene una evidente continuidad, no existe contaminación auditiva ni cultivos intermedios. No hay ecotonos claramente contrastados.	5

Fuente: Elaboración propia, tomado de (Borrero et al, 2007)

2.8.1.2.4 Erosión

El estado en el que se encuentra un suelo será el resultado de las intervenciones a las que se haya visto sometido por un periodo de tiempo, por factores tanto naturales como antrópicos. Sin embargo, no todos los suelos poseen la misma capacidad o vocación de uso, y su degradación puede ser más alta o más baja según la zona donde se encuentre.

Los páramos en particular, cuenta con suelos muy frágiles, además de condiciones geomorfológicas que pueden hacerlos más vulnerables; por esta razón, el estado de degradación del suelo será un indicador de la alteración a la que se haya visto sometido.

Dicha degradación se puede representar, entre otras, a través de los grados de erosión; la erosión afecta no solo la parte ecológica y funcional de los suelos, sino también los servicios ecosistémicos que produce.

Aunque es difícil definir grados de erosión que aplique a toda clase de suelos, y que además se adapte a los tipos de erosión (hídrica y eólica), gracias a lo recopilado por el protocolo para la identificación y evaluación de los suelos degradados por erosión (IDEAM; U.D.C.A., 2015), se logró una clasificación de acuerdo a la estimación de la pérdida superficial del suelo y otras características que pueden ser observables en campo, tal como se describe en la siguiente tabla.

Tabla 16. Escala de valoración del indicador de erosión

Nivel	Descripción	Puntaje
1	Erosión muy severa: Pérdida total de los horizontes superficiales. Remoción sustancial de los horizontes subsuperficiales (badlands, tierras malas). Se presenta una red de surcos y cárcavas intrínsecos. Las funciones bióticas originales fueron completamente destruidas. La vegetación es muy rala o nula.	1
2	Erosión severa: Horizontes superficiales completamente removidos y horizontes subsuperficiales expuestos. Pérdida casi total del horizonte orgánico-mineral. Se presentan surcos, calvas o terracedos de forma frecuente o cárcavas con moderada frecuencia. La pérdida de suelo se estima en más de 75% de su espesor. Las funciones bióticas originales ampliamente destruidas. El suelo expuesto es más claro debido a la pérdida del horizonte A. La vegetación es rala.	2
3	Erosión moderada: Evidencia clara de remoción de los horizontes superficiales del suelo. Cuando la capa de suelo ha perdido espesor. Se aprecian manifestaciones de surcos, terracedos y pequeñas cárcavas. Se presenta pérdida entre el 50 y 75% del espesor original del horizonte A e incluso en sectores aparece el horizonte B o C. Las funciones bióticas originales se encuentran parcialmente destruidas. Aparecen en la superficie distintos colores de suelo como producto de la pérdida del horizonte superficial y la exposición de horizontes subsuperficiales. En algunos sitios se denominan "suelos atigrados o manchados".	3
4	Erosión ligera: Alguna evidencia de daño a los horizontes superficiales del suelo. Cuando la capa de suelo se adelgaza uniformemente. No se aprecian huellas visibles de surcos o inicios de cárcavas. La pérdida puede llegar hasta un 25 o 50% del horizonte A, según su espesor. Las funciones bióticas originales se encuentran intactas.	4
5	Sin erosión: Ninguna evidencia de daño a la superficie del suelo.	5

Fuente: Elaboración propia, tomado de (IDEAM; U.D.C.A., 2015)

2.8.1.2.5 Remoción en masa

Los procesos de remoción en masa, están asociados al movimiento o desplazamiento en volumen de material (en este caso suelo, rocas, detritos, etc.) normalmente ladera abajo, por acción de la gravedad.

La remoción en masa es un indicador de deterioro ambiental, ya que, si bien es cierto algunos factores naturales pueden propiciarla, en los ecosistemas de páramo, este fenómeno puede presentarse a partir de condiciones o procesos como:

- Ausencia o alteración de la cobertura vegetal.

- Erosión o degradación del suelo.
- Cortes y excavaciones en zonas de laderas.
- Alteración en cauces o drenajes naturales.
- Actividades mineras.

Para este indicador, se utiliza nuevamente lo planteado por Borrero et al, 2007, en su metodología para calificar terrenos protegidos rurales, en donde considera que la misma puede verificarse de manera sencilla a partir de la observación, asignando niveles o valores, en relación con el área total del predio.

Para ello, el autor clasifica cuatro niveles de remoción en masa, en relación con el área total del predio; entre mayor sea el área del predio afectada por la remoción en masa (en porcentaje), mayor será su nivel asociado, según la escala que se presenta en la Tabla 17.

Tabla 17. Escala de valoración del indicador de remoción en masa

Nivel	Descripción	Puntaje
1	Alta remoción en masa: Del área total del predio, el porcentaje de área con remoción en masa es mayor al 50%.	1,25
2	Media remoción en masa: Del área total del predio, el porcentaje de área con remoción en masa está entre 25 y 50%	2,5
3	Baja remoción en masa: Del área total del predio, el porcentaje de área con remoción en masa es menor al 25%.	3,75
4	Ausente: No hay indicadores de remoción en masa en el predio	5

Fuente: Elaboración propia con información de (Borrero et al, 2007)

2.8.2 Componente hídrico

Este componente define en buena parte la expresión de la biota y condiciona el uso potencial de la tierra, de tal forma que lo que sucede en una parte de la cuenca, tiene consecuencias directas en otras partes de la misma, convirtiéndose en un indicador importante para la valoración ecológica de un predio (Borrero et al, 2007).

Así, en relación con el componente hídrico se pretende analizar la disponibilidad, cantidad y calidad del recurso hídrico, discriminando los tipos de cuerpo hídricos, la cantidad de su aporte, su origen y su calidad, bajo el principio de no entrar en mediciones cuantitativas costosas (Borrero et al, 2007) y prestar practicidad al evaluador para el desarrollo del avalúo. Por lo tanto, como se menciona más adelante, se utilizan variables cualitativas fácilmente observables y cuantificables en visitas de campo a los predios de interés.

2.8.2.1 Insumos

Tal como se señalaba en el análisis basado en un ejercicio práctico, donde se seleccionó aquella información útil para el proceso, se determinó que, aunque la cobertura de Corine Land Cover priorizada y desarrollada para los ecosistemas de páramos por el IGAC contiene información bastante detallada, hay algunos cuerpos de agua que no incluye, por esta razón, es necesario utilizar de manera adicional la cartografía base del IGAC, usando específicamente la información correspondiente a cuerpos hídricos, la cual se encuentra disponible para todo el país, de esta forma, estas dos capas podrán complementarse la una con la otra en el análisis cartográfico.

La información proporcionada por la cartografía en relación al recurso hídrico únicamente permite identificar la existencia o no de cuerpos de agua superficiales en la zona de interés. En ese marco, partiendo de la necesidad de evaluar otras características del recurso hídrico que permitan cuantificar su grado de importancia y grado de conservaciones, se tomó como base algunas de las variables propuestas por Borrero et al. (2007) y otra variables cualitativas del protocolo visual de corrientes de agua de USDA (2009), expuestas en las tablas Tabla 3 y Tabla 4 más atrás, las cuales pueden ser verificadas en campo permitiendo establecer de una manera más certera las condiciones ambientales de los cuerpos de agua evidenciados cartográficamente.

Las variables cualitativas seleccionadas tanto del protocolo visual de USDA (2009) y la propuesta de Borrero et al. (2007), partieron de dar cumplimiento a los principios de claridad y aplicabilidad mencionados en la Tabla 6 más atrás, así, estas fueron elegidas de acuerdo con el grado de aplicación en el tipo de cuerpos de agua predominantes en los ecosistemas de páramo (quebradas, lagunas, zonas pantanosas, turberas, entre otros). A la vez, los rangos de calificación de cada variable fueron adaptados en función de las necesidades del estudio, con el fin de generar rangos de calificación de uso práctico para profesionales evaluadores no expertos en materia ambiental.

2.8.2.2 Indicadores

Para la medición del componente hídrico de los predios rurales en páramos, se proponen siete aspectos ambientales cuantificables (presencia de fuentes hídricas, lugar de nacimiento de cuerpo hídrico, tamaño del cuerpo hídrico, conservación de la ronda hídrica, presión antrópica sobre el recurso, naturalidad del cuerpo hídrico y alteración hidrológica) que relacionan tanto el grado de conservación como el deterioro ambiental en función de diversos indicadores, como se expone a continuación.

Cabe aclarar que el componente hídrico solo es valorado en caso que en el predio se evidencie la presencia de cuerpos de agua superficial. De acuerdo con las categorías de los insumos cartográficos Corine Land Cover y la cartografía base del IGAC 1:25.000, los cuerpos de agua presentes en páramo que pueden ser identificados son: Lagunas, zonas nivales, pantanos, turberas, ríos, lagos, quebradas,

ciénagas, humedales y manantiales. En caso de evidenciar cuerpos de agua no naturales, el componente no debe ser valorado.

Tabla 18. Escala de valoración del indicador Presencia de cuerpos hídricos

Tipo de cuerpos hídricos identificables
Ríos y quebradas
Lagunas, lagos y ciénagas naturales
Zonas nivales
Humedales
Zonas pantanosas
Turberas
Nacimientos
Cuerpo de agua artificial (en este caso, el componente no es valorado)

Fuente: Elaboración propia

2.8.2.2.1 Proporción del cuerpo de agua en relación del área del predio

Este indicador tiene en cuenta la proporción del cuerpo de agua presente en el predio en función del área total del predio (Borrero et al, 2007).

Adaptado de Borrero et al. (2007), los niveles de calificación propuestos son los siguientes:

Tabla 19. Escala de valoración del indicador Cantidad del cuerpo hídrico en función del área

Nivel	Descripción	Puntaje
1	Menos del 10% está afectado por el cuerpo de agua o no tiene afectación (baja proporción)	1
2	Entre un 20 del 30% del predio está afectado el cuerpo de agua (media proporción)	3
3	Más del 50% del predio está afectado por el cuerpo de agua (alta proporción)	5

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Borrero et al. (2007)

De esta manera, la escala de valoración se compone de tres niveles de calificación desde una afectación del cuerpo de agua inferior al 10% en relación al área del predio, hasta más del 50% del área del predio afectado por cuerpo de agua.

2.8.2.2.2 Lugar de nacimiento del cuerpo hídrico

Este indicador tiene en cuenta la premisa que entre más cerca el cuerpo de agua se encuentra de su origen, mejor calidad de agua tendrá y mayor importancia y necesidad de protección requerirá (Borrero et al, 2007). Dadas las implicaciones prácticas para conocer el lugar de nacimiento de los cuerpos

hídricos que no nacen dentro del predio, el indicador fue adaptado de Borrero et al. (2007), de la siguiente manera.

Tabla 20. Escala de valoración del indicador lugar de nacimiento del cuerpo hídrico

Nivel	Descripción	Puntaje
1	No existe nacimiento de cuerpo de agua dentro del predio	0
2	Dentro del predio (existe un nacimiento de agua natural dentro del predio)	5

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Borrero et al. (2007)

De esta manera, la escala de valoración se compone de dos niveles de calificación, que comprende la presencia o no de nacimientos de agua dentro del predio. Así, cuando un predio cuenta con nacimiento recibe un valor adicional.

2.8.2.2.3 Conservación de la ronda hídrica en función de la presencia de vegetación protectora

Este indicador toma en consideración qué tan bien está conservada la ronda hídrica, definida como una faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos (Decreto Ley 2811, 1974). Para efecto de la verificación del indicador, el evaluador debe tener en cuenta la longitud de acotamiento de la ronda hídrica en estudio, definido por la Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible en jurisdicción de acuerdo con el artículo 206° de la Ley 1450 de 2011. En caso de no contar con un acotamiento estipulado, esta debe valorarse teniendo en cuenta una distancia mínima 30m acorde con el artículo 86° del Decreto Ley 2811 de 1974.

En ese marco, la escala de valoración del indicador propuesta es la siguiente, teniendo en cuenta a Borreto et al. (2007):

Tabla 21. Escala de valoración del indicador Conservación de la ronda hídrica

Nivel	Descripción	Puntaje
1	Menos del 10% de la ronda esta conservada (carece de vegetación* conservada en la ronda hídrica)	1
2	Entre un 20 del 30% de la ronda esta conservada (vegetación* más o menos densa en la ronda hídrica)	3
3	Más del 50 % de la ronda esta conservada (evidencia de vegetación* protectora en la ronda hídrica)	5

* La presencia de cultivos en la ronda hídrica de protección no corresponde a vegetación protectora

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Borrero et al. (2007)

La escala de valoración se compone de tres niveles de calificación desde una ronda hídrica nada conservada hasta muy conservada.

2.8.2.2.4 Presión antrópica sobre el recurso hídrico

Este indicador hace referencia a la presencia o evidencia de residuos humanos, cultivos o ganado en la ronda hídrica o directamente sobre el cuerpo hídrica puesto que estos materiales presentan riesgo para las especies acuáticas, la calidad del recurso hídrico y el consumo humano. Teniendo en cuenta, además, que la ronda hídrica corresponde a un bien inalienable e imprescriptible del Estado y por lo tanto no pueden ser intervenidas (Decreto Ley 2811, 1974).

Teniendo en cuenta lo definido por USDA (2009) (ver Tabla 4), los niveles de calificación propuestos son los siguientes:

Tabla 22. Escala de valoración del indicador Presión antrópica sobre el recurso hídrico

Nivel	Descripción	Puntaje
1	Existencia de cultivos en el límite sin áreas de riego definidas. Acceso de animales (ganado) sin limitación. Evidencia de tuberías ni flujos de vertimientos de aguas residuales sobre las fuentes hídricas. Evidencia de residuos humanos o presencia animales dispuestos directamente en el cuerpo de agua. No hay tuberías ni flujos de vertimientos de aguas residuales sobre las fuentes hídricas.	1
2	Existencia de cultivos en el límite con áreas de riego definidas. Evidencia de animales (ganado) que tienen acceso controlado al cuerpo de agua y limitado por pequeñas áreas de cruce. No hay tuberías ni flujos de vertimientos de aguas residuales sobre las fuentes hídricas. No hay evidencia de residuos humanos o animales dispuestos directamente en el cuerpo de agua.	3
3	No hay evidencia de residuos humanos o animales dispuestos directamente en el cuerpo de agua. No hay evidencia de acceso directo al cuerpo de agua por parte de animales (ganado) No hay presencia de cultivos en el límite del cuerpo de agua	5

Fuente: Elaboración propia, adaptado de USDA (2009)

La escala de valoración se compone de tres niveles de calificación desde ausencia de presión sobre el recurso hídrico, hasta la existencia de cultivos, ganados o residuos humanos que afecta la calidad del mismo.

2.8.2.2.5 Estado de naturalidad del cuerpo hídrico

Esta variable se adaptó del protocolo USDA (2009) en relación con las condiciones del canal, consistiendo en la descripción geomórfica del canal, puesto que los cambios en sus condiciones tienen efectos sobre procesos de transporte del flujo de agua, sedimentos, hábitat, etc. Así, la variable hace referencia a la evidencia de canalización del cuerpo hídrico, o presencia de cuerpos artificiales canalizados por el hombre a partir de otras fuentes naturales.

Adaptando la información propuesta por USDA (2009) (ver Tabla 4), los niveles de calificación propuestos son los siguientes:

Tabla 23. Escala de valoración del indicador estado de naturalidad del cuerpo hídrico

Nivel	Descripción	Puntaje
1	Canalización del cuerpo hídrico con concreto, rocas, etc. Evidencia de erosión evidente y/o vegetación de la ronda parece estresada o es escasa, debido a intervención y canalización.	1
2	Cuerpo hídrico canalizado por intervención antrópica, la canalización se realiza con estructura natural	3
3	Cuerpo hídrico no canalizado, no hay signos de laderas verticales de intervención antrópica, la llanura de inundación o ronda hídrica está conectada con el cuerpo hídrico de manera natural. No se evidencia canalización de agua	5

Fuente: Elaboración propia, adaptado de USDA (2009)

La escala de valoración se compone de tres niveles de calificación desde un cuerpo hídrico con un estado de naturalidad intacto hasta un cuerpo hídrico artificial.

2.8.2.2.6 Alteración hidrológica

La alteración hidrológica es el grado en que las condiciones de hidrología y flujo de la corriente difieren de los patrones del flujo natural, afectando varios procesos físicos y químicos naturales del cuerpo hídrico y por consiguiente la vida acuática y el régimen natural de la cuenca hidrográfica a la que pertenece. Así, esta variable hace referencia a la evidencia de captaciones de agua que afectan significativamente el flujo del cuerpo de agua o la cantidad del recurso (USDA, 2009).

Adaptando la información propuesta por USDA (2009) (ver Tabla 4), los niveles de calificación propuestos son los siguientes:

Tabla 24. Escala de valoración del indicador Alteración hidrológica

Nivel	Descripción	Puntaje
1	Captación de agua permanente que afecta significativamente el flujo de agua natural. Se evidencia cuerpo de agua deshidratado. Con obstáculos permanentes, como muros, represas o estructuras similares	1
2	Con puntos de captación de agua temporales o intermitentes, que no afectan el flujo y cantidad natural de agua. Con obstáculos como desvíos y/o estructuras similares sin estructuras no naturales Predios con infraestructura de interés público, como el caso de proyectos de abastecimiento de agua para grandes ciudades o cascos urbanos o incluso para veredas, entre otros, los cuales son catalogados como puntos de interés público dado el servicio prestado.	3
3	Sin puntos de captación de agua ni desvíos. Sin obstáculos permanentes, como muros, represas o estructuras similares sobre ronda hídrica	5

Fuente: Elaboración propia, adaptado de USDA (2009)

Puesto que existen predios con infraestructura de interés público que alteran el recurso bajo un contexto legal, impidiendo una valoración objetiva del mismo, por lo tanto, se propone dar una calificación media a estos casos, con el fin de no castigar, ni premia, el valor del predio.

La escala de valoración se compone de tres niveles de calificación desde ausencia de signos de alteración del régimen natural del recurso hasta la existencia de captación y barreras que afectan el flujo de agua natural.

2.8.3 Uso actual del suelo

El uso actual, es incluido a partir de las recomendaciones y aportes realizados por algunas entidades en las diferentes socializaciones hechas de la presente metodología, en donde se planteó la necesidad de darle cierto peso a los usos actuales que se evidencien en las visitas de campo, atendiendo al principio de este proyecto de medir el grado de conservación de aquellos predios que se encuentran inmersos en los páramos, y de esta forma, además, ser consecuentes con toda la normatividad que rige a estos ecosistemas estratégicos.

En este caso, el uso actual no haría referencia a un indicador como tal, ni a un componente ambiental extra; sería utilizado como un “desincentivo” por un uso inapropiado del suelo. Así las cosas, un área que este en uso inadecuado, básicamente estaría perdiendo (en la misma proporción) el factor ambiental del avalúo. Es por esto, que el uso actual, será un “factor de corrección” en el total del índice,

y el mismo debe ser aplicado sobre el resultado obtenido de los dos componentes previamente mencionados.

En razón de lo anterior, y a partir de lo expresado en el artículo 5° de la ley 1930 de 2018 (Ley 1930, 2018), el cual recoge las prohibiciones generales de las actividades en aquellas zonas que se encuentran delimitadas como páramos, se establecen dos niveles para el presente factor, relacionados con el uso actual real que se esté desarrollando en el predio, considerándose “inadecuado” cuando en el mismo se estén ejecutando actividades que se encuentren descritas en el artículo 5° mencionado; por el contrario, el “uso adecuado” serán todos los demás, relacionados con el objetivo de conservación de estos ecosistemas. La calificación se hará siempre en relación con el área destinada para cada uso, de la extensión total del predio.

Tabla 25. Escala de valoración del indicador uso actual

Nivel	Descripción	Puntaje
1	<p>Uso inadecuado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las zonas con actividades relacionadas con explotación y exploración minera y de hidrocarburos. • Las zonas donde se lleven a cabo construcciones para expansiones urbanas y suburbanas, así como de nuevas vías. • Las zonas donde realicen actividades agropecuarias con uso de maquinaria pesada. • Las zonas donde se esté haciendo disposición final, manejo y/o quema de residuos sólidos y peligrosos. • Las zonas donde se estén introduciendo organismos genéticamente modificados y/o especies invasoras. • Las zonas donde se practique de manera ilegal el uso de juegos pirotécnicos, sustancias inflamables, explosivas y/o químicas. • Las zonas donde se realicen quemas. • Las zonas donde se practiquen talas sin autorización de la autoridad correspondiente. • Las zonas donde utilicen fumigación y aspersion de químicos. 	1
2	<p>Uso adecuado: Se consideraría uso adecuado todas aquellas zonas que no presenta ninguno de los usos mencionados en el uso inadecuado, así como también se pueden incluir aquellas actividades que se encuentren en procesos de recuperación, reconversión y/o sustitución hacia la conservación, preservación y/o restauración, acordes con la resolución 886 de 2018 del MADS.</p>	5

Fuente: Elaboración propia, con información de (Ley 1930, 2018)

No obstante todo lo expresado anteriormente, es importante que el factor de uso actual, quede sujeto a la reglamentación de la ley de páramos (que se encuentra en elaboración por parte del MADS),

específicamente en lo pertinente a la definición de usos de “bajo impacto”, ya que los mismos podrían estar en la clasificación que se tiene actualmente como “ineducado”, pero que, con ciertas condiciones podrían realizarse en territorio de páramo.

2.9 Índice de cuantificación de la importancia ambiental y el grado de conservación

De acuerdo con el análisis de priorización de información cartográfica disponible y la definición de criterios e indicadores, mencionados en este capítulo, se busca generar un mecanismo que permita valorar el componente ambiental de los predios ubicados en ecosistemas de páramo en función de sus características de conservación e importancia ambiental.

En este sentido, y en concordancia con los criterios e indicadores planteados, lo más adecuado según lo plantean algunos autores como Borrero et al. (2007), es establecer un índice que integre indicadores cuantitativos y que a su vez puedan ser transformados en un porcentaje, el cual será adicionado al valor de mercado del predio, en función de la valoración ambiental del mismo.

El índice de conservación e importancia ambiental, evaluará a partir de los criterios (cobertura y suelos, y el recurso hídrico) e indicadores priorizados en los apartes anteriores (calificadores del grado de conservación e importancia ambiental de los criterios), incluyendo en este, aspectos biofísicos que evidencian la presencia o ausencia de las coberturas propias del páramo, sus procesos de fragmentación y conectividad con la vegetación natural presente, así como la capacidad del uso de las tierras según la clasificación existente para Colombia, pasando además por la evaluación de su nivel de deterioro a través de la evaluación del grado de erosión y otros fenómenos geomorfológicos que evidencien la intervención antrópica del terreno.

Por otra parte, el índice integra la evaluación del componente hídrico como segundo criterio, y como verificadores proporciona la evidencia para evaluar el grado de importancia ambiental en función de la presencia o ausencia de cuerpos de agua presentes o la evidencia de coberturas que están integradas a la ronda hídrica de cuerpos de agua presentes o externos al predio, así mismo, evaluando su grado de conservación en función de características como las presiones antrópicas ejercidas sobre el recurso, alteraciones hidrológicas entre otros.

Teniendo como referencia lo sugerido por Borrero et al. (2007) y los criterios priorizados en función de la disponibilidad de información cartográfica como principio para la calificación de criterios e indicadores (ver capítulo 2.8), se propone una ecuación lineal múltiple que integre la relación del componente cobertura e hídrico al ICIA de la siguiente forma:

Ecuación 2. Forma básica del índice

$$ICIA = X_1 + X_2 - UnA$$

En donde:

ICIA = Índice de conservación e importancia ambiental

X1= Puntaje obtenido por la evaluación de indicadores del criterio cobertura y suelos

X2= Puntaje obtenido por la evaluación de indicadores del criterio recurso hídrico

UnA= Factor de corrección de acuerdo con evidencia de usos actuales y su relación de área.

El índice de conservación e importancia ambiental integra los valores del componente cobertura y suelos (55 puntos del valor del ICIA), e hídrico (45 puntos del valor del ICIA) para un total de 100 puntos, por otra parte, se integra un factor de corrección asociado a la verificación del uso adecuado del suelo, donde si existe un uso inadecuado este se calculará en función al área afectada por el uso evidenciado, dicho valor porcentual corresponderá al número de puntos a restar del puntaje obtenido en los componentes X_1 y X_2 .

Es decir, si la suma de los componentes X_1 y X_2 es igual 100 puntos, pero la afectación por uso inadecuado corresponde al 100% del área del predio, entonces el valor del ICIA para este caso será de Cero, ya que se debe restar el 100% de los puntos obtenidos por el hecho de tener un uso inadecuado en la totalidad del predio. En un segundo caso, si la afectación por uso inadecuado fuera del 70% del predio, para este caso se restarán 70 puntos de los 100 obtenidos por los componentes X_1 y X_2 , generando como resultado un valor del índice final de 30 puntos. Es de anotar que la valoración de los indicadores de cada componente del ICIA incorpora implícitamente la calificación del deterioro del predio resultante por factores antrópicos, con el fin de dar cuenta del estado de conservación del ecosistema de páramo.

La inclusión de indicadores que midan el grado de conservación, integrando además el deterioro del predio dentro del índice, se sustentan en el hecho de que existen deberes impuestos por la legislación ambiental colombiana que obligan a la protección y conservación de los ecosistemas de páramos y así mismo, este instrumento permite definir una vía para garantizar que a los pobladores de dichas zonas, se les reconozca la integración de los valores ambientales que evidencian dichas áreas y generar un reconocimiento económico dentro del proceso del avalúo en las situaciones que las características de conservación del predio así lo ameriten en función de los criterios o indicadores del índice. En segunda medida, es evidente que el valor de un predio de importancia ambiental con un estado de deterioro evidenciado supone la gestión de unos recursos que permitan devolverle sus características a través de mecanismos de restauración y/o recuperación. Por último, es evidente que no se puede reconocer los valores ambientales de predios que tienen un grado de deterioro en la misma proporción que los que si demuestran un grado de conservación de las características propias de los ecosistemas naturales, en este caso el de páramo. (Borrero et al, 2007).

Respecto a la puntuación del ICIA y de acuerdo con lo enunciado anteriormente, se sugiere que el índice tenga un valor máximo expresado en porcentaje del 100%, el cual representará el máximo reconocimiento adicional al valor del avalúo tradicional. Sin embargo, dicho valor fluctuará en función

de las condiciones encontradas en el predio respecto a su grado de conservación e importancia evidenciado a través de las calificaciones de los verificadores definidas por el evaluador.

El componente cobertura y suelos, estará estructurado a partir de 5 indicadores que consolidan 55 puntos del valor del ICA asociados a:

- Tipos de cobertura
- Capacidad de uso de las tierras
- Erosión
- Remoción en masa
- Conectividad.

Por otro lado, el componente hídrico se medirá a partir de 8 indicadores que integran el 45 puntos del valor del ICIA asociados a:

- Presencia de nacimientos de fuentes hídricas dentro del predio
- Proporción de área del predio en presencia de cuerpos de agua
- Grado de conservación de ronda hídrica por la presencia de vegetación protectora
- Presión antrópica sobre el cuerpo hídrico
- Estado de naturalidad del cuerpo de hídrico
- Alteración hidrológica

Para determinar la importancia o ponderación de cada uno de los componentes del ICIA (criterios e indicadores) se aplicó un análisis multicriterio a través del proceso de análisis jerárquico o AHP, el cual permitió determinar la ponderación de los indicadores, que con ciertas adiciones aplicadas a la valoración adicionalmente determina el valor de un activo cualquiera. Este análisis partió de la aplicación de una encuesta a 27 expertos miembros de las entidades IAvH- IGAC – Ministerio de Ambiente Desarrollo Sostenible- Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, con el fin de determinar la pertinencia y jerarquía (importancia relativa) de cada uno de los indicadores propuestos, y de esta manera generar los factores ponderadores que se asocian a cada indicador y la calificación que integra cada uno de estas variables dentro del cálculo del índice.

Una vez procesados estadísticamente los datos obtenidos mediante la encuesta, se obtuvo los factores de ponderación de cada componente (coberturas y suelos, y componente hídrico), así como de cada indicador, teniendo como resultado la información expuesta en la Tabla 26. El procesamiento y los resultados de aplicación de la encuesta se evidencia a profundidad en el Anexo 1.

Tabla 26. Ponderación de indicadores¹

Componente	Indicador	Ponderador
Coberturas y suelos Ponderador: (55%)	Tipo de cobertura (TC)	19
	Capacidad de uso (CU)	7
	Erosión (E)	8
	Remoción en masa (RM)	7
	Conectividad (C)	14
Total: componente cobertura y suelos		55
Recurso hídrico	Conservación de cuerpos de agua en función de la ronda hídrica (R)	10
	Presencia de nacimiento del cuerpo hídrico (LN)	8
	Proporción de área del predio afectada por cuerpos de agua (A)	8
	Presión antrópica del recurso hídrico en función de la contaminación (PA)	7
	Naturalidad del cuerpo de hídrico (N)	5
	Alteración hidrológica (AH)	7
Total: componente Hídrico		45
Uso no adecuado del suelo	Factor de corrección de acuerdo con evidencia de usos actuales y su relación de área.	

Fuente: Elaboración propia (2020)

¹ Cada ponderador mencionado en la tabla se refiere a la máxima calificación posible para cada indicador. De no cumplir con la máxima calificación para cada indicador al estimar el índice en un predio, la calificación obedecerá a las condiciones específicas del predio encontradas para cada indicador, pero nunca podrá superar la máxima calificación determinada en la Tabla 26. Ponderación de Indicadores.

De esta manera, el índice final corresponde a la Ecuación 3. Índice de cuantificación del grado de conservación ambiental de predios ubicados en páramo

$$\text{ICIA} = \text{Componente Cobertura (55\%)} + \text{Componente Hídrico (45\%)} - \text{Uso No adecuado del suelo}$$
$$\text{ICIA} = ((\text{TC}(19\%) + \text{CU}(7\%) + \text{E}(8\%) + \text{RM}(7\%) + \text{C}(14\%)) + (\text{R}(10\%) + \text{LN}(8\%) + \text{A}(8\%) + \text{PA}(7\%) + \text{N}(5\%) + \text{AH}(7\%))) - \text{UnA}$$

. El cual está compuesto por los componentes cobertura y suelos, componente hídrico, afectado por el factor de corrección cuando se evidencia un Uso no Adecuado del suelo. Cada componente se integra por indicadores debidamente ponderados.

Ecuación 3. Índice de cuantificación del grado de conservación ambiental de predios ubicados en páramo

$$\text{ICIA} = \text{Componente Cobertura (55\%)} + \text{Componente Hídrico (45\%)} - \text{Uso No adecuado del suelo}$$
$$\text{ICIA} = ((\text{TC}(19\%) + \text{CU}(7\%) + \text{E}(8\%) + \text{RM}(7\%) + \text{C}(14\%)) + (\text{R}(10\%) + \text{LN}(8\%) + \text{A}(8\%) + \text{PA}(7\%) + \text{N}(5\%) + \text{AH}(7\%))) - \text{UnA}$$

La aplicación del índice cuantitativo para valorar la importancia ambiental y el grado de conservación de los predios localizados en ecosistemas de páramos, como insumo para la metodología de avalúos, parte de la recolección de información que nutre cada indicador propuesto mediante la aplicación de la ficha predial ambiental (ver Anexo 2), la cual a su vez, está sujeta a la puesta en marcha de diversas etapas que componen la elaboración de un avalúo comercial, las cuales se consolidan bajo un protocolo de aplicación expuesto detalladamente en el Anexo 3.

A la vez, de acuerdo con los términos de referencia, este índice fue aplicado en tres casos de estudio localizados en el páramo de Chingaza, en la provincia del Gualivá, municipios de Guatavita y Guasca respectivamente y la aplicación de la metodología para la cuantificación del índice, realizados para probar la eficacia del método planteado y generar recomendaciones en la materia, cuya información detallada se encuentra contenida en el entregable No. 6 de la presente consultoría.

RECOMENDACIONES

Es necesario generar una bitácora clara para el evaluador, teniendo en cuenta que no todos poseen el conocimiento en temas ambientales, ni son especialistas en ecosistemas (aunque debe considerarse que los mismos cuentan con una capacitación previa) evitando así que el mismo incurra en subjetividad. Dicha bitácora, así como la capacitación a la que se hace mención, deberá incluir conceptos básicos relacionados con los términos y definiciones de tipos de coberturas, fragmentación

y/o conectividad, degradación del suelo, clasificación de cuerpos de agua y las demás a las que haya lugar.

Debido a que el ejercicio de la consultoría se fundamentó en la determinación de la ponderación de las variables del índice de valoración ambiental para avalúos de predios en zonas de páramo a partir del Análisis Multicriterio basado en el juzgamiento respectivo de cada indicador a una mesa de expertos, se recomienda para efectos de análisis confirmatorio, la identificación de la representatividad de los indicadores que integran el índice, se realice un ejercicio de campo a mayor escala en diferentes predios en zonas de páramo donde se ejecute la medición del ICIA, de tal manera que permita realizar la consolidación de datos representativos que proporcionen información para la implementación de métodos multicriterio confirmatorios como el del modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM) por sus siglas en inglés, el cuál permite evaluar a partir de datos estadísticos, la interdependencia entre los diferentes indicadores propuestos y el grado en que estos aportan al valor final del índice.

Se recomienda a las diferentes instituciones involucradas en el marco de la Ley 1930 de 2018 del Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible, integrar esfuerzos para gestionar la ampliación de estudios que aumenten la disponibilidad de información de carácter ambiental (hídrica, geológica, geomorfológica y de suelos), para todos los complejos de páramos a nivel nacional, en componentes como biodiversidad, oferta, demanda y calidad del recurso hídrico, y que dicha información se estructure en la dimensión cartográfica a escala detallada (1:25.000 o menor), de tal forma que se considere como elementos de decisión para el perfeccionamiento del índice de valoración ambiental.

3. ANEXOS

Anexo 1. Proceso de ponderación de componentes e indicadores del índice

Documento en formato Word que contiene la información relacionada con la aplicación de la valoración de análisis multicriterio de los indicadores que integran el índice de valoración ambiental, el procesamiento de la información y la obtención de los resultados que permitieron definir los ponderadores finales de los componentes e indicadores del índice.

Anexo 2. Ficha predial

Documento en formato Excel que contiene la Ficha Predial Ambiental, la cual se compone de cinco módulos: datos generales, componente ambiental, puntuación en función del área, cálculo del índice y registro fotográfico.

Anexo 3. Protocolo de aplicación del índice

Documento en formato Word que contiene la información relacionada con el protocolo de aplicación del índice, acompañado de fichas de apoyo que facilitan el reconocimiento en campo de los indicadores valorados.

Anexo 4. Hoja de ruta para aváluos

Documento en wor que contiene la información necesaria para establecer la ruta para la cuantificación de la valoración ambiental en la determinación el avalúo comercial en predios en zona de páramo.

4. REFERENCIAS

Chaves, G., & Roa, L. (2017). *Valoración de áreas con restricciones definidas en el POT como zonas de protección*. Estudio de caso Reserva Forestal Protector Cárpatos Municipio de Guasca - Cundinamarca. Bogota D.C., Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Barón, S. (2019). *Metodología para la inclusión de variables y servicios ambientales en el avalúo de predios ubicados en la ronda del Río Bogotá en el Municipio de Soacha*. Bogotá D.C., Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Ingeniería Catastral y Geodesia.

Gómez, D., & Suelta, H. (2018). Ajuste al modelo clásico valuatorio inmobiliario mediante la incorporación del componente ambiental en el proyecto POB-UF3 mediante muestra PPT. Bogotá D.C., Colombia: Fundación Universitaria Los Libertadores.

Gobierno Nacional - República de Colombia, Ley 99 - por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras (República de Colombia 22 de Diciembre de 1993).

Arellano, H. (2010). Definición de criterios para la delimitación de los diferentes tipos de páramos del país y de lineamientos para evitar efectos adversos sobre su integridad ecológica. Bogotá: IAvH.

Rivera, D. (2013). Portafolio Nacional de Restauración de páramos y humedales de alta montaña. Bogotá: IAvH.

Arellano, Henry; Rangel, Jesús O. (2017). Fragmentación y estado de conservación en páramos de Colombia. Research Gate , 479 - 543.

Rodríguez, C. (2013). Desarrollar la estimación de la valoración social de los servicios ecosistémicos, en el marco del ejercicio de valoración económica de un servicio ecosistémico en el páramo de Rabanal (Boyaca - Cundinamarca). Bogotá: IAvH.

CAR . (2019). Metodología para la zonificación en el complejo de páramo de Chingaza - Jurisdicción CAR. Bogotá: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.

Borrero et al. (2007). Avalúos de terrenos de protección ambiental y uso institucional. Bogotá: Bhandar Editores.

IGAC. (21 de Julio de 2020). Reunión de presentación de consultoría y aportes . (E. SAS, Entrevistador)

Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (24 de 7 de 1998). Decreto 1420. por el cual se reglamentan parcialmente el artículo (...) que hacen referencia al tema de avalúos . Colombia: Ministro de Hacienda y Crédito Público; Ministro de Desarrollo Económico.

Congreso de la República. (16 de Junio de 2011). Ley 1450. Plan Nacional de Desarrollo 2010 - 2014 . Colombia.

Congreso de la república. (09 de Junio de 2015). Ley 1753. Plan Nacional de Desarrollo 2015 a 2018 . Colombia.

IDEAM; IAvH. (2014). Componente coberturas de la tierra en los páramos priorizados a escala 1:25.000 (metodología corine land cover adaptada para Colombia). Bogotá D.C.: IAvH.

IGAC. (2012). Estudio de los conflictos de uso del territorio colombiano. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

IDEAM; U.D.C.A. (2015). Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de los suelos por erosión. Bogotá D.C.: IDEAM; MADS; U.D.C.A.

USDA. (2009). National Biology Handbook. Subpart B—Conservation Planning. Part 614 Stream Visual Assessment Protocol Version 2. United States Department of Agriculture.

Universidad Politécnica de Madrid. (08 de 08 de 2020). Weblog de la Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de [https://www.upm.es/e-politecnica/?p=2259#:~:text=La%20conectividad%20ecol%C3%B3gica%20\(tambi%C3%A9n%20llamada,a%20lo%20largo%20del%20mismo.](https://www.upm.es/e-politecnica/?p=2259#:~:text=La%20conectividad%20ecol%C3%B3gica%20(tambi%C3%A9n%20llamada,a%20lo%20largo%20del%20mismo.)

Escobedo, & otros. (Octubre de 2015). Modelos de Ecuaciones Estructurales: Características, Fases,. Recuperado el 2020, de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/cyt/v18n55/art04.pdf>

Aznar, & Guijarro. (2012). Nuevos métodos de valoración. Modelos multicriterio 2da ed. Universitat Politècnica de València.

Decreto Ley 2811. (1974). Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

MADS; IAvH; IGAC. (2018). Análisis de resultados del contenido de carbono orgánico en los suelos de ecosistemas de páramos y humedales de Colombia. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

IGAC; Fondo Adaptación - IAvH. (2015). Levantamiento semidetallado de suelos en las áreas de influencia de los páramos de Colombia Distrito de páramos Cundinamarca. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt.

IGAC. (Abril de 2014). Metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Grupo interno de trabajo levantamiento de suelos . Bogotá, Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Ley 1930. (2018). Por la cual se dictan las disposiciones generales para la correcta gestión de los páramos delimitados de Colombia . Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Resolución 886. (18 de mayo de 2018). Lineamientos para la zonificación y régimen de usos en ecosistemas de páramos. Colombia.

COVIANDINA. (2021). Recuperado el 10 de Agosto de 2020, de https://www.ani.gov.co/sites/default/files/notificacion_aviso_ecva-01-2021050301123_chf-3-026b-d_web.pdf

Presidencia de la República. (26 de Mayo de 2015). Recuperado el Agosto de 2020, de <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos%2F30019960>

Pérez, & Galindo. (2 de agosto de 2020). Obtenido de <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/12283>

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (s.f). Recuperado el 2020, de <http://www.geocities.ws/consultoriocatastral/documentos/apuntamet.pdf>

ANEXO. 1

PROCESO DE PONDERACIÓN DE COMPONENTES E INDICADORES DEL ÍNDICE

METODOLOGÍA

Con el fin de vincular explícitamente aspectos de valoración ambiental y conservación en el proceso del avalúo de predios de zonas de páramo, se diseñó el índice de conservación e importancia ambiental (ICIA), desarrollado en el producto 7 de esta consultoría, que incluye variables que permiten evaluar diferentes características ambientales simultáneamente en los predios, y así, disponer de una única calificación estandarizada de tales condiciones ambientales y de conservación presentes en el predio. Para ello, se empleó una metodología semi cuantitativa dividida en tres partes:

- (1) A través de una encuesta, se le solicitó a un grupo de expertos en materia ambiental, desarrollo de avalúos y expertos en páramos de diversas instituciones como el IGAC, Instituto Humboldt, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Dirección de Bosques Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, que calificará una serie de factores o variables ambientales que podrían integrar el índice de conservación e importancia ambiental (ICIA) de acuerdo con su importancia. Esto se llevó a cabo a dos jerarquías una general y una específica, anidada dentro de la jerarquía general, con dos condiciones: (a) la calificación de los niveles de cada jerarquía debía sumar 100 y (2) la calificación de cada nivel en cada jerarquía debía oscilar entre 0 y 100, siendo 0 de mínima importancia ambiental y 100 de máxima importancia ambiental. La Tabla 1 muestra los niveles evaluados en cada jerarquía.

Tabla 1. Factores ambientales evaluados para el indicador de valoración ambiental

Jerarquía general	Jerarquía específica
Coberturas y suelo	Tipo de cobertura
	Capacidad de uso (Clase agrológicas)
	Erosión
	Remoción en masa
	Conectividad
Recurso hídrico	Presencia de nacimiento de cuerpos hídricos
	Conservación del cuerpo de agua en función de su ronda de protección presente
	Proporción de área del predio afectada por cuerpos de agua
	Presión del antrópica sobre recurso hídrico
	Naturalidad del cuerpo hídrico
	Alteración hidrológica

- (2) Con base en las calificaciones dadas por los expertos. Se asignó una puntuación a cada nivel de cada jerarquía. Convencionalmente, para llevar esto a cabo se emplea el análisis de componentes principales (ACP) que es una técnica exploratoria de estadística multivariada usada para la reducción de la dimensión basada en la estructura de correlación de las variables medidas. Sin embargo, en este caso debido a la restricción de que las calificaciones en cada jerarquía sumen 100, su análisis no puede abordarse con ACP. Debido a esto, el resumen de las puntuaciones fue llevado por medio de análisis de datos de composición. Los datos de composición consisten en observaciones multivariadas con valores positivos que suman una constante. Las partes individuales de la composición se denominan componentes. Cada componente tiene una cantidad que representa su importancia dentro del conjunto. Así, se calculó el vector de promedios de la composición para cada jerarquía usando el método de Aitchison y garantizar estadísticas válidas tal como la invariancia (Van den Boogaart, 2013).
- (3) Luego, para obtener las puntuaciones para cada nivel de la jerarquía específica, se multiplicaron correspondientemente cada componente de los vectores de promedios entre las jerarquía general y la específica, lo que permitió obtener el puntaje máximo a asignar a cada nivel de la jerarquía específica. Finalmente, la asignación del puntaje para cada categoría al interior de cada nivel de la jerarquía específica se obtuvo al dividir el puntaje máximo del nivel de la jerarquía específica entre el número de categorías. Así, el mayor puntaje será para la categoría que representa las mejores condiciones ambientales, y el puntaje irá disminuyendo a medida que sea una peor categoría.

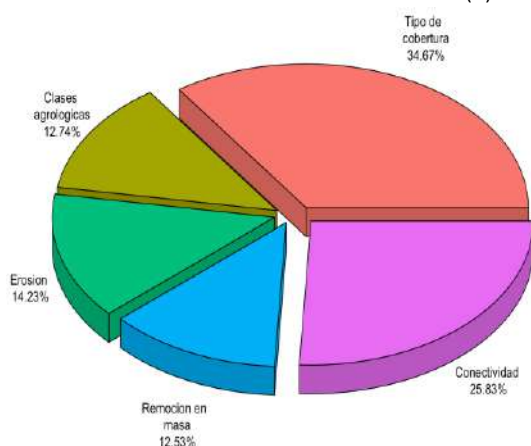
RESULTADOS

La encuesta fue respondida por 26 expertos que evaluaron los factores considerados en la Tabla 1. Con base en tales respuestas se obtuvieron los vectores de promedios de cada composición, los cuales se representaron gráficamente a través de diagramas de pastel (véase Figura 1). Los evaluadores a nivel general les dan una ligera mayor importancia a las coberturas sobre el recurso hídrico. A nivel específico, en el caso de las coberturas, los niveles con más altas puntuaciones son el tipo de cobertura y la conectividad. Mientras que en el caso del recurso hídrico hay una distribución relativamente uniforme de las calificaciones en los 6 aspectos considerados.

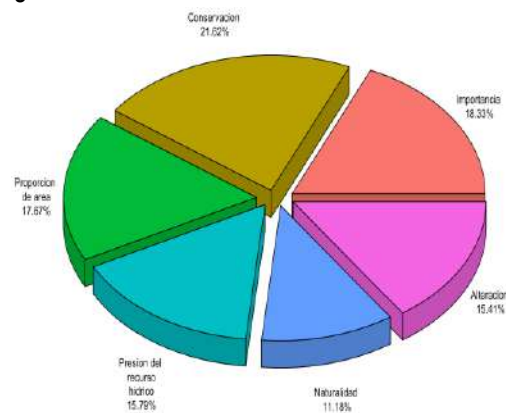
Figura 1. Vectores de promedios de las composiciones asociadas a las jerarquías general y específica.



(a) Jerarquía general



(b) Jerarquía específica: Coberturas



(c) Jerarquía específica: Recurso hídrico

La Tabla 2 resume el cálculo de los puntajes para cada nivel de la jerarquía específica ponderando la importancia dada tanto a la jerarquía general como a la jerarquía específica. Así, con base en las opiniones de los expertos, el índice de valoración ambiental daría mayor importancia al tipo de cobertura y a su conectividad.

Tabla 2. Cálculo de los puntajes para cada nivel de la jerarquía específica

Jerarquía general	Puntaje	Jerarquía específica	Puntaje	Cálculo puntaje indicador	Puntaje indicador
Coberturas y suelo	54.48	Tipo de cobertura	34.67	$(54.48) \times (34.67)$	19
		Capacidad de uso (clase agrológica)	12.74	$(54.48) \times (12.74)$	7
		Erosión	14.23	$(54.48) \times (14.23)$	8
		Remoción en masa	12.53	$(54.48) \times (12.53)$	7
		Conectividad	25.83	$(54.48) \times (25.83)$	14
Hídrico	45.52	Presencia de nacimiento cuerpo hídrico	18.33	$(45.52) \times (18.33)$	8
		Conservación del cuerpo de agua en función de su ronda de protección presente	21.62	$(45.52) \times (21.62)$	10
		Proporción de área del predio afectada por cuerpos de agua	17.67	$(45.52) \times (17.67)$	8
		Presión del recurso hídrico en función de la contaminación	15.79	$(45.52) \times (15.79)$	7
		Naturalidad del cuerpo de hídrico	11.18	$(45.52) \times (11.18)$	5
		Alteración hidrológica	15.41	$(45.52) \times (15.41)$	7

Finalmente, para obtener el puntaje asignado a cada categoría de cada uno de los niveles de la jerarquía específica se divide el puntaje ponderado entre el número de categorías de dicho nivel. Por ejemplo, en el caso del tipo de cobertura hay 5 posibles categorías, entonces, como el tipo de cobertura tiene 19 puntos, la división da 3.8 (aproximadamente 4). Así, entonces al multiplicar 3.8 por el número de la categoría se tendrá y aproximando al entero más próximo se tiene:

Puntaje/Núm. Categorías	19/5=3.8				
Categoría	1	2	3	4	5
Multiplicación	1*(3.8)	2*(3.8)	3*(3.8)	4*(3.8)	5*(3.8)
Puntaje categoría	3.8	7.6	11.4	15.2	19
Puntaje final	4	8	11	15	19

La Tabla 3 resume los puntajes de valoración de importancia ambiental asignados a cada una de las categorías de los niveles de las jerarquías específicas.

Tabla 3. Puntajes de valoración ambiental asignados a cada categoría de los niveles de la jerarquía específica.

Jerarquía general	Puntaje	Jerarquía específica	Puntaje	Puntaje Ponderado	Categoría	Puntaje Asignado
Coberturas y suelo	54.48	Tipo de cobertura (TC)	34.67	19	1	4
					2	8
					3	11
					4	15
					5	19
		Capacidad de uso (CU)	12.74	7	1	2
					2	5
					3	7
		Erosión (E)	14.23	8	1	2
					2	3
					3	5
					4	6
					5	8
		Remoción en masa (RM)	12.53	7	1	2
					2	4
3	5					

					4	7
		Conectividad (C)	25.83	14	1	5
					2	9
					3	14
Hídrico	45.52	Presencia de nacimiento del cuerpo hídrico (LN)	18.33	8	1	0
					2	8
		Conservación del cuerpo de agua en función de su ronda de protección presente	21.62	10	1	3
					2	7
					3	10
		Proporción de área del predio afectada por cuerpos de agua (A)	17.67	8	1	3
					2	5
					3	8
		Presión antrópica del recurso hídrico en función de la contaminación (PA)	15.79	7	1	2
					2	5
					3	7
		Naturalidad del cuerpo de hídrico (N)	11.18	5	1	2
					2	3
					3	5
Alteración hidrológica (AH)	15.41	7	1	2		
			2	5		
			3	7		



ANEXO. 2

FICHA PREDIAL AMBIENTAL APLICABLE A PÁRAMOS



ANEXO. 3

FICHA PREDIAL AMBIENTAL APLICABLE A PÁRAMOS

TABLA DE CONTENIDO

1	<u>INTRODUCCIÓN</u>	3
2	<u>CONCEPTOS GENERALES</u>	3
3	<u>REVISIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN</u>	6
3.1	DEFINIR Y OBTENER LA INFORMACIÓN.....	6
3.1.1	TIPOS DE COBERTURA	7
3.1.2	CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS	7
3.1.3	CUERPOS HÍDRICOS.....	7
3.1.4	DISTANCIA ENTRE FRAGMENTOS	8
4	<u>APLICACIÓN DE FICHA PREDIAL</u>	9
5	<u>RECONOCIMIENTO DE TERRENO</u>	11
5.1	VERIFICACIÓN CARTOGRÁFICA ÁREA Y TAMAÑO DEL PREDIO	12
5.1.1	PREDIOS CON ÁREA MENOS A 10HA	12
5.1.2	PREDIOS CON ÁREA MAYOR A 10HA	12
5.2	HERRAMIENTAS PARA EL TRABAJO DE CAMPO	13
5.3	INSPECCIÓN VISUAL	14
5.3.1	TIPOS DE COBERTURA	14
5.3.2	EROSIÓN	17
5.3.3	REMOCIÓN EN MASA	19
5.3.4	VERIFICACIÓN DE LA PRESENCIA DE CUERPO HÍDRICOS	20
5.3.5	LUGAR DE NACIMIENTO	21
5.3.6	PROPORCIÓN DEL CUERPO HÍDRICO EN FUNCIÓN DEL ÁREA DEL PREDIO	21
5.3.7	CONSERVACIÓN DE CUERPO DE AGUA EN FUNCIÓN DE LA RONDA HÍDRICA	23
5.3.8	PRESIÓN ANTRÓPICA SOBRE EL CUERPO HÍDRICO.....	24
5.3.9	ESTADO DE NATURALIDAD DEL CUERPO HÍDRICO	26
5.3.10	ALTERACIÓN HIDROLÓGICA (CAPTACIÓN DE AGUA, DESVÍOS, ETC.).....	26
5.3.11	USO ACTUAL	27
5.4	RECONOCIMIENTO FOTOGRÁFICO	31
6	<u>APLICACIÓN DEL ÍNDICE</u>	31

6.1	PUNTUACIÓN COBERTURAS Y USO DEL SUELO	31
6.2	PUNTUACIÓN RECURSO HÍDRICO	32
6.3	USO DE SUELO	33
6.4	ÍNDICE.....	33
7	<u>ANEXOS.....</u>	33
8	<u>REFERENCIAS</u>	34

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	REVISIÓN DE CAPAS – CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS Y CUERPOS HÍDRICOS	8
FIGURA 2.	REVISIÓN DE CAPAS - CORINE LAND COVER Y CUERPOS HÍDRICOS	8
FIGURA 3.	VERIFICACIÓN DE DISTANCIA ENTRE TIPOS DE COBERTURAS, A PARTIR DE LA CAPA DE CORINE LAND COVER PRIORIZADA PARA PÁRAMOS Y LÍMITE PREDIAL CON BASE IGAC.....	9
FIGURA 4.	EJEMPLO DE USO DE LA APLICACIÓN "AVENZA MAPS"	13

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	FICHA DE COMPROBACIÓN DE TIPOS DE COBERTURA EN CAMPO	14
TABLA 2	FICHA DE COMPROBACIÓN DE NIVEL DE CONECTIVIDAD EN CAMPO.....	16
TABLA 3	FICHA DE COMPROBACIÓN DE EROSIÓN EN CAMPO	18
TABLA 4	FICHA DE COMPROBACIÓN DE REMOCIÓN EN MASA EN CAMPO	20
TABLA 5	FICHA DE COMPROBACIÓN DE LA PRESENCIA DE CUERPOS HÍDRICOS EN CAMPO	20
TABLA 6	FICHA DE COMPROBACIÓN DEL TAMAÑO DEL CUERPO HÍDRICO EN CAMPO	23
TABLA 7	FICHA DE COMPROBACIÓN DE ESTADO DE CONSERVACIÓN DE RONDA HÍDRICA EN CAMPO	24
TABLA 8	FICHA DE COMPROBACIÓN DE PRESIÓN SOBRE EL CUERPO HÍDRICO EN CAMPO	25
TABLA 9	FICHA DE COMPROBACIÓN DEL ESTADO DE NATURALIDAD DE UN CUERPO HÍDRICO EN CAMPO	26
TABLA 10	FICHA DE COMPROBACIÓN DE CAPTACIÓN DE AGUA EN CAMPO.....	27
TABLA 11	FICHA DE COMPROBACIÓN DE USO ACTUAL EN CAMPO	28

1. INTRODUCCIÓN

La aplicación del índice cuantitativo para valorar la importancia ambiental y el grado de conservación de los predios localizados en ecosistemas de páramos, como insumo para la metodología de avalúos, parte de la recolección de información que nutre cada indicador propuesto mediante la aplicación de la ficha predial ambiental, la cual requiere del desarrollo de etapas.

En cuanto a las etapas para la elaboración de un avalúo, se parte de un protocolo el cual contempla la visita al predio, con una revisión previa de la documentación suministrada, una verificación de la reglamentación urbanística vigente en el municipio o distrito donde se encuentre localizado el inmueble y un reconocimiento en terreno del bien objeto del avalúo ya que es necesario verificar las mediciones y el inventario del bien objeto a valorar, la visita estará soportada de unas fotografías que permitan sustentar el avalúo. Las etapas para la elaboración de un avalúo se basan y se complementan en el Art 6 de la resolución 620.

A la vez, antes de presentar las etapas de aplicación del índice, se presenta una serie de conceptos generales, con el fin de dar mayor claridad para el evaluador en relación con conceptos del área ambiental.

1.1 Conceptos generales

Áreas Protegidas: Área definida geográficamente que haya sido designada, regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación (Decreto 2372, 2010).

Biogeofísicas: Rama de estudio que integra las ciencias biológicas, geológicas y físicas. (UNAM México)

BioModelos: Es una herramienta digital que permite la comunicación entre expertos en biodiversidad para el desarrollo de modelos de distribución de las especies existentes en Colombia de forma colaborativa y abierta. (IAvH)

Coberturas de Corine Land Cover: Es una base de datos de sistema de información geográfica que permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra, interpretadas a partir de la utilización de imágenes de satélite de resolución media (Landsat), para la construcción de mapas de cobertura a diferentes escalas (IDEAM).

Conflicto de uso (en suelos): Resultado de la discrepancia entre el uso que el hombre hace actualmente del medio natural y el uso que debería tener de acuerdo con sus potencialidades y restricciones ambientales, ecológicas, culturales, sociales y económicas y por el grado de armonía que existe entre la conservación de la oferta ambiental y el desarrollo sostenible del territorio. (IGAC)

Cobertura de dosel: Porcentaje de la superficie de un ecosistema que se encuentra debajo del dosel. También conocida como cobertura de copa o simplemente cobertura de árbol. (MADS)

Clases agrológicas: Sistema de clasificación de capacidad de uso, en el cual se agrupan los suelos con base en su capacidad para producir plantas cultivadas (cultivos tanto transitorios como semipermanentes y permanentes, pastos y bosques), desde un punto de vista general y no para cultivos o tipos de utilización específicos, por largos periodos en forma sostenible y sin deterioro del suelo. (IGAC)

Conectividad: En ecología hace referencia a la capacidad de conexión entre ecosistemas (o coberturas del mismo tipo) similares en un mismo paisaje fragmentado. (Universidad Nacional de Colombia)

Cuerpos de agua: Sistema de origen natural o artificial localizado, sobre la superficie terrestre, conformado por elementos físicos-bióticos y masas o volúmenes de agua, contenidas o en movimiento (Decreto 2310, 2010).

Ecotonos: Frontera ecológica. Es una zona de transición entre dos ecosistemas diferentes. (IAvH)

Erosión: La erosión de los suelos se define como la pérdida físico-mecánica del suelo, con afectación en sus funciones y servicios ecosistémicos, que produce, entre otras, la reducción de la capacidad productiva de los mismos. La erosión es un proceso natural; sin embargo, esta se califica como degradación cuando se presentan actividades antrópicas no sostenibles que aceleran, intensifican y magnifican el proceso. (SIAC)

Ecosistema: Un ecosistema es la unidad básica funcional de la naturaleza. Comprende los organismos vivos, el ambiente no viviente, y sus interrelaciones. (IAvH)

Ecosistema estratégico: Los ecosistemas estratégicos garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible. Estos ecosistemas se caracterizan por mantener equilibrios y procesos ecológicos básicos tales como la regulación de climas, del agua, realizar la función de depuradores del aire, agua y suelos; la conservación de la biodiversidad. (MADS)

Hidrogeología: Es la ciencia que estudia el origen y la formación de las aguas subterráneas, sus formas de yacimiento, difusión, movimiento, régimen y reservas, interacción con los suelos y rocas, su estado (líquido, sólido y gaseoso) y propiedades (físicas, químicas, bacteriológicas y radiactivas); así como las condiciones que determinan las medidas de su aprovechamiento, regulación y evacuación. (UNAM España)

Modelos de distribución de fauna y flora: Metodología aplicada para la identificación y localización de especies tanto de fauna como de flora, la cual alimenta una base de datos con finalidad cartografiable. (IAvH)

Páramos: Ecosistema de alta montaña, ubicado entre el límite superior del Bosque Andino y, si se da el caso, el límite inferior de los glaciares, en el cual dominan asociaciones vegetales tales como pajonales, frailejones, matorrales, prados y chuscales, además puede haber formaciones de bosques bajos y arbustos y presentar humedales como los ríos, quebradas, arroyos, turberas, pantanos, lagos y lagunas, entre otros (Ley 1930, 2018).

Preservación: Mantener la composición, estructura y función de la biodiversidad, conforme su dinámica natural y evitando al máximo la intervención humana y sus efectos (Decreto 2372, 2010).

Presión antrópica: Es el impacto ocasionado por las diferentes actividades antrópicas en un ecosistema determinado. (FAO)

Precipitación: la precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo, pero no virga, neblina ni rocío, que son formas de condensación y no de precipitación (IDEAM).

Restauración ecológica: La restauración ecológica son todas aquellas acciones que buscan la recuperación y/o rehabilitación de un ecosistema que ha sido degradado a diferentes escalas, por diversos factores. (SER)

Reconversión de actividades productivas: En páramos se entiende como una estrategia de gestión del cambio de los sistemas agropecuarios, que integra y orienta acciones que progresivamente conllevan a la transformación de los actuales modelos de producción no compatibles con el ecosistema, hacia modelos de producción más limpia, tradicional o ancestral, según usos y costumbres (Resolución 886, 2018).

Remoción en masa: Es el proceso por el cual un volumen de material constituido por roca, suelo, tierras, detritos o escombros, se desplaza ladera abajo por acción de la gravedad. (IDIGER)

Ronda hídrica: Área de especial importancia ecológica de dominio público inalienable, imprescriptible e inembargables que juegan un papel fundamental desde el punto de vista ambiental. (MADS)

Socioambiental: El término hace referencia a la concurrencia e interrelaciones entre los aspectos sociales y los ecológicos, en una escala temporal y espacial específica. (UPM, España)

Usos del suelo: Es la destinación asignada al suelo, pueden existir usos actuales (uso real en el terreno) o usos recomendados (según la vocación). (MADS)

Zonas en tránsito a la reconversión y sustitución: Corresponde a las áreas que deberán ser objeto de sustitución y restauración ecológica de forma prioritaria, actualmente en actividad agropecuaria, y la recuperación de la funcionalidad de áreas estratégicas para la provisión de servicios ecosistémicos (Resolución 886, 2018).

1. Revisión de la documentación

La documentación suministrada por la entidad o particular peticionario será revisada por el evaluador, de tal forma que se contemplen los requisitos mínimos para identificar el inmueble, si hace falta algo de lo previsto en el artículo 13 del Decreto 1420 de 1998 se procede a solicitarlo por escrito, como lo estipula el Art6 de la Res 620.

Dentro de esta revisión se debe verificar la reglamentación urbanística: “De conformidad con lo previsto en el artículo 14 del Decreto 1420 de 1998, verificar la reglamentación urbanística vigente en el municipio o distrito donde se encuentre localizado el inmueble. En el evento de contar con un concepto de uso del predio emitido por la entidad territorial correspondiente, el evaluador deberá verificar la concordancia de este con la reglamentación urbanística vigente.” Art6 de la Res 620, en dado caso que la información urbanística contradiga la estipulada en la cartografía de las variables del índice de conservación, se deberá aclarar en la ficha y avalúo predial.

1.1 Definir y obtener la información

Para la calificación y puntuación preliminar el evaluador debe de estar en la capacidad de obtener y elaborar la información cartográfica que permita identificar las variables del índice de conservación, en la correcta ubicación del bien inmueble.

La documentación oficial para efectuar el reconocimiento predial cartográfico es:

- Plano del predio a escala 1:25.000
- Capa cartográfica Corine Land Cover, preferiblemente la priorizada para ecosistemas de páramo a escala 1:25.000 si la misma se encuentra disponible; de lo contrario, la existente para el país en la mejor escala y nivel posible.
- Capa cartográfica de capacidad de uso de las tierras a escala 1:25.000, si la misma se encuentra disponible, de lo contrario se recomienda usar la de clases agrológicas en la mejor escala posible.
- Cartografía base IGAC a escala 1:25.000, para verificación de cuerpos de agua.

Esta etapa requiere localizar el predio a visitar, según su respectiva cédula catastral. Utilizar y realizar el cruce con las capas de coberturas de Corine Land Cover, capacidad de uso de las tierras y la base IGAC, con el fin de efectuar una revisión preliminar de las características ambientales del predio en

función de la cartografía. La Figura 1 y Figura 2, ejemplifican un resultado de cruces de las capas mencionadas para la evaluación de los indicadores: tipos de cobertura, capacidad de uso de las tierras y cuerpos hídricos.

1.1.1 Tipos de cobertura

Se utiliza la información de coberturas aportadas por Corine Land Cover (priorizada para ecosistemas de páramos para los casos en donde se cuente con ella, sino, se utiliza la capa Corine para Colombia en el nivel y escala más detallada posible), ya que permite un acercamiento un poco más detallado del tipo de vegetación que se podrá encontrar en el predio (ver Figura 2).

1.1.2 Capacidad de uso de las tierras

Esta capa se utiliza como base para que el evaluador tenga una idea del escenario ideal del terreno que va a visitar, y pueda visualizar una posible razón de cambio en los usos actuales; sin embargo, es importante aclarar que la asignación de puntuación del indicador de capacidad de uso para aportar al índice, no será a partir de la verificación en campo, sino según lo encontrado en la cartografía en esta etapa preliminar.

La capa de capacidad de uso de las tierras dará un indicador previo de lo que sería el uso “recomendado”, acorde con la vocación y las características físicas del suelo y el terreno, para este ejemplo, se supone que son suelos con clases tipo VI y VII, cuya aptitud es para la conservación de la flora y fauna silvestres, protección de los recursos hídricos y Reforestación con especies nativas y protección de la vegetación actual (ver Figura 1).

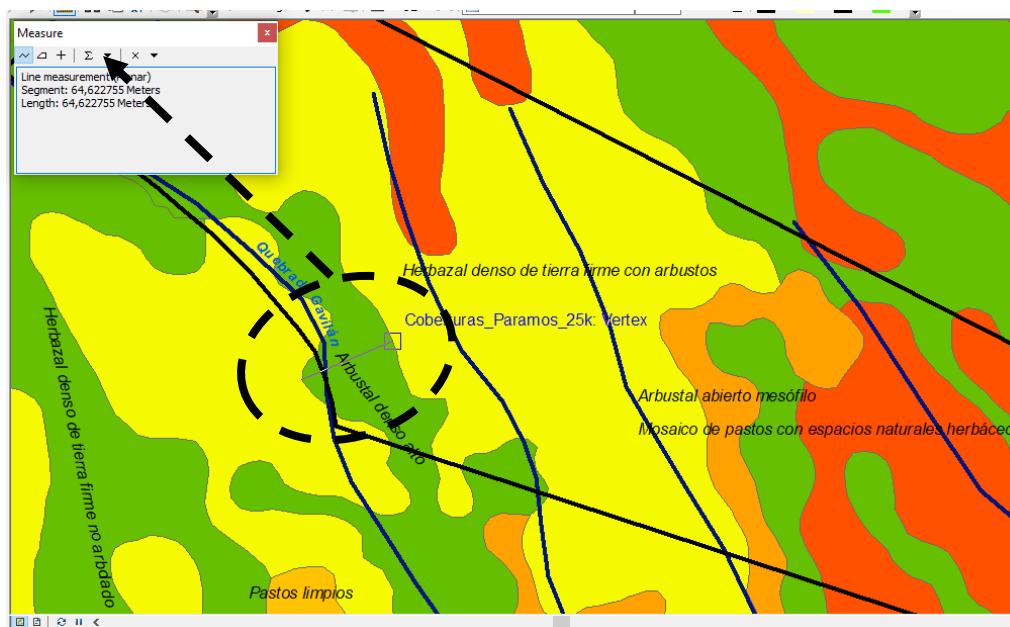
1.1.3 Cuerpos hídricos

Se identifican también los posibles cuerpos de agua, tanto de las coberturas de Corine, como de los de la base cartográfica IGAC, identificando, entre otros, quebradas, humedales, ríos, lagos o lagunas (ver Figura 1 y Figura 2).

documento del producto 7), hallando el valor promedio entre los diferentes puntos medidos. Lo anterior dando prelación a que las coberturas clasificadas en los niveles 4 y 5, estarán mucho más relacionadas con vegetación secundaria o en transición o fragmentados con intervenciones antrópicas mínimas, así como individuos, agrupaciones o zonas fragmentadas con vegetación normalmente exclusiva de páramos, y algunos cuerpos de agua.

Por ejemplo:

Figura 3. Verificación de distancia entre tipos de coberturas, a partir de la capa de Corine Land Cover priorizada para páramos y límite predial con base IGAC



Fuente: Elaboración propia con base Coberturas Corine Land Cover (2015) y predial IGAC (2018)

La medición entre los dos “parches” de cobertura herbazal denso de tierra firme con arbustos (color amarillo), desde la revisión en la herramienta ArcGIS sugiere que tiene una distancia de 65 metros aproximadamente.

El mismo ejercicio debe realizarse en campo, a través de las aplicaciones disponibles que se elijan para llevar a cabo el proceso, por medio de puntos de georreferenciación.

2. Aplicación de ficha predial

Se debe tener en cuenta que antes de aplicar la ficha predial, se debe realizar un estudio cartográfico del predio objeto de avalúo, donde se evidencie el análisis ambiental basado en la capa

de los indicadores del índice, dicha información debe estar disponible para los evaluadores que dispongan a realizar este tipo de avalúo.

La ficha predial corresponde a un documento en formato Excel (ver Anexo 1), que permite asignar los valores de puntuación de cada indicador para posteriormente realizar el cálculo del índice cuantitativo para valorar la importancia ambiental de los predios en páramo evaluados. La ficha se compone por tres módulos, el primer módulo solicita la inclusión de los datos generales del predio, la segunda solicita la puntuación de los indicadores, y el tercero incorpora el registro fotográfico del reconocimiento del terreno.

La aplicación de la ficha predial se realiza en cuatro momentos: la verificación cartográfica y la verificación en campo.

- **Momento 1:** diligenciamiento datos generales teniendo en cuenta los diferentes insumos relacionados al predio, como lo son datos de titularidad, informe de áreas de catastro, verificación con el propietario, así como información del contacto.
- **Momento 2:** Asignación de puntajes mediante verificación cartográfica: esta aproximación permitirá dar cuenta de los potenciales usos del suelo y las principales coberturas que pueden encontrarse en el predio, así como la presencia o no de cuerpos de agua, permitiendo la asignación de puntuación de cada indicador a partir de lo evidenciado en los insumos cartográficos analizados en la etapa previa (numeral 1.1).

Para realizar este punto es importante tener en cuenta el área de cada cobertura que se encuentra en el predio; se parte de tener los insumos cartográficos del indicador a analizar y de realizar una intersección entre la capa del indicador y el predio objeto de estudio, este procedimiento se puede ejecutar mediante diferentes software GIS, ya que se necesitará con una mayor exactitud el área de cada cobertura del predio.

- **Momento 3:** Re - Asignación o confirmación de puntajes mediante verificación de campo: Para el desarrollo de un ejercicio acertado se sugiere un segundo momento que consiste en la inspección de campo a partir de la validación de los indicadores que permitan confirmar el grado de conservación del ecosistema de páramo en el predio objeto de avalúo. Este segundo momento conlleva la reasignación de puntuación a cada indicador teniendo en cuenta las evidencias recopiladas durante el reconocimiento de las variables ambientales en campo.

Puede suceder que el predio analizado cartográficamente sea sustancialmente diferente del predio

objeto de estudio, esto se inspecciona en campo y de ser así es necesario redefinir los linderos, mediante check points o tracks que permitan una identificación más exacta del predio. Es claro que en estos casos el cálculo de áreas del análisis cartográfico debe ser ajustado por indicador.

- **Momento 4:** Diligenciamiento de la Ficha Predial, Áreas: Las áreas en una primera instancia se diligencian con base en un ejercicio cartográfico, el cual consiste en separar las coberturas o variables para determinar el área de cada una de ellas, con el fin de calcular el puntaje más exacto posible, de cada cobertura o variable del predio, esta información se contrastara con el porcentaje verificado en terreno de tal forma que los puntajes pueden variar con respecto a los asignados inicialmente.

Una vez realizado el cálculo del área, esta será un porcentaje del área total del predio, lo que implica que el total de las áreas no debe sobrepasar el 100% del área del predio por cada indicador, el porcentaje de cada área será factor de su puntaje, lo cual discriminara a cuanto equivale en puntuación dicha área.

3. Reconocimiento de Terreno

Reconocimiento en terreno del bien objeto de avalúo. En todos los casos, dicho reconocimiento deberá ser adelantado por una persona con las mismas características técnicas y profesionales de la persona que ha de liquidar y firmar el avalúo, deberá corroborar la información cartográfica en el predio con el fin de ajustar la puntuación indicada para el bien inmueble.

Para el reconocimiento del terreno el evaluador estará sujeto a la identificación física del predio mencionada en el Art 7 de la Res 620.” Una correcta identificación física del predio deberá hacerse teniendo en cuenta los siguientes aspectos: Localización, dirección clara y suficiente del bien., Los linderos y colindancias del predio., Topografía. Caracterización y descripción de las condiciones fisiográficas del bien., Servicios públicos., En cuanto a las vías públicas, además de establecer la existencia y sus características, es necesario tener en cuenta el estado de las mismas”.

El reconociendo de terreno incorpora se realiza en función del área y tamaño del predio según se expone en el numeral 5.1 Adicional, se plantea la posibilidad de utilizar diversas herramientas que facilitan el reconocimiento del terreno y la verificación de los indicadores en campo. Posteriormente, se exponen las fichas de apoyo para la inspección visual para llevar a cabo la valoración final de los indicadores.

En caso de que el avalúo no sea de interés particular del mismo inmueble objeto del avalúo, el perito no podrá ingresar al predio sin el consentimiento del propietario del bien inmueble, por lo tanto, en estos casos la entidad deberá notificar al propietario de la visita del perito para el reconocimiento y

valoración del bien inmueble, interés de la entidad, si la entidad contempla un proyecto de utilidad pública y en dado caso que el propietario no deje ingresar al perito, el predio puede ser objeto de expropiación o imposición si es el caso. Cabe aclarar que este punto no se contempla para el alcance de esta interventoría.

a. Verificación Cartográfica área y tamaño del predio

El insumo principal es la cartografía a escala 1:25.000; esta escala en algunos casos puede llegar a ser muy precisa en otros casos, como en los predios de poca extensión, puede presentar imprecisiones. Para estos casos el perito deberá valerse de cartografía que le permita soportar el análisis, se sugiere que para los predios muy pequeños el evaluador deberá realizar una aproximación de estas áreas mediante equipos sencillos que le permitan tomar la captura de las áreas y los datos de terreno en cuanto a los predios de mayor extensión se sugiere realizar el análisis cartográfico mediante imágenes satelitales que permitan la identificación de las coberturas de los predios y para la verificación en campo deberá utilizar unos puntos de verificación que serán validados en terreno, estos puntos se deben ubicar en la variable del indicador del índice ambiental.

Siempre que sea necesario se verificarán las mediciones y el inventario de los bienes objeto de la valoración. En caso de edificaciones deberán constatarse en los planos las medidas y escalas en que se presente la información. Y cuando se observen grandes inconsistencias con las medidas se informará al contratante sobre las mismas de acuerdo con el Art 7 de la Res 620.

i. Predios con área menos a 10ha

Los predios con menos de diez hectáreas son objeto de análisis y verificación en campo de la totalidad del predio, no obstante, en dado caso que el predio se encuentre en condiciones difíciles de reconocimiento predial, como la presencia de pendientes muy inclinadas o de difícil acceso, el perito recurrirá a metodologías de análisis de imágenes satelitales para una mejor identificación y descripción del Inmueble.

Elementos como los nacaderos, los cuerpos de agua, puntos de captación, almacenamientos y demás elementos que solo se reconozcan en campo, se tendrán que ubicar en el predio.

ii. Predios con área mayor a 10ha

Por otro lado, si los predios son de gran extensión, mayor a diez hectáreas, se deberá recurrir al análisis por puntos de muestreo los cuales se tomarán con la cartografía y/o imágenes satelitales mediante el uso de herramientas como Google Earth, puesto que en campo es muy dispendioso recorrer las áreas de las coberturas estas serán elaboradas y calculadas desde la cartografía para luego ser verificadas en campo.

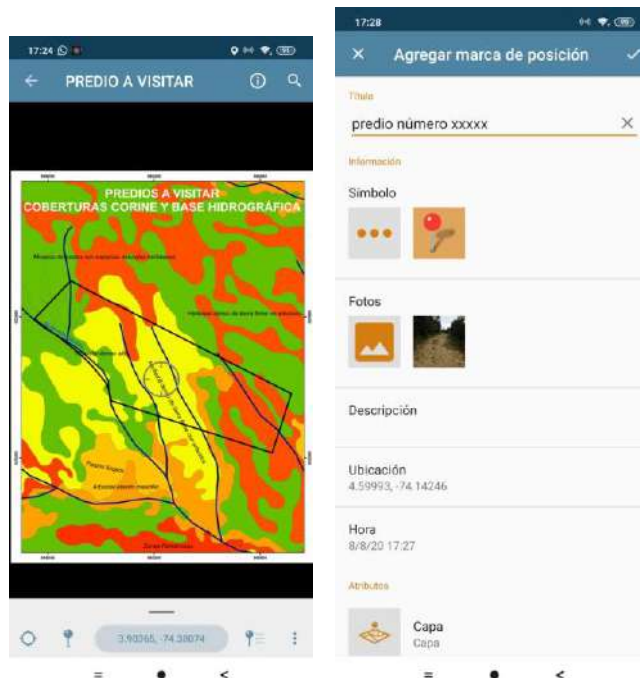
Los puntos de muestreo deberán estar localizados cartográficamente, distribuidos en las diferentes coberturas o variables de los indicadores del índice, por lo tanto, puede haber la cantidad de puntos que el evaluador considere para llevar a cabo un buen análisis. Estos servirán como verificadores de las variables del índice en la validación en campo, dado que el predio es de bastante extensión el perito tendrá que ir a terreno donde georreferencio el punto de muestreo y validar si la cobertura analizada previamente corresponde a la validación de campo, por otro lado, si el perito ve la necesidad de generar nuevos check points o tracks que deberá geo procesar y aplicar a su análisis del índice predial.

b. Herramientas para el trabajo de campo

Existen diferentes herramientas a utilizar para facilitar el trabajo de campo durante el avalúo del componente ambiental:

- Aplicaciones de georreferenciación: Existen diferentes aplicaciones gratuitas, de fácil acceso y que no requieren conexión permanente a la red, en donde se puede situar cualquier mapa en formatos PDF, MXD, SHP, entre otros, y corroborar que dicha cartográfica sea acorde con lo encontrado en campo, además muchas de ellas permiten la captura de fotografías que quedan automáticamente guardadas con el punto de georreferenciación, así como la inclusión de datos para la descripción.

Figura 4. Ejemplo de uso de la aplicación "Avenza Maps"



La verificación de campo tendrá en cuenta todos los indicadores propuestos relacionados con el componente coberturas y suelos, y el componente hídrico, tal como se especifica en los siguientes numerales.

c. Inspección visual



A continuación, se exponen las fichas de apoyo para que el evaluador lleve a cabo la verificación en campo de los indicadores, permitiendo proceder con su posterior valoración y cálculo del índice.

i. Tipos de cobertura

Partiendo de la revisión documental de la etapa inicial, donde se podrá evidenciar con antelación a la visita a través de la capa de Corine Land Cover, aquellos tipos de coberturas registrados en determinado predio, se procederá a hacer una verificación en relación con lo que se encuentre en campo, con el fin de corroborar si han existido patrones de cambio.

Para la comprobación en campo, se sugiere que mediante la observación directa se identifiquen los tipos de coberturas, que, según la documentación, debería existir en el predio, y diligenciar, como el ejemplo a continuación, la siguiente ficha de patrones de cobertura, aportada por el IAvH, en el marco de los procesos adelantados con el fondo adaptación. (MADS; IDEAM; IAvH, 2014)

Tabla 1. Ficha de comprobación de tipos de cobertura en campo

<p>1. Fotografía representativa de la cobertura encontrada.</p> 	<p>2. Fotografía del individuo vegetal que forma el tipo de cobertura.</p> 
<p>3. Número del tipo de cobertura y su respectiva descripción. Utilizar la leyenda de la metodología de identificación de coberturas realizada para los</p>	<p>4. Descripción del individuo vegetal o la forma de vida identificado.</p>

<p>páramos priorizados de Colombia (IDEAM; IAvH, 2014)</p> <p>321114. Frailejonal: Corresponde a superficies dominadas por vegetación natural herbácea con presencia de individuos del género Espeletia, que representan más del 70% del área total de la unidad. Se encuentran en áreas de páramo a alturas superiores a los 3.200 metros sobre el nivel del mar.</p>	<p>Espeletia argentea, comúnmente llamada frailejón plateado, es una especie herbácea de la familia Asteraceae. Es endémica de Colombia y de Venezuela.</p> <p>Planta de porte erguido que alcanza entre 1 a 1,5 m de altura. Hojas muy densamente lanudas, presenta flores de color amarillo, etc...</p>
--	---

Fuente: Elaboración propia con información de (MADS; IDEAM; IAvH, 2014)

Lo ideal es realizar esta ficha para cada uno de los tipos de coberturas encontradas en la visita a campo, tanto las que sugirió Corine en la etapa de documentación, como las que no estaban identificadas. Se debe incluir además una casilla de observaciones donde se registrarán las cuestiones que puedan ser resueltas en la etapa posterior a la visita de campo (trabajo de oficina).


Esta comprobación en campo de los tipos de coberturas presentes puede dificultarse un poco según el tamaño del predio y las condiciones de acceso del mismo; no obstante, partiendo de lo sugerido por la capa de Corine Land Cover, sí se pueden sacar algunas conclusiones a partir de la observación, respecto al estado de las coberturas presentes y su estado de intervención.

1. Distancia entre fragmentos

En la visita predial se tendrán que reconocer aspectos como contaminación auditiva o coberturas con alto nivel de intervención que generen un cambio muy abrupto entre los fragmentos de coberturas de mismo tipo; adicionalmente, debe observarse la posible presencia de ecotonos (zona de transición entre dos ecosistemas diferentes).

En las siguientes imágenes, se dan ejemplos de algunas posibilidades de lo que se puede encontrar en campo con respecto a este indicador.

Tabla 2. Ficha de comprobación de la distancia entre fragmentos naturales en campo

 <p>Distancia de fragmentación entre coberturas por intervención de vías</p>	 <p>Distancia de fragmentación entre coberturas por cambio en tipo de coberturas</p>
---	--

<p>Distancia de fragmentación entre coberturas por introducción de actividad antrópica</p>	<p>Distancia de fragmentación entre varios tipos de coberturas por introducción de diferentes actividades productivas</p>
<p>Alta fragmentación</p>	<p>Poca fragmentación</p>





Fuente: Fotografías tomada por los autores en visitas realizadas a los páramos de: Chingaza, Altiplano Cundiboyacense y Sumapaz.

ii. Erosión

Para la visita, se verificarán evidencias de erosión en el predio a partir de patrones en concordancia con lo definido en el “Protocolo De Identificación Y Evaluación De La Degradación De Suelos Por Erosión” (IDEAM; U.D.C.A., 2015) el cual, como se menciona en el capítulo 4 de este documento, proporciona lineamientos y patrones que se desarrollaron para la producción de la cartografía de degradación de suelos por erosión a nivel nacional, y que permitirán al evaluador dar una idea del nivel de erosión presentado en el terreno; a continuación se muestran algunos aportes a manera de ejemplo que

permiten valorar el deterioro por erosión, ya que cada tipo de erosión según el protocolo se encuentra asociado a una manifestación física en el terreno de dicho fenómeno:

Tabla 3. Ficha de comprobación de Erosión en campo

 <p>Erosión en cárcavas y muy severa Villa de Leyva, Boyacá – Abril 2010</p> <p>Erosión en cárcavas profundas > a 1m con erosión muy severa (pérdida total del horizonte A)</p>	 <p>Erosión en surcos, severa Covenas, Sucre – Mayo 2011</p> <p>Erosión en surcos severa (Perdida >75% del horizonte A)</p>
 <p>Erosión laminar pérdida 50 y 75% del horizonte A con erosión moderada</p>	 <p>Erosión Terraceo y surcos, moderada Aguadas, Caldas – Noviembre 2012</p> <p>Erosión en terraceo y surcos moderada (Perdida entre 50 y 75% del horizonte A)</p>

Fuente: Fotografías tomadas de (IDEAM, s.f)

Para mayor precisión en la calificación se puede confirmar las áreas afectadas de acuerdo con la disponibilidad cartográfica 1:25.000 o en su defecto 1:100.000 en el área de estudio, utilizando no solo la leyenda de capacidad de usos de la tierra, sino también los mapas de degradación del suelo por erosión, que proporcionan una dimensión espacial confirmatoria para determinar la calificación final de dicho verificador, fluctuando entre 5 como evidencia de que no existen fenómenos erosivos y 1 si existen evidencias de erosión muy severa en la mayor parte del área del predio, premiando aquellas zonas donde no exista degradación asociada a este fenómeno.

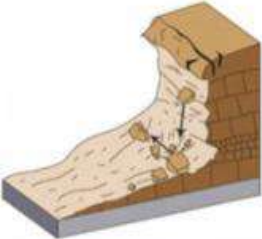

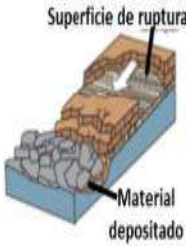



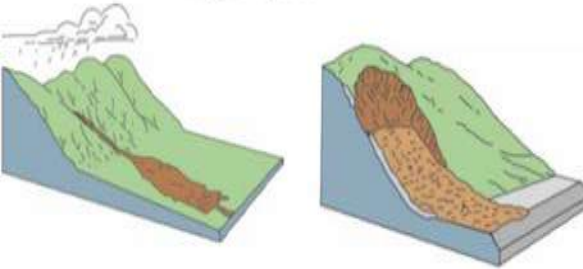
iii. Remoción en masa

Para revisar el verificador de remoción en masa, además de tomar como base la descripción que ofrecen las clases de capacidad de uso encontradas en cada predio, se sugiere identificar indicios de intervención antrópica asociados a actividades como:

- Ausencia o alteración de la cobertura vegetal.
- Erosión o degradación del suelo.
- Cortes y excavaciones en zonas de laderas.
- Alteración en cauces o drenajes naturales.
- Actividades mineras.

Dicha confirmación permitirá determinar si las acciones o fenómenos de remoción en masa son fenómenos aislados de origen natural, o están asociados directamente a las actividades humanas. Posteriormente, se sugiere que el evaluador identifique los diferentes tipos de fenómenos de remoción en masa que pueden presentarse, en este caso, el evaluador puede tomar como referencia las descripciones y tipos de este fenómeno definidas en “La Clasificación de movimientos en masa y su distribución en terrenos geológicos de Colombia” (Servicio Geológico Colombiano, 2017)

Tabla 4. Ficha de comprobación de remoción en masa en campo

<p>Desprendimientos</p>  <p>Remoción en masa por desprendimientos o volcamientos</p>	<p>Volcamientos</p> 	<p>Deslizamiento en roca</p>  <p>Remoción en masa por deslizamientos de rocas o corrimientos laterales</p>	<p>Corrimientos laterales</p> 
<p>Deslizamiento traslacional</p> 	<p>Deslizamiento rotacional</p>  <p>Remoción en masa por deslizamiento traslacional y rotacional</p>	<p>Flujos rápidos</p>  <p>Remoción en masa por flujos rápidos</p>	

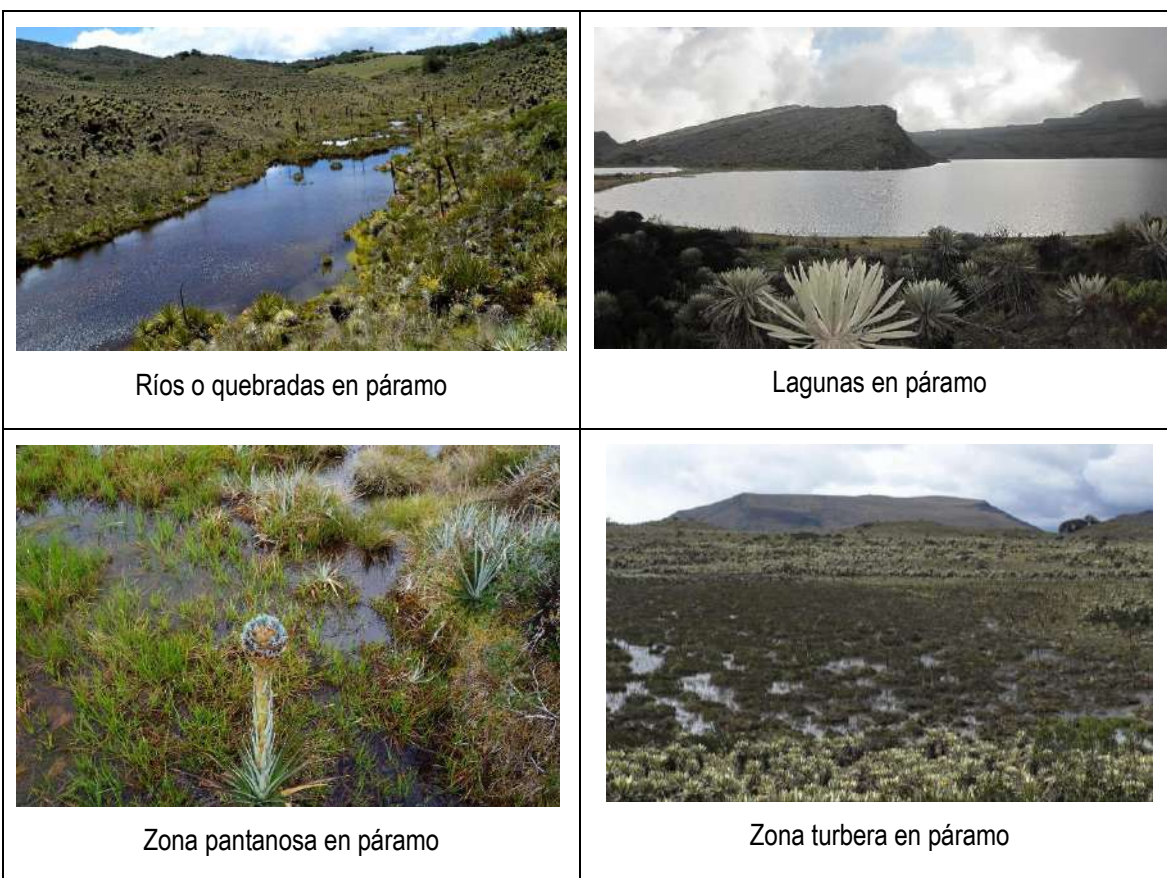
Fuente: Imágenes tomadas de (IDIGER, 2020)

Una vez identificados los agentes y tipos de fenómenos de remoción en masa, el evaluador deberá relacionar su calificación en función del área afectada del predio que presenta dichas características, otorgando la mayor calificación si no existe fenómenos de remoción en masa evidentes en el predio asociados a intervención antrópica, o si, por el contrario, va a disminuir en función del área afectada del predio.

iv. Verificación de la presencia de cuerpos hídricos

Se verifica la presencia de los cuerpos hídricos evidenciados en la cartografía base IGAC – cuerpos de agua a escala 1:25.000 y/o la capa cartográfica de coberturas de Corine Land Cover. Cabe recordar que esta verificación no da puntaje de calificación y que los cuerpos hídricos artificiales no son valorados.

Tabla 5. Ficha de comprobación de la presencia de cuerpos hídricos en campo



Fuente: fotografías tomadas del buscador de imágenes de Google

v. Lugar de nacimiento

Teniendo en cuenta que no existe información cartográfica disponible a escala predial donde se identifiquen exactamente los nacimientos de agua (reconociendo que los mismos son claves para la valoración ambiental en ecosistemas de páramo), y en razón de que los datos registrados por las secretarías de planeación o de desarrollo rural de las alcaldías no suelen estar actualizados respecto a este ítem, se sugiere proceder a consultar al dueño del predio, arrendatario, o persona a cargo que se encuentre el día de la visita, si tiene conocimiento sobre posibles nacimientos de cuerpos de agua dentro del predio, y así proceder a la respectiva verificación.


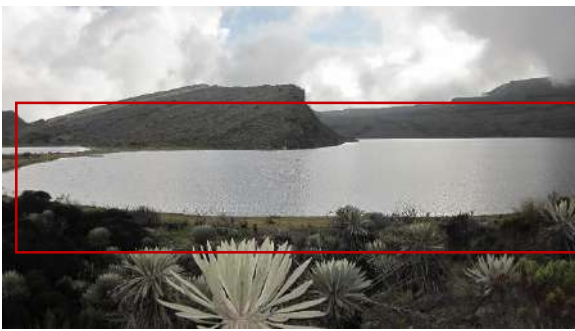

vi. Proporción del cuerpo hídrico en función del área del predio

Previamente en la etapa I, a través de la cartografía se define la relación del área del cuerpo de agua y el área del predio mediante las herramientas del software de sistemas de información geográfica pertinente, permitiendo asignar un puntaje de valoración al indicador. No obstante, en caso que la

visita de campo evidencie diferencias significativas de la realidad versus la información cartográfica, será necesario realizar nuevamente la medición de las dimensiones de los cuerpos hídricos presentes en función del área del predio. En este caso, se debe reasignar nuevamente un nuevo nivel de calificación correspondiente a lo observado. Teniendo en cuenta las siguientes aproximaciones de medición:

- Si se trata de un río o quebrada (cuerpo lótico), se asume la fórmula del área de un rectángulo. De tal forma que, la longitud del río o quebrada que pasa por el predio, se multiplica por el ancho promedio del cauce. En caso de ser un cuerpo de agua léntico (lago, laguna, estanque) con forma rectangular, se sigue asumiendo la fórmula de rectángulo.
- Si se trata de un cuerpo de un nacimiento o un cuerpo de agua léntico, como lago, o estanque, con forma circular u ovalada se asume la fórmula del área de un círculo u ovalo.
- Finalmente, el área del cuerpo se divide sobre el área del predio para obtener la relación del área del cuerpo de agua en función del predio y asignar el nivel de calificación correspondiente. Cuando el predio contiene varios cuerpos de agua, sus áreas son sumadas y se aplica la división indicada.

Tabla 6. Ficha de comprobación del tamaño del cuerpo hídrico en campo

 <p>Dimensiones cuerpo de agua lótico</p>	 <p>Cuerpo de agua léntico con dimensiones rectangulares</p>
 <p>Cuerpo de agua léntico con dimensiones circulares</p>	

Fuente: Fotografías tomadas del buscador de imágenes de Google

vii. Conservación de cuerpo de agua en función de la ronda hídrica

El evaluador debe tener en cuenta el acotamiento (metros) definidos por la Corporación Autónoma Regional en jurisdicción según lo estipulado por el Artículo 206° de la Ley 1450 de 2011. En caso de no existir dicha información, se debe tener en cuenta el artículo 86° del Decreto Ley 2811 de 1974, donde se estipula una faja paralela de protección de mínimo 30m. En ese marco, durante la visita a campo se debe verificar el grado de conservación de esta en función de la presencia de vegetación, como se ilustra a continuación.

Tabla 7. Ficha de comprobación de estado de conservación de ronda hídrica en campo







<p>Ronda hídrica conservada – presencia de vegetación protectora (nivel 3)</p>	<p>Ronda hídrica más o menos conservada – presencia de vegetación menos densa (nivel 2)</p>
<p>Ronda hídrica no conservada, carencia de vegetación protectora (nivel 1)</p>	

Fuente: Fotografías tomadas del buscador de imágenes de Google

viii. Presión antrópica sobre el cuerpo hídrico

La presión antrópica sobre el cuerpo de agua se evalúa en función de la presencia de residuos o vertimientos antrópicos sobre el mismo. Además de la presencia o no de ganado alrededor del cuerpo de agua o sobre su ronda hídrica.

Tabla 8. Ficha de comprobación de presión sobre el cuerpo hídrico en campo

 <p>Cuerpo hídrico sin presión antrópica (Nivel 3)</p>	 <p>Residuos en ronda hídrica (Nivel 2)</p>
 <p>Presencia de ganado controlado en la ronda hídrica del cuerpo hídrico (Nivel 2)</p>	 <p>Ganado con acceso ilimitado al cuerpo hídrico (Nivel 1)</p>
 <p>Residuos presentes directamente sobre el cuerpo de agua (Nivel 1)</p>	 <p>Vertimiento de aguas residuales en el cuerpo de agua (Nivel 1)</p>

Fuente: Fotografías tomadas del buscador de imágenes de Google

ix. Estado de naturalidad del cuerpo hídrico

La naturalidad del cuerpo hídrico se relaciona con la existencia de canalizaciones antrópicas del recurso, que afecta su régimen natural.

Tabla 9. Ficha de comprobación del estado de naturalidad de un cuerpo hídrico en campo




 <p>Cuerpo de agua natural (Nivel 3)</p>	 <p>Posicionamiento antrópico de elementos naturales para canalizar el cuerpo hídrico (Nivel 2)</p>
 <p>Canalización antrópica total del cuerpo hídrico con elemento no naturales</p>	

Fuente: Fotografías tomadas del buscador de imágenes de Google

x. Alteración hidrológica (captación de agua, desvíos, etc.)

La alteración hidrológica hace referencia a la evidencia de puntos de captación de agua del cuerpo hídrico que pueden afectar su flujo natural. Cabe recordar que este indicador presenta una excepción, puesto que existen predios con infraestructura de interés público que alteran el recurso bajo un contexto legal, impidiendo una valoración objetiva del mismo.

Tabla 10 .Ficha de comprobación de captación de agua en campo

 <p>Cuerpo de agua sin captación (nivel 3)</p>	 <p>Captación de agua sin afectación significativa del flujo del recurso ni alteración de su cantidad (Nivel 2)</p>
 <p>Captación o desvío de agua que afecta considerablemente su flujo natural y su cantidad (Nivel 1)</p>	

Fuente: Fotografías tomadas del buscador de imágenes de Google

Una vez surtida el trabajo de campo, se procede a llevar a cabo el trabajo de oficina, donde se establecerá el valor final del índice de cuantificación del grado de conservación e importancia ambiental de los predios evaluados en paramo, consolidando y ajustando las puntuaciones obtenidas a partir del análisis de campo que den el valor final del índice el cual fluctuará de 0 a 100% en función del grado de conservación e importancia ambiental identificado en el predio.

xi. Uso actual

Para la verificación del uso actual, tal como se explicó en el numeral **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 3.4.3. del documento del producto 7, basta con hacer observación directa del uso actual real que se le esté dando al terreno del predio visitado, y a partir de las prohibiciones existentes, determinar y clasificar si el mismo es adecuado o ineducado.

Es importante generar conversación con el propietario, y que el mismo haga aclaración respecto a posibles desarrollos de procesos de restauración, sustitución y/o reconversión de actividades productivas dentro del predio, aunque esto no implica que el perito no identifique las mismas, a partir de las siguientes definiciones:

Restauración: Identificación de aquellas zonas que están siendo asistidas para su recuperación hacia un estado natural, las cuales posiblemente fueron degradadas, dañadas o destruidas por intervención antrópica. Por ejemplo: Zonas con erosión o remoción en masa que están siendo revegetadas o adecuadas geomorfológicamente.

Sustitución: Identificación de aquellas zonas donde hubo actividades no permitidas en páramos (por ejemplo, minería), las cuales se encuentran en proceso de desmantelamiento y cierre.

Reconversión: Identificación de aquellas zonas donde se están dejando de realizar ciertas actividades productivas prohibidas (por ejemplo, agricultura con maquinaria pesada), mientras se le da paso a otro tipo de actividades que se realizan de manera artesanal, y que implican un “bajo impacto¹” al ecosistema.

Tabla 11. Ficha de comprobación de uso actual en campo

¹ Importante recordar lo explicado sobre este término en el numeral 3.4.3. del documento asociado al producto 7



Apertura de vías – uso inadecuado



Coberturas propias de páramo bien conservadas – uso adecuado.



Disposición de residuos peligrosos – uso inadecuado



Minería de carbón – uso inadecuado



Agricultura artesanal de bajo impacto e intensidad posible reconversión– Uso adecuado



Maquinaria pesada – Uso inadecuado

Fuente: Fotografías tomada por los autores en visitas realizadas a los páramos de: Chingaza, Guerrero Altiplano Cundiboyacense y Sumapaz.

d. Reconocimiento fotográfico

En la visita de reconocimiento deberán tomarse fotografías que permitan identificar las características más importantes del bien, las cuales posteriormente permitirán sustentar el avalúo de acuerdo con el artículo 6° de la Res 620, el cual indica en su numeral seis, que “en la visita de reconocimiento deberán tomarse fotografías que permitan identificar las características más importantes del bien, las cuales posteriormente permitirán sustentar el avalúo”.

4. Aplicación del índice

La ficha predial tiene una pestaña destinada para el apartado del cálculo del índice, la cual se deriva de la pestaña del cálculo de coberturas en función del área, y otra pestaña que determina el cálculo en función de la cantidad de los cuerpos de agua que se pueda encontrar en el predio y los diferentes indicadores que le apliquen.

a. Puntuación Coberturas y uso del suelo

Para los indicadores de tipo de coberturas y capacidad de uso de los suelos, se debe disponer del análisis cartográfico, el cual se le dará un porcentaje de área correspondiente al área de cada indicador o variable, Ej. Un predio cuya área es de 100m², tiene 40m² de coberturas altamente asociadas a infraestructura antrópica, 30m² de coberturas con vegetación secundaria o en transición o fragmentados con intervenciones antrópicas mínimas y 30% de coberturas altamente asociadas a ecosistemas de páramos: individuos, agrupaciones o zonas fragmentadas con vegetación normalmente exclusiva de páramos, así como cuerpos de agua, sumando un total de 100m² la cantidad de coberturas que están dentro del predio, se recuerda que el cálculo de áreas se realiza en el análisis espacial a partir de un software GIS.

El puntaje va en función del área que ocupa dicha cobertura en el predio, como se puede ver en la Tabla 12, el apartado de verificación cartográfica arroja un puntaje diferente al de la verificación en campo, esto es porque al momento de verificar en campo, las áreas de las coberturas difieren de las previamente analizadas en la verificación cartográfica.

Tabla 12. Puntuación coberturas asociado al área

PUNTAJACION POR TIPO DE COBERTURAS								
Cobertura	Verificación Cartografica			Verificación Campo			PUNTAJE	
	Puntuacion	Porcentaje	Area (%)	Puntaje Cartografico	Porcentaje	Area (%)		Puntaje Campo
Cobertura tipo 1	4	40%	0.0	1.60	50%	0.0	2.00	2.00
Cobertura tipo 2	8		0.0	0.00		0.0	0.00	0.00
Cobertura tipo 3	11		0.0	0.00	20%	0.0	2.20	2.20
Cobertura tipo 4	15	30%	0.0	4.50	20%	0.0	3.00	3.00
Cobertura tipo 5	19	30%	0.0	5.70	10%	0.0	1.90	1.90
TOTAL		100%	0.0	11.80	100%	0.0	9.10	9.10

Fuente: Elaboración propia, Ejemplo tabla de puntuación para el indicador de coberturas

Este mismo caso se aplicará para el indicador de clases agrologicas, en cuanto a los demás indicadores, se partirá de una única verificación en campo.

b. Puntuación Recurso hídrico

Una vez ya tengamos la puntuación de Cobertura, procederemos a realizar la puntuación del recurso hídrico, el cual el puntaje estará en función del promedio de la cantidad de cuerpos de agua existentes en el predio, analizados con sus respectivos puntajes.

Tabla 13. Puntuación para componente hídrico

PROPORCIÓN DE ÁREA DEL PREDIO EN PRESENCIA DE CUERPOS DE AGUA					
RECURSO HÍDRICO	Verificación Cartografica-Campo				PUNTAJE
	Puntuacion	Cuerpo H 1	Cuerpo H 2	Cuerpo H 3	
Más del 50% del predio esta afectado por el cuerpo de agua	3	3	0	0	3
Entre un 20 del 30% del predio esta afectado el cuerpo de agua	8	0	8	0	8
Menos del 10% esta afectado por el cuerpo de agua o no tiene afectación	5	0	5	0	5
TOTAL					5.33

Fuente: Elaboración propia, tabla de puntuación para el indicador de recurso hídrico.

Estos indicadores se verifican en campo, ya que no se puede tener certeza de la cantidad de cuerpos hídricos que existan en el predio con la cartografía, pero de ser necesario el perito podrá apoyarse en ella para la precisión de estos ítems.

6.3 Uso de Suelo

Este factor, se medirá en función del área del suelo que se encuentre en uso “inadecuado”, según lo determinado en los puntos anteriores, este porcentaje de área tendrá un puntaje que restará de manera directa al valor del índice ambiental.

$$Aj \text{ Uso Actual} = \frac{A\% * VCyRh}{100}$$

A%: Área del predio que se encuentra en uso inadecuado

VC: Valor del componente de cobertura y suelos

Rh: Calor del componente recurso hídrico

6.4 Índice

El valor del índice ambiental está en función de la diferencia entre el valor del componente de coberturas y suelos, así como el de recurso hídrico (VCyRh) y el ajuste por el uso actual del predio (Aj Uso Actual).

Tabla 14. Ejemplo asignación puntajes

Valor componente coberturay recurso hídrico	35
Ajuste por el uso actual del suelo	34.7
Valor final del índice ambiental	0

Fuente: Elaboración propia, resultado del índice ambiental.

En este caso el valor del índice es 0, ya que el 99% del predio se encontraba en uso inadecuado.

7. ANEXOS

Anexo 1. Ficha predial

Documento en formato Excel que contiene la Ficha Predial Ambiental, la cual se compone de cinco módulos: datos generales, componente ambiental, puntuación en función del área, cálculo del índice y registro fotográfico.

8. REFERENCIAS

- Decreto 2310. (2010). "Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo 11 del Título VI-Parte 111- Libro 11 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones". Colombia.
- Decreto 2372. (2010). por el cual se reglamenta el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones. Colombia.
- IDEAM. (s.f). Recuperado el Agosto de 2020, de http://www.ideam.gov.co/documents/11769/153422/20121210_Socializacion_avance_erosion.pdf/110fe407-5b10-42a5-913a-43400ed9ae6d
- IDEAM; IAvH. (2014). Componente coberturas de la tierra en los páramos priorizados a escala 1:25.000 (metodología corine land cover adaptada para Colombia). Bogotá D.C.: IAvH.
- IDEAM; U.D.C.A. (2015). Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de los suelos por erosión. Bogotá D.C.: IDEAM; MADS; U.D.C.A.
- IDIGER. (Agosto de 2020). IDIGER. Recuperado el Agosto de 2020, de <https://www.idiger.gov.co/rmovmasa>
- Ley 1930. (2018). Por la cual se dictan las disposiciones generales para la correcta gestión de los páramos delimitados de Colombia. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- MADS; IDEAM; IAvH. (Marzo de 2014). Patrones de coberturas para las áreas de páramos priorizados a escala 1:25.000. Bogotá D.C., Colombia.
- Resolución 886. (18 de mayo de 2018). Lineamientos para la zonificación y régimen de usos en ecosistemas de páramos. Colombia.
- Servicio Geológico Colombiano. (Octubre de 2017). Obtenido de <https://www2.sgc.gov.co/Publicaciones/Cientificas/NoSeriadas/Documents/Clasificacion-MM-Terrenos-Geologicos-Colombia.pdf>



ANEXO. 4

HOJA DE RUTA PARA AVALÚOS

PROPUESTA METODOLÓGICA

Con el fin de cuantificar el efecto de la valoración ambiental en la determinación del avalúo comercial de predios en zonas de páramo, se proponen dos tipos de alternativas estadísticas que están basadas en el posible tipo de información disponible. En el primer escenario, con menos requerimientos sobre la información muestral, asumiendo únicamente la disponibilidad de dos muestras de predios homogéneos: (a) una muestra compuesta por predios que han sido avaluados teniendo en cuenta aspectos de valoración ambiental y (b) una muestra con predios que han sido avaluados sin incluir ningún aspecto de valoración ambiental; emplear un análisis comparativo a una vía de clasificación. Así, con base en estas dos muestras, el objetivo radica en comparar las medias de estos grupos para verificar si hay un cambio en el valor de los avalúos debido a la inclusión o no del aspecto ambiental en el método de valuación. En el segundo escenario, con más requisitos sobre el tipo y estructura de la información muestral necesaria, donde se debe contar con una muestra de predios a los cuales se les ha determinado el avalúo y además medido simultáneamente una serie de características que puedan determinar su precio, entre ellas aspectos de valoración ambiental definidos en el índice de valoración ambiental propuesto en la presente consultoría; emplear modelos de regresión lineal múltiple para estimar el avalúo comercial del predio, alternativa enmarcada dentro de la teoría económica de los precios hedónicos. Así, con base en los parámetros estimados del modelo y su significancia estadística, determinar y cuantificar el efecto de los factores ambientales en la determinación del precio.

Análisis comparativos a una vía de clasificación

Los análisis comparativos a una vía de clasificación son un conjunto de métodos estadísticos que permiten comparar los valores muestrales de una variable cuantitativa, comúnmente representada con la letra Y, entre dos o más grupos de unidades homogéneas. En este caso, las unidades homogéneas corresponderían a los predios avaluados, la variable cuantitativa sería el valor del avalúo comercial de cada predio y, se tendrían dos grupos, el primero conformado por n_1 predios avaluados incluyendo valoración ambiental, mientras que el segundo grupo serían los n_2 predios avaluados sin tener en cuenta ningún aspecto de valoración ambiental. Así, bajo este escenario, la pregunta de investigación es: ¿Hay diferencias en el valor promedio de los avalúos comerciales de predios de conservación ambiental debido a la inclusión de la valoración ambiental en el proceso de valuación? Responder a esta pregunta, desde un punto de vista estadístico, consiste en probar si hay algún efecto de la inclusión de la valoración ambiental en el proceso de la determinación del avalúo. Esto se puede llevar a cabo usando un análisis comparativo a una vía de clasificación dado que hay un único factor de clasificación sobre los predios, la inclusión o no de la valoración ambiental en el proceso de valoración económica. La Tabla 1 muestra un

ejemplo de como serían la estructura de los datos para llevar este tipo de análisis, en ella, y_{ij} es el avalúo comercial del ij – ésimo predio. El modelo estadístico asociado es:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde, el valor del avalúo comercial es descompuesto en tres efectos. μ es un efecto común para todos los predios y se interpreta como la media global de los avalúos. τ_i ¹ representa el efecto de la variación sobre la media global debido a la inclusión o no de la valoración ambiental en el método de valuación. ε_{ij} es el error aleatorio del modelo.

Tabla 1. Estructura de la información para evaluar el efecto de la valoración ambiental en los avalúos comerciales

Predios con valoración ambiental	Predios sin valoración ambiental
y_{11}	y_{21}
y_{12}	y_{22}
\vdots	\vdots
y_{1n_1}	y_{2n_2}

En caso de no haber diferencias en la media de los avalúos debido a la inclusión o no del factor ambiental, los efectos τ_1 y τ_2 serian iguales e iguales a cero. Es decir, el factor de agrupamiento no causa diferencias en promedio. En ese sentido, la variabilidad de los avalúos al interior de cada grupo de predios sería mucho mayor que la variabilidad entre los dos grupos. En caso contrario, donde la valoración ambiental genere algún cambio en la media de los avalúos, los efectos τ_1 y τ_2 serian diferentes, es decir, la variabilidad de los avalúos es mayor entre los dos grupos de predios que al interior de cada uno. Así, el análisis estadístico consiste en juzgar el sistema de hipótesis:

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = 0$$

vs.

$$H_1: \tau_1 \neq \tau_2$$

Este sistema se puede juzgar usando, dos tipos de métodos. El primer método está bajo ámbito de la estadística paramétrica, que requiere suponer que los avalúos de los predios siguen una distribución de probabilidad normal. Entonces, construir una tabla de análisis de varianza que compara la variabilidad entre los grupos y la variabilidad al interior de cada grupo. El segundo método está bajo el ámbito de la

¹ Cuando $i = 1$ son los predios con valoración ambiental. Cuando $i = 2$ son los predios sin valoración ambiental

estadística no paramétrica, que no tiene fuertes supuestos sobre la distribución de probabilidad de los avalúos. Así, la prueba de la suma de los rangos de Wilcoxon, también llamada prueba de Mann-Whitney puede ser usada. En ambos casos, la decisión se toma usando el p-valor de la prueba de hipótesis. Asumiendo un nivel de confianza del 95% (o nivel de significancia del 5%) se rechazaría la hipótesis nula, de que la valoración ambiental no tiene efecto sobre el avalúo de los predios, siempre que el p-valor sea más pequeño del 5%. En caso contrario, no habría evidencia estadística para indicar que la valoración ambiental tiene un impacto en el valor de los avalúos.

Modelos de regresión lineal múltiple

Se usan técnicas de regresión para explicar las variaciones en la media μ_Y de una variable Y llamada variable respuesta, asociada con un conjunto de factores llamados variables explicativas x_1, \dots, x_p y cuantificar la magnitud de su efecto a través de un conjunto de valores llamados parámetros del modelo $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$, así

$$\mu_Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p$$

Los modelos de regresión clásicos se basan en la suposición de que la variable de respuesta sigue una distribución normal. En este caso, la variable de respuesta Y_i , $i = 1, \dots, n$ representa el avalúo comercial del predio de interés ambiental una variable continua no negativa. Así, la pregunta de investigación en este caso es: ¿cuál es impacto en el valor comercial de los predios debido a la inclusión de uno o varios aspectos relacionados con la valoración ambiental del predio en el método de valuación? Entonces, desde un punto de vista estadístico, para cuantificar el impacto de la inclusión de la valoración ambiental en el proceso valuatorio, se pueden estimar un modelo de regresión lineal múltiple. La Tabla 2 muestra un ejemplo de la estructura de los datos para estimar dicho modelo.

Tabla 2. Estructura de la información para cuantificar el efecto de la valoración ambiental en los avalúos comerciales

Avalúo	x_1	x_2	...	x_p
y_1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1p}
y_2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2p}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
y_n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{np}

Suponiendo que los avalúos siguen una distribución normal con media condicional μ_{Y_i} dada por:

$$\mu_{Y_i} = \beta_0 + \underbrace{\beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_k x_{ki}}_{\text{Aspectos económicos}} + \underbrace{\beta_{k+1} x_{(k+1)i} + \dots + \beta_p x_{pi}}_{\text{Aspectos ambientales}} + \varepsilon_i$$

Donde, y_i es el avalúo comercial del i -ésimo predio, β_0 es el intercepto del modelo y β_j , $j = 1, \dots, p$ son los coeficientes del modelo de regresión correspondientes a los diferentes variables consideradas. Esta ecuación representa el modelo completo. A partir de este, se puede realizar un proceso paso a paso para seleccionar el mejor subconjunto de variables explicativas asociadas con el valor del avalúo de los predios usando el criterio de información bayesiano (BIC). Luego de identificar el modelo preferido se prueba el supuesto de normalidad sobre los residuos del modelo estimado usando la prueba de Shapiro-Wilk. Luego, calcular la importancia o contribución relativa de cada variable considerada al valor explicado total del modelo a través de la descomposición del coeficiente de determinación R^2 (Grömping, 2006).