



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE GESTIÓN Y
ADMINISTRACIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
AMBIENTAL EN LA SECRETARÍA DE AMBIENTE Y
SOSTENIBILIDAD DE LA GOBERNACIÓN DEL
DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA**

Autor
Deiber Andrés Muñoz García

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental
Medellín, Colombia
2021



**Optimización del proceso de gestión y administración de información geográfica ambiental
en la Secretaría de Ambiente y Sostenibilidad de la Gobernación del Departamento de
Antioquia**

Deiber Andrés Muñoz García

Informe final de práctica empresarial presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Ambiental

Asesor interno:

Verónica Isabel Castro Sánchez

Ingeniera Sanitaria / Estudiante de Maestría en Ingeniería Ambiental

Asesor externo:

Andrea Sanín Hernández

Ingeniera Ambiental

Especialista SIG, Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo

Semestre de industria

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental
Medellín, Colombia

2021

Optimización del proceso de gestión y administración de información geográfica ambiental en la Secretaría de Ambiente y Sostenibilidad de la Gobernación del Departamento de Antioquia.

Resumen

En este proyecto de práctica académica se abordó la gestión y administración de información geográfica ambiental generada en una entidad del sector público, y se propuso optimizar dichos procesos como aporte al Sistema de Información Ambiental, una apuesta contenida en el Plan de Desarrollo Departamental de Antioquia 2020 – 2023. Se hizo un recuento teórico sobre sistemas de información geográficos, gestión estratégica organizacional y se explican los métodos para mejorar la experiencia de gestión y obtener mejores resultados. Se examinó la base de datos geográfica con herramientas especializadas y se complementó con nuevas entidades creadas a partir de la evolución de diversos proyectos implementados en los municipios del Departamento desde diciembre de 2020 a mayo de 2021. Se generaron datos geográficos con diversas representaciones a nivel municipal, predial y puntual, con el fin de proporcionar información ambiental técnicamente georreferenciada y se elaboró un diccionario de datos para agregar mayor calidad a la información.

Palabras clave: Sistema de Información Geográfica, Balance Score Card, Indicador de seguimiento, Base de Datos Geográfica, información ambiental, Plan de Desarrollo, datos geográficos

Introducción

El Consejo Nacional de Política Económica y Social CONPES 3918 de 2018, denominado “Estrategia para la Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia”, establece que los ODS son el producto de un consenso general en torno a un marco medible para alcanzar niveles mínimos que garanticen la prosperidad, el bienestar de las personas y la conservación del ambiente. Es por ello que la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y sus ODS integra en sus tres dimensiones social, económica y ambiental, importantes retos a nivel global y nacional. A través de los ODS, el país tiene el desafío de avanzar sobre metas concretas y consolidar avances en materia de pobreza, educación y protección del medio ambiente.

Con miras a lograr estos objetivos, en el *Plan de Desarrollo Departamental UNIDOS POR LA VIDA 2020 – 2023 (PD)* de la Gobernación de Antioquia se le apuesta de manera concreta a las metas de la Agenda 2030 y a su vez, a las metas del Plan Nacional de

Desarrollo vigente que van de la mano con otros compromisos nacionales e internacionales en materia ambiental. Con los ODS como eje transversal, el PD tiene el propósito de llevar progreso y equidad a todos los lugares del Departamento, promoviendo resultados que aportan al desarrollo poblacional y territorial a corto, mediano y largo plazo; también, vinculando aquellas regiones y/o municipios con potencialidades y problemáticas de índole diversa, mediante acciones con alto impacto social, ambiental, económico y cultural (Gobernación de Antioquia, 2020).

Desde el *Componente 2: Sostenibilidad Ambiental y Resiliencia al Cambio Climático* de la *Línea 3: Nuestro Planeta*, en el *Programa 2: Ecosistemas Estratégicos y Corredores Ecológicos para la Preservación de la Biodiversidad* del PD, se plantea un indicador denominado *“Portal de Información Ambiental Interoperativo con las Plataformas Nacionales y Regionales, implementado”*, y buscando alcanzar las metas trazadas, la Secretaría de Ambiente y Sostenibilidad (SAS) se ha destacado por la administración y gestión de la base de datos geográfica (BDG) siguiendo los estándares preestablecidos y permitiendo el almacenamiento de información geográfica bajo parámetros de calidad, incluyendo metadatos a la información a medida que los planes, programas y proyectos descritos en el PD se consolidan y van avanzando, posibilitando la espacialización de la información con diversas representaciones y escalas de análisis de acuerdo a las características propias de cada actividad realizada, lo que se traduce en un aporte claro y directo a la optimización de la información y a los procesos de toma de decisiones.

La información que se requiere como insumo para ser especializada es, en la mayoría de los casos, generada por los servidores públicos de la dependencia que están en proceso de familiarización con los formatos de reporte en los cuales deben registrarse los avances en el cumplimiento de objetivos y metas. Es por ello que durante el desarrollo del semestre de industria de ingeniería ambiental se llevaron a cabo las actividades y acciones encaminadas al fortalecimiento de los procesos de gestión de información ambiental para lograr los objetivos del indicador *“Portal de Información Ambiental Interoperativo con las Plataformas Nacionales y Regionales, implementado”*. En consecuencia, el trabajo realizado se centró en el apoyo a los procesos de capacitación de los profesionales para el correcto diligenciamiento de las diferentes matrices de la SAS, a saber: Balance Score Card (BSC), contador institucional de árboles sembrados, seguimiento a los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), entre otros. Además, se llevaron a cabo actividades en torno al procesamiento de información ambiental, la generación de salidas gráficas/mapas, administración de la Base de Datos Geográfica (BDG), entre otras, cuyos resultados se muestran en el presente informe.

Objetivo general

Optimizar el proceso de gestión y administración de información geográfica ambiental en la Secretaría de Ambiente y Sostenibilidad (SAS) de la Gobernación del departamento de Antioquia.

Objetivos específicos

- Contribuir en la creación, administración y publicación de información geográfica ambiental de la base de datos geográfica de la SAS.
- Aplicar procesos de espacialización de indicadores a cargo de la SAS a escalas de mayor detalle.
- Capacitar a los servidores públicos de la SAS, responsables del suministro de información de los indicadores de producto, para el correcto registro de las acciones implementadas, de modo que diligencien adecuadamente la información en el BSC, en el contador de siembra de árboles y en otras matrices de la SAS.

Marco teórico

Plan de Desarrollo Departamental **UNIDOS POR LA VIDA 2020 – 2023 (PD)**

Las líneas que constituyen el PD son: *Línea 1: Nuestra Gente*, que le apunta a contribuir al desarrollo humano integral y al fomento y potenciación de las capacidades de todas las poblaciones que habitan el Departamento; *Línea 2: Nuestra Economía*, la cual busca que la productividad de Antioquia se potencie y se logre un territorio competitivo e innovador apoyados en actividades empresariales responsables; *Línea 3: Nuestro Planeta*, que procura generar un equilibrio entre la intervención física de los territorios y la protección del medioambiente a través del ordenamiento territorial y la reducción de impactos ambientales; *Línea 4: Nuestra Vida*, que busca proteger la vida como valor supremo, promoviendo las condiciones para que el Departamento supere las adversidades que enfrenta en materia de salud, ambiental y económica, y se dé un entorno apto para la vida libre y con dignidad; y *Línea 5: Nuestra Gobernanza*, que aspira fortalecer la institucionalidad, la gobernabilidad y las relaciones del Departamento en articulación con la ciudadanía responsable y participativa (Gobernación de Antioquia, 2020).

A su vez, cada línea del PD se divide en componentes que abarcan de manera holística los ámbitos de aplicabilidad de las estrategias a desarrollar, y de cada componente se desprenden distintos programas a implementar, los cuales son medibles a través de indicadores de impacto, de resultado y de producto. La figura 1 muestra las líneas y programas contenidos en el PD antes mencionado.



Figura 1. Líneas y programas del Plan de Desarrollo Departamental *UNIDOS POR LA VIDA 2020 – 2023*.

Como apuesta al cumplimiento de metas internacionales a las que Colombia está suscrita, el PD le apunta a los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, aprobada por los Estados miembros de la Asamblea General de las Naciones Unidas en septiembre de 2015. Cada una de las líneas del PD incluye diferentes ODS en su consecución y de esta manera se busca generar cambios sistemáticos para un futuro sostenible en el que se superen las barreras que impiden el adecuado funcionamiento de la sociedad (Dariah, Salleh, & Shafiai, 2016).

El desarrollo del PD contempla diferentes niveles territoriales en los que incide con sus componentes y programas. Si bien los cambios sistemáticos que se pretenden abarcan todo el departamento de Antioquia, es la tipología del indicador la que establece el tipo de representación geográfica y escala de análisis, que bien puede ser subregional, municipal, predial o puntual.

Balance Score Card (BSC)

La Secretaría de Ambiente y Sostenibilidad (SAS) de la Gobernación de Antioquia es la principal dependencia responsable del cumplimiento de los componentes 2 y 5 de la línea 3 del Plan de Desarrollo. Para facilitar la toma de decisiones y aplicar principios de planeación, seguimiento y gobernabilidad, se solicita permanentemente el registro y actualización del avance o progreso en el cumplimiento de cada uno de los indicadores relacionados con dichos componentes, para lo cual la Secretaría dispone de una herramienta práctica denominada “Cuadro de Mando Integrado”, llamado también *Balance Score Card* (BSC).

Según Kaplan y Norton (2013), el Cuadro de Mando Integral o BSC es una herramienta de planificación y dirección que permite enlazar estrategias y objetivos con indicadores y metas para realizar con éxito la formulación e implantación estratégica en una organización. El sistema aborda cuatro perspectivas que están interconectadas y equilibradas, favoreciendo el cumplimiento de la misión trazada por una compañía; estas son la Perspectiva Financiera (*Financial Perspective*), la Perspectiva del Cliente (*Customer Perspective*), la Perspectiva de Procesos Internos (*Internal Process Perspective*) y la Perspectiva de Aprendizaje y Crecimiento e Innovación (*Learning and Growth Perspective/Innovation*).

En términos generales, la perspectiva financiera se centra en los planes de crecimiento, el manejo del riesgo y las ganancias de la institución o empresa que lo implementa, por ejemplo, cuántos ingresos se ven reflejados en cierto tiempo por los nuevos servicios o productos ofrecidos; la perspectiva del cliente se enfoca en medir las preferencias y experiencias del cliente con indicadores como la satisfacción, la adquisición de nuevos clientes, la permanencia de los mismos y la rentabilidad que obtienen. Con todo ello se obtiene una idea más clara de lo que valora el cliente y, en esta medida, qué cartera de servicios con un valor superior se le puede ofrecer. En la perspectiva de procesos internos se miden los impulsores u operaciones físicas internas que tienen impacto directo con la economía, procurando que estén siempre alineados con los objetivos institucionales. Por último, la perspectiva de aprendizaje y crecimiento e innovación se emplea para medir, entre otras cosas, niveles de capacitación y habilidades, de motivación, de empoderamiento y de alineación con los objetivos del BSC por parte de los empleados. En esta resalta la inversión en capital humano como garantía para sobresalir en las tres primeras perspectivas estratégicas (Regional Environmental Center, 2009).

La implementación de un BSC consiste en tres fases principales: planificación, desarrollo y comunicación. En la primera se determinan los objetivos para el BSC, se establecen las unidades organizativas y los equipos de trabajo, se define la ruta de acción y se implementa un plan de comunicación permanente con colaboradores y otros actores. En la fase de desarrollo se realizan entrevistas y talleres con el fin de establecer medidas

para el BSC y evaluar los esfuerzos que conducen a los resultados deseados. Finalmente, en la fase de comunicación, se informa los objetivos del BSC, se sensibiliza sobre éste en todos los niveles buscando fomentar la participación en los procesos, y se difunden oportunamente los resultados de los equipos (Kaplan & Norton, 2014).

Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Los SIG se han posicionado como una herramienta de gran valor para la planificación y gestión de un espacio geográfico, permitiendo mejorar el conocimiento de la realidad y facilitando la toma de decisiones y la ejecución de tareas al espacializar, organizar, estandarizar y representar gráficamente los datos (Guevara, 1988).

Pueyo Campos (1991) menciona que “dos unidades fundamentales deben distinguirse siempre en un SIG: a) el componente operativo o funcional, procedimientos u operaciones que actúan sobre la información contenida en la base de datos; y b) la base de datos espaciales”. En otras palabras, la función de un SIG se basa en procedimientos algorítmicos abstractos que permiten seleccionar, procesar y actualizar el contenido de la información espacial.

De acuerdo con Jurado Almonte (1991), la implementación de un SIG busca dar solución a cada uno de los tres problemas fundamentales en el campo de la documentación de la información: 1) la entrada de información, que de acuerdo con su estructura debe prever la capacidad de añadir y almacenar tanto datos gráficos como alfanuméricos; 2) el procesamiento de la información, que responde a la recuperación, superposición, cálculo y modelización de los datos; y 3) la salida de la información, que muestra los datos analizados y procesados tanto en resultados gráficos, como de análisis o diagnóstico.

La realización de estas tres operaciones, las más relevantes para tener en cuenta por el usuario de un SIG, dependen básicamente de la estructura de la base de datos. De acuerdo con San Leandro (1990), para la planificación y gestión del territorio, el SIG debe tener al menos las siguientes cualidades:

- Su base de datos acepta y, cuando es necesario, relaciona datos estadísticos, alfanuméricos, simbólicos, puntuales, de red y superficiales.
- Los datos de tipo socioeconómico o ambiental que puedan ser expresados como atributos/indicadores de un punto u área, permiten que sean almacenados o manipulados.
- Almacena y procesa datos en diferentes niveles de resolución espacial que posibilitan el manejo de grandes volúmenes de información.
- Permite la integración de otros subsistemas con facilidad de intercomunicación independientemente de su localización.

- De naturaleza interactiva, con un mismo método de interrogación a pesar de la heterogeneidad de los datos.
- Herramientas gráficas que posibilitan la generación de gráficos o mapas asociados con la especificación o análisis deseado.
- Calcula nuevos atributos de punto u área mediante expresiones matemáticas.

Gestión de la base de datos geográfica (BDG)

Una base de datos geográfica (BDG o GDB por sus siglas en inglés) es un conjunto de información espacial organizada de tal manera que facilita el análisis y la gestión del territorio en la implementación de un SIG. La BDG tiene tres características principales: los atributos, que identifican al objeto y permiten diferenciarlo por tales características; la localización, que ubica geográficamente la geometría del objeto; y la topología, que distingue las relaciones conceptuales y espaciales de los objetos, posibilitando una mejor interpretación y la jerarquización de los elementos (Gutiérrez, 2006).

La estructura de la BDG comprende la descripción y clasificación de la información geográfica, de modo que favorezca la explotación de los datos y optimice el almacenamiento para conseguir el mejor rendimiento en las consultas (Instituto Geográfico Nacional de España, s.f.). Dicho de otro modo, de la estructura de la BDG depende la efectiva implementación de un SIG, y por esta razón es importante distinguir entre la organización física, que implica la localización de los diferentes ficheros que la forman en los dispositivos de almacenamiento, y el diseño lógico, que se refiere a las relaciones entre los conjuntos de datos almacenados.

Uno de los tipos de estructura que pueden tomar las BDG es la relacional, que se distingue porque es la que más posibilita la correcta y ágil gestión de la información en el SIG, ya que vincula las distintas categorías de los datos en el almacenamiento, evitando la generación de información redundante y los errores de actualización que se puedan presentar (Bosque Sendra, 1993).

Como se mencionó anteriormente, la implementación de un SIG es efectiva cuando se estructura adecuadamente la BDG, y esto es posible si se adoptan estándares para la definición de los elementos espaciales, el procesamiento de los datos y las representaciones gráficas; si, además, se tiene una completa y consistente descripción de los datos (metadatos) y un diccionario de datos desarrollado apropiadamente (gestión de metadatos) (Gutiérrez, 2006).

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC (2018) define los estándares como “documentos que contienen lineamientos y criterios técnicos utilizados como reglas o guías para asegurar que los productos, procesos y servicios cumplan con su propósito, además de garantizar la generación de información bajo los mismos parámetros que

facilitan el intercambio, la disposición y el uso de la información geográfica”. También explica que un metadato es el conjunto de datos que describe el contenido, organización y distribución de la información; la calidad de esta, sus referencias espaciales, sus entidades y atributos, y cualquier otra condición o característica que posea.

Si bien existen estándares para la información geográfica y para los metadatos, Yanrong (2002) identifica como una limitación no contar con sistemas eficientes para administrar los metadatos. Los sistemas de gestión de metadatos se definen de manera que permitan el almacenamiento, la actualización y la búsqueda de datos espaciales a través de interfaces interactivas, dando a conocer la localización, las características, las actualizaciones históricas, los formatos disponibles y el acceso.

Salidas gráficas

Son distintas las formas de representación de los datos geográficos y las escalas de análisis de los productos que se generan luego de procesar y espacializar datos de tipo ambiental. Estas salidas dependen directamente de la naturaleza del dato que es objeto de manipulación y análisis, ya que el ámbito de aplicación bien puede ser municipal, predial o puntual. En cualquiera de los casos, las salidas gráficas se acompañan de elementos de referencia como: los municipios, las subregiones de Antioquia, las jurisdicciones de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y demás Autoridades Ambientales del Departamento.

Las salidas gráficas representadas como polígonos a escala municipal son los más comunes entre los productos gráficos obtenidos en la administración de la información geográfica ambiental de la SAS. Suelen indicar, por ejemplo, en cuáles municipios se han realizado actividades de carácter ambiental de acuerdo con lo planteado en el Plan de Desarrollo, entre otros análisis.

Generar los mapas a nivel municipal es posible gracias a la estructura de los datos contenidos en el BSC, los cuales parten de campos únicos como los códigos DANE, códigos catastrales, entre otros elementos que permiten realizar uniones entre entidades geográficas.

En el procesamiento de la información se identifican los municipios donde se han llevado a cabo determinadas acciones, para luego espacializarlos a través de relaciones entre tablas y datos, y posteriormente almacenarlos (según estándares) en la BDG de acuerdo con la fecha de corte del análisis.

Por último, se obtienen mapas (salidas gráficas) que ilustran el resultado del análisis, es decir, los municipios identificados y las acciones adelantadas. En la figura 2, específicamente en la 2a, se presenta a modo de ejemplo las salidas gráficas obtenidas

con la aplicación de este procedimiento en el mes de octubre del año 2020 para el indicador de Pago por Servicios Ambientales (PSA). En este se indican cuáles municipios tienen familias y cuántas de ellas son beneficiadas por el programa de PSA, con el cual se busca la protección de ecosistemas estratégicos a través de incentivos económicos a la conservación.

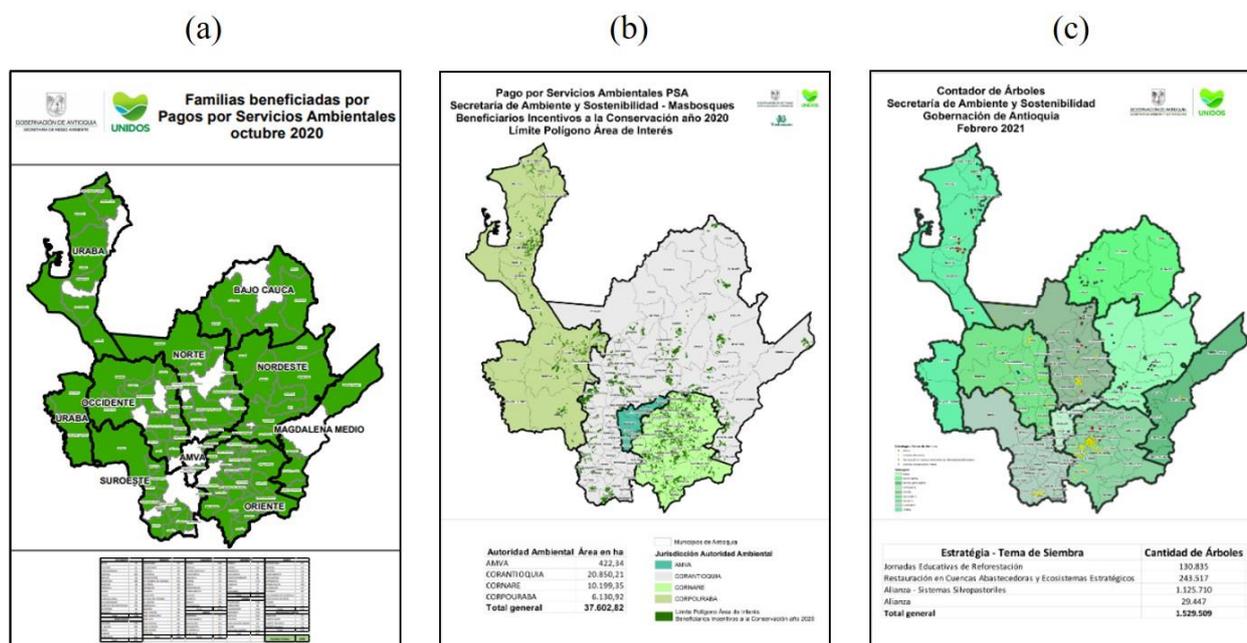


Figura 2. Mapa generado en el análisis del programa Pago por Servicios Ambientales implementado por la Secretaría de Ambiente y Sostenibilidad de la Gobernación de Antioquia, con escalas (a) municipal; (b) predial; y (c) puntual.

Por otra parte, los mapas a nivel predial son más complejos de realizar porque requieren mayor detalle, por lo general se relacionan con acciones llevadas a cabo en áreas rurales: predios, parcelas o terrenos. Sin embargo, su análisis está enmarcado en temas de la mayor relevancia para la SAS, como lo son el cuidado de los ecosistemas hídricos y el Pago por Servicios Ambientales, la compra de predios para la protección de bocatomas de acueductos y fuentes hídricas, entre otros.

Adicionalmente, en la figura 2b se presenta una salida gráfica realizada a nivel predial que brinda información de la ubicación y extensión de las áreas pertenecientes al programa PSA hasta el año 2020, tanto a nivel departamental como jurisdiccional de las cuatro CAR de Antioquia, que son Área Metropolitana del Valle de Aburrá – AMVA, Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – Corantioquia, Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare – Cornare, y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá – Corpourabá.

Para lograr espacializar la información ambiental a este nivel de detalle, es importante saber con antelación que, según lo establecido en la Resolución 070 de 2011, por la cual se reglamenta técnicamente la formación catastral, la actualización de la formación y la conservación catastral, en sus artículos 32 y 159, define el Número Predial Nacional (NPN), o también llamado “Código Catastral PK PREDIO”, como el código que permite identificar inequívocamente cada uno de los predios o bienes inmuebles existentes en el territorio colombiano en virtud de su ubicación geográfica, condiciones y atributos (IGAC, 2011). Tal como se ilustra en la figura 3, este número está conformado temáticamente por ocho componentes que comprenden el código del departamento, del municipio, el sector, la comuna, el barrio, la manzana o la vereda en el que está ubicado el predio, el terreno, la condición de la propiedad y el número de construcción en propiedad horizontal, correspondiendo a un total de treinta posiciones.

01 Componente		02 Componente		03 Componente		04 Componente		05 Componente		06 Componente		07 Componente		08 Componente															
DPTO		MPIO		ZONA		SECTOR		COMUNA		BARRIO		MANZANA O VEREDA		TERRENO		CONDICIÓN DEL PREDIO		NÚMERO DE CONSTRUCCIÓN / PH											
																		No. DEL EDIFICIO O TORRE		No. DEL PISO DENTRO DEL EDIFICIO O TORRE		No. DE UNIDAD EN PH, CONDOMINIO O MEJORA							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
DANE División Político Adminis- trativa	DANE División Político Adminis- trativa	00 Rural		Circuito/ Sector		Comuna		Barrio		Manzana Vereda		Número de orden de terreno en la manzana o vereda		0 NPH		No. de edificio o torre dentro del terreno		No. piso dentro del edificio o torre		Unidad predial o mejora									
														9 PH															
		8 condominio																											
		7 parques cementarios																											
		5 mejoras por edificaciones en terreno ajeno de propiedades no reglamentadas en PH																											
		4 vías																											
3 bienes de uso público Diferentes a las vías																													
		01 Urbano																											
		02 a 99 otros núcleos corregimi- entos																											

Figura 3. Descripción de los componentes y posiciones que configuran el Número Predial Nacional (PK PREDIO).

El NPN se caracteriza por ser único, es decir, que identifica de manera particular cada unidad predial, es permanente mientras no se modifique físicamente el terreno o existan actos administrativos, legislativos o judiciales que le involucren; es independiente de decisiones adoptadas por otros organismos distintos a la autoridad catastral que lo asignó y es geográfico. Entre sus ventajas se destaca la interoperabilidad entre las autoridades catastrales del país gracias al código unificado, facilitando la generación de estadísticas a disposición para la toma de decisiones. También permite identificar de mejor manera la localización espacial de las propiedades, sus descripciones e históricos (IGAC, 2014).

En efecto, el NPN es un insumo necesario en el procesamiento de la información y la consecuente generación de mapas a nivel predial, pero no el único. En este punto, nuevamente la estructura de los datos es indispensable para manipular y operar, de modo que no solamente se debe suministrar el *PK PREDIO*, sino también los documentos que sustentan la propiedad de ese inmueble, una breve descripción del estado del predio, la fecha de compra (si aplica), el área total, la microcuena a la que pertenece, los acueductos que abastece (si aplica), entre otras características.

Y, por último, los mapas a nivel puntual se obtienen en menor medida que los anteriores porque responden al progreso de un programa/indicador específico: el número de árboles sembrados en el Departamento como apuesta a los 180 millones de árboles proyectados para siembra por el Gobierno Nacional a través del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. La SAS en alianza con otros actores ambientales importantes del sector público y privado, periódicamente programa o participa en diferentes jornadas de siembras que involucran también a la sociedad civil, y que son reportadas en un aplicativo denominado “Contador de árboles”.

El principal insumo para la generación de estos mapas es las coordenadas geográficas del sitio en el que se ha llevado a cabo la siembra, pero también son importantes para el análisis los datos correspondientes al lote, como el nombre, el propietario y la vereda en la que se ubica, a la organización u entidad responsable de la siembra, a las especies y cantidades sembradas; y a las observaciones que tenga lugar incluyendo las razones por las cuales se han sembrado especies no nativas.

De esta forma, el suministro de estos datos y su posterior procesamiento permiten la generación de mapas como el que se muestra en la figura 2c, el cual registra la cantidad de árboles sembrados bajo cada estrategia o tema de siembra a lo largo del territorio departamental con distinción de las nueve subregiones de Antioquia, que son Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Bajo Cauca, Magdalena Medio, Nordeste, Norte, Occidente, Oriente, Suroeste y Urabá.

Otra información ambiental de la Secretaría de Ambiente y Sostenibilidad (SAS)

Además de los datos consignados en el BSC y que son el reflejo de las actividades misionales de la SAS en campo, también se produce información en torno a temas como el Comité Interinstitucional del Sistema de Información Ambiental de Antioquia, liderado por la Secretaría y con la participación de las autoridades ambientales con jurisdicción en Antioquia, cuyo objetivo es coordinar e integrar recursos técnicos, logísticos y económicos en la perspectiva de diseñar, implementar y mantener un Sistema de Información Ambiental para el Departamento de Antioquia. Este comité está reglamentado en el marco del Consejo Departamental Ambiental (CODEAM), que es un organismo encargado de promover, coordinar, concertar, ejecutar las políticas y los

programas ambientales que desarrollan las entidades nacionales y regionales con responsabilidades ambientales en el Departamento, además de proyectar su gestión a nivel regional y municipal (Gobernación de Antioquia, 2008).

Asimismo, los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), entendiéndolos como un instrumento especial tanto de planificación como de gestión a 15 años, que tienen como objetivo estabilizar y transformar los territorios más afectados por la violencia, la pobreza, las economías ilícitas y la debilidad institucional, apuntan a lograr el desarrollo rural que requieren los municipios (Gobernación de Antioquia, 2020).

En este mismo orden de ideas, surge la Ordenanza N° 16 de 2015 “por medio de la cual se moderniza el Sistema Departamental de Áreas Protegidas de Antioquia (SIDAP), las categorías de manejo, así como los instrumentos y actores que lo conforman”; cuya coordinación y secretaría técnica está a cargo de la SAS. El SIDAP se entiende como el conjunto de las áreas protegidas para la conservación de la diversidad biológica, los servicios ecosistémicos y el patrimonio geodiverso asociado a los valores del paisaje y biodiversidad existentes en el Departamento; también como otras iniciativas y estrategias de conservación, de gobernanza pública, privada y comunitaria, que además comprenden los ámbitos de gestión nacional, regional y local vinculando tanto a diferentes actores sociales e institucionales, como los instrumentos de gestión que articulados contribuyen como un todo al cumplimiento de los objetivos de conservación en el país.

Por otra parte, se tiene la estrategia *Sembrar Nos Une*, impulsada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) del actual Gobierno Nacional, con la cual se pretende sembrar 180 millones de árboles en el territorio colombiano al 2022 de la mano de diferentes instituciones aliadas como el Sistema Nacional Ambiental (SINA), alcaldías y gobernaciones (como la Gobernación de Antioquia), organizaciones ambientales, instituciones educativas, fuerzas militares, el sector privado, la sociedad civil y cooperaciones internacionales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, s.f.).

Metodología

Creación, almacenamiento y administración de información geográfica ambiental

Para la contribución a la gestión y administración de la información geográfica de la SAS de la Gobernación del departamento de Antioquia, inicialmente se reconoció la estructura y composición tanto de la información ambiental como de la BDG suministradas por la entidad utilizando la herramienta *ArcGIS* de la ESRI debidamente licenciada.

Para la administración y organización de datos, se utilizó *ArcCatalog*, una de las aplicaciones del *programa ArcGIS Desktop 10.8*, la cual proporcionó una ventana de catálogo para organizar y administrar diversos tipos de información geográfica. En la

figura 4 se muestra la información con la que se inició el proceso y en la que se encuentra la base de datos geográfica.

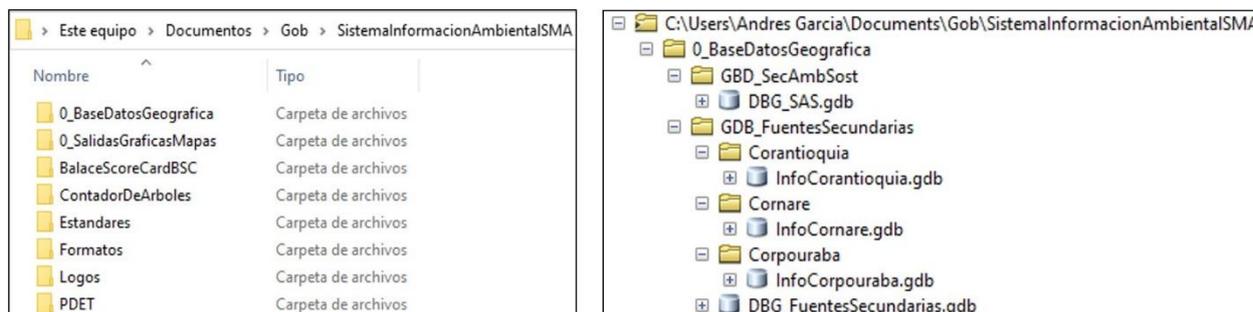


Figura 4. Información ambiental suministrada por la Secretaría de Ambiente y Sostenibilidad de la Gobernación de Antioquia, la que se encuentra la base de datos geográfica.

Una vez se identificaron los componentes, se diseñó la BDG, se estructuraron en un archivo de *Excel* las tablas de atributos de los *feature class* y se procedió con la espacialización de los procesos de actualización periódica reportada por los funcionarios encargados en la matriz BSC. Asimismo, se verificó que los datos contaran con la coherencia de cada indicador, el registro acumulado del año de interés para cada uno y la información mínima adicional que corresponde a los metadatos. Este procedimiento se realizó mensualmente como parte importante de la gestión de la información de la SAS.

De lo anterior se identificaron, mes a mes, cada uno de los indicadores que fueron teniendo progreso según los reportes del BSC, con los cuales se realizaron bases de datos actualizados en *Excel* con atributos importantes como códigos espacial y departamental, municipio, subregión, CAR, progreso mensual, tema y observaciones. A partir de éstas junto con la BDG y la aplicación *ArcMap*, también del paquete de aplicaciones de *ArcGIS Desktop 10.8*, fue posible espacializar la información actualizada a nivel municipal como se describe a continuación.

El *feature class* (clase de entidad geográfica) que correspondiente a los municipios de Antioquia se tomó como punto de partida para la espacialización de la información ambiental, el cual incluía el código espacial y otros atributos como se muestra en la figura 5a. Con dicho código y la herramienta *Join* de la aplicación *ArcMap*, fue posible realizar uniones espaciales entre esta entidad y las bases de datos creadas con los indicadores actualizados, buscando obtener como resultado nuevas entidades que conservaran los atributos de ambas fuentes. En la figura 5 se muestran las opciones de esta operación.

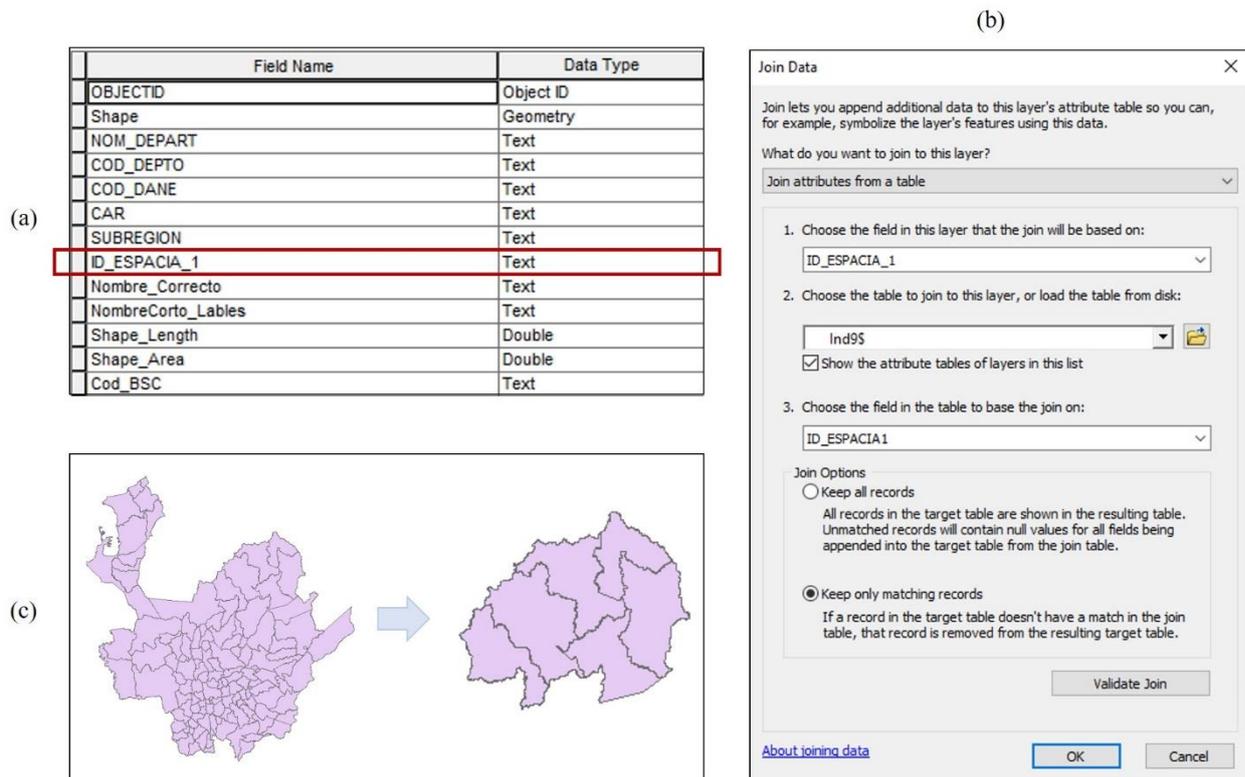


Figura 5. (a) Tabla de atributos del *feature class* de los municipios de Antioquia, en los que se destaca el código espacial; **(b)** opciones de la herramienta *Join* de *ArcMap*; **(c)** operación *Join* ejecutada.

Después de que se unieron las entidades y se espacializó la información ambiental, se almacenaron los resultados como nuevos *feature class* que, en conjunto con los de otros indicadores, conformaron el *feature dataset* (conjunto de datos de entidades) de cada mes. Cada uno de los *datasets* que se fueron generando mensualmente alimentaron la BDG de la SAS.

Posteriormente, se diseñaron los mapas ilustrativos de la información ambiental actualizada desde la opción *layout view* (vista de diseño), también de la aplicación *ArcMap*. Allí se incluyeron otras entidades convenientes para el análisis, como las jurisdicciones de las subregiones o de las CAR; también se insertaron los títulos, márgenes, logos y leyendas de acuerdo con el indicador analizado, y se ajustaron otros detalles como colores, posiciones y tamaño de los mapas.

Espacialización de información ambiental a escalas de mayor detalle

Una vez se creó, se almacenó y se procesó la información geográfica ambiental como se describió previamente, se procedió a realizar la espacialización y creación de los mapas a nivel predial, ya que todos estos procesos fueron complementarios. De esta manera fue posible enlazar información a los *feature class* catastrales obtenidos del

registro histórico de predios adquiridos por la SAS hasta el año 2019 a través del campo común PK PREDIO (Número Predial Nacional – NPN). A continuación, en la figura 6a se ilustran los atributos de uno de estos *feature class* o *shapefile*. Como se mencionó, se espacializaron e ilustraron en mapas a nivel municipal teniendo el NPN de los predios.

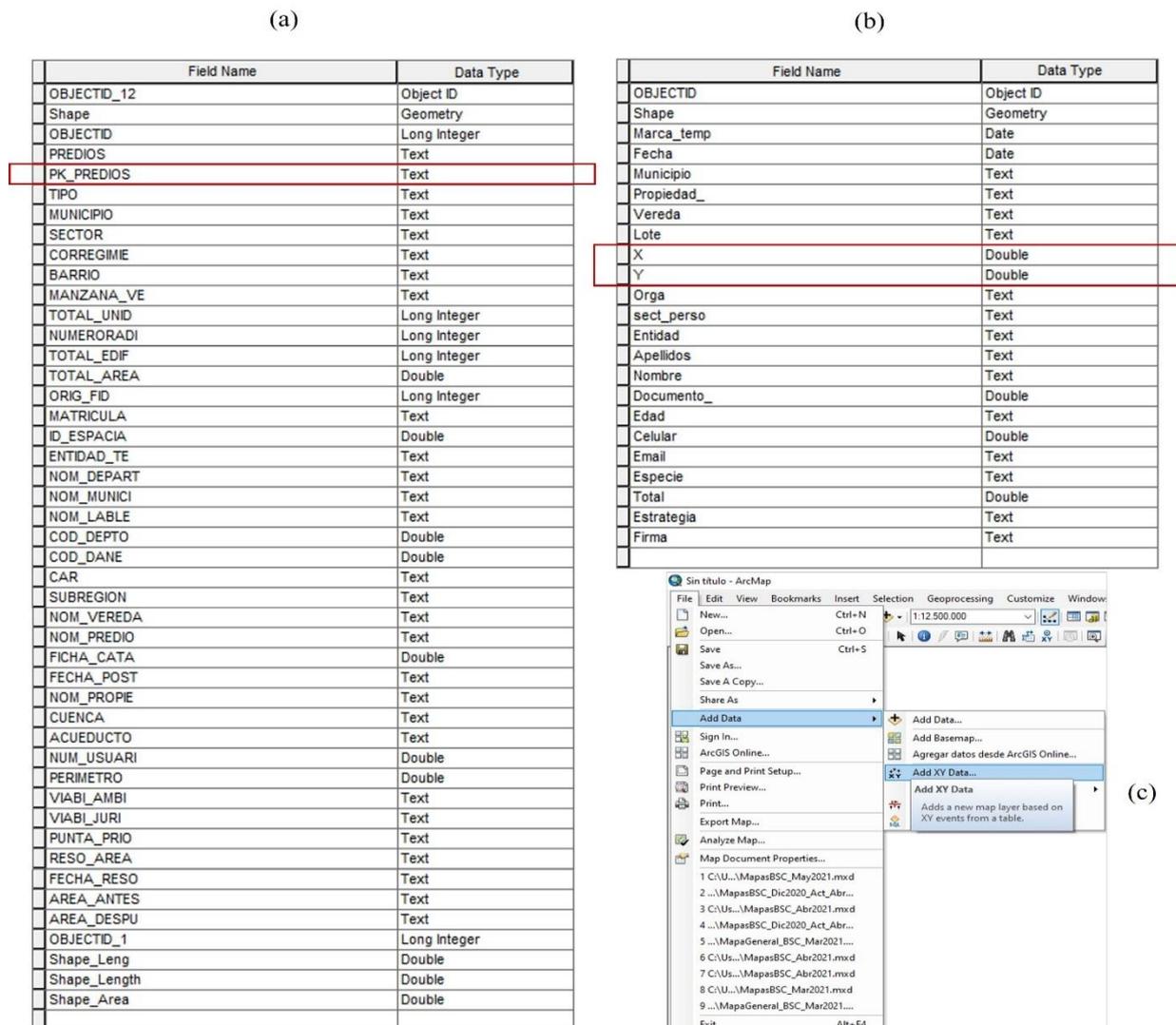


Figura 6. (a) Atributos de las entidades geográficas en los que se destaca el NPN (*PK PREDIO*); (b) atributos del formulario "Contador de Árboles"; (c) herramienta *Add XY Data* de *ArcMap*.

A nivel de punto, la generación de los *feature class* fue posible gracias al dato de las coordenadas geográficas incluidas en los atributos de la base de datos del formulario "Contador de Árboles". Este formulario, distinto al BSC, se diseñó en la SAS con la intención de registrar cada una de las jornadas de siembra de árboles llevadas a cabo en Antioquia por los distintos actores ambientales, y de este se obtienen los atributos mostrados en la figura 6b. Con los procedimientos descritos, las coordenadas geográficas suministradas en una tabla de datos y aplicando la herramienta *Add XY Data*

de *ArcMap* (figura 6c), se espacializaron las distintas jornadas de siembras y se ilustraron en mapas siguiendo el mismo procedimiento que se llevó a cabo con la escala municipal.

Cada operación de espacialización y representación gráfica se realizó siguiendo las especificaciones técnicas adoptadas por la SAS hasta la actualidad en materia de referencia espacial, es decir, tomando *MAGNA-SIRGAS* como marco geocéntrico de referencia según lo establecido en la Resolución 068 del 28 de enero de 2005 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), con actualización en la Resolución 715 del 8 de junio de 2018.

Publicación de la información ambiental creada y administrada

Con la intención de que todo el equipo de la SAS contara con la información geográfica ambiental de manera oportuna y, además, teniendo en cuenta que no todos utilizan *ArcGIS Desktop* u otro software especializado en SIG, se creó un diccionario de datos describiendo los atributos de cada entidad geográfica de la BDG donde también se ilustró su contenido. Para consultar la información se utilizó nuevamente la aplicación *ArcCatalog* (figura 7) y para construir el diccionario se utilizó la herramienta ofimática *Word*.

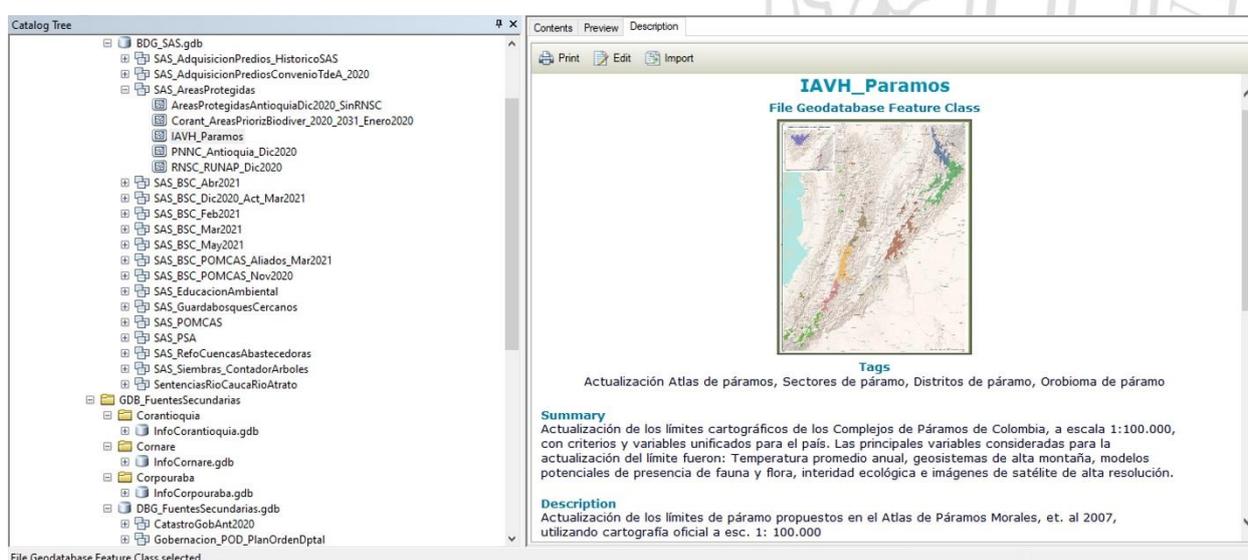


Figura 7. Proceso de revisión y consulta de entidades geográficas a través de la aplicación *ArcCatalog* de *ArcGIS Desktop 10.8*.

Así que, tanto la BDG como las salidas gráficas y el diccionario de datos se compartieron a todos los funcionarios de la Secretaría a través del almacenamiento en la nube del dominio corporativo, que para el caso de la administración departamental corresponde a *Microsoft*.

Capacitación, gestión y optimización de procesos sistemáticos

A la matriz BSC del año en curso se le incluyó, en los formatos de cada indicador, los datos y cifras acumuladas del año anterior, de modo que al momento de procesar la información se pudiera garantizar el acceso a toda la que se encuentra disponible y no de forma parcial. Esto se logró en *Excel* haciendo un barrido minucioso de los registros de cada programa del BSC de 2020 y agregándolos en una nueva columna llamada “acum2020” en los formatos de la matriz de 2021.

En este mismo sentido, también era necesario capacitar a los funcionarios de la Secretaría para reportar correctamente la información en el BSC. Esto se hizo por medio de un video instructivo en el que se explicó la estructura, el contenido y la forma correcta de ingresar los datos. También se enviaron instrucciones textuales claras por medio de correos electrónicos tanto general como individualmente.

Por otro lado, gestionar la información relacionada con los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), consistió en asegurar la actualización del seguimiento de cada uno por parte de los profesionales de la Secretaría que son los responsables de su ejecución y/o desarrollo, la cual se consigna mensualmente en una matriz determinada. Por medio de correos electrónicos se les recordó periódicamente este compromiso; cuando esto no tenía efecto, se procedió con llamadas telefónicas para solicitar dicha información. También se hicieron reuniones virtuales con algunos funcionarios para responder a inquietudes y apoyar o facilitar el cumplimiento de esta tarea.

El seguimiento de los PDET que atiende la Secretaría y que se actualizó hasta junio del presente año, se envió a la Agencia para la Renovación del Territorio como acuerdo con las demás entidades que también tienen incidencia en el objetivo estratégico de Ordenamiento Territorial de la Gobernación de Antioquia. Con estas, además, se tuvo reuniones de seguimiento a los compromisos tomados por la SAS, en las que se respondió por la información consignada en la matriz enviada.

En cuanto al Sistema Departamental de Áreas Protegidas de Antioquia (SIDAP), se acompañó a la secretaría técnica en distintas reuniones virtuales de preparación y socialización con los asociados (AMVA, Corantioquia, Cornare, Corpourabá, Parques Nacionales Naturales de Colombia – PNNC y Universidad Católica de Oriente – UCA), de los estudios y documentos previos para el convenio interadministrativo que tiene como objeto fortalecer la Estructura Ecológica Territorial Adaptativa del Plan de Ordenamiento Departamental – POD a través de la estrategia “Enlazando Paisajes Vivos y Funcionales”.

Como respuesta a las necesidades de la SAS en su apoyo a la estrategia del MADS, “Sembrar Nos Une”, se elaboró una guía de coordenadas utilizando, en primer lugar, la aplicación *ArcMap* para la generación de nuevas entidades geográficas partiendo de la

cartografía básica contenida en la BDG de la Secretaría. Se utilizó el *feature class* de los municipios del Departamento y a partir de éste se creó, por cada municipio, una nueva entidad con diferentes puntos ubicados estratégicamente de modo que contara con las coordenadas de referencia dentro de las cuales se encuentra la jurisdicción municipal, es decir, distribuidos en todos los puntos cardinales y en el centroide.

Luego de georreferenciar estratégicamente cada municipio, se diseñaron los mapas en la vista de diseño a *layout view* de *ArcMap*, desde allí se exportaron en formato JPG y se ordenaron en una tabla de *Excel* para dar forma a la guía de coordenadas municipales. En la figura 8 se muestra un ejemplo del proceso parcial de referenciación del municipio de Belmira ubicado en la subregión Norte.

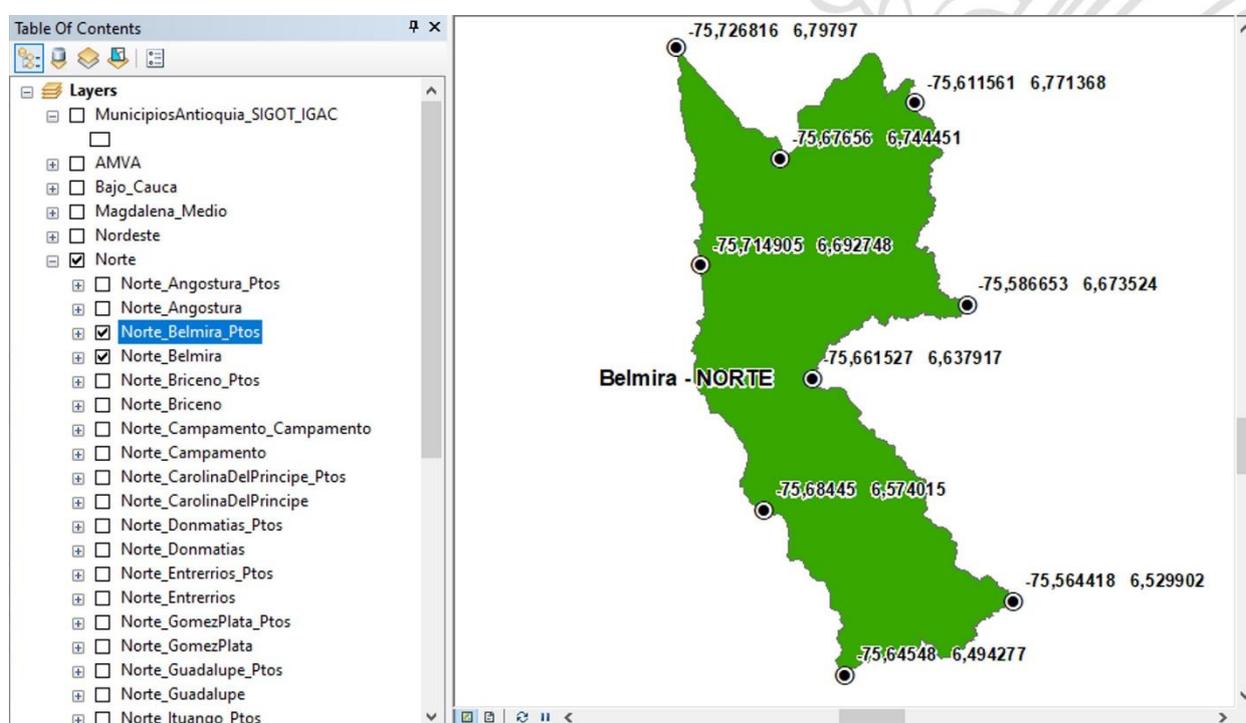


Figura 8. Proceso de georreferenciación del municipio de Belmira.

Resultados y análisis

A partir del reconocimiento de la información ambiental suministrada por la Secretaría, específicamente de la BDG, se encontró que se cuenta con una estructura ordenada y bien definida que responde a estándares establecidos previamente y a partir de los cuales ha venido alimentando su SIG. Este punto es importante porque, como lo sugirió Gutiérrez (2006), es un aspecto clave para la implementación efectiva del sistema.

Lo anterior se constató con la fácil y rápida comprensión de los componentes y la distribución de la BDG, facilitándose la consulta y manipulación de la información. Allí se encontró, entre muchos objetos geográficos, la cartografía básica departamental con la

delimitación de los municipios y sus cabeceras, las jurisdicciones de las CAR y de las subregiones, los ríos principales, la red vial, entre otros. Cada elemento (entidad), a su vez, contenía diferentes atributos característicos a partir de los cuales se logró un mayor entendimiento de los datos.

Se crearon *feature dataset* para cada mes desde diciembre de 2020 hasta mayo de 2021 con excepción de enero, conformados por los *feature class* que se generaron en la espacialización de las actualizaciones de cada programa/indicador del BSC. En la figura 9a se muestran los conjuntos de entidades creados y en la figura 9b se muestran algunas de las entidades geográficas del dataset de diciembre de 2020.

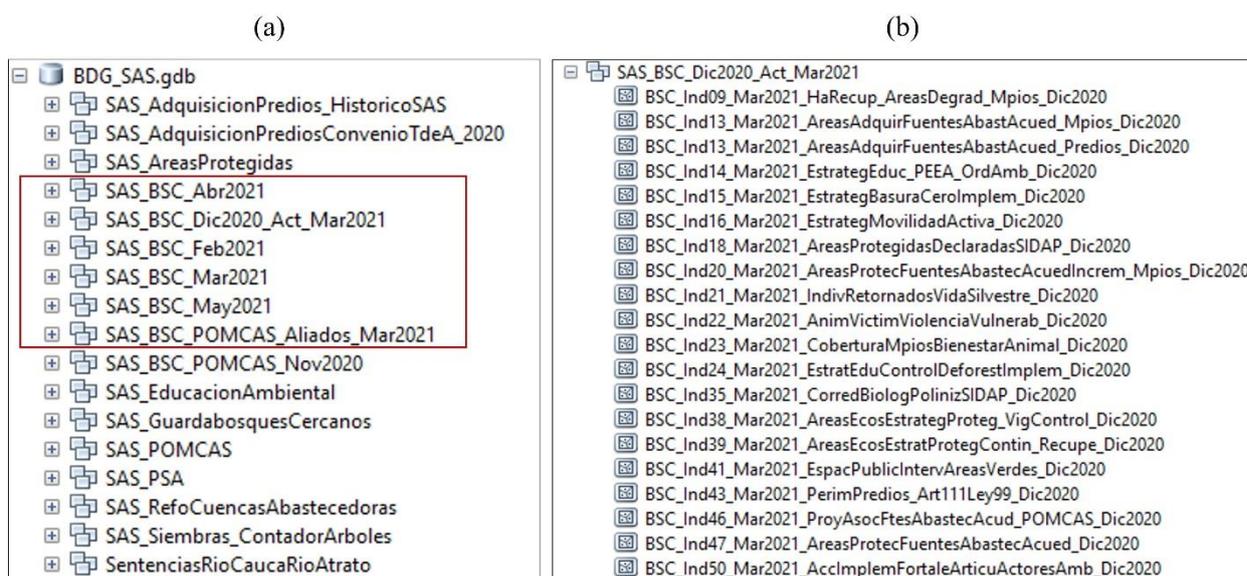


Figura 9. (a) Feature dataset creados mensualmente, **(b) feature class** generados para algunos indicadores de diciembre de 2020.

De 60 indicadores reconocidos en la matriz BSC, 34 estaban clasificados como objetos de espacialización y representación gráfica a través de mapas; 10 se consideraban como con posibilidad; y de los demás no se esperaban productos geográficos por el tipo de información (estrategias, acciones, mecanismos, entre otros) puesto que el reporte se realizaba en un formato distinto.

En la supervisión de actualizaciones se hayaron datos en algunos de los indicadores con posibilidad de espacializarse, por lo que, contanto con tal información, se administraron como parte de aquellos con la clasificación de importantes para representar en mapas. Así que, en total, fueron 44 indicadores a los que se les hizo el seguimiento mensual. En la Tabla 1 se muestra, para cada mes, la cantidad de programas a los que se les aplicó el procedimiento de espacialización y diseño de mapa de acuerdo con la escala de análisis (municipal, predial y puntual).

Tabla 1. Mapas generados por cada mes y tipo de escala de detalle.

Escala de detalle	2020	2021			
	Diciembre	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Municipal	66%	9%	7%	7%	7%
Predial	2%	0%	0%	0%	2%
Puntual	2%	2%	2%	2%	2%
Total	70%	11%	9%	9%	11%

Para el mes de diciembre de 2020, los mapas diseñados representan el 70% de productos esperados. Esta cantidad es bastante considerable en comparación con la de los meses de 2021 pues solo se alcanzó el 11% en febrero y mayo, y el 9% en marzo y abril. La razón de esta diferencia radica en la dinámica del tema administrativo de la entidad, ya que, por lo general, para el inicio de cada año la mayoría de los contratos se encuentran en etapa de preparación o revisión, mientras que en los últimos meses están siendo ejecutados. Es decir, se contó con una importante cantidad de información con corte a diciembre que es el reflejo del progreso de la mayoría de programas, campañas, acciones, estrategias, proyectos, entre otros, adelantados por la SAS en las diferentes subregiones del Departamento.

Adicionalmente, se contó con gran cantidad de información representativa y espacializada a escala municipal en comparación con la predial y la puntual, debido a que la gran mayoría de programas ejecutados tienen un carácter general, es decir, con el objetivo de llegar o abarcar todos los espacios o actores posibles del municipio. Es el caso, por mencionar algunos, de los “Proyectos para la implementación de los Sistemas Locales de Áreas Protegidas (SILAPS) y Sistemas Municipales de Áreas Protegidas (SIMAPS)”, de las “Campañas educativas implementadas para el control de la deforestación”, y las “Unidades productivas implementadas para la sustitución de vehículos de tracción animal”.

En cambio, los programas de los cuales se esperan mapas con nivel de detalle predial son 6 y corresponden a áreas específicas adquiridas por la SAS para la recuperación, protección, vigilancia y control de ecosistemas estratégicos y de fuentes abastecedoras de acueductos. Por ejemplo, se obtuvo un 2% en el mes de diciembre para el mapa diseñado con la información del indicador “Familias beneficiadas por la estrategia PSA”, en el que además se diferenció a las comunidades étnicas y campesinas; mientras que el 2% en el mes de mayo se debe a la espacialización del indicador “Áreas adquiridas para la protección de fuentes abastecedoras de acueductos”. Este tipo de acciones

requieren de trámites administrativos de mayor complejidad, por lo que es común que se ejecuten con una menor agilidad.

La información procesada, especializada y representada en mapas con escala de detalle puntual fue tomada del único indicador que se analiza de esta manera, el de “Árboles totales sembrados”. Pese a que era un solo indicador de 44 y representa solo un 2%, en ocasiones se crearon más de un mapa por mes con el propósito de contar casi en todo momento con las cifras más actualizadas posibles, tanto del número total de árboles como de la cantidad sembrada por cada estrategia de las que impulsan las jornadas de siembras.

Cada mapa diseñado se exportó a los formatos PDF y JPG. En la figura 10 se muestran los resultados gráficos de tres indicadores del BSC, cada uno en diferente escala de detalle.

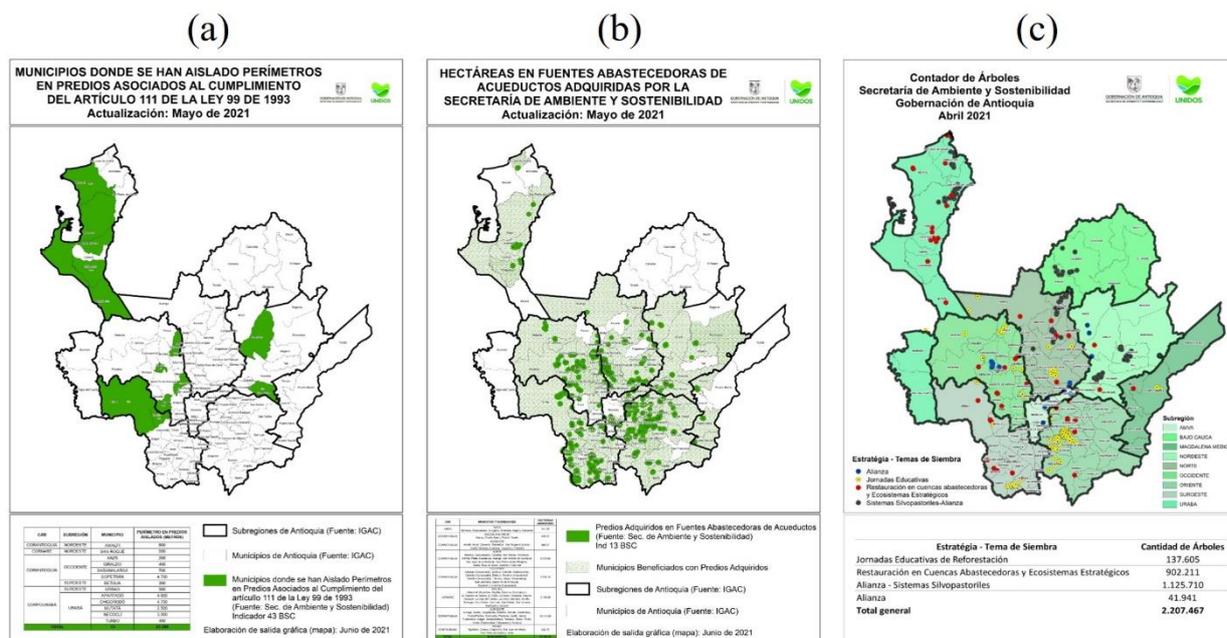


Figura 10. (a) Mapa a escala municipal donde se han aislado perímetros en predios asociados al cumplimiento del artículo 111 de la Ley 99 de 1993 hasta mayo; **(b)** mapa a escala predial de las áreas adquiridas por la SAS para la protección de fuentes abastecedoras de acueductos hasta mayo; **(c)** mapa a escala puntual del contador de árboles sembrados en Antioquia hasta abril, con la participación de la SAS.

El mapa de la figura 9a corresponde a los “Municipios donde se han aislado perímetros asociados al cumplimiento del artículo 111 de la Ley 99 de 1993” hasta el mes de mayo, es decir, en los que se viene cumpliendo la directriz consignada en tal ley cuyo propósito es que los departamentos y municipios dediquen un porcentaje no inferior al 1% de sus

ingresos corrientes para la adquisición y mantenimiento de las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos que surten de agua a los acueductos municipales, distritales y regionales. Se destaca la subregión Urabá con 5 municipios, seguida de Occidente con 4. En total son 23.350 metros que se han aislado para este fin.

Adicionalmente, en la figura 9b se muestra la localización de las “Áreas adquiridas para la protección de fuentes abastecedoras de acueductos” por parte de la SAS históricamente. En este caso resaltan las cifras superiores de las subregiones Norte y Suroeste, las cuales se deben en gran medida a la prioridad de conservar el frágil y fundamental ecosistema de páramo por su importancia para la provisión y regulación hídrica. Por un lado se tiene el páramo de Belmira – Santa Inés, ubicado sobre la cordillera central y por el otro se tienen tanto el páramo del Sol – Las Alegrías, ubicado en las jurisdicciones de Urrao y Frontino sobre la cordillera occidental; como el páramo de Citará sobre esta misma cordillera pero en las jurisdicciones de Andes, Betania y Ciudad Bolívar. Como es de esperarse, estos complejos paramunos los representan los predios más grandes señalados en el mapa.

Finalmente, en la figura 9c se indican las ubicaciones en las diferentes subregiones y las cantidades de árboles sembrados en el presente año bajo el marco de las distintas estrategias que las impulsaron. La mayor cantidad de árboles sembrados hasta el mes de abril se dio con el apoyo de la alianza entre la SAS, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y la Reforestadora Integral de Antioquia – RIA con una cifra de 1.125.710 árboles en el establecimiento de sistemas silvopastoriles en las subregiones Bajo Cauca, Nordeste, Norte y Urabá. De forma similar se encuentran las siembras realizadas para la restauración de cuencas abastecedoras de acueductos y ecosistemas estratégicos, con 902.211 árboles en todas las subregiones del Departamento con excepción del AMVA y Bajo Cauca.

Haciendo una comparación entre los mapas de las figuras 9b y 9c, se nota que si bien muchas jornadas de siembras de árboles tuvieron lugar en las áreas protegidas para la conservación de cuencas abastecedoras de acueductos, no fue el caso para la gran cantidad de predios adquiridos en la subregión Suroeste, probablemente porque se encuentran en un piso térmico no apto para el desarrollo de especies arbóreas de gran dosel, como ocurre en los páramos. También se llevaron a cabo muchas siembras en la subregión Bajo Cauca en áreas que no pertenecen a ninguna figura de protección sino a particulares, de modo que estas podrían proyectarse para la adquisición buscando que además de proteger las cuencas, se garantice el proceso de restauración de las mismas.

Adicionalmente, la necesidad de una guía de coordenadas municipales surgió luego de revisar la información de las siembras y encontrar errores comunes principalmente en el suministro de las coordenadas geográficas donde se llevaron a cabo las jornadas. Con

ella se buscó subsanar esta falencia y obtener datos con precisión y calidad, lo cual se ha evidenciado en los últimos registros verificados pues la mayoría coinciden dentro del plano municipal de referencia. De esta manera, la SAS continuará afinando la información que proporciona al MADS respecto a la estrategia “Sembrar Nos Une”, y fortaleciendo su participación, cooperación, organización, apoyo, incentivo y patrocinio en las jornadas de siembra. En la figura 11 se muestra parcialmente la guía.

1	NOM_MUNICI	COD_DANE	CAR	SUBREGION	COORD_MUNICI
103	JARDÍN	05364	CORANTIOQUIA	SUROESTE	
104	JERICÓ	05368	CORANTIOQUIA	SUROESTE	

Figura 11. Mapas municipales georreferenciados que hacen parte de la guía de coordenadas para el correcto suministro de las coordenadas geográficas de las jornadas de siembra de árboles.

Toda la información geográfica ambiental creada, procesada y administrada se hizo pública a cada uno de los profesionales de la SAS. Se les envió la BDG principal, la BDG de fuentes secundarias, por ejemplo de las CAR y del IGAC, el diccionario de datos y los mapas diseñados. En la figura 12 se evidencia esta acción.

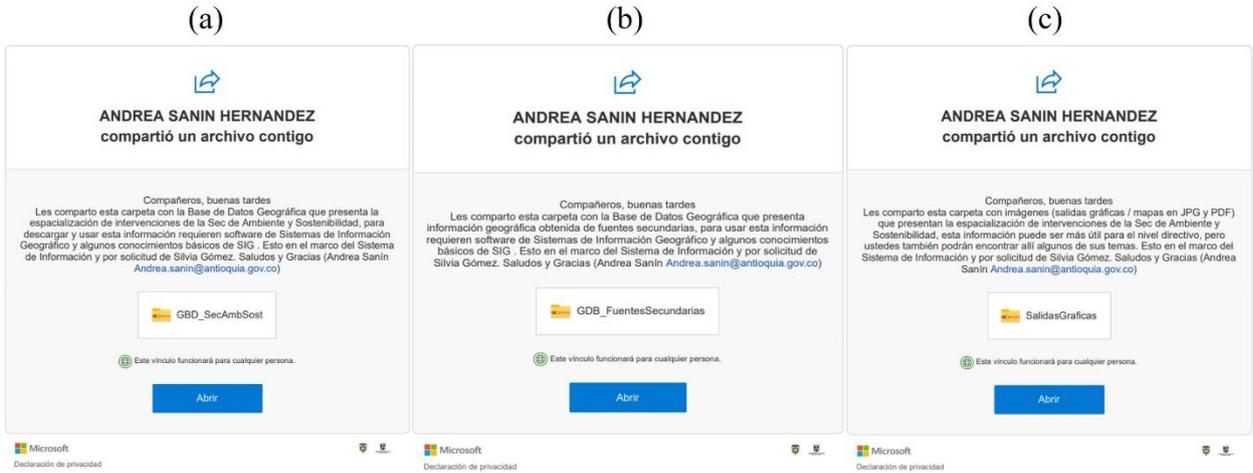


Figura 12. Evidencia de la publicación de la información geográfica ambiental contenida en (a) la BDG de la Secretaría de Ambiente y Sostenibilidad; (b) la BDG de fuentes secundarias como las Corporaciones Autónomas Regionales y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, entre otras; y (c) las salidas gráficas producto del procesamiento y espacialización de los datos.

En las figuras 13 y 14 se muestran parcialmente dos secciones del diccionario de datos compartido, el índice y el *feature dataset* de las áreas protegidas de la SAS, respectivamente.

DICCIONARIO DE DATOS

- SAS_AdquisicionPredios_HistoricoSAS1
 - HistoricoPrediosAdquiridosSMA_DesdeAntes2011Hasta2019
 - HistoricoPrediosAdquiridosSMA_DesdeAntes2011Hasta2019_OK
 - HistoricoPrediosAdquiridosSMA_Hasta2019
 - MpiosDondeSeHanCompradoPrediosSMA_DesdeAntes2011Hasta2019
 - PrediosAdquiridosSMA_Hasta2011
 - PrediosAdquiridosSMA2012_2015
 - PrediosAdquiridosSMA2016_2017
 - PrediosAdquiridosSMA2018
 - PrediosAdquiridosSMA2019
 - ProyeccionMpiosCompraPredios2020_Julio2020
 - SAS_AdquisicionPrediosConvenioTdeA_2020 4
 - Cisneros1902PREDIOS_RURAL1915_2020
 - CiudadBolívar1012PREDIOS_RURAL3601_2020
 - PrediosParaLaAdquisicion_2020
 - SantaFeAntioquia_0422PREDIOS_RURAL1927_2020
 - SantoDomingo_6902PREDIOS_RURAL303_2020
 - SAS_AreasProtegidas6
 - AreasProtegidasAntioquiaDic2020_SinRNSC
 - Corant_AreasPriorizBiodiver_2020_2031_Enero2020
 - IAVH_Paramos

Figura 13. Índice del diccionario de datos en el que se describen todas las entidades geográficas de la BDG de la Secretaría de Ambiente y Sostenibilidad.

Data Set: SAS_AreasProtegidas

Este conjunto de objetos geográficos contiene, para el departamento de Antioquia, las áreas protegidas, los Parques Nacionales Naturales de Colombia, las Reservas Nacionales de la Sociedad Civil, los complejos de páramos y las áreas proyectadas como prioritizadas para la conservación de la biodiversidad entre los años 2020 y 2031.

Data Set: [SAS_AreasProtegidas](#) Feature Class:

AreasProtegidasAntioquiaDic2020_SinRNSC

<p>Vista previa</p>	<p>Contenido</p> <p>Capa de polígonos que representan las ubicaciones y extensiones de las áreas protegidas del departamento de Antioquia hasta el año 2020, pero que no hacen parte de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC). Se elaboró en diciembre de 2020 y los créditos son de la Secretaría de Ambiente y Sostenibilidad de la Gobernación de Antioquia.</p>
----------------------------	---

Data Set: [SAS_AreasProtegidas](#) Feature Class:

Corant_AreasPriorizBiodiver_2020_2031_Enero2020

<p>Vista previa</p>	<p>Contenido</p> <p>Capa de polígonos que representan las ubicaciones y extensiones de las áreas proyectadas prioritizadas para la conservación de la biodiversidad entre los años 2020 y 2031. Se elaboró en enero de 2020 y los créditos son de la Secretaría de Ambiente y Sostenibilidad de la Gobernación de Antioquia.</p>
----------------------------	---



Figura 14. Sección del diccionario de datos geográficos correspondiente a las áreas protegidas que pertenecen a la Secretaría de Ambiente y Sostenibilidad.

El BSC, como herramienta trascendental en las actividades misionales de la Secretaría, fue objeto de modificaciones en cierto aspecto con el fin de mejorar la calidad de los datos, facilitar las interpretaciones y análisis que se basan en estos, y evitar reprocesar la información para obtener los mismos productos. De manera particular, ninguno de los indicadores de la matriz contaba con la información recogida desde el inicio de los correspondientes al año 2020 y a este primer semestre de 2021.

El resultado de esta modificación fue una nueva matriz BSC que incluye las cifras acumuladas logradas en 2020. De este modo, con cada actualización mensual, los reportes tomados para procesar y representar gráficamente respondieron a la necesidad de contar con la información ambiental global y actualizada para favorecer los análisis y la toma de decisiones.

A pesar de que se puso a disposición material instructivo para capacitar a los responsables de reportar la información ambiental en el BSC, como un video tutorial y orientaciones textuales, se logró un escaso progreso en la tarea de ingresar correcta y oportunamente los datos ya que en repetidas ocasiones se encontraron inconsistencias y omisiones en la matriz. En la figura 15 se muestra la captura de pantalla de uno de los momentos del video tutorial. Cuando se les interrogó por estas situaciones, la mayoría manifestaron dos razones: la primera, no tenían el hábito de ingresar los resultados parciales de sus programas, por lo que olvidaban constatemente hacerlo dentro del período estipulado que corresponde a la primera semana del siguiente mes; y la segunda, no lo hacían porque en esos meses no hubo actividades que dieran avance a los indicadores.

PLANEACIÓN TRIMESTRAL 2021						
	Marzo	Junio	Septiembre	Diciembre		
	846836	846836	846836	879948		
Áreas declaradas dentro del Sistema Departamental de Áreas Protegidas-SIDAP por Subregión						
SUBREGION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	
VALLE DE ABURRÁ	673	0		0		
BAJO CAUCA	0	0		0		
MAGDALENA MEDIO	0	0		0		
NORDESTE	0	0		0		
NORTE	0	0		0		
OCCIDENTE	0	0		0		
ORIENTE	0	0	2:14	0		
SURORIENTE	0	0		0		
URRABÁ	0	0		0		

Figura 15. Captura de pantalla del video tutorial que se le compartió al equipo de la SAS para reportar correctamente la información ambiental al BSC.

Partiendo de la gran cantidad de funcionarios que manifestaron esta última razón, se procedió con capacitaciones individuales a través de reuniones virtuales. Estas tuvieron un mayor efecto en algunos de ellos, lo que se pudo verificar en los datos encontrados en días posteriores que se supervisó la actualización mensual de la matriz para la generación de entidades y mapas.

Con la gestión de la información relacionada a los PDET, la SAS cumplió a la Mesa del Pilar 1 Ordenamiento Social de la Propiedad Rural y Uso del Suelo (OSPRU) en su compromiso de reportar periódicamente el seguimiento a las iniciativas adelantadas en algunos municipios de las subregiones Bajo Cauca, Nordeste y Norte desde la Secretaría. Este seguimiento actualizado sirvió para la socialización del progreso del plan de trabajo con otras entidades comprometidas, como Corantioquia, el Departamento Administrativo de Planeación (DAP) de la Gobernación de Antioquia, la Agencia para la Renovación del Territorio, el MADS, los PNNC y algunas alcaldías municipales.

Todas las reuniones del comité directivo del SIDAP en las que se participó estuvieron centradas en la preparación de los estudios previos del convenio interadministrativo proyectado el segundo semestre del año. El tema del presupuesto fue el más relevante junto a la definición de los aliados estratégicos ya que se tomaron la mayor parte del tiempo de los encuentros. La última reunión se dio el 9 de junio de 2021 y en ella se definieron algunos compromisos para consolidar los documentos que sustentarán el convenio.

Conclusiones

- La Secretaría de Ambiente y Sostenibilidad de la Gobernación de Antioquia cuenta con una BDG debidamente soportada, estructurada y definida, lo que permite entender y manipular fácil y rápidamente los tipos de información, los componentes y la distribución de esta, favoreciendo la efectividad en la implementación y administración del Sistema de Información Geográfico.
- Las entidades geográficas generadas alimentaron la BDG de la SAS con información actualizada y por lo tanto de utilidad para evaluar o dar seguimiento a programas concretos, para realizar análisis y mediciones de indicadores, además para apoyar o facilitar la gestión y operación de los tomadores de decisiones.
- Son diversas las razones por las que solo se logró el 9% y 11% de productos gráficos en los meses del presente año. La principal tiene que ver con la dinámica temporal de la ejecución de los proyectos, en la que generalmente, a principio de año, no se cuenta con contratos aprobados sino en revisión y al final, la gran mayoría de los programas se están ejecutando y por lo tanto proporcionando

información susceptible de espacializar y representar en mapas. Otras razones son la omisión por descuido o por falta de compromiso de los profesionales.

- Es posible reducir las causas por las que la cantidad de mapas mensuales no resultan en la deseada, y se logra fortaleciendo las habilidades y el compromiso de los responsables de registrar en el BSC. Es decir, proponiendo espacios más adecuados y efectivos para transmitir con practicidad las pautas necesarias para ingresar la información, y la importancia de contar con una matriz actualizada para lograr las metas trazadas desde los objetivos misionales.
- La cantidad de mapas generados a escala municipal siempre será muy superior que la de escala predial. No obstante, la información de estos pocos mapas es de la mayor relevancia porque involucra proyectos de gran impacto en la biodiversidad, en los recursos naturales y, consecuentemente, en el bienestar de las comunidades. Por ello es clave gestionar las entidades geográficas (*shapefiles*, etc.) y sus atributos, puesto que de este insumo depende el resultado gráfico con mayor escala de detalle, tal como ocurrió con los mapas de los indicadores 11 (“Familias beneficiadas con la estrategia de Pago por Servicios Ambientales – PSA”) a diciembre de 2020 y 13 (“Áreas adquiridas para la protección de fuentes abastecedoras de acueductos”) a mayo de 2021.
- Espacializar y representar adecuadamente en mapas las jornadas de siembras realizadas en el Departamento es de gran importancia para la SAS, el MADS y otras instituciones, ya que se pueden identificar áreas comunes en las que se adelantan acciones por parte de las entidades, y en las que se pueden unificar esfuerzos y lograr un mayor impacto en el ambiente. Por esta razón, la guía de coordenadas municipales se constituyó como un buen elemento tanto para la precisión y verificación de los datos, como para motivar alianzas.
- La modificación realizada a la matriz BSC facilitó el proceso de verificación de información actualizada, el procesamiento de esta y la espacialización de los datos con cifras verídicas. Los mapas resultantes fueron aceptables en comparación con los generados previamente a la modificación, en los cuales se presentaron cifras con inconsistencias, resultando en información con poca o ninguna utilidad.
- El video tutorial y las orientaciones dadas a los profesionales encargados de reportar en el BSC no fue suficiente. Después de los esfuerzos por capacitarlos y generar un compromiso de actualización oportuna, la dinámica no cambió mucho ya que buena parte de ellos continuaron olvidando u omitiendo hacer los registros de sus acciones. Este resultado fue similar con el seguimiento de los PDET, sin embargo, fue menos complejo gestionar la información y actualizar la matriz

porque para estas iniciativas son pocos los profesionales responsables y por tanto más fácil reunirse con cada uno.

- Con la ejecución de esta práctica académica, en la modalidad de Práctica Empresarial, se pudo contribuir en la optimización de los procesos de sistematización de la información geográfica ambiental de la SAS ordenando y enriqueciendo la BDG con nuevas entidades geográficas cuyos metadatos se describieron debidamente; mejorando los formatos de ciertas matrices; fomentando buenas prácticas de registro de información; gestionando la información necesaria para dar cumplimiento a diversos compromisos pactados tanto propios como de otros compañeros a modo de colaboración; y apoyando los procesos y proyectos misionales de la Secretaría.

Referencias bibliográficas

- Bosque Sendra, J. (1993). *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Rialp.
Recuperado el 10 de Abril de 2021
- Cortina Landaluce, J. N. (1990). Visión corporativa del sistema de información geográfica. *Actas XII Jornadas de Informática Administración Local* (págs. 26.1-26.27). Granada: Federación Española de Municipios y Provincias. Recuperado el 4 de Abril de 2021
- Dariah, A. R., Salleh, M. S., & Shafiai, H. M. (2016). A New Approach for Sustainable Development Goals in Islamic Perspective. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 219, 159-166. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.001>
- Departamento Nacional de Planeación. (15 de Marzo de 2008). *CONPES 3918 de 2018*. Recuperado el 10 de Abril de 2021, de "Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia":
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3918.pdf>
- Gobernación de Antioquia. (16 de Junio de 2020). *Plan de Desarrollo Departamental UNIDOS POR LA VIDA 2020 - 2023*. Recuperado el 4 de Abril de 2021, de <https://plandesarrollo.antioquia.gov.co/>
- Gobernación de Antioquia. (s.f.). *Misión - Visión Gobernación de Antioquia*. Recuperado el 4 de Abril de 2021, de <https://antioquia.gov.co/gobernacion/mision-vision>
- Guevara, A. (1988). Guía para la implementación de un sistema de información geográfica para la planificación regional y urbana. *Primer curso sobre enseñanza e investigación asistida por ordenador: Los sistemas de información geográfica* (págs. 245-265). Cáceres: Departamento de Geografía (Universidad de Extremadura). Recuperado el 4 de Abril de 2021
- Gutiérrez, M. (10 de Noviembre de 2006). El Rol de las Bases de Datos Espaciales en una Infraestructura de Datos. *GSDI-9 Conference Proceedings*, 6-10. Recuperado el 10 de Abril de 2021, de https://www.researchgate.net/publication/239613162_El_Rol_de_las_Bases_de_Datos_Espaciales_en_una_Infraestructura_de_Datos

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (Enero de 2014). Número Predial Nacional. *Número Predial Nacional. Resolución IGAC No. 70 de 2011. Artículos 32 y 159 al 161*. Bogotá, Colombia. Recuperado el 4 de Abril de 2021, de https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/cartilla_npn.pdf
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (12 de Octubre de 2018). *Estándares*. Recuperado el 10 de Abril de 2021, de <https://www.igac.gov.co/es/ide/estrategia-y-gobierno-geoespacial/estandares>
- Instituto Geográfico Nacional de España. (s.f.). *Bases Geográficas*. Recuperado el 10 de Abril de 2021, de Instituto Geográfico Nacional de España: <https://www.ign.es/web/ign/portal/cbg-area-cartografia>
- Jurado Almonte, J. M. (1991). Los sistemas de información territorial en la planificación regional. *Actas II Congreso Internacional de Ordenación del Territorio* (págs. 1831 - 1849). Valencia: Universidad Politécnica. Recuperado el 10 de Abril de 2021
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2013). *Cómo utilizar el Cuadro de Mando Integral* (Segunda ed.). España: Grupo Planeta. Recuperado el 4 de Abril de 2021
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2014). *El Cuadro de Mando Integral: The Balance ScoreCard* (Tercera ed.). Grupo Planeta. Recuperado el 4 de Abril de 2021
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 9 de Abril de 2021, de Restauración Nacional: <https://restauracion5m-mads.hub.arcgis.com/>
- Organización de Naciones Unidas. (25 de Septiembre de 2015). *La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 10 de Abril de 2021, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- Pueyo Campos, A. (1991). El sistema de información geográfica: un instrumento para la planificación y gestión urbana. *Geographica*(28), 175-192. doi:https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.1991281849
- Regional Environmental Center. (Agosto de 2009). *The Balance Scorecard – Translating Strategy into Action*. Recuperado el 30 de Junio de 2021, de Guidelines in Corporate Management: <http://www.rec.org/publication.php?id=221>
- San Leandro, J. (1990). Sistemas de información geográfica integrados. *Actas XII Jornadas de Informática Administración Local* (págs. 25.1 - 25.13). Granada: Federación Española de Municipios y Provincias. Recuperado el 30 de Junio de 2021
- Yanrong, C. (2002). The Research of Metadata Management of National Resource and Environment Spatial Database. *Geo-information Science*, 4(2), 6-10. Recuperado el 10 de Abril de 2021