



**APLICACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE AFECTACIONES AL USO DEL
SUELO DE PREDIOS RURALES EN COLOMBIA**

INGRID JINETH GÓMEZ PAJARITO

**MEMORIA TRABAJO FIN DE MÁSTER
MÁSTER EN GEOTECNOLOGÍAS CARTOGRÁFICAS EN INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
2020-09**

TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción	4
2	Objetivo.....	5
2.1	Objetivo general	5
2.2	Objetivos Específicos.....	5
3	Contexto.....	6
3.1	Afectaciones al uso del Suelo.....	6
4	Metodología	9
4.1	Recopilación de Información geográfica	9
4.1.1	Inventario	10
4.1.2	Diagnóstico y obtención de datos	13
4.2	Estructuración de información geográfica	14
4.2.1	Almacenamiento	14
4.2.2	Visualización Datos	17
4.2.3	Calidad de los datos.....	18
4.2.4	Metadatos	19
4.3	Análisis Espacial.....	23
4.3.1	Geoprocesamiento	23
4.4	Distribución	33
5	Resultados	35
5.1	Datos de partida	35
5.2	Requerimientos Funcionales	36
5.3	Resultados Esperados	38
6	Desarrollos a Futuro	41
7	Conclusiones.....	42
8	Bibliografía.....	44
9	Anexos	47
9.1	Manual del Usuario	48
9.2	Metadato Mapa elaborado como documento de ArcMap	56
9.3	Metadatos aplicaciones de Geoprocesamiento	57
9.4	Secuencia de comandos (Script) python tablasHtml	58

ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Modelo de datos estructuración información.....	15
Ilustración 2 Estructura capas en la file geodatabase.....	16
Ilustración 3 Visualización general de las capas temáticas en la base de datos.....	18
Ilustración 4 opciones para cambiar estándar de metadatos en ArcGIS	21
Ilustración 5 Muestra gráfica metadatos capas temáticas.....	22
Ilustración 6 Metadato del Mapa en ArcGIS	22
Ilustración 7 Estructura herramientas de la aplicación	25
Ilustración 8 Cálculo porcentaje intersección.....	27
Ilustración 9 Muestra gráfica Secuencia de comandos tablasHtml.....	29
Ilustración 10 Secuencia de comandos Zoom.....	29
Ilustración 11 Diagrama general modelo geoprocésamiento principal	30
Ilustración 12 Diagrama general modelo del subproceso geoprocésamiento.....	31
Ilustración 13 Muestra gráfica diligenciamiento metadato modelo principal.....	32
Ilustración 14 Configuración Paquete de Mapas, descripción ítems.....	33
Ilustración 15 Configuración Paquete de Mapas, Archivos adicionales.....	34
Ilustración 16 Configuración Paquete de Mapas, Análisis	34
Ilustración 17 Paquete de Mapas para compartir la aplicación.....	34
Ilustración 18 Estructura carpetas localización de la aplicación.....	35
Ilustración 19 Configuración Idioma ArcGIS	36
Ilustración 20 Interfaz inicial de la aplicación	37
Ilustración 21 Interfaz de la aplicación diligenciada	38
Ilustración 22 Reporte en HTML.....	39
Ilustración 23 Base de datos geográfica con las capas que afectan al predio.....	40
Ilustración 24 Predio seleccionado para el estudio y capas que lo afectan.....	40

TABLAS

Tabla 1 Relación capas temáticas.....	10
Tabla 2 Estado capas temáticas	13
Tabla 3 Totalidad de datos estructurados	16

1 INTRODUCCIÓN

La posibilidad de acceso a la información geográfica cada vez es más fácil, por el aumento de los canales virtuales como medio de comunicación, sumado a esto se ha avanzado en la definición de estándares y políticas a nivel nacional para el manejo y disposición de información geográfica, considerándola como un servicio dispuesto de forma abierta para la sociedad. Por tal razón es posible realizar análisis espaciales de temáticas de interés sin necesidad de volver a generar los datos o tener que someterse a trámites dispendiosos para obtener dicha información.

Al combinar el uso de las herramientas tecnológicas, con los conocimientos interdisciplinarios y los datos espaciales, es posible elaborar modelos de geoprocésamiento que simulen fenómenos para obtener información relevante del territorio, para su planeación, ordenamiento y adecuada conservación del ambiente y cumplimiento de las normas establecidas.

Aprovechando la oportunidad de acceso a la información y su postprocesamiento, se plantea la creación de una aplicación de geoprocésamiento que determine la afectación que tiene el área de un predio rural en su uso, por encontrarse dentro de algunas zonas consideradas de conservación, protección o manejo especial de acuerdo a las políticas de gobierno existentes, de tal forma que sea posible publicarla y compartirla con usuarios involucrados o interesados en la temática, que pueden ser las entidades oficiales o personas naturales que desean conocer la información que restringe o afecta posiblemente el uso o acceso de su predio, con base a la información geográfica generada y publicada a escala nacional por las entidades oficiales de Colombia.

Esta herramienta busca determinar el porcentaje de afectación al uso del suelo de un predio rural en Colombia y facilitar su visualización y reporte, para que los usuarios puedan tener un panorama inicial del estado de un predio rural con respecto a las áreas de protección del gobierno. Sin embargo, esta herramienta no es decisiva ya que existen elementos técnicos como diferencia de escala entre las diferentes fuentes de información temática o diferencias en la precisión de los insumos utilizados para su generación. Por lo tanto los porcentajes de afectación que se dan son valores aproximados, deben someterse a un análisis previo y el usuario con esta herramienta tiene una referencia inicial y debe dirigirse a cada una de las entidades responsables de la información temática, para que sean estas quienes certifiquen oficialmente si el predio se encuentra dentro del área de afectación.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo general

Realizar una aplicación de geoprocésamiento que mediante análisis espacial, permita conocer el porcentaje de afectación al uso del suelo de un predio rural en Colombia, con base en un conjunto de capas temáticas de carácter oficial, que presentan características especiales de conservación o protección. De tal forma que se pueda publicar o compartir para realizar consultas de acuerdo a la demanda de los usuarios que lo requieran, así como visualizar los resultados de una forma amigable con los usuarios que no sean especializados.

2.2 Objetivos Específicos

Para llevar a cabo a satisfacción el objetivo general planteado, se requiere llevar a cabo los siguientes objetivos específicos.

- Revisión de la normatividad existente y la documentación asociada, relacionada con las aplicaciones web y su disposición y documentación
- Revisión de la normatividad existente y la documentación asociada, para la identificación de las capas temáticas que serán consideradas como posibles afectaciones para los usos del suelo de un predio rural en Colombia.
- Realizar un inventario y diagnóstico de toda la información geográfica que se va a utilizar en el marco del desarrollo del proyecto
- Definir criterios para la estructuración, visualización y publicación de dicha información geográfica.
- Diseño y elaboración de modelos de geoprocésamiento para facilitar el desarrollo de la aplicación.
- Definición de los mecanismos para publicar y compartir la aplicación desarrollada.
- Documentación de la aplicación de geoprocésamiento, a nivel de requerimientos funcionales y resultados esperados.
- Elaboración de un manual de usuario para el uso adecuado de la aplicación de geoprocésamiento.

3 CONTEXTO

3.1 Afectaciones al uso del Suelo

Para identificar en que consiste una afectación al suelo para un predio rural, es necesario definir e identificar el concepto de predio en el contexto colombiano y que elementos determinan una posible afectación o restricción en el mismo.

Un Predio según el artículo 9 de la resolución 070 de 2011 (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2011) es definido como un inmueble no separado por otro predio público o privado, con o sin construcciones y/o edificaciones, perteneciente a personas naturales o jurídicas. El predio mantiene su unidad, aunque esté atravesado por corrientes de agua pública.

Ahora bien, un predio rural corresponde a aquellos predios que no se encuentran localizados dentro del perímetro urbano, el cual es establecido en los Planes de Ordenamiento Territorial, instrumento que permite organizar la planeación del territorio a nivel municipal, identificando de acuerdo a las dinámicas de cada territorio los usos permitidos, restrictivos o prohibidos y demás estrategias de desarrollo socioeconómico, que sea sostenible y se encuentre en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales de cada región (Congreso de Colombia, 1997).

Para llevar a cabo una adecuada planeación y ordenamiento social del territorio, así como garantizar la protección de los recursos naturales y las áreas protegidas del país y los derechos de los ciudadanos, se hace necesario contar con información temática actualizada de estos aspectos relevantes, a nivel nacional, que contribuya a la toma de decisiones respecto al uso o dominio de un predio.

Existe un marco legal que regula y protege los derechos de comunidades, individuos y recursos naturales, por lo cual las entidades gubernamentales asignadas deben determinar y disponer las áreas geográficas que comprende cada temática y de esta forma ser insumo para establecer su nivel de afectación o restricción sobre un predio y con base en cada norma, establecer las medidas que debe tomar los actores involucrados.

A continuación relaciono el marco normativo más relevante.

Ley 2 de 1959 sobre economía forestal de la nación y conservación de recursos naturales, donde reglamenta siete (7) áreas de Reserva Forestal, las cuales están orientadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre. No son áreas protegidas, sin embargo en su interior se encuentran áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP y territorios colectivos (Congreso de Colombia, 1959), así como las modificaciones dadas en las siguientes Resoluciones de los años 2013 y 2014 que adoptan la Zonificación y ordenamiento ambiental.

El artículo 63 de la Constitución política de Colombia dispone: "Los bienes de uso público, los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardo, el patrimonio arqueológico de la Nación y los demás bienes que determine la ley, son inalienables, imprescriptibles e inembargables". (Asamblea Nacional constituyente, 1991)

Ley 21 de 1991 por medio de la cual se aprueba el Convenio número 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes, adoptado por la 76ª. Reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra 1989. En la parte II de la ley, se garantizan los derechos sobre sus tierras y los gobiernos deberán tomar las medidas que sean necesarias para determinar las tierras que los pueblos interesados ocupan tradicionalmente y garantizar la protección efectiva de sus derechos de propiedad y posesión. Así como garantizar la protección especial de los derechos de los pueblos interesados a los recursos naturales existentes en sus tierras. Estos derechos comprenden el derecho de esos pueblos a participar en la utilización, administración y conservación de dichos recursos. Y cualquier otro uso o situación que se desarrolle dentro de su territorio, debe ser concertada con las comunidades (Congreso de Colombia, 1991). Así como en el Artículo 87 de la ley 160 de 1994 Las tierras constituidas con el carácter legal de resguardo indígena quedan sujetas al cumplimiento de la función social y ecológica de la propiedad, conforme a los usos, costumbres y cultura de sus integrantes. (Congreso de Colombia, 1994)

Ley 70 de 1993, la cual reconoce las comunidades negras que han ocupado tierras baldías en las zonas rurales de la cuenca del Pacífico. Denominando los terrenos respecto de los cuales se determine el derecho a la propiedad colectiva como "Tierras de las Comunidades Negras". Estas comunidades formaran Consejo Comunitarios para la administración interna de acuerdo a la regulación del gobierno y no será objeto de adjudicación de tierras aquellas donde existan Resguardos Indígenas constituidos, áreas del sistema de Parques Naturales, entre otros (Congreso de Colombia, 1993).

La Ley 99 de 1993 (Congreso de Colombia, 1993), se crea el concepto de Ordenamiento Ambiental del Territorio (OAT) como "la función atribuida al Estado de regular y orientar el proceso de diseño y planificación de uso del territorio y de los recursos naturales renovables de la Nación a fin de garantizar su adecuada explotación y desarrollo sostenible". Política que realiza bajo el código Nacional de Recursos Naturales y de protección del Medio Ambiente (Decreto Ley 2811 de 1974).

Decreto 2164 de 1995 por medio del cual se reglamenta la dotación y titulación de tierras a las comunidades indígenas por medio de la constitución, restructuración, ampliación y saneamiento de los Resguardos indígenas a nivel nacional. En el artículo tercero se establece la Protección de los derechos y bienes de las Comunidades. Los territorios tradicionalmente utilizados por pueblos indígenas nómadas, seminómadas o agricultores itinerantes para la caza, recolección u horticultura, que se hallaren situados

en zonas de reserva forestal a la vigencia de la Ley 160 de 1994, sólo podrán destinarse a la constitución de resguardos indígenas. (Ministerio de Agricultura, 1995) Las reservas indígenas, las demás tierras comunales indígenas y las tierras donde estuvieren establecidas las comunidades indígenas o que constituyan su hábitat.

Decreto 3600 de 2007, por el cual se reglamenta lo relativo a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo. Indica que las categorías de protección en suelo rural las áreas de conservación y protección ambiental, Áreas e inmuebles considerados como patrimonio cultural, Áreas de amenaza y riesgo. (Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007)

Decreto 2372 de 2010 por el cual se reglamenta el Sistema Nacional de Áreas Protegidas conformada por el Sistema de Parques Nacionales Naturales, Las Reservas Forestales Protectoras, Los Parques Nacionales Regionales, Los Distritos de Manejo Integrado, Los Distritos de Conservación de Suelos, Las Áreas de Recreación, Áreas Protegidas Privadas: Las Reservas Naturales de la Sociedad Civil. (Presidencia de la República de Colombia, 2010)

Decreto 1076 de 2015 (Presidencia de La República de Colombia, 2015), Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, que compila y racionaliza toda la normatividad expedida por el Gobierno Nacional para el sector Ambiente. Entre otros, indica procedimientos diferentes para realizar una adjudicación o titulación de predios que se encuentren en la franja de protección de cuerpos de agua o en las riberas de los mismos; dicta las funciones de las autoridades ambientales, corporaciones, y demás entidades adscritas al Ministerio de Ambiente, donde se establece por ejemplo la adquisición de parte de la entidad encargada de administrar los Parques Nacionales de Colombia de los predios ubicados al interior de los mismos.

Luego de analizar la reglamentación existente para diversos procesos de planeación o regulación de titularidad, se puede identificar un común denominador del conjunto de información temática más relevante que es necesario tener en cuenta para determinar posibles afectaciones al uso de un predio rural, como son:

- Áreas naturales protegidas ley 2 de 1959 y Zonas de reserva Forestal
- Áreas protegidas por solicitud de Comunidades Indígenas y Negras.
- Zonas de reserva campesina
- Títulos y resguardos de Comunidades Étnicas
- Licencias ambientales
- Humedales, páramos
- Ruta colectiva (RUPTA)
- Zonas de explotación de recursos no renovables (hidrocarburos, minería)
- Parques nacionales naturales (SINAP)
- Zonas de riesgo y/o amenaza

4 METODOLOGÍA

Para llevar a cabo la creación de la aplicación que permita identificar el porcentaje de afectación espacial del área de un Predio rural con respecto a la información geográfica proporcionada en un conjunto de capas temáticas, se requiere realizar una secuencia de tareas que se expone en detalle en los siguientes apartados, relacionada con la adquisición y estructuración de la información geográfica que se utilizará, así como la creación e implementación de los modelos de procesamiento de la misma y su distribución para que sea utilizada por los diferentes usuarios.

La aplicación para el geoprocésamiento se desarrolla bajo el entorno de ArcGIS, el cual es un sistema con una amplia infraestructura de extensiones y aplicaciones que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica (ESRI, 2020).

4.1 Recopilación de Información geográfica

La Información geográfica hace referencia al conjunto de datos espaciales que describen geográficamente el territorio y los fenómenos que sobre él ocurren, referenciados a un espacio y tiempo. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2018).

En el contexto de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), la Información geográfica se dispone como mapas o capas de información con sus metadatos asociados, que siguen protocolos estandarizados garantizando la calidad del dato. (Hernández Faccio & Flores de Cuellar, 2012). Lo cual es importante para conocer el alcance de la información contenida, su historia, temporalidad, cubrimiento, restricciones y posibilidades de uso, así como el grado de precisión y calidad que tiene el dato, que orienta al conocimiento y posterior análisis de dicha información.

Colombia cuenta con un instrumento que proporciona las directrices y lineamientos para facilitar los procesos de gestión geoespacial en todo el territorio, por medio de un Marco de Referencia Geoespacial, en función de los componentes en los que se desarrolla la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE): Datos e información, Gobierno geoespacial, Tecnologías de Información y Comunicaciones, Conocimiento e innovación geoespacial y Sociedad geoespacial. (Infraestructura colombiana de Datos Espaciales, 2017), de tal forma que permite la construcción e implementación colectiva de políticas y facilita los procesos de gestión de los recursos geográficos, para armonizarlos, disponerlos y reutilizarlos por el Gobierno y la Sociedad, como sustento de la Gobernanza y la toma de decisiones. (Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales, 2017)

En ese marco todas las entidades gubernamentales que produzcan información geográfica, deben utilizar los estándares definidos de producción, calidad y publicación y disponer la información de fuente primaria al público como datos abiertos (Ministerio de

Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2019), teniendo en cuenta la Ley de Protección de datos personales así como la restricciones de acceso a datos considerados sensibles o de seguridad nacional, con base en la Guía para la anonimización de bases de datos en el Sistema Estadístico Nacional (Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, 2018), para que el usuario la consuma y pueda reutilizarla y postprocesarla, manteniendo los derechos de autor del creador y productor del dato de interés.

Para esto se ha creado el portal de datos abiertos <https://www.datos.gov.co/browse> donde se deben disponer la información proveniente de entidades del gobierno y se pueden consultar para su uso. La información que se encuentra es la información primaria, se puede descargar en formatos nativos, para que sea interoperable y no esté asociada a una tecnología específica. Para los datos de mapas cuenta con un visor de mapas, en algunos casos permite direccionar la visualización a la plataforma Carto (CartoDB), con un límite de 250 MB para despliegue; para la información alfanumérica asociada al dato espacial o algún otro evento, genera vistas de las tablas que hasta 5MB se pueden desplegar y manipular en plot.ly. Esta iniciativa almacena en su plataforma todo tipo de datos que puedan ser dispuestos de forma libre a la ciudadanía para que utilice sus propios recursos o los propuestos en la plataforma para su uso.

Adicionalmente a esta plataforma, existe el Sistema de Información Ambiental para Colombia (SIAC), que integra y dispone la información ambiental asociada a nivel nacional, regional y local, estudios y datos relevantes para llevar a cabo monitoreo, almacenamiento de datos, reportes de impactos Ambientales, descripción de desastre, planeación, simulación, modelamiento y toma de decisiones (Uribe B., 2007). Cuentan con un geoportal donde disponen toda la información que compone el sistema, se encuentra en <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>.

En ese sentido es posible contar con las herramientas para consultar información publicada oficialmente en la web de los datos relacionados a los eventos que pueden considerarse con la posibilidad de afectar o restringir el uso de un predio rural en Colombia, realiza un inventario de las capas que contienen dicha información, con el fin de realizar un diagnóstico que permita conocer la disponibilidad de los datos y acceder a ellos para utilizarlos como insumo del geoprocetamiento.

4.1.1 Inventario

Las capas con información temática que se van a utilizar se relacionan en la tabla 1, donde se asocia la entidad gubernamental que produce el dato y una descripción del contenido de la capa. Esta descripción se extrae de los metadatos que se encuentran dispuestos para cada capa y en otros casos de la información registrada en las páginas web oficiales de cada entidad, que se relacionan en la tabla 2.

Tabla 1 Relación capas temáticas

CAPA TEMÁTICA	ENTIDAD	DESCRIPCIÓN
Terreno - Rural, Catastro - IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC	Corresponde al conjunto de datos de los predios rurales del territorio colombiano, se encuentra dentro del producto cartográfico catastral a escala 1:2.000 en áreas urbanas y 1:25.000 en áreas rurales, que contiene la información catastral alfanumérica y geográfica de los predios a nivel nacional. La información alfanumérica se encuentra disponible en formato tipo texto, separados por Registros 1 y Registros 2, y la información geográfica se encuentra disponible en formato GDB (ArcGIS), POSTGIS, KML, GEOJSON y SHAPE.
RUNAP Registro Único de Áreas Protegidas	Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales de Colombia - UAESPNN	Información ingresada por las autoridades ambientales sobre las áreas protegidas de su jurisdicción que incluye como mínimo la categoría de manejo, su localización, extensión geográfica, objetivos de conservación y destinación de uso, soportados en sus actos administrativos de declaratoria, homologación, recategorización, o sustracción para el caso de las áreas protegidas públicas y de registro para las áreas protegidas privadas (Reservas Naturales de la Sociedad Civil). El Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP es el conjunto de áreas protegidas, actores sociales y estrategias e instrumentos de gestión que las articulan, para contribuir como un todo al cumplimiento de los objetivos de conservación del país. Incluye todas las áreas protegidas de gobernanza pública, privada o comunitaria, y del ámbito de gestión nacional, regional o local. (Artículo 2.2.2.1.1.3 del Decreto 1076 de 2015).
Propuestas De Nuevas Áreas Y Ampliaciones De Parques Nacionales Naturales Tierras_Agosto_1808 20	Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales de Colombia - UAESPNN Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH)	Límites de las propuestas de Nuevas Áreas de Parques Nacionales Naturales de Colombia con el ajuste de los límites de las propuestas de Cabo Manglares y Serranía de San Lucas El estado de las áreas en Colombia se representa gráficamente en el Mapa de Tierras, el cual es actualizado periódicamente. En él se muestran las áreas asignadas con contratos de hidrocarburos, las áreas que la ANH ofrece dentro del Procedimiento Permanente de Asignación de Áreas (PPAA) al igual que las áreas reservadas y las áreas disponibles; sobre estas últimas las compañías interesadas podrán realizar solicitudes de incorporación de áreas dentro del PPAA.
Complejos de Páramos 100K	Instituto Alexander Von Humboldt - IAvH	Mapa digital de los complejos de páramos de Colombia a escala 1:100.000 descargable en formato shapefile para ser visualizado en programas para el manejo y análisis de información geográfica (software SIG). Incluye metadato en formato *.xml.
Áreas de Reserva Forestal Ley 2ª DE 1959	Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS	Corresponde las zonas de reservas forestales de Colombia que hacen parte de las reservas de Colombia, estipuladas en la Ley 2 de 1959, escala 1:100.000.
Áreas de Reserva Forestal Ley 2ª de 1960 Sustracciones	Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS	Corresponde las zonas sustraídas de las reservas forestales de Colombia que hacen parte de las

CAPA TEMÁTICA	ENTIDAD	DESCRIPCIÓN
		reservas de Colombia, estipuladas en la Ley 2 de 1959, escala 1:100.000.
Humedales RAMSAR MADS	Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS	Áreas clasificadas como Humedales por el protocolo RAMSAR, para el territorio colombiano
Títulos Mineros	Agencia Nacional de Minería - ANM	Áreas que han sido liberadas tanto de títulos como de solicitudes del Catastro Minero Colombiano
Áreas Otorgadas Hidrocarburos	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA	Capa de información espacial que contiene los polígonos de las áreas licenciadas para los proyectos en los sectores de Hidrocarburos, Energía, Minería, Agroquímicos e Infraestructura. Contiene información como el nombre de la empresa solicitante o titular de la licencia, el nombre del proyecto objeto de licenciamiento o licenciado, el número de la resolución o acto administrativo establecido por la ANLA que otorga licencia o impone obligación y la fecha de la resolución o acto administrativo que otorga licencia o impone obligación.
Resguardos Indígenas	Agencia Nacional de Tierras - ANT	Se entienden los Resguardos Indígenas como una institución legal sociopolítica de origen colonial, conformada por un territorio reconocido de una comunidad de ascendencia amerindia, con título de propiedad inalienable, colectiva o comunitaria, regido por un estatuto especial autónomo, con pautas y tradiciones culturales propias.
Solicitud constitución Resguardo Indígena		
Solicitud ampliación Resguardo Indígena		
Zonas de reserva campesina	Agencia Nacional de Tierras - ANT	Se entienden a las Zonas de Reserva Campesina como un movimiento socio-territorial, las cuales tienen en cuenta una apropiación material y simbólica del espacio geográfico, que pueden o no, coincidir con las formas estatales actuales.
Consejos Comunitarios Negros	Agencia Nacional de Tierras - ANT	Se entienden los Consejos Comunitarios Negros como el conjunto de familias de ascendencia afrocolombiana que poseen una cultura propia, comparten una historia y tienen sus propias tradiciones y costumbres dentro de la relación compo-poblado, que revelan y conservan la conciencia de identidad que las distinguen de otros grupos étnicos.
Eventos Minas Antipersonal en Colombia	Departamento Administrativo de la Presidencia de la República - DAPRE	Base de datos con los eventos por presencia o sospecha de presencia de minas antipersonal (MAP), artefactos explosivos improvisado (AEI) con características de minas antipersonal y municiones sin explotar (MUSE) en Colombia en el periodo comprendido entre 1990 al mes anterior de la fecha de corte.

Fuente. Elaboración propia

Como la Información geográfica es dinámica respecto a los eventos que representan, es posible que las entidades produzcan nuevas capas temáticas que puedan ser de interés o desagreguen las existentes, lo cual no es una limitante para el desarrollo de la aplicación de geoprocésamiento, ya que se diseñará con la posibilidad de incluir capas nuevas o seleccionar cuales capas son de interés del usuario al momento de realizar la consulta.

4.1.2 Diagnóstico y obtención de datos

Con base en el listado de capas identificadas para utilizarlas en el desarrollo del proyecto, se realiza un diagnóstico para conocer las posibilidades de acceso y descarga de cada uno de los datos, así como los datos básicos asociados a cada uno por medio de su metadato o descripción encontrada en el sitio web donde reposa la información.

En la tabla 2 se muestra para cada capa temática la dirección de la página web de la institución que genera los datos, la ruta para acceder a los datos por medio de geoservicios u otro medio que disponga la entidad, una relación de la existencia del metadato y la fecha de publicación o generación del dato.

Tabla 2 Estado capas temáticas

CAPA TEMÁTICA	WEB ENTIDAD	RUTA GEOSERVICIOS	METADATOS	FECHA DATOS
Terreno - Rural, Catastro - IGAC	https://geoportal.igac.gov.co/contenido/geoservicios	https://geoportal.igac.gov.co/contenido/geoservicios WFS: http://gw-geoportal-test.igac.gov.co/geoservices/catastro/wfs?version=2.0.0&request=GetCapabilities WMS: http://gw-geoportal-test.igac.gov.co/catastro/service?REQUEST=GetCapabilities&VERSION=1.3.0	SI	2020-06
RUNAP Registro Único de Áreas Protegidas	http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/servicio-al-ciudadano/datos-abiertos/	WMS http://mapas.parquesnacionales.gov.co/arcgis/services/IGAC/SINAP/MapServer/WMSServer?request=GetCapabilities&service=WMS WFS: http://mapas.parquesnacionales.gov.co/arcgis/services/IGAC/SINAP/MapServer/WFSServer?request=GetCapabilities&service=WFS	NO	2018
Propuestas De Nuevas Áreas Y Ampliaciones De Parques Nacionales Naturales	http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas	http://siq.anla.gov.co:8083/resources/DESCARGA_SIAC/SPNN/Nuevas_Areas.zip	NO	05/06/2015
Tierras_Agosto_18020	https://www.anh.gov.co/hidrocarburos/oportunidades-disponibles/mapa-de-tierras	https://geovisor.anh.gov.co/tierras/	SI	18/08/2020
Complejos de Páramos 100K	http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/1	http://geoservicios.humboldt.org.co/geoserver/Proyecto_fondo_adaptacion/wms http://geoservicios.humboldt.org.co/geoserver/Proyecto_fondo_adaptacion/wfs	SI	2012
Áreas de Reserva Forestal Ley 2ª DE 1959	https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/914-plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-58	http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas	NO	31/10/2018
Áreas de Reserva Forestal Ley 2ª de 1960 Sustracciones Humedales RAMSAR MADS	http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas	http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas	NO	31/10/2018
	https://www.minambiente.gov.co/index.php/servicios-de-atencion-al-ciudadano/datos-abiertos	https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/Humedales-RAMSAR-Mapa-MADS/awi8-5uyw	NO	10/08/2018
Títulos Mineros	https://www.anm.gov.co/?q=Datos_Abiertos_ANM	https://www.datos.gov.co/resource/8dbq-i6sp.json	NO	16/08/2017

CAPA TEMÁTICA	WEB ENTIDAD	RUTA GEOSERVICIOS	METADATOS	FECHA DATOS
Áreas Otorgadas Hidrocarburos	https://annamineria.anm.gov.co/sigm/externalLogin http://portal.anla.gov.co/grupo-hidrocarburos	http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas http://sig.anla.gov.co:8083/resources/DESCARGA_SIAC/ANLA/AreaProyectoLicenciado.zip	NO	01/01/2020
Resguardos Indígenas	https://www.agenciadetierras.gov.co/la-agencia/direcciones-tecnicas/direccion-de-asuntos-etnicos/	https://data-agenciadetierras.opendata.arcgis.com/dataset/resguardos-ind%C3%ADgenas?geometry=-149.165%2C-11.115%2C3.676%2C19.206	SI	02/04/2019
Solicitud constitución Resguardo Indígena				
Solicitud ampliación Resguardo Indígena				
Zonas de reserva campesina	https://www.agenciadetierras.gov.co/la-agencia/organigrama/funciones-subdireccion-de-administracion-de-tierras-de-la-nacion/	http://data-agenciadetierras.opendata.arcgis.com/dataset/zonas-de-reserva-campesina?geometry=-112.652%2C-2.497%2C-36.231%2C12.776	SI	14/03/2019
Consejos Comunitarios Negros	https://www.agenciadetierras.gov.co/transparencia-y-acceso-a-la-informacion-publica/informacion-geografica-asuntos-etnicos/	http://data-agenciadetierras.opendata.arcgis.com/dataset/consejos-comunitarios-negros	SI	05/02/2020
Eventos Minas Antipersonal en Colombia	http://www.accioncontraminas.gov.co/Estadisticas/datos-abiertos	https://www.datos.gov.co/Inclusi-n-Social-y-Reconciliaci-n/Eventos-Minas-Antipersonal-en-Colombia/sqp4-3e6k/data	NO	31/07/2020

Fuente. Elaboración propia

Se establece que para la totalidad de las capas se puede obtener y descargar la información en formato json, shapefile y en algunos casos en base de datos geográfica. Solo 6 capas cuentan con metadatos asociados bien sea implícitos en la capa o en un archivo xml externo. En cuanto a las fechas no es estándar la descripción de este ítem, ya que en algunos casos se refieren solo al año, al mes y año y en 11 casos al día, mes y año, sin embargo, esa información es informativa para tener un soporte de la vigencia de la información contenida.

4.2 Estructuración de información geográfica

4.2.1 Almacenamiento

Con el fin de organizar y almacenar la información geográfica recopilada como insumo para los posteriores análisis espaciales que se van a llevar a cabo, se utiliza una base de datos geográfica (GDB), la cual es una base de datos con extensiones que dan soporte a objetos geográficos permitiendo el almacenamiento, indexación, consulta y manipulación de Información Geográfica y datos espaciales. (Barriga Vargas, Andrade Leiva, & Lazo, 2012).

La base de datos geográfica creada con el nombre Capas_tematicas_TFM.gdb es de tipo Filegeodatabase, que permite el almacenamiento hasta de 1TB de información con la posibilidad de ampliarlo a 256 TB, a diferencia de una base de datos geográfica de tipo personal, cuyo límite de tamaño es de 2GB según (ESRI, 2020). Dentro de la GDB

se pueden crear grupos de capas (Feature Dataset) por temas de acuerdo al modelo de datos que se va a implementar.

Como no existe un modelo de datos oficial definido para el tratamiento de este grupo de información, se diseña un modelo de datos que agrupa los datos de acuerdo a las principales temáticas a que hacen referencia, como se muestra en la siguiente ilustración.

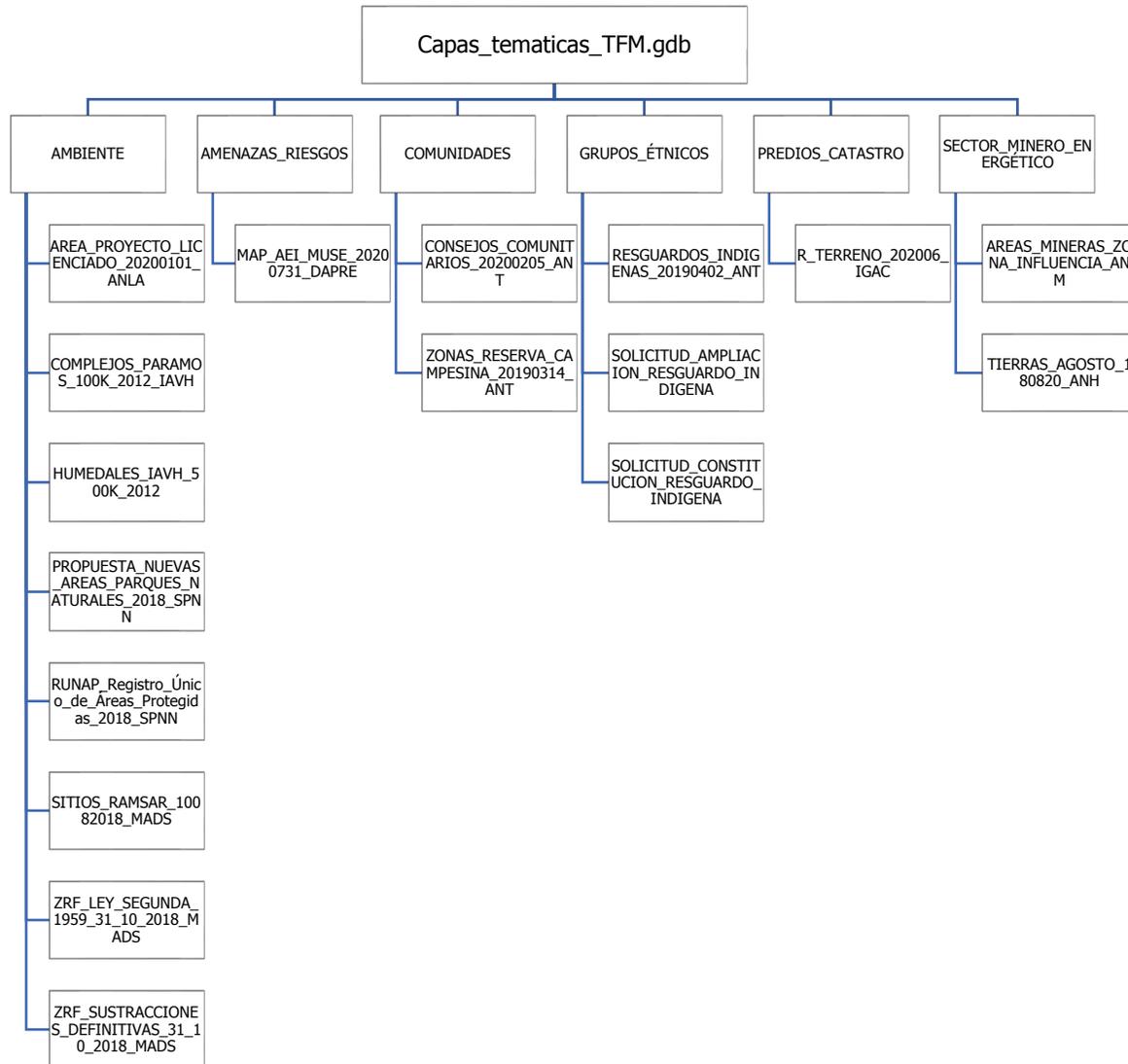


Ilustración 1 Modelo de datos estructuración información
Fuente. Elaboración propia

Se importa cada una de las capas de información recopiladas, como Feature class dentro de cada tema de la GDB según corresponda, manteniendo la integridad de las capas originales en cuanto a sus atributos, representación, dominios o metadatos que se encuentren asociados. Se complementa el nombre de la capa con la fecha de los datos y las siglas de la entidad de la cual proviene.

Se unifica el sistema de coordenadas para todo el conjunto de datos, proyectando las capas que no se encuentren en el sistema de coordenadas geográficas MAGNA – SIRGAS (Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, densificación del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas), el cual es el sistema de referencia oficial del país, adoptado mediante la Resolución 068 de 2005 (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2005).

En la siguiente ilustración se muestra como quedan estructuradas las capas dentro de la GDB de acuerdo al modelo de datos, las cuales por parámetros de definición del archivo, los nombres no pueden llevar espacios, por lo tanto se utiliza el símbolo de barra baja “_”.

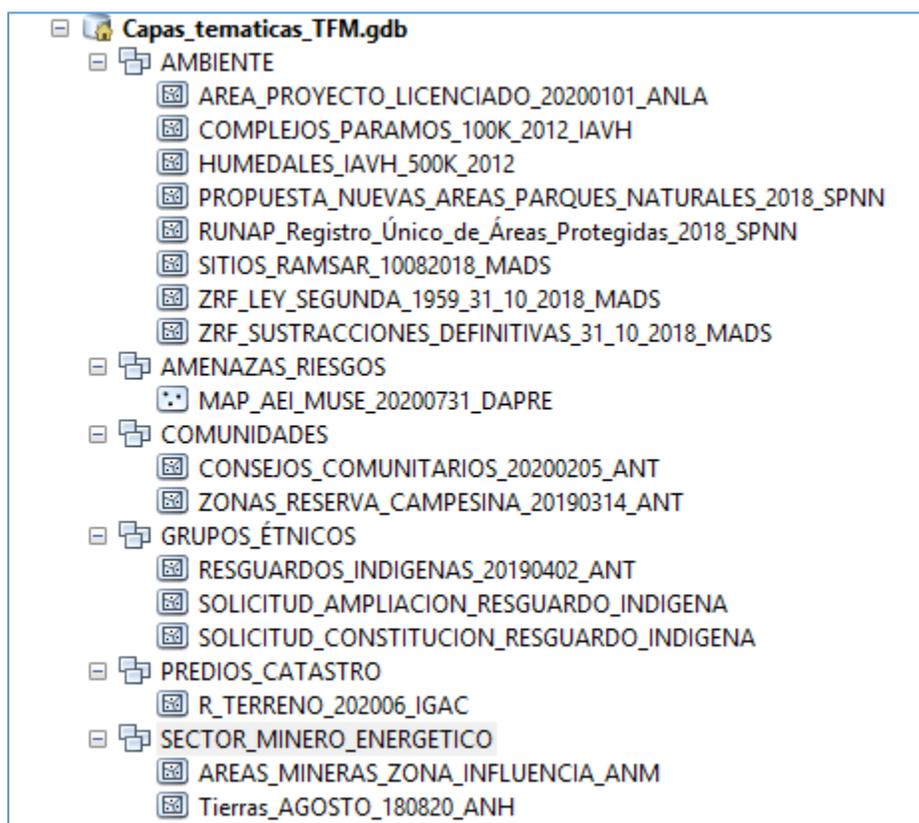


Ilustración 2 Estructura capas en la file geodatabase
Fuente. Elaboración propia

En total se cuenta con 17 capas de información geográfica almacenadas para utilizarlas como insumo de la aplicación para el geoprocésamiento, cada una con la cantidad de elementos provenientes de la capa original descargada, que se relacionan en la siguiente tabla.

Tabla 3 Totalidad de datos estructurados

CAPA	CANTIDAD DATOS
R_TERRENO_202006_IGAC	3143825

CAPA	CANTIDAD DATOS
MAP_AEI_MUSE_20200731_DAPRE	36899
SITIOS_RAMSAR_10082018_MADS	12
HUMEDALES_IAVH_500K_2012	3427
COMPLEJOS_PARAMOS_100K_2012_IAVH	139
PROPUESTA_NUEVAS_AREAS_PARQUES_NATURALES_2018_SPNN	8
RUNAP_REGISTRO_ĂŠNICO_DE_ĂREAS_PROTEGIDAS_2018_SPNN	1323
CONSEJOS_COMUNITARIOS_20200205_ANT	196
ZONAS_RESERVA_CAMPESINA_20190314_ANT	7
SOLICITUD_CONSTITUCION_RESGUARDO_INDIGENA	144
SOLICITUD_AMPLIACION_RESGUARDO_INDIGENA	122
RESGUARDOS_INDIGENAS_20190402_ANT	767
ZRF_SUSTRACCIONES_DEFINITIVAS_31_10_2018_MADS	255
ZRF_LEY_SEGUNDA_1959_31_10_2018_MADS	7
AREAS_MINERAS_ZONA_INFLUENCIA_ANM	2650
AREA_PROYECTO_LICENCIADO_20200101_ANLA	1842
TIERRAS_AGOSTO_180820_ANH	467
TOTAL	3192090

Fuente. Elaboración propia

4.2.2 Visualización Datos

La forma más clara, intuitiva y óptima de conocer los datos geográficos es por medio de un mapa que contenga la información que representa un fenómeno (Olaya, 2014). Por lo tanto su diseño está orientado a asignar un significado específico a las distintas representaciones de los datos y sus símbolos (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1998), para que sean claros, ordenados, tengan un balance visual, contraste y se muestren como un conjunto de datos integrado.

Se elabora un mapa mediante un documento de ArcMap: Mapa_Afectaciones_PrediosRurales_TFM.mxd, donde se despliegan las capas temáticas estructuradas en la base de datos geográfica previamente mencionadas.

Se establece un orden de capas de acuerdo al fenómeno que se está mostrando, el cubrimiento de la capa y la jerarquía para su visualización, dejando en primer lugar la capa predial, con una simbología que no oculte la información que esté por debajo de la misma, luego la capa tipo punto correspondiente a los eventos de Minas Antipersonales (MAP MUSE AEI) y finalmente las capas tipo polígono.

Se define la simbología para cada una de las capas, ya que solo la capa del Mapa de Tierras de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) tiene en su repositorio un layer con la simbología que utilizan dentro de la entidad. Así mismo, se establecen rangos para el control de la visualización de la capa predial R_Terreno, ya que por la cantidad de elementos que esta contiene, su despliegue a una escala nacional consume un alto porcentaje de recursos en memoria del equipo, lo cual aumentaría los tiempos de espera. Para esta capa se define en las propiedades del layer una visualización desde la escala

1:2000, sin embargo, por defecto de deja apagada la capa y que el usuario en el momento que la necesite visualizar, tiene el control para hacerlo.

Adicionalmente, se define la simbología y estilo de las etiquetas o labels y el rango de visualización, de tal forma que a una escala Nacional, no se despliegue la totalidad de etiquetas, ya que no sería claro el mapa y no serían de utilidad a ese nivel.

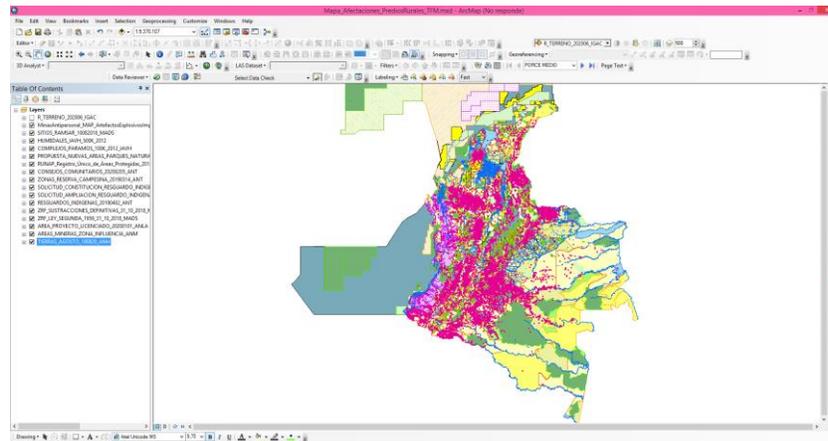


Ilustración 3 Visualización general de las capas temáticas en la base de datos
Fuente. Elaboración propia

En la ilustración anterior, se tiene una muestra gráfica de la representación del conjunto de capas en el mapa a una escala nacional. Esta representación es una propuesta y el usuario tiene la posibilidad de modificarla de acuerdo a sus necesidades, así como la inclusión de un mapa base topográfico, desde el catálogo de ArcGIS Online, para tenerlo como referencia o un servicio de mapas de cartografía básica como el del IGAC.

4.2.3 Calidad de los datos

Dada el aumento en la información geográfica disponible al público, la facilidad de acceso a múltiples fuentes de información y producción de ésta, se hace necesario contar con datos confiables, que estén documentados, cumplan los niveles de exactitud y precisión mínimos establecidos en especificaciones técnicas y que cuenten con estándares de calidad referidos a estándares nacionales e internacionales en la materia, como lo es la norma ISO 19157:2013 y su actualización ISO 19157:2013/Amd 1:2018 que establece los principios para describir la calidad de los datos geográficos, definiendo los componentes, procedimientos, principios y mediciones que deben describir los datos (ISO, 2013), actualmente estas normas se encuentran en revisión y serán reemplazadas por la ISO/AWI 19157-1 que está en proceso de desarrollo. A nivel nacional se cuenta con la Norma técnica Colombiana NTC 5043/2010 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2010) que proporciona los conceptos básicos para describir la calidad de los datos geográficos disponibles en formato digital y análogo; presenta un modelo conceptual que facilita el manejo de la información sobre la calidad de dichos datos geográficos y la NTC 5660/2010 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2010) que establece los parámetros y procesos necesarios para evaluar la

calidad de la información geográfica, con el fin de determinar el grado en que los datos cumplen con los requisitos establecidos en la especificación técnica del producto y que sirvan de base.

De acuerdo al Plan Estratégico Nacional de Producción, Acceso, Uso y Gestión de Información Geográfica (Infraestructura colombiana de Datos Espaciales, 2016), la información geográfica producida por las entidades oficiales, debe garantizar el cumplimiento del nivel de calidad especificado por cada una de las entidades productoras y documentarlo en el respectivo metadato.

Por lo tanto los datos al ser obtenidos directamente del repositorio establecido por la entidad gubernamental productora del dato y tomando en cuenta que no se modifica algún elemento perteneciente al conjunto de datos durante el desarrollo del proyecto, únicamente se compilan en una base de datos geográfica y sobre estos se realizan análisis espaciales, se utilizan los datos asumiendo que cuentan con el nivel de confianza aceptable y requerido para su uso en cada uno de los elementos y subelementos de calidad, de acuerdo a la escala y fenómeno que representan y documentan. Esta información es de importancia, para que el usuario pueda realizar el análisis adecuado de los resultados obtenidos.

Únicamente se realiza al conjunto de datos una validación de la consistencia de formato para poder acceder a los datos, ya que los demás elementos de calidad como el grado de totalidad, consistencia lógica, consistencia temática, exactitud de posición y temporal, solo lo puede evaluar las personas especializadas en cada temática y sus productores, por lo cual se da por cierta la veracidad de la información espacial y atributiva contenida en los mismos y de los métodos y procesos por medio de los cuales se obtuvo.

4.2.4 Metadatos

Un metadato geográfico se lleva a cabo por medio de un proceso sistemático de documentación de los conjuntos de datos (Benavides & Arias Duarte, 2012), que permite conocer la descripción y catalogación de la información geográfica. Esto se debe realizar con base en normas y perfiles definidos por estándares, que permiten la interoperabilidad de los mismos y facilita la organización, búsqueda y localización de la información de manera más precisa, consultándola a través de catálogos de información geográfica contenidos en las IDE para compartir la información.

Es importante conocer y documentar en los metadatos la información del origen de cada capa (Tomlinson, 2003), ya que con estos datos el usuario puede tomar decisiones conscientes con base en la historia del dato, tanto para la elaboración de un mapa como para procesamiento o análisis espacial del mismo.

La norma (ISO 19115:2014/AMD 1:2018. Geographic information - Metadata- Part 1: Fundamentals, 2018), define el esquema requerido para describir los datos geográficos y servicios, dando información de la identificación, extensión, calidad, aspectos espaciales

y temporales, contenido, distribución, entre otras propiedades de los datos geográficos digitales y servicios geográficos, definiendo las secciones obligatorias, opcionales y mínimos requerimientos que deben tener los metadatos que se generen. Esta norma se puede hacer extensible para otro tipo de fuente de datos, como mapas y gráficos.

De acuerdo a los (Lineamientos Técnicos para la Producción y Gestión de Información Geográfica, 2016) de la ICDE, la Información geográfica producida por las entidades oficiales de Colombia debe estar respaldada por su respectivo metadato, siguiendo los lineamientos de la (NTC 4611:2011. Información Geográfica. Metadato Geográfico, 2011), que establece los requisitos del esquema para describir la información geográfica bien sea análoga y digital así como servicios geográficos. Proporciona elementos similares a la ISO 19115, que permiten documentar la información, por medio de secciones como: identificación, calidad, restricciones de uso, mantenimiento, distribución, sistema de referencia, contenido, entre otros.

Para el diligenciamiento de los metadatos y dada la cantidad de información que recopila, existen herramientas disponibles en la web que facilitan su diligenciamiento, en ocasiones extraen propiedades internamente de los datos y realizan validaciones, de acuerdo al estándar o perfil de metadato que se requiera. El FGDC (Federal Geographic Data Committee de los EE. UU.) cuenta con un informe (ISO metadata review, 2009) en su página web, donde compara 11 editores de metadatos. Aunque la fecha de elaboración es del año 2009, muestra las características que cada uno tiene para la versión que relacionan, lo cual da un panorama de las aplicaciones existentes y un punto de partida para la consulta y selección de alguno.

ArcGIS cuenta con la opción para diligenciar los metadatos de los diferentes productos geográficos, haciéndolos parte integral del elemento. Los metadatos se almacenan en la misma ubicación que los datos del elemento de la forma que sea apropiada para su tipo de datos. Por ejemplo, los metadatos se almacenan en la misma ubicación en un disco que los datos de un shapefile en un archivo XML complementario. Para elementos de geodatabase, los metadatos se almacenan en las tablas del sistema de geodatabase (ESRI, 2019).

ArcGIS permite acceder a los metadatos en formato XML, seleccionar o intercambiar el estándar que requiera el usuario, porque cuenta con el modelo del CSDGM (Content Standard for Digital Geospatial Metadata), del Comité federal de datos geográficos (FGDC), de ISO 19139, de metadatos del Perfil norteamericano y todo el contenido de metadatos INSPIRE y un modelo interno propio del sistema de ArcGIS, donde se describen los datos asociados al elemento y genera vistas en miniatura, adjuntos y propiedades detalladas de elementos de ArcGIS; esta información es para uso interno de ArcGIS, pero no se incluye en los perfiles y estándares de metadatos oficiales cuando se seleccionan como estándar para la visualización. Cuando el usuario selecciona un modelo de metadatos diferente al del sistema, es posible validar los metadatos para

realizar un control de calidad, importar un metadato existente que se encuentre en formato XML, exportar al mismo formato el metadato del elemento o imprimirlo.

La forma como se puede cambiar de estilo de metadatos, es como se muestra en la siguiente ilustración, por medio de las Opciones de ArcMap para los mapas y ArcCatalog para la información de bases de datos, capas, herramientas o cualquier elemento que se diligencie el metadato desde el catálogo de ArcGIS.

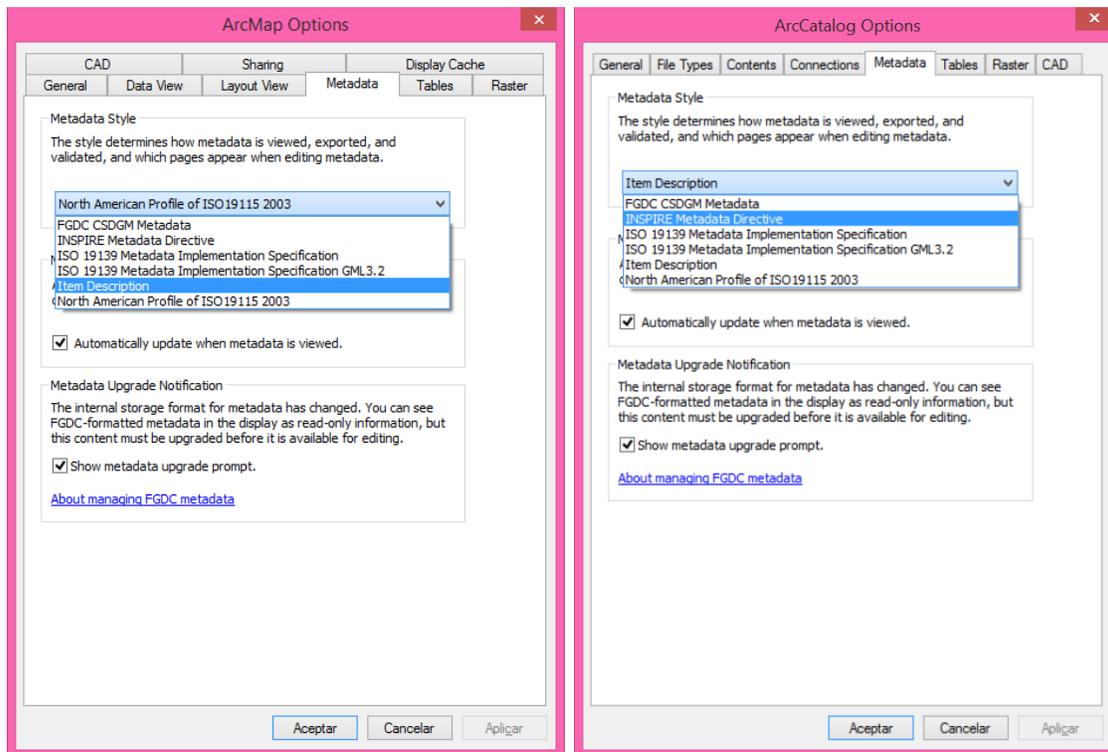


Ilustración 4 opciones para cambiar estándar de metadatos en ArcGIS
Fuente. Elaboración propia

En el marco del proyecto se diligencian los metadatos asociados a las capas de la base de datos geográfica para los casos donde la información original no disponía de esos datos, así como para el mapa elaborado en el documento de ArcMap, por medio de la herramienta de descripción de ítems propia del sistema ArcGIS, creando una muestra gráfica y relacionando un resumen, descripción del elemento, autor, créditos, limitaciones de uso, palabras clave y extensión de la información geográfica. En la siguiente ilustración se muestran algunos ejemplos de la visualización de los metadatos creados en ArcGIS para las capas geográficas. De igual forma el usuario los puede consultar desde el catálogo, en la descripción de ítem de cada capa.

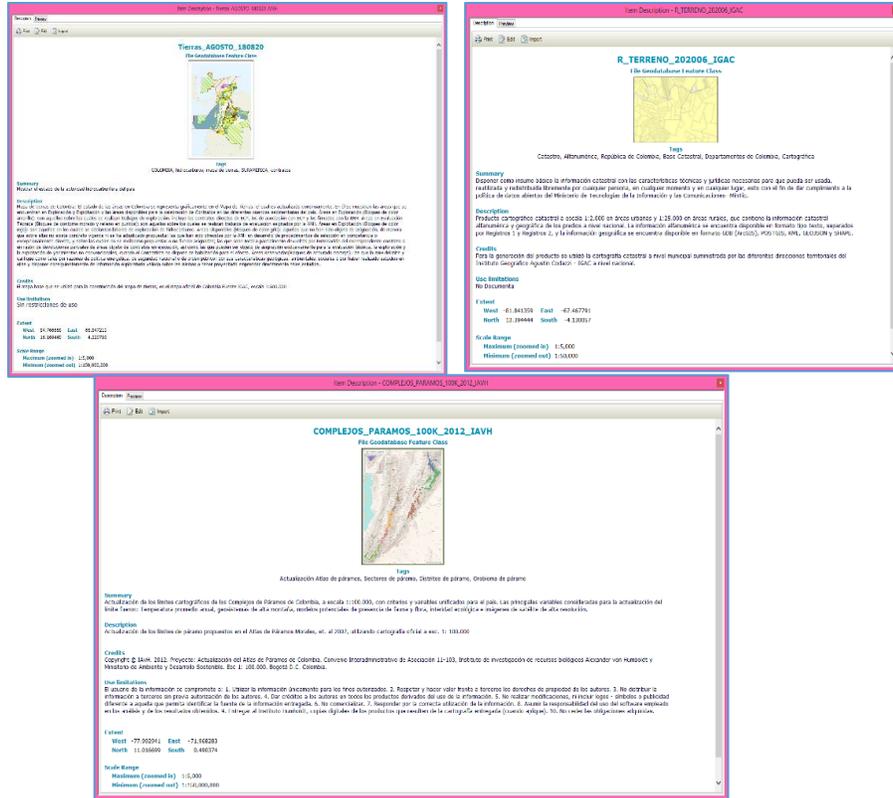


Ilustración 5 Muestra gráfica metadatos capas temáticas
Fuente. Elaboración propia

La siguiente ilustración muestra el metadato creado para el mapa y la muestra gráfica generada del conjunto de datos dispuesto en el mismo. Se puede consultar en las propiedades del documento de ArcMap, y el programa genera un archivo .xml que se muestra en los Anexos.

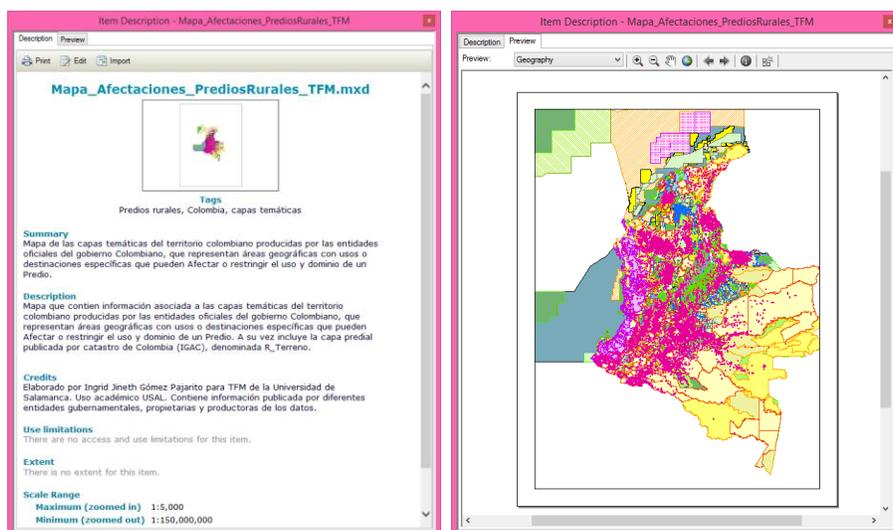


Ilustración 6 Metadato del Mapa en ArcGIS
Fuente. Elaboración propia

4.3 Análisis Espacial

Para estudiar los fenómenos que se representan por medio de información geográfica, es necesario estudiar, conocer y procesar el conjunto de datos de las capas de interés, para obtener y presentar los resultados adecuados de acuerdo a los objetivos planteados que permitan llevar a cabo un análisis de los mismos orientado a una toma de decisiones.

Consiste en la búsqueda de relaciones entre los elementos de análisis y sus atributos, lo cual lleva a determinar cierto comportamiento, empleando modelos ya establecidos y comprobados o bien ajustados a las condiciones del contexto analizado o incluso, la creación de nuevos modelos (Morales, Ledesma-A, Coronel, & Metternicht, 2012).

Según el (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1998), el análisis de la información espacial de tipo vectorial, se puede clasificar principalmente en los siguientes procesos:

- Análisis de redes, que permite estudiar información relacionada al conjunto de datos estructurado como una red por medio de líneas, nodos y atributos que interactúan entre sí espacialmente. Ejemplo para realizar estudios de una red vial, se requiere conocer los sentidos, orientaciones, intersecciones, giros, velocidades permitidas, etc.
- Análisis de Superposición, que estudia el comportamiento y relación espacial de dos o más conjuntos de datos y las relaciones atributivas que se generen a partir de esta. Algunas operaciones espaciales básicas relacionadas a este tipo de análisis, son la Unión, intersección, identidad, eliminación, actualización, extracción.
- Análisis de proximidad, que consiste en estudiar el comportamiento en un área de influencia a una distancia dada del conjunto de datos.

Adicionalmente a estos se puede incluir el análisis de atributos del conjunto de datos, que puede modificar el comportamiento o ser un parámetro de decisión al momento de realizar alguno de los procesos mencionados anteriormente.

4.3.1 Geoprocesamiento

Parte llevar a cabo el análisis de la información espacial o de un fenómeno específico, se debe integrar la información geográfica con el conjunto de operaciones y herramientas necesarias para obtener el resultado deseado, lo cual corresponde a realizar geoprocesamientos de la información.

Como la finalidad del proyecto consiste en realizar una aplicación que permita realizar el análisis de los datos de forma automática, la cantidad de veces que lo requiera el usuario, con la posibilidad de utilizar diferentes datos de partida, con la mínima

interacción o conocimiento avanzado por parte del usuario de las herramientas específicas de análisis espacial, se debe realizar un modelo de geoprocésamiento, que agrupe toda las herramientas necesarias en el procesamiento y genere un resultado al que accederá el usuario para su posterior análisis.

4.3.1.1 Modelo de geoprocésos

En ArcGIS se pueden elaborar modelos de geoprocésamiento, que consisten en la conexión de una secuencia de herramientas, alimentando la salida de una herramienta como entrada de otra (ESRI, 2019) y por medio de la interfaz "ModelBuilder" se crean los modelos. Como los modelos son herramientas que internamente agrupan más herramientas, es posible incorporar modelos dentro de modelos, definiendo unos parámetros de entrada y salida que permiten interactuar con la herramienta.

Las herramientas de geoprocésamiento realizan operaciones pequeñas pero esenciales en los datos geográficos y se almacenan en cajas de herramientas, a las que se puede acceder a través de la ventana ArcToolbox o localizando su ubicación dentro del disco en la ventana ArcCatalog.

Para construir el modelo se pueden utilizar las herramientas preexistentes dentro del sistema en ArcToolbox o construir archivos de secuencia de comandos (script) en el lenguaje de programación Python. El cual es un lenguaje de programación gratuito, multiplataforma y de código abierto que es rápido, potente, amigable y fácil de aprender, en (python, 2020) se puede encontrar toda la información relacionada a este lenguaje de programación. Las funciones y herramientas de ArcGIS se encuentran en la biblioteca ArcPy de Python, lo cual brinda múltiples posibilidades para desarrollar programas y modelos asociados a la información geográfica.

Los diagramas de los modelos para interpretarlos de forma intuitiva, tienen una simbología asociada a los tipos de elemento que representan: herramientas, scripts, variables, conectores. Cuando las variables y herramientas no tienen algún valor de entrada para su ejecución, se visualizan en blanco dentro del esquema, indicando que aún no está listo para ejecutarse, pero si existen valores por defecto previamente agregados al modelo, los colores de la simbología cambian a azules para las variables, anaranjados para las herramientas y verdes para los datos derivados, todo esto se puede configurar en las propiedades del diagrama del modelo dentro de Model Builder y es útil en el proceso de creación y diseño para tener un control de calidad del mismo, a medida que se ejecutan los procesos. Se puede definir cuales valores corresponden a Parámetros, es decir que son valores que el usuario debe ingresar. Es posible definir un valor inicial por defecto para el parámetro

Para crear el modelo personalizado del proyecto, se crea una Caja de Herramientas, la cual se denomina App_Reporte_AfectacionPredio_TFM_IJGP.tbx, dentro de esta se crea el modelo de geoprocésos principal, que será la aplicación que ejecutará el usuario, denominada "Afectaciones Predio Reporte". También se crea un subconjunto

de herramientas denominado "Subprocesos", para almacenar las herramientas adicionales que se crearon de forma independiente pero que se ejecutan dentro del modelo principal, que corresponden al modelo de geoprocursos denominado "Afectaciones Predio" y a las dos herramientas creadas en secuencias de comandos de python denominadas "tablasHtml" y "Zoom". En la siguiente Ilustración se muestra como es la estructura de la caja de herramientas personalizada donde se almacena la aplicación como un modelo de geoprocuremento.

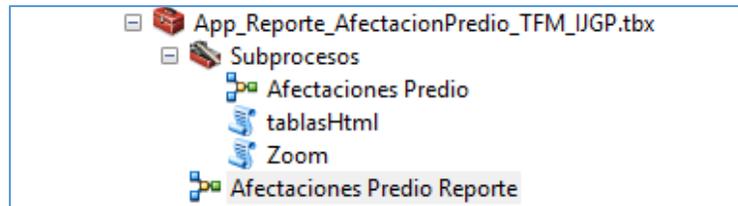


Ilustración 7 Estructura herramientas de la aplicación
Fuente. Elaboración propia

A continuación se describe la secuencia de procesos de cada uno de los modelos diseñados, los cuales se pueden visualizar como diagramas en las siguientes ilustraciones, o accediendo desde la caja de herramientas a la opción de edición de cada uno de las herramientas creadas. No se va a detallar los requerimientos funcionales o datos de partida, ya que estos se explicaran en la sección resultados del presente documento.

- Modelo de procesamiento Afectaciones Predio Reporte:

Es el modelo principal que va a ejecutar el usuario y que recibe los datos de partida para cada uno de los parámetros definidos de entrada y muestra los resultados definidos como parámetro de salida.

El proceso que se modela en esta herramienta inicia con la solicitud de los datos de partida establecidos como parámetro que se despliegan en la interfaz del usuario.

En la ruta definida por el usuario, con el nombre indicado por el usuario, se crea una File geodatabase (GDB).

Con la GDB creada, se procede a seleccionar el predio a estudiar con base en el valor de atributo y campo del layer de la capa predial, dados por el usuario o establecido por defecto (para el caso del campo y la capa predial que se encuentran previamente desplegadas en el mapa), en el caso que el usuario no lo modifique y se almacena el resultado en la GDB. En este punto se realiza una verificación de la selección de algún elemento de la capa, para continuar con el proceso, de lo contrario, si durante la selección no se encontró algún registro, por lo tanto está vacío el resultado, se detiene el proceso.

Si el proceso continúa, se le adiciona al predio seleccionado un campo tipo doble para calcular el valor del área del predio; se realiza el cálculo del área geodésica en metros cuadrados, ya que la capa se encuentra en coordenadas geográficas y se llama a la herramienta personalizada de secuencia de comandos "Zoom" para acercar la visualización de la capa en el data frame actual del documento de mapas desde donde se ejecutó la aplicación.

Una vez se ha calculado el valor de área del predio, se ejecuta dentro del modelo el subproceso contenido en la herramienta denominada "Afectaciones Predio". Esta herramienta requiere como parámetros de entrada el predio seleccionado, el listado de capas temáticas con las cuales se va a realizar el análisis espacial y el valor del campo con el cual se realizó la selección.

Como resultado de la ejecución de la herramienta de subproceso, se tiene las capas con los elementos que presentan alguna afectación espacial del área del predio seleccionado. Con estas capas se ejecuta la herramienta de secuencia de comandos "tablas Html", que crea un reporte en formato html y lo guarda en la ruta de almacenamiento definida por el usuario.

- Modelo de procesamiento subproceso Afectaciones Predio

Este modelo recibe como parámetros de entrada una capa de predio seleccionado, el valor del campo que identifica el predio seleccionado y un grupo de capas para realizar el análisis.

Inicia extrayendo los valores del área del predio seleccionado y la ruta de almacenamiento, para utilizarlos después como variables en línea de otros procesos.

Se agrega al modelo un iterador de múltiples valores de las capas temáticas, para repetir la ejecución del modelo hasta que el iterador recorra todas las capas.

A cada una de las capas temáticas se le crea un campo para calcular un ID, ya que por la diversidad de la naturaleza de los datos, es necesario estandarizar un identificador de los datos de las capas para los procesamientos.

Se realiza una intersección del predio seleccionado con cada una de las capas temáticas recibidas como parámetro y se disuelve la capa tomando como referencia el Campo ingresado por el usuario y el ID de la capa creado en el paso anterior. Esto se realiza porque una intersección genera múltiples polígonos, cuando el área de la capa temática cruza en diferentes zonas el predio, el traslape no es continuo, así tengan los mismos atributos.

Se realiza un conteo de los datos presentes en la capa disuelta para adicionar un campo donde se calcula el porcentaje de intersección de la capa con respecto al área del predio, únicamente a las capas que tienen información. El cálculo del área se

realiza con un código de bloque donde se identifica si la capa es de tipo polígono, línea o punto y de esta manera realizar el cálculo que corresponda.

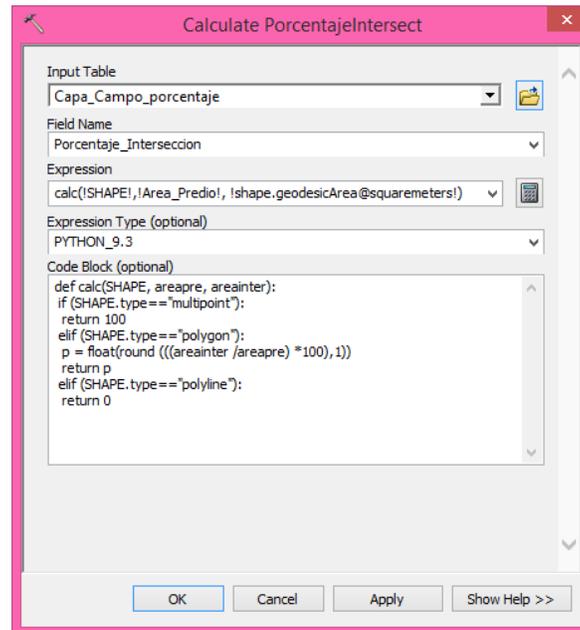


Ilustración 8 Cálculo porcentaje intersección
Fuente. Elaboración propia

Se le realiza un join de los campos originales de la capa temática a la capa disuelta con base en el campo Id creado inicialmente, ya que en el proceso de disolver, solo toma los atributos con base en los cuales se disuelve y por la diversidad de capas temáticas y atributos, no es posible incluirlos en su totalidad en ese proceso, ya que se busca es tener un proceso genérico e independiente de los datos temáticos.

De acuerdo al conteo de elementos que se realizó previamente a la capa disuelta, se ingresa este dato como precondition para Recoger las capas y mostrarlas como parámetro de salida y desplegarlas en el mapa. Al tener un iterador el modelo, es necesario recolectar los valores de salida para utilizarlos en el proceso principal

Finalmente se eliminan los campos ID creados de forma temporal para el procesamiento.

- Secuencia de comandos (Script) de Python tablasHtml

Se crea una secuencia de comandos con nombre "tablasHtml", que recibe como parámetros las tablas de datos o de capas temáticas y la ruta de almacenamiento del archivo html que se va a crear.

Se crea una archivo .py en el directorio local para editar el código desde un editor amigable y que visualmente se verifique la indexación y condiciones propias del código que se va a implementar. Es un archivo se referencia en las propiedades de

la secuencia de comandos y luego de realizar pruebas que confirmen la correcta ejecución del proceso, se importan los códigos fuente a la herramienta, para que queden inmersos en el Script y no sea necesario direccionar a un archivo que los contiene.

Inicialmente se crea el archivo .html en la ruta de almacenamiento recibida como parámetro y se denomina de forma estándar como "Afectaciones_<valor numero predial>.html". En caso de existir en el directorio de almacenamiento un archivo con el mismo nombre, lo reemplazará

Se crean los títulos y notas que va a llevar el documento HTML, definiendo el estilo que van a tener.

Se recorre con un ciclo for las tablas para solo reportar aquellas que tienen información, por lo tanto son capas que tienen un porcentaje de afectación en el área del predio y se excluyen algunos campos en el reporte, que no son necesarios mostrarlo.

Se dejan notas de aclaración respecto al porcentaje de intersección, cuando se trate de una capa temática tipo punto o tipo línea ya que para los puntos siempre será 100% y las líneas no tienen porcentaje de intersección por no corresponder a una afectación de tipo polígono que permita establecer con respecto al área del predio el área de afectación.

Se reporta la fecha y hora de consulta se guarda y se abre automáticamente el archivo en el explorador de archivos web que tenga en su computador.

Se aclara que el porcentaje de intersección de la capa temática con el predio que se refleja en las tablas, es un valor aproximado dadas las posibles diferencias de escala y precisión entre la capa de la base de datos Catastral de predios rurales y la escala y precisión de las capas temáticas con las cuales se traslapa. Esta información es de referencia y se debe contactar con cada una de las entidades oficiales encargadas de los datos, para su notificación oficial.

A continuación se muestra una muestra gráfica del código implementado, ya que por la extensión del mismo no es viable incluirlo dentro del desarrollo del presente documento. En los anexos se encuentra completo.

Ilustración 9 Muestra gráfica Secuencia de comandos tablasHtml Fuente. Elaboración propia

- Secuencia de comandos (Script) de Python Zoom

Se crea una secuencia de comandos con nombre “Zoom”, que recibe como parámetros el predio seleccionado y se ejecuta con un documento de ArcMap abierto.

Al igual que en la anterior secuencia de comandos, se crea una archivo .py en el directorio local para editar el código desde un editor amigable y que visualmente se verifique la indexación y condiciones propias del código que se va a implementar.

Se definen los comandos para adicionar el layer al mapa en la primera posición, se toma la extensión de la capa y se realiza un acercamiento a dos veces la escala y paneo a esa extensión.

A continuación se muestra una muestra gráfica del código implementado, por su dimensión no se deja como anexo.

Ilustración 10 Secuencia de comandos Zoom Fuente. Elaboración propia

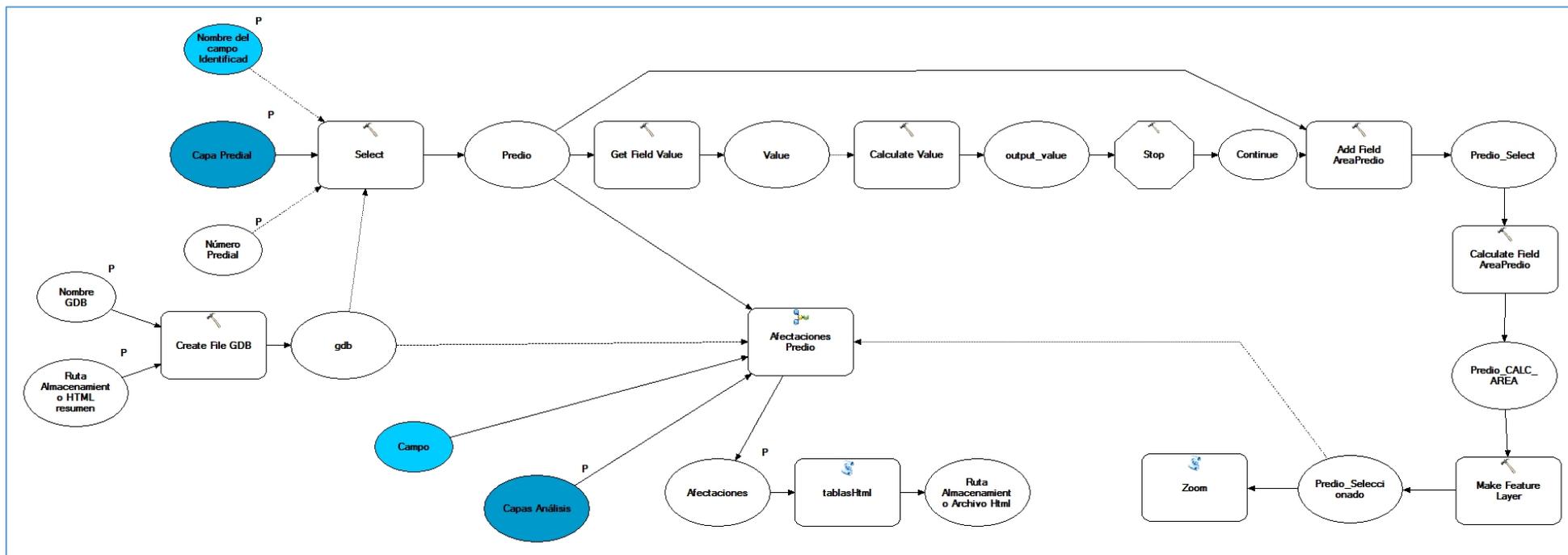


Ilustración 11 Diagrama general modelo geoprocresamiento principal
Fuente. Elaboración propia

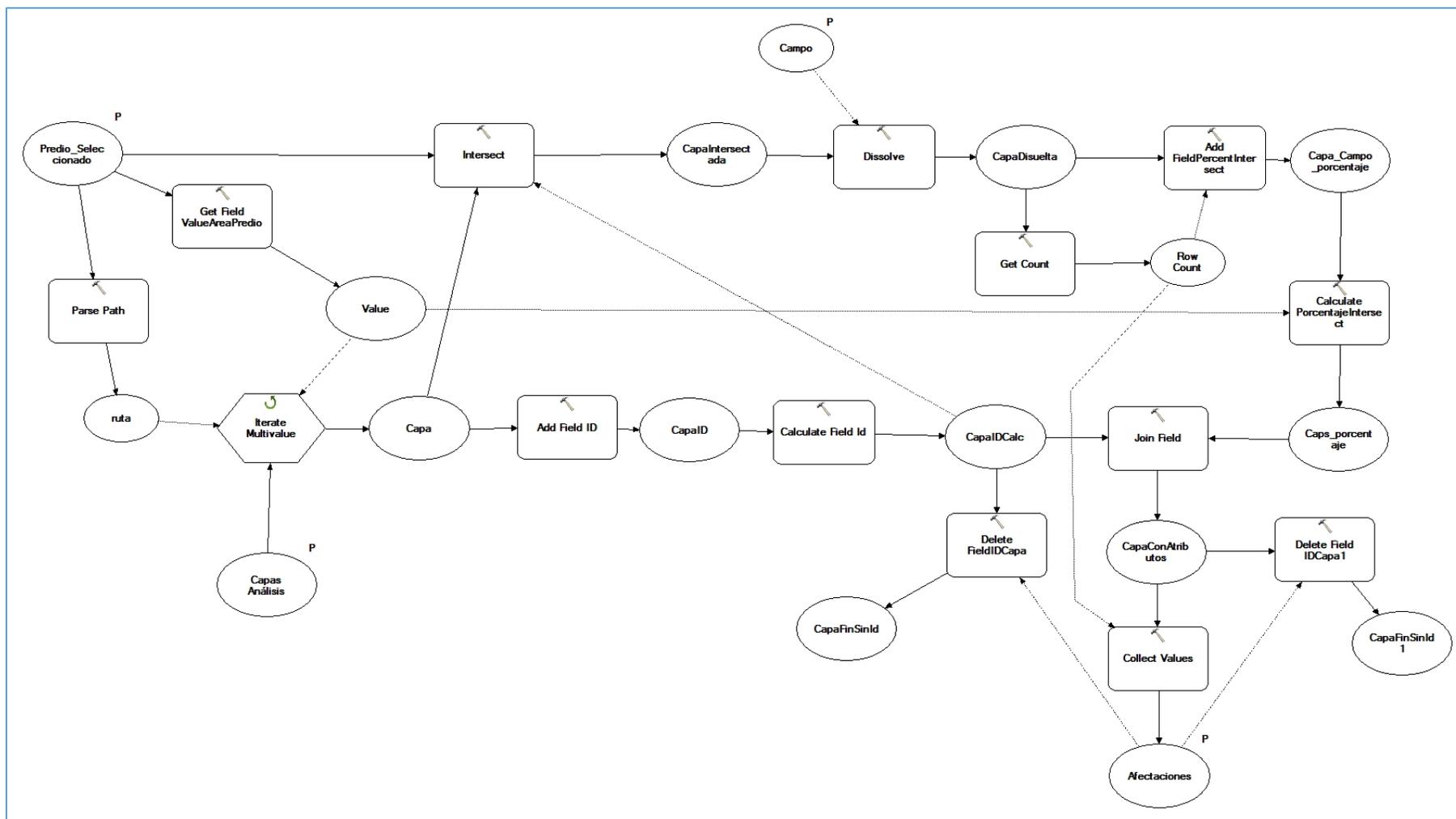


Ilustración 12 Diagrama general modelo del subproceso geoprocesamiento
 Fuente. Elaboración propia

4.3.1.2 Metadatos

Se diligencian los metadatos en ArcGIS por medio de la descripción de ítems nativo del sistema, para cada uno de los modelos del geoprocesamiento, así como para los script de Python creados. El sistema requiere que se describan los parámetros de entrada y salida que componen los modelos, se indique el uso del elemento, resumen, créditos, palabras claves y limitaciones o restricciones de uso.

En la siguiente Ilustración se realiza una muestra gráfica del metadato para el modelo de geoprocesamiento principal denominado "Afectaciones Predio Reporte". Sin embargo, el metadato completo se puede consultar por medio de la opción "Ayuda de la Herramienta" que se muestra al ejecutar el modelo de geoprocesamiento. Esta opción despliega en un archivo .htm con toda la información del metadato; adicionalmente, cada sección de la descripción del metadato se muestra en la interfaz de la aplicación creada, a medida que selecciona un elemento o parámetro de ingreso de datos.

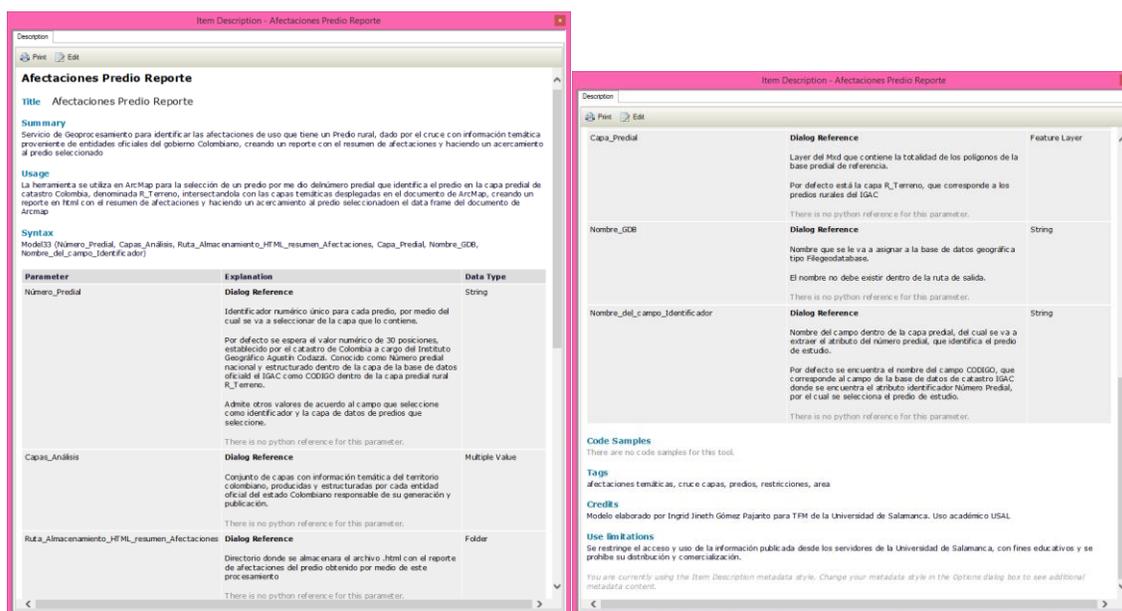


Ilustración 13 Muestra gráfica diligenciamiento metadato modelo principal Fuente. Elaboración propia

Se crean metadatos para los siguientes elementos, que se anexan al presente documento:

- Modelo de procesamiento Afectaciones Predio Reporte
- Modelo de procesamiento subproceso Afectaciones Predio
- Script de Python tablasHtml
- Script de Python Zoom

4.4 Distribución

Para compartir o distribuir la aplicación, los datos geográficos y el mapa, se crea un Paquete de Mapas, el cual es un formato de archivos de ESRI que permite comprimir toda la información asociada en un solo archivo con extensión (.mpk) (ESRI, 2020)

Se decide utilizar este paquete de mapas adicionando la caja de herramientas como anexo al paquete en su configuración y no utilizar el paquete de geoprocresamiento, ya que la secuencia de comandos para hacer Zoom a la capa seleccionada utiliza la propiedad "Current" del dataframe del mapa, lo cual genera un conflicto en el paquete de geoprocresamiento porque no asocia el documento de ArcMap como un componente de la caja de herramientas.

Esta opción se encuentra en el menú Archivo, compartir, como paquete de mapas y al ejecutarla se despliega una ventana de diálogo donde se debe configurar la ruta de almacenamiento del paquete o si se tiene una cuenta en ArcGis Online para que se almacene allí, así como la fuente de los archivos cuando provienen de un servidor.

Como el documento de ArcMap tiene previamente diligenciada la información asociada al metadato del mismo, en la opción Descripción de Ítem reconoce automáticamente los datos de resumen, etiquetas, acceso y restricciones de uso y créditos. Es necesario y una buena práctica diligenciar las propiedades del documento antes de compartir el mapa.

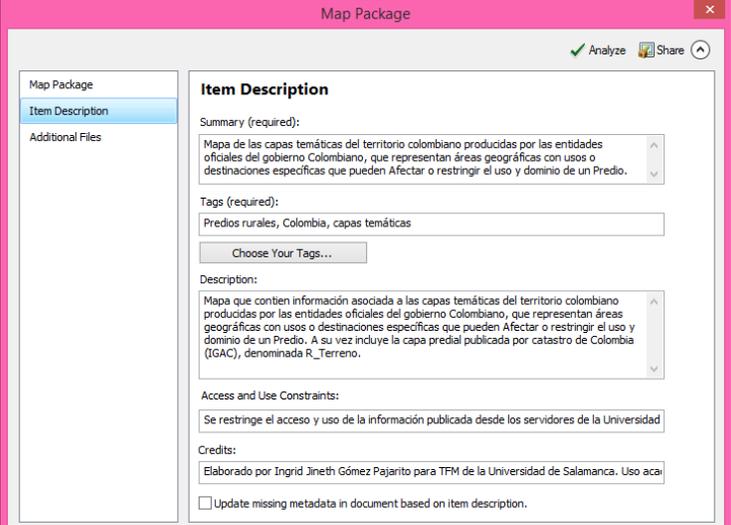


Ilustración 14 Configuración Paquete de Mapas, descripción ítems Fuente. Elaboración propia

En la opción de configuración de Archivos adicionales, se incluye la caja de herramientas App_Reporte_AfectacionPredio_TFM_IJGP.tbx que contiene el modelo y submodelo que ejecuta la aplicación de geoprocresamiento.

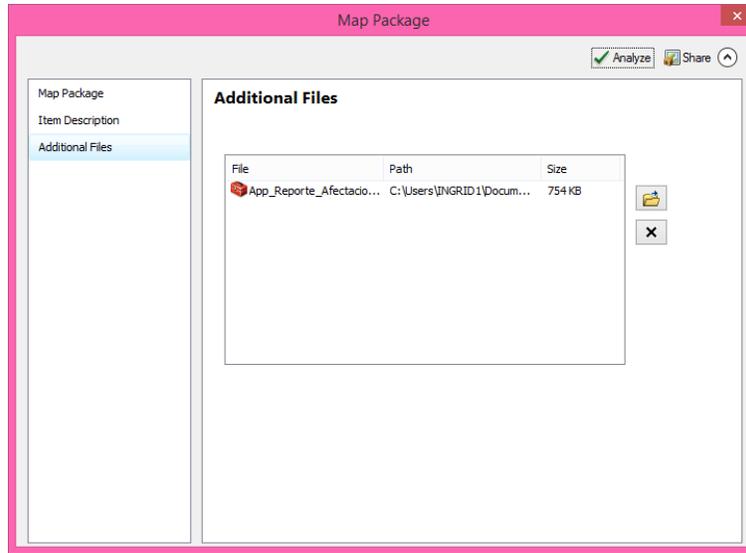


Ilustración 15 Configuración Paquete de Mapas, Archivos adicionales Fuente. Elaboración propia

Antes de compartir el Paquete de mapas, se debe realizar un Análisis, para verificar que no existan errores que impidan el adecuado empaquetamiento. Para el caso del mapa del proyecto, no muestra errores ni advertencias, como se evidencia en la siguiente ilustración, por lo cual se procede a Compartir para crear el paquete de mapas.

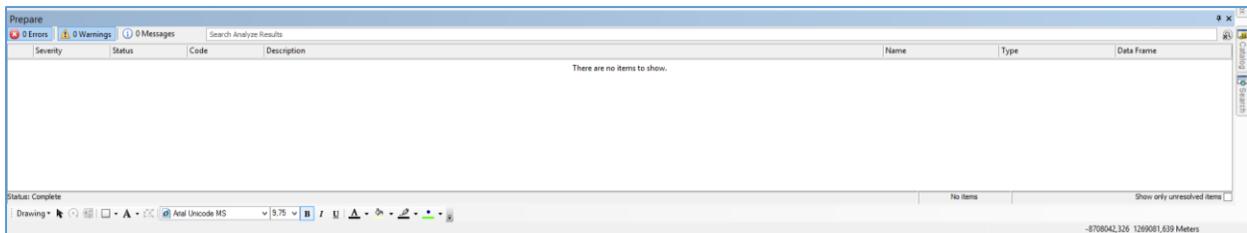


Ilustración 16 Configuración Paquete de Mapas, Análisis Fuente. Elaboración propia

Finalmente se obtiene un archivo .mpk que contiene toda la información vinculada en el mapa y la caja de herramientas con la aplicación del geoprocesamiento, listo para compartir con los usuarios de interés.

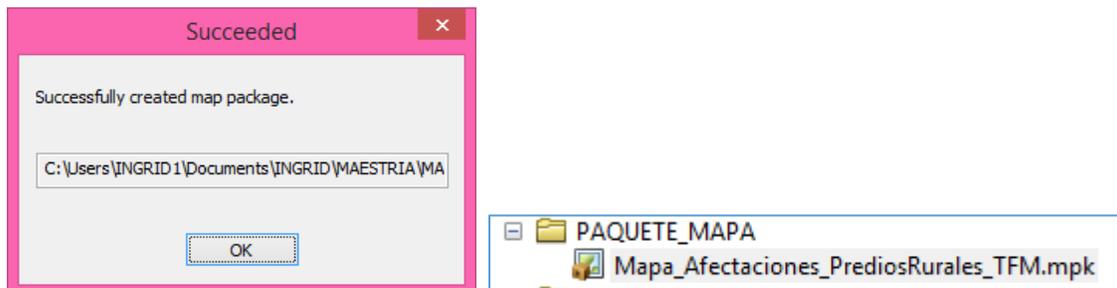


Ilustración 17 Paquete de Mapas para compartir la aplicación Fuente. Elaboración propia

Para su uso, el usuario ejecuta en un computador que tenga ArcGis instalado el paquete de mapas y automáticamente este se descomprime en la carpeta estándar de MisDocumentos\ArcGIS\Packages\Mapa_Afectaciones_PrediosRurales_TFM, abriendo el mapa y dando acceso a la base de datos geográfica que almacena los datos de partida y a la aplicación de geoprocresamiento. Para más detalles se deja un Anexo a este documento con el manual de usuario.

5 RESULTADOS

Como resultado principal de llevar acabo la metodología expuesta en la sección anterior de este documento, se obtiene una Aplicación de geoprocresamiento denominada "Afectaciones Predio Reporte", localizada dentro de una caja de herramientas App_Reporte_AfectacionPredio_TFM_IJGP.tbx, que cumple con el objetivo propuesto de identificar las afectaciones espaciales que tiene el uso de un predio rural, con base en la información temática reportada por las entidades gubernamentales y la capa predial, determinando el porcentaje de intersección dentro del área del predio.

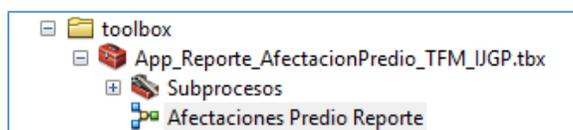


Ilustración 18 Estructura carpetas localización de la aplicación
Fuente. Elaboración propia

A continuación se relacionan los datos de partida, requerimientos funcionales y resultados esperados al ejecutar la aplicación.

5.1 Datos de partida

- Documento de ArcMap, de preferencia el que se encuentra dentro del conjunto de datos del paquete que contiene la aplicación Mapa_Afectaciones_PrediosRurales_TFM.mpk o algún otro documento de ArcMap con la siguiente información previamente adicionada:
 - Capa desplegada en el documento de ArcMap de tipo polígono que contiene los predios rurales. Por defecto está adicionada la capa R_Terreno del IGAC de Colombia con la visibilidad apagada hasta la escala 1:1.000 para rendimiento en la visualización de la información. Es posible adicionar una capa diferente o un servicio WFS al documento de ArcMap.
 - Capas geográficas temáticas desplegadas en el documento de ArcMap que se utilizaran como referente para realizar el análisis espacial de afectación del predio rural respecto a estas. Por defecto se encuentran asociadas todas las capas temáticas almacenadas en la base de datos geográfica y

desplegadas en ArcMap. Es posible adicionar una capa diferente o un servicio WFS al documento de ArcMap.

- Base de datos geográfica con el conjunto de datos de las capas temáticas y de los predios rurales. Se encuentra dentro del conjunto de datos del paquete.
- Caja de herramientas donde se encuentra la aplicación para realizar el análisis de las afectaciones. Se encuentra dentro del conjunto de datos del paquete.
- Directorio en disco con permisos de escritura y espacio para almacenar resultados

5.2 Requerimientos Funcionales

La aplicación App_Reporte_AfectacionPredio_TFM_IJGP.tbx se requiere ejecutar en el software ArcGIS versión 10.x, dentro de un documento de ArcMap con capas geográficas previamente adicionadas.

Se recomienda tener configurado ArcGIS en idioma Ingles. Lo puede realizar desde Inicio / Programas/ArcGIS/ArcGIS Administrator, en la ventana de diálogo seleccionar el botón Avanzado (Advanced):

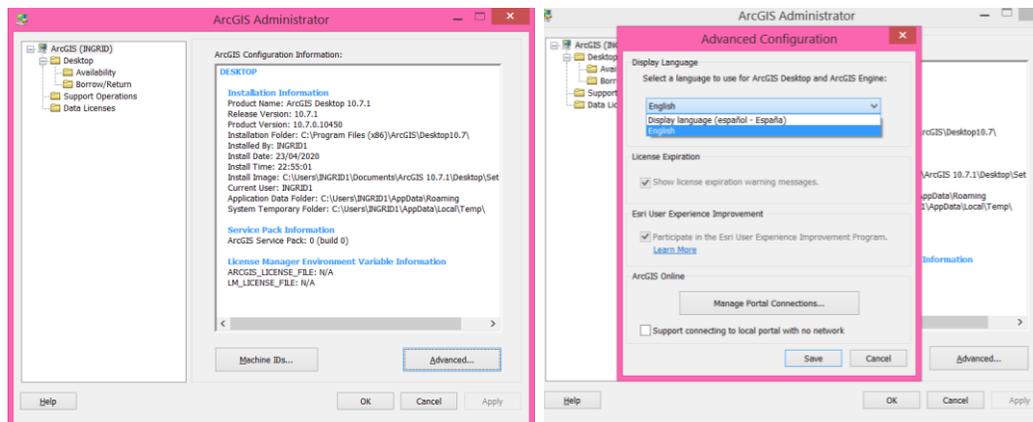


Ilustración 19 Configuración Idioma ArcGIS
Fuente. Elaboración propia

La herramienta "Afectaciones Predio Reporte.tbx" debe permitir al usuario configurar los siguientes elementos que se visibilizan en la siguiente ilustración:

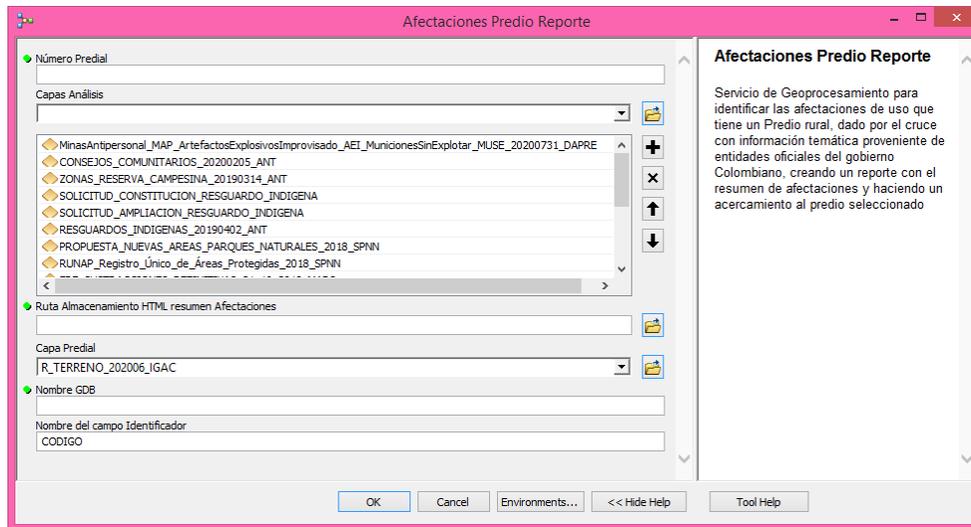


Ilustración 20 Interfaz inicial de la aplicación
Fuente. Elaboración propia

- Seleccionar el layer de la capa predial de entrada, que será sobre el cual se hará el análisis espacial con respecto a las capas temáticas (Capa Predial)
- Escribir el valor del atributo del campo que identifica al polígono que será objeto del análisis de afectación. (Número Predial)
- Escribir el nombre del campo de la capa que contiene el valor de identificación mencionado en el ítem anterior. (Nombre del Campo identificador)
- Agregar o eliminar los layer de las capas temáticas del listado de capas, las cuales serán utilizadas para realizar el análisis espacial de la afectación que cada una tiene con respecto al predio de estudio. (Capas Análisis)
- Seleccionar el directorio en disco donde se almacenará el reporte de resultado y la base de datos geográfica donde el geoprocesamiento almacenará las capas temáticas con los elementos que intersectan el predio. (Ruta Almacenamiento HTML resumen Afectaciones)
- Acceder a la descripción de cada una de las funcionalidades de la aplicación por medio del botón de ayuda de la herramienta.(Tool Help)

El usuario puede iniciar o cancelar el proceso del geoprocesamiento para ejecutar el análisis de afectaciones de las capas temáticas seleccionadas sobre el predio de estudio identificado.

El geoprocesamiento se puede ejecutar con las capas apagadas dentro del documento de ArcMap. No tiene alguna relevancia para el análisis espacial.

El usuario debe tener permisos de escritura en la carpeta seleccionada para almacenamiento de los resultados.

El usuario debe tener acceso dentro del paquete de la aplicación el subconjunto de herramientas denominado Subprocesos.tbx y en lo posible evitar la modificación de su ubicación o nombre, ya que el modelo principal lo tiene vinculado como referencia. En el caso de modificar la ruta o el nombre de alguno de estos archivos, debe redireccionarlos dentro del modelo, de lo contrario no funcionará la aplicación.

En la siguiente ilustración se muestra como se visualizan los datos diligenciados en la interfaz de usuario de la aplicación.

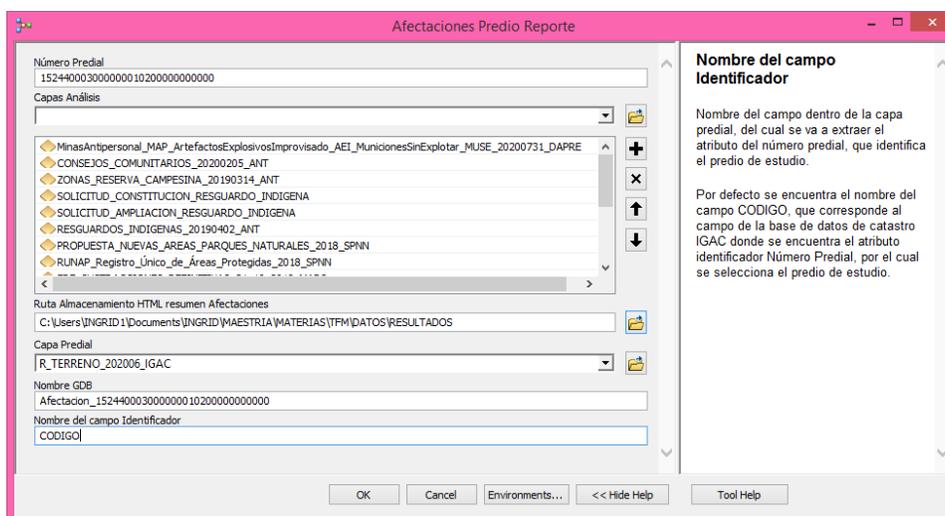


Ilustración 21 Interfaz de la aplicación diligenciada
Fuente. Elaboración propia

5.3 Resultados Esperados

En el directorio seleccionado por el usuario en los datos de partida se almacenarán los siguientes elementos de resultado:

- Archivo tipo Html del reporte de capas que afectan espacialmente al predio identificado en los datos de partida, almacenado en la ruta indicada por el usuario en los datos de partida. El archivo tendrá un nombre asignado por defecto, compuesto por "Afectaciones_<número predial o identificador seleccionado por el usuario>.html". Este archivo se abrirá inmediatamente finalice satisfactoriamente la ejecución del proceso.

El reporte se compone de una primera sección, donde se muestra el título del documento y dos notas aclaratorias, que indican que el porcentaje de intersección de la capa temática con el predio que se refleja en las tablas, es un valor aproximado dadas las posibles diferencias de escala y precisión entre la capa de la base de datos Catastral de predios rurales y la escala y precisión de las capas temáticas con las cuales se traslapa. Adicionalmente se indica que la información es de referencia y se debe contactar con cada una de las entidades oficiales encargadas de los datos, para su notificación oficial.

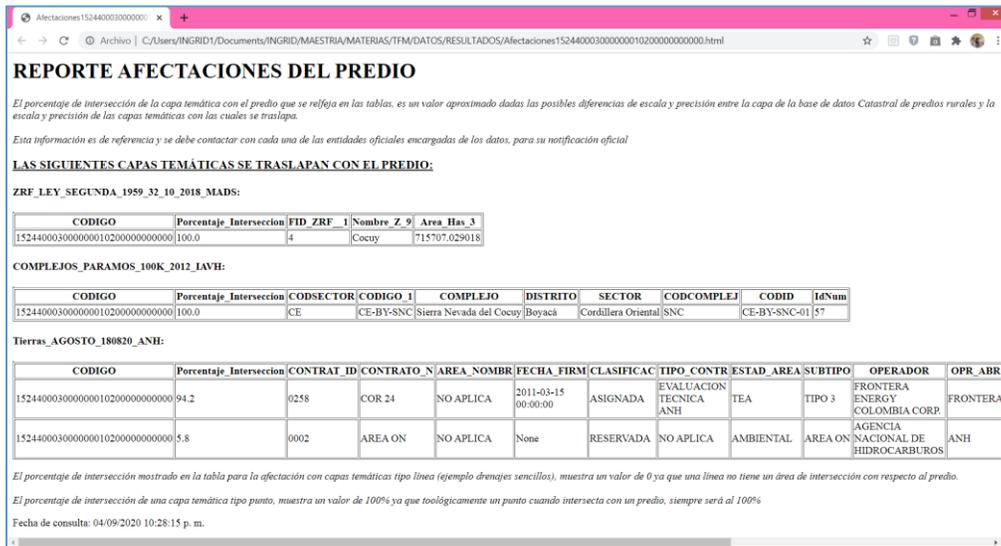


Ilustración 22 Reporte en HTML
Fuente. Elaboración propia

En la segunda sección se muestra el resultado del análisis espacial realizado, donde se relacionan las capas que presentan algún porcentaje de intersección con el predio de estudio, visualizando los atributos de la capa temática correspondiente. En la última sección se muestran unas notas aclaratorias acerca de la interpretación del porcentaje de intersección cuando se trata de una capa temática tipo punto o tipo línea, así como la fecha de consulta de la información relacionada en el reporte.

- Base de datos geográfica tipo Filegeodatabase nombrada como indicó el usuario en la interfaz de la aplicación, con la siguiente información:
 - Capa tipo polígono denominada predio_seleccionado del polígono predial seleccionado como objeto de estudio.
 - Capas resultado del análisis espacial de intersección con el predio de estudio identificado por el usuario en los datos de partida. En los atributos se encuentra un campo con el porcentaje de intersección con el predio indicado en los datos de partida.

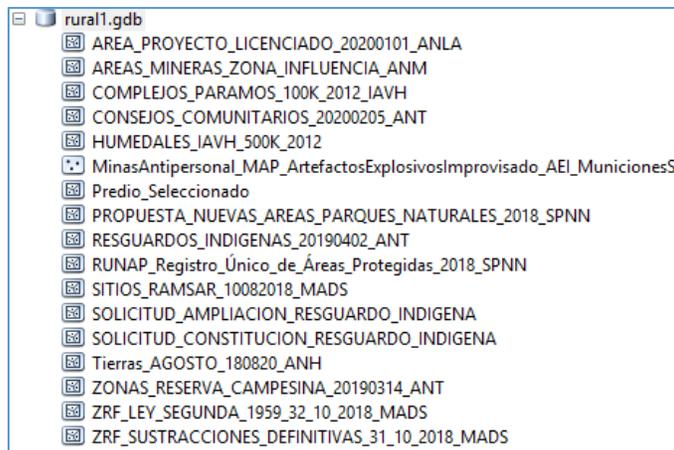


Ilustración 23 Base de datos geográfica con las capas que afectan al predio
Fuente. Elaboración propia

En el caso que el número Predial (identificador para seleccionar el predio a estudiar) no se encuentre dentro de los valores de atributo de la capa, el proceso se detiene.

Se despliegan en la tabla de contenido del documento de ArcMap el predio rural identificado para el estudio, haciendo un acercamiento al mismo a dos veces el tamaño de su extensión y una simbología predefinida en el archivo layer definido previamente en el modelo. No obstante el usuario puede manipular con las herramientas de ArcMap la visualización y los datos de acuerdo a su interés. De igual forma se despliegan las capas temáticas que afectan al predio una vez realizado el geoprocesamiento del análisis espacial, con una simbología de borde rojo sin relleno.

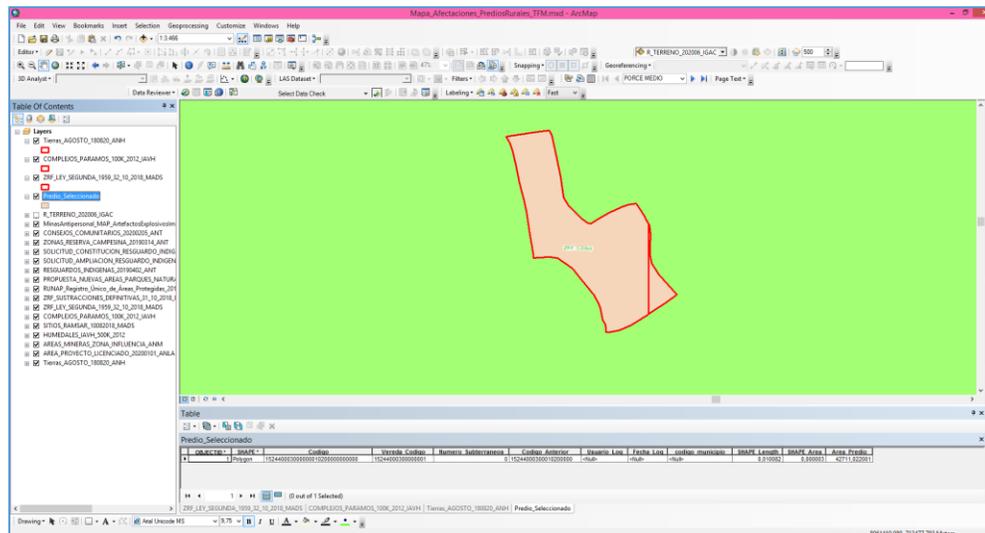


Ilustración 24 Predio seleccionado para el estudio y capas que lo afectan
Fuente. Elaboración propia

6 DESARROLLOS A FUTURO

Se plantean algunos de los posibles desarrollos a futuro para la aplicación desarrollada en el presente proyecto. No obstante por el esquema de trabajo de modelos, es posible implementar diversas funcionalidades al modelo o utilizarlo como parte de un proceso dentro de otro modelo que se esté desarrollando, con los parámetros de salida y entrada que tiene. Para lo cual no se deja asignada alguna contraseña a la aplicación principal ni a los subprocesos, con la finalidad que se puedan complementar o modificar de requerirse.

Vinculación de los resultados a un servicio de correspondencia o notificaciones, para solicitar información a las entidades oficiales que emiten la información asociada a las capas temáticas, para que certifiquen la existencia o no de la afectación sobre el predio rural seleccionado.

Es importante cuando se generan bases de datos geográficas, mapas, geo servicios, establecer un periodo de revisión, actualización o mantenimiento, tanto de los datos como de las herramientas. Es por esto que es útil diseñar herramientas que comprueben actualizaciones de las capas en los servicios publicados de las fuentes de datos oficiales, genere la alerta y dependiendo el uso, realizar la actualización de la información almacenada en las capas y se actualice de esta forma en la aplicación con una novedad de fecha de modificación en los metadatos.

Se puede modificar el estilo del reporte de salida en html, incluso dar opciones para seleccionar el tipo de formatos del archivo de salida que requiera el usuario, como xls, csv, html.

Desde la aplicación generar salidas finales de mapas donde se visualice el predio de estudio con la capa temática que está mostrando una afectación producto del análisis espacial e incluirlo en los reportes. Sin embargo, al generar las capas dentro de una base de datos geográfica en disco y tenerlas desplegadas en el documento de ArcMap, actualmente el usuario puede definir su plantilla de trabajo y generar estos mapas.

Modificar el diseño o la organización de las funcionalidades de la interfaz de la aplicación al ejecutar el modelo de procesamiento, con programación de Python o la elaboración de una Add-In para crear el geoprocésamiento como un plug-in de ArcMap. Ya que model builder por defecto organiza los menús en la interfaz.

Publicar el geoprocésamiento para incluirlo dentro de una página o visor de mapas web que permita ejecutar el proceso sin necesidad de tener localmente los datos de partida o interactuar solo consumiendo el servicio de la aplicación y de los mapas publicados. Accediendo por medio de un cliente ligero a los servicios alojados en un servidor de ArcGis Server de la organización, por medio de la creación de un servicio de procesamiento (WPS).

7 CONCLUSIONES

Se desarrolló la Aplicación que permite determinar el porcentaje de afectación de una capa temática en el área de un predio rural, para Colombia. Obteniendo resultados esperados en cuanto al reporte de la información que muestra el porcentaje de afectación de cada una de las capas temáticas con respecto al predio así como sus atributos para identificar cual dato de la capa es el que afecta el predio. La visualización y la posibilidad de compartirlo como un paquete con los usuarios que lo requieran para llevar a cabo sus análisis con base en esta información se ejecutaron satisfactoriamente en todas las pruebas realizadas.

Se generó la documentación relacionada con la aplicación, como son los metadatos de todos los productos generados y la creación del manual del usuario, para tener un uso adecuado de la misma.

Con el desarrollo del presente trabajo fue posible la aplicación de los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de los estudios y la motivación para investigar y adoptar nuevos conocimientos en las nuevas tecnologías y herramientas, que integradas con el análisis y conocimiento de diferentes disciplinas se pueden modelar procesos para disminuir tiempos de procesamiento, hacer más eficientes los procesos que puedan ser repetitivos o masivos y la obtención de resultados para una toma de decisiones informada.

Es importante contar con fuentes de datos confiables, oficiales, que tengan un metadato de la información geográfica que están produciendo, para conocer el dato original y obtener con el uso de la aplicación resultados confiables y una interpretación de los mismos adecuada y encaminada a informar con veracidad acerca de las condiciones de un predio.

Se obtuvieron los datos necesarios de información geográfica relacionada al proyecto, por medio de las diferentes plataformas de publicación por medio de geoservicios o disposición de archivos de las entidades de gobierno, debido a la actual política de datos abiertos que pretende permitir el acceso a los mismos vía web, para su uso y procesamiento, alineado con una de las políticas de la ICDE que es la construcción de conocimiento, por medio del uso de esta información.

La aplicación quedó desarrollada con un modelo de geoprocésamiento independiente de las fuentes de datos, solo se requiere tener acceso a unos layer desplegados en un mapa, por lo tanto se puede ampliar su uso y su alcance no necesariamente se limitaría a datos de Colombia.

El uso de modelos de procesamiento dentro de otro modelo de procesamiento principal, facilita la actualización o mejora de las aplicaciones, ya que no quedan todos los procesos almacenados en una sola herramienta. Ese submodelo también es funcional

para ejecutarlo si no se requiere la creación de un reporte ni una visualización y solo desde el usuario el acceso a las capas con los atributos de porcentaje de afectación.

Considerando la cantidad de herramientas que dispone ArcGIS para realizar análisis de información en 2D y 3D, sumado a las plataformas de servicios online y las extensiones que tiene, sigue siendo una opción robusta para el desarrollo de aplicaciones de geoprocесamiento.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Asamblea Nacional constituyente. (3 de Julio de 1991). Constitución Política de Colombia. *Constitución Política de Colombia*. Bogotá, Colombia.
- Barriga Vargas, R., Andrade Leiva, C., & Lazo, J. M. (2012). Almacenamiento de la Información Geográfica. En M. Á. Bernabé Poveda, & C. M. López Vázquez, *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales* (págs. 107-116). Madrid, España: UPM Press.
- Benavides, D. I., & Arias Duarte, L. P. (2012). En M. Á. Bernabé Poveda, & C. M. López Vázquez, *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales* (págs. 145-153). Madrid, España: UPM Press.
- Congreso de Colombia. (16 de Diciembre de 1959). Ley 2 de 1959. *Ley 2 de 1959*. Bogotá, Colombia.
- Congreso de Colombia. (4 de Marzo de 1991). Ley 21 de 1991. *DIARIO OFICIAL. AÑO CXXVII. N. 39720. 6, MARZO, 1991. PÁG. 1*. Bogotá, Colombia.
- Congreso de Colombia. (27 de Agosto de 1993). Ley 70 de 1993. *Diario Oficial No. 41.013, de 31 de agosto de 1993*. Quibdó, Chocó, Colombia.
- Congreso de Colombia. (22 de Diciembre de 1993). Ley 99 de 1993. *Ley 99 de 1993*. Bogotá, Colombia.
- Congreso de Colombia. (3 de Agosto de 1994). Ley 160 de 1994. *DIARIO OFICIAL. AÑO CXXX. N. 41479. 5, AGOSTO, 1994. PAG. 1*. Bogotá, Colombia.
- Congreso de Colombia. (18 de Julio de 1997). Ley 388 de 1997. *Ley 388 de 1997*. Ibagué, Colombia.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (Agosto de 2018). Guía para la anonimización de bases de datos en el Sistema Estadístico Nacional. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/sen/registros-administrativos/guia-metadatos.pdf>
- ESRI. (2019). *El formato de metadatos de ArcGIS*. Recuperado el Agosto de 2020, de ArcMap: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.7/manage-data/metadata/the-arcgis-metadata-format.htm>
- ESRI. (2019). *Un paseo introductorio por el geoprocetamiento*. Recuperado el Agosto de 2020, de ArcMap: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.7/analyze/main/a-quick-tour-of-geoprocessing.htm>
- ESRI. (Agosto de 2020). *ArcGIS Desktop - ArcMap*. Obtenido de ArcGIS Desktop: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.7/map/working-with-arcmap/creating-a-map-package.htm>
- ESRI. (2020). *Introducción a ArcGIS*. Recuperado el Agosto de 2020, de ArcGIS Resources: <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm#:~:text=ArcGIS%20es%20un%20completo%20sistema,compartir%20y%20distribuir%20informaci%C3%B3n%20geogr%C3%A1fica.&text=Si%20hace%20tiempo%20que%20utiliza,permiten%20realizar>

- ESRI. (2020). *Qué es una geodatabase de archivos*. Recuperado el Agosto de 2020, de ArcMap: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.7/manage-data/administer-file-gdbs/file-geodatabases.htm>
- Federal Geographic Data Comitee. (2009). *ISO metadata review*. Obtenido de FGDC.GOV: <https://www.fgdc.gov/metadata/iso-metadata-editor-review>
- Hernández Faccio, J. M., & Flores de Cuellar, E. (2012). Características de La Información Geográfica. En M. Á. Bernabé Poveda, & C. M. López Vázquez, *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales* (págs. 69-73). Madrid, España: UPM Press.
- Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales. (2016). *Lineamientos Técnicos para la Producción y Gestión de Información Geográfica*. Bogotá, Colombia: ICDE. Obtenido de ICDE: <http://www.icde.org.co/sites/default/files/LINEAMIENTOS%20TECNICOS%20PARA%20PRODUCCION%20Y%20GESTION%20DE%20IG.pdf>
- Infraestructura colombiana de Datos Espaciales. (2016). *Plan Estratégico Nacional de Producción, Acceso, Uso y Gestión de Información Geográfica*. Bogotá, Colombia: ICDE.
- Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales. (2017). *¿Qué es la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales?* Recuperado el Agosto de 2020, de ICDE-Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales: <http://www.icde.org.co/quienes-somos/-que-es-la-icde>
- Infraestructura colombiana de Datos Espaciales. (2017). *Marco de Referencia Geoespacial*. Recuperado el Agosto de 2020, de ICDE - Infraestructura colombiana de Datos Espaciales: http://www.icde.org.co/Marco_de_Referencia_Geoespacial
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2010). *Información Geográfica. Conceptos Básicos de la calidad de los datos geográficos*. Bogotá, Colombia: ICONTEC. Obtenido de <https://docplayer.es/73239143-Norma-tecnica-colombiana-5043.html>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2010). *Información geográfica. Evaluación de la calidad. Procesos y medidas*. Bogotá, Colombia: ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2011). *NTC 4611:2011. Información Geográfica. Metadato Geográfico*. Bogotá, Colombia: ICONTEC.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1998). *Principios Básicos de Cartografía Temática*. Bogotá, Colombia.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (28 de Enero de 2005). Resolución 068 de 2005. *Adopción Datum oficial de Colombia*. Bogotá, Colombia.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (4 de Febrero de 2011). Resolución 070 de 2011. *Resolución 070 de 2011*. Bogotá, Colombia.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (08 de Agosto de 2018). *Infraestructura de Datos Espaciales - IGAC*. Recuperado el Agosto de 2020, de IGAC: <https://www.igac.gov.co/es/ide>
- ISO. (Diciembre de 2013). *ISO 19157:2013 Geographic information — Data quality*. Recuperado el 08 de 2020, de ISO: <https://www.iso.org/standard/32575.html>

- ISO. (Febrero de 2018). *ISO 19115:2014/AMD 1:2018. Geographic information - Metadata- Part 1: Fundamentals*. Obtenido de ISO: <https://www.iso.org/standard/53798.html>
- Ministerio de Agricultura. (7 de Diciembre de 1995). Decreto 2164 de 1995. *Decreto 2164 de 1995*. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2019). *Aprender sobre datos*. Recuperado el Agosto de 2020, de Datos Abiertos Colombia: <https://herramientas.datos.gov.co/es/content/aprender-sobre-datos-0>
- Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (20 de Septiembre de 2007). Decreto 3600 de 2007. *Decreto 3600 de 2007*. Bogotá, Colombia.
- Morales, A., Ledesma-A, M., Coronel, C., & Metternicht, G. (2012). Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales. En M. Á. Bernabé Poveda, & C. M. López Vázquez, *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales* (págs. 117-129). Madrid, España: UPM Press.
- Olaya, V. (16 de Octubre de 2014). *Sistemas de Información Geográfica*. Obtenido de <https://github.com/volaya/libro-sig>
- Presidencia de la República de Colombia. (1 de Julio de 2010). Decreto 2372 de 2010 Nivel Nacional. *Decreto 2372 de 2010*. Bogotá, Colombia.
- Presidencia de La República de Colombia. (26 de Mayo de 2015). Decreto 1076 dr 2015. *Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Bogotá, Colombia.
- python. (2020). *Acerca de: python*. Recuperado el Agosto de 2020, de python WEb Site: <https://www.python.org/about/>
- Tomlinson, R. (2003). *Thinking About GIS: geographic information system planning for managers*. Redlands, California, Estados Unidos: ESRI.
- Uribe B., C. (2007). *Consolidación del Marco Conceptual el Sistema de Información Ambiental de Colombia SIAC*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

9 ANEXOS

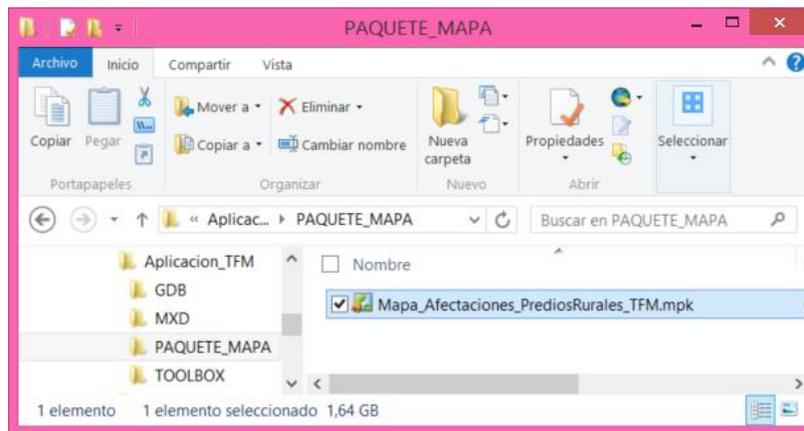
9.1 Manual del Usuario

MANUAL DE USUARIO

A continuación se muestra el procedimiento para utilizar la aplicación para la determinación de afectaciones al uso de los predios rurales de Colombia.

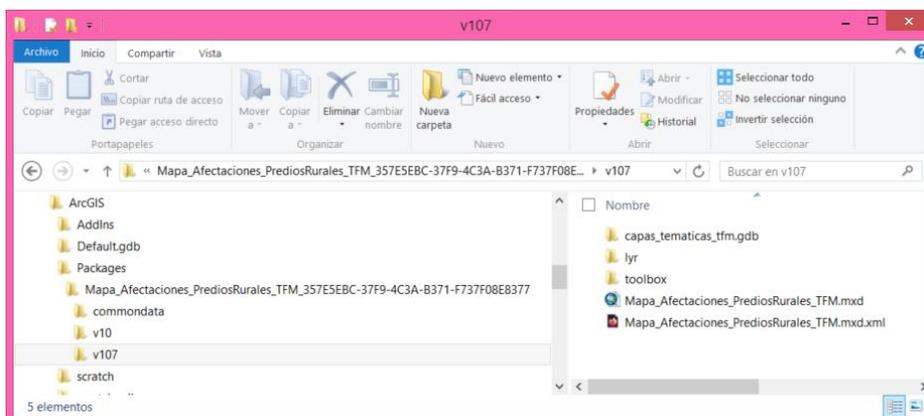
Los requerimientos funcionales se explican en el contenido principal del documento, en el apartado 5.1.

Para iniciar la ejecución de la aplicación y si es la primera vez que la va a utilizar, debe ejecutar en su computador el archivo de Paquete de Mapas Mapa_Afectaciones_PrediosRurales_TFM.mpk que la contiene.



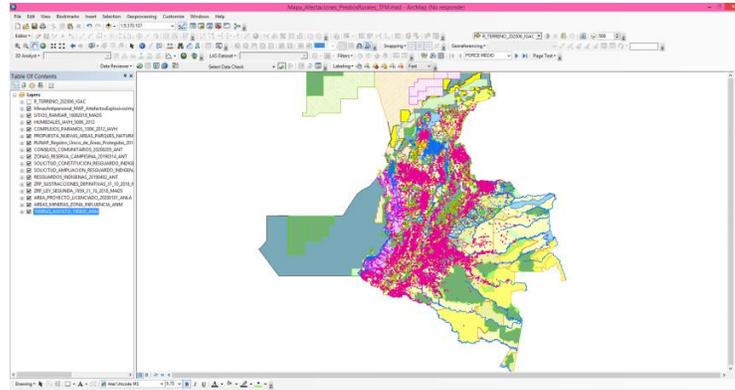
Directorio archivo Paquete de mapas. Fuente. Elaboración propia

Esto descomprimirá los archivos contenidos en el paquete, que corresponden al mapa, la base de datos geográfica con la capa predial y las capas temáticas de Colombia, de interés para el estudio y la caja de herramientas App_Reporte_AfectacionPredio_TFM_IJGP.tbx que contiene la aplicación del geoprocresamiento. Los datos quedarán almacenados por defecto en la ruta de su equipo C:\Users\NOMBRE_EQUIPO\Documents\ArcGIS\Packages\Mapa_Afectaciones_PrediosRurales_TFM_...., como se muestra a continuación.



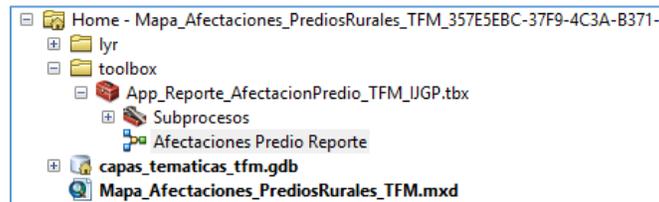
Estructura archivos paquete descomprimido. Fuente. Elaboración propia

Automáticamente se desplegará en un documento de ArcMap el mapa Mapa_Afectaciones_PrediosRurales_TFM.mxd, con los datos de los layers desplegados direccionados a la base de datos geográfica del paquete, como se muestra a continuación.



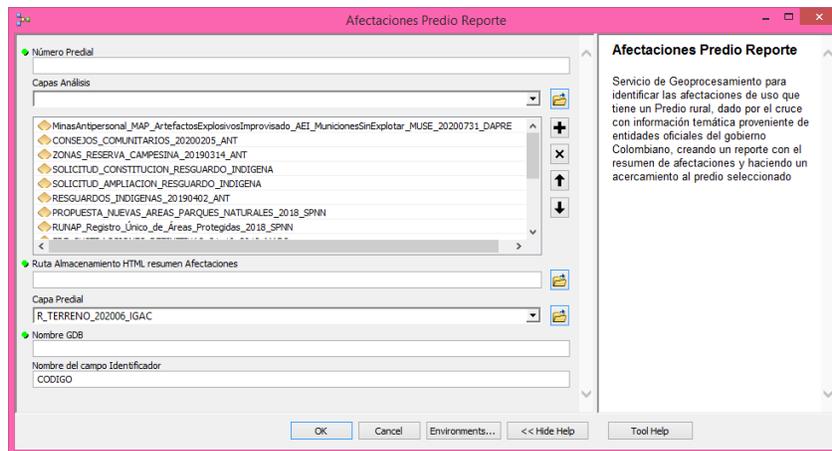
Mapa de la aplicación. Fuente. Elaboración propia

En la ventana del Catálogo se ejecuta la aplicación que se encuentra dentro de la carpeta toolbox, la caja de herramientas App_Reporte_AfectacionPredio_TFM_IJGP.tbx, como se muestra en la siguiente ilustración.



Estructura almacenamiento caja de herramientas. Fuente. Elaboración propia

Ejecute la aplicación "Afectaciones Predio Reporte ". El sistema desplegará la interfaz principal como una ventana para ingresar los datos necesarios para su ejecución:



Interfaz inicial de la aplicación. Fuente. Elaboración propia

En la ventana se muestran en blanco los parámetros que debe diligenciar y los que tienen un valor predefinido se pueden modificar. En esta ventana el usuario debe:

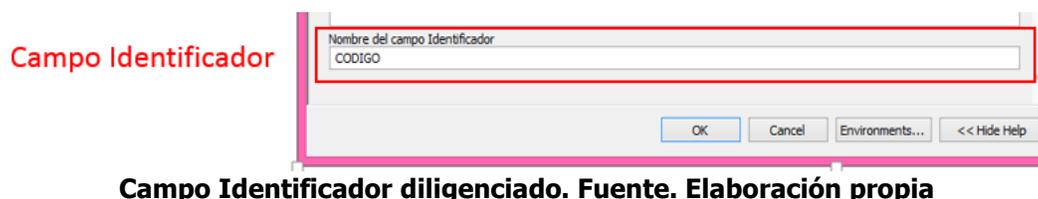
- Escribir el valor del atributo del campo que identifica al polígono que será objeto del análisis de afectación. Por defecto si utiliza la capa predial desplegada en el mapa, que corresponde a la capa predial rural de catastro IGAC, se espera un valor numérico de 30 posiciones que identifica el Código o número predial nacional.



- Seleccionar el layer de la capa predial de entrada, que será sobre el cual se hará el análisis espacial con respecto a las capas temáticas. Por defecto se encuentra la capa R_Terreno del IGAC. Si va a utilizar esta fuente de datos, no es necesario modificar este valor del campo.

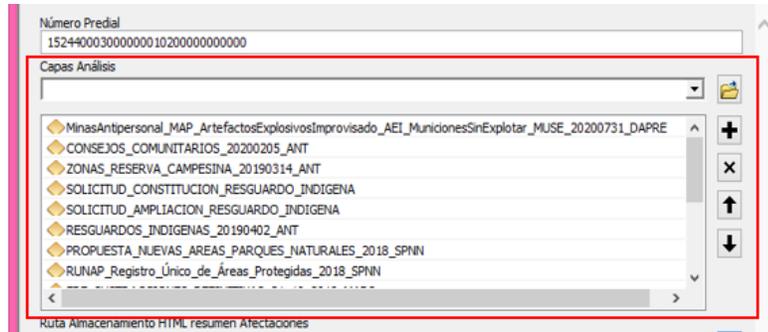


- Escribir el nombre del campo de la capa que contiene el valor de identificación mencionado en el ítem anterior. Por defecto se encuentra el campo "CODIGO" que hace referencia a la capa R_Terreno del IGAC. Si va a utilizar esta fuente de datos, no es necesario modificar este valor del campo.



- Agregar o eliminar los layer de las capas temáticas del listado de capas, las cuales serán utilizadas para realizar el análisis espacial de la afectación que cada una tiene con respecto al predio de estudio.

Capa Análisis



Campo Capas análisis diligenciado. Fuente. Elaboración propia

- Seleccionar el directorio en disco donde se almacenará el reporte de resultado y la base de datos geográfica, donde el geoprocésamiento almacenará las capas temáticas con los elementos que intersectan el predio. Debe tener permisos de escritura en la carpeta seleccionada para almacenamiento de los resultados.

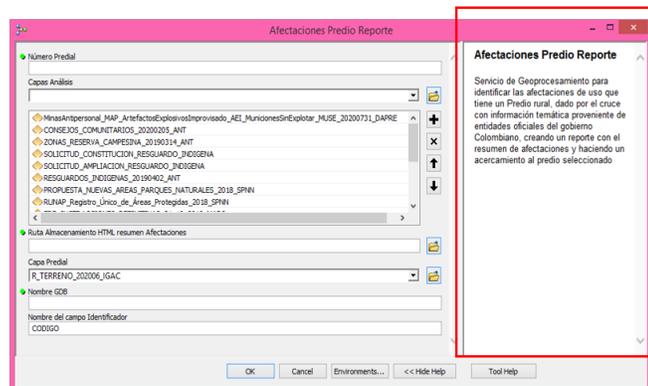
Ruta Almacenamiento



Campo ruta almacenamiento diligenciado. Fuente. Elaboración propia

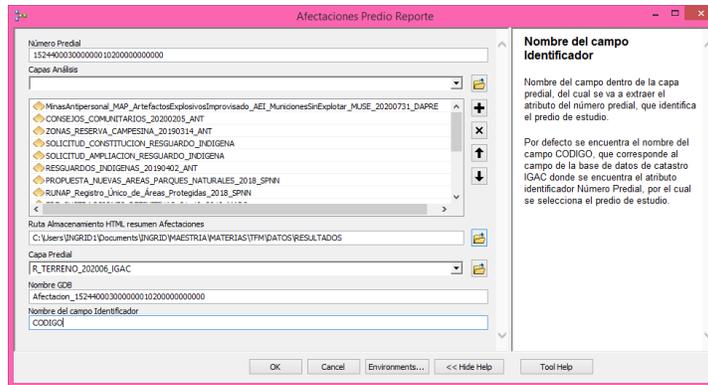
- Acceder al metadato o descripción de cada una de las funcionalidades de la aplicación por medio del botón de ayuda de la herramienta (Tool Help) o a la derecha de la ventana se muestra la ventana de ayuda, con una descripción del campo en el que el usuario ubique el cursor para ingresar un valor.

Caja de descripción de la aplicación y de cada uno de los campos a diligenciar



Descripción de la aplicación. Fuente. Elaboración propia

En la siguiente ilustración se muestra como se visualizan en conjunto, los datos diligenciados en la interfaz de usuario de la aplicación.



Interfaz de la aplicación diligenciada. Fuente. Elaboración propia

Una vez diligenciada la totalidad de parámetros solicitados por la aplicación y se encuentre seguro de ejecutar el proceso, lo puede realizar por medio del botón OK. El usuario puede cancelar el proceso del geoprocesamiento por medio del botón Cancel.

El geoprocesamiento se puede ejecutar con las capas apagadas dentro del documento de ArcMap. No tiene alguna relevancia para el análisis espacial.

Al momento de iniciar el proceso de ejecución, el programa ArcGIS inicia el geoprocesamiento. En caso de encontrar alguna inconsistencia en los datos diligenciados, como es el caso de no existir el valor del número predial o el nombre del campo dentro de la capa predial seleccionada, el proceso se detendrá.

Cuando finaliza el procesamiento, se despliega automáticamente en un explorador de archivos web, el reporte con el resumen de las capas temáticas que presentan algún porcentaje de afectación sobre el área del predio, similar al de la siguiente ilustración. Este reporte queda almacenado en la ruta indicada por el usuario y se denomina "Afectaciones_<valor numero predial>.html. En caso de existir en el directorio de almacenamiento un archivo con el mismo nombre, lo reemplazará

REPORTE AFECTACIONES DEL PREDIO

El porcentaje de intersección de la capa temática con el predio que se refleja en las tablas, es un valor aproximado dado las posibles diferencias de escala y precisión entre la capa de datos Catastral de predios rurales y la escala y precisión de las capas temáticas con las cuales se trabaja.

Esta información es de referencia y se debe contactar con cada una de las entidades oficiales encargadas de los datos, para su verificación oficial.

LAS SIGUIENTES CAPAS TEMATICAS SE TRASLAPAN CON EL PREDIO:

ZRF_LEV_SEGUNDA_1999_32_10_2018_MADS:

CODIGO	Porcentaje Intersección	FID_ZRF_1	Nombre_Z_9	Area_Has_3
152440003000000010200000000000	100.0	1	Cocuy	121577.029018

COMPLEJO PARAMOS_100K_2012_IAYE:

CODIGO	Porcentaje Intersección	CODSECTOR/CODIGO_1	COMPLEJO	DISTRITO	SECTOR	CODCOMPLEJ	CODID	IdNum
152440003000000010200000000000	100.0	CE	CE-BY-SNC	Sierra Nevada del Cocuy/Boyacá	Cordillera Oriental/SNC	CE-BY-SNC-01	157	

Tierras_AGOSTO_18020_ANEI:

CODIGO	Porcentaje Intersección	CONTRAT_ID	CONTRATO	AREA	NOMBRE	FECHA_FIRM	CLASIFICAC	TIPO	CONTR	ESTAD	AREA	SUBTIPO	OPERADOR	OPR_ABR
152440003000000010200000000000	94.2	0276	COR 24	NO APLICA		2011-04-14 00:00:00	ASIGNADA	TECNICA ANSI	TEA	TIPO 3	FRONTERA ENERGIA COLOMBIA CORP	FRONTERA		
152440003000000010200000000000	5.8	0002	AREA ON	NO APLICA	Non		RESERVADA	NO APLICA	AMBIENTAL	AREA ON	AGENCIA DE HIDROCARBUROS ANSI	ANSI		

El porcentaje de intersección mostrado en la tabla para la afectación con capas temáticas tipo líneas (ejemplo avenidas sencillas), muestra un valor de 0 ya que una línea no tiene un área de intersección con respecto al predio.

El porcentaje de intersección de una capa temática tipo punto, muestra un valor de 100% ya que topológicamente un punto cuando intersecta con un predio, siempre será al 100%.

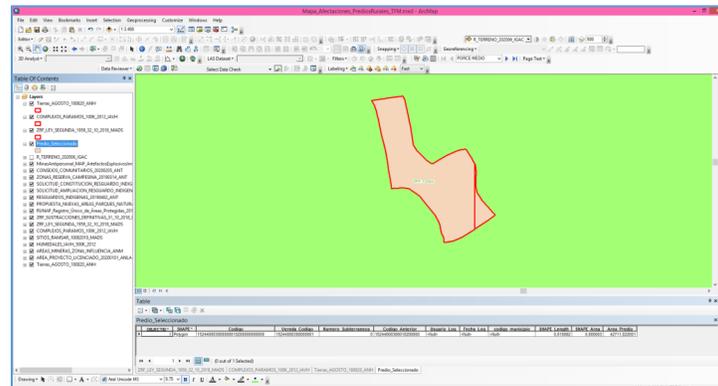
Fecha de consulta: 04/09/2020 10:28:15 p. m.

Reporte en HTML. Fuente. Elaboración propia

El reporte se compone de una primera sección, donde se muestra el título del documento y dos notas aclaratorias, que indican que el porcentaje de intersección de la capa temática con el predio que se refleja en las tablas, es un valor aproximado dadas las posibles diferencias de escala y precisión entre la capa de la base de datos Catastral de predios rurales y la escala y precisión de las capas temáticas con las cuales se traslapa. Adicionalmente se indica que la información es de referencia y se debe contactar con cada una de las entidades oficiales encargadas de los datos, para su notificación oficial. En la segunda sección se muestra el resultado del análisis espacial realizado, donde se relacionan las capas que presentan algún porcentaje de intersección con el predio de estudio, visualizando los atributos de la capa temática correspondiente.

En la última sección se muestran unas notas aclaratorias acerca de la interpretación del porcentaje de intersección cuando se trata de una capa temática tipo punto o tipo línea, así como la fecha de consulta de la información relacionada en el reporte.

Adicionalmente se despliegan en la tabla de contenido del documento de ArcMap el predio rural identificado para el estudio, haciendo un acercamiento al mismo a dos veces el tamaño de su extensión y una simbología predefinida en el archivo layer definido previamente en el modelo. No obstante el usuario puede manipular con las herramientas de ArcMap la visualización y los datos de acuerdo a su interés. De igual forma se despliegan las capas temáticas que afectan al predio una vez realizado el geoprocesamiento del análisis espacial, con una simbología de borde rojo sin relleno.

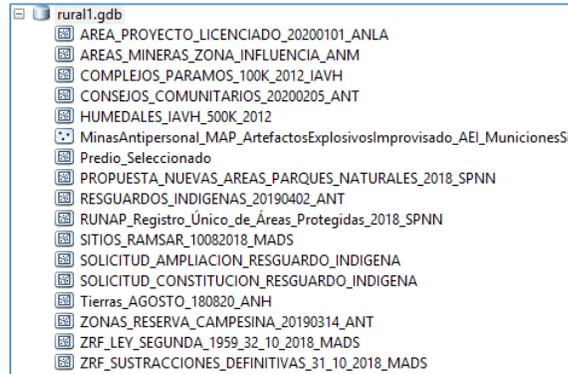


Visibilización del Predio seleccionado para el estudio y capas que lo afectan. Fuente. Elaboración propia

Las capas temáticas resultantes de realizar el procesamiento se almacenan en la base de datos geográfica tipo Filegeodatabase nombrada como indicó el usuario en la interfaz de la aplicación, con la siguiente información:

- Capa tipo polígono denominada predio_seleccionado del polígono predial seleccionado como objeto de estudio.

- Capas resultado del análisis espacial de intersección con el predio de estudio identificado por el usuario en los datos de partida. En los atributos se encuentra un campo con el porcentaje de intersección con el predio indicado en los datos de partida.

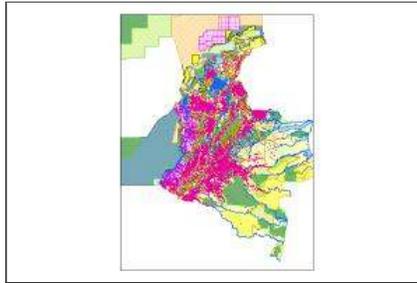


Base de datos geográfica con las capas que afectan al predio. Fuente. Elaboración propia

9.2 Metadato Mapa elaborado como documento de ArcMap

Mapa_Afectaciones_PrediosRurales_TFM.mxd

Map



Tags

Predios rurales, Colombia, capas temáticas

Summary

Mapa de las capas temáticas del territorio colombiano producidas por las entidades oficiales del gobierno Colombiano, que representan áreas geográficas con usos o destinaciones específicas que pueden Afectar o restringir el uso y dominio de un Predio.

Description

Mapa que contiene información asociada a las capas temáticas del territorio colombiano producidas por las entidades oficiales del gobierno Colombiano, que representan áreas geográficas con usos o destinaciones específicas que pueden Afectar o restringir el uso y dominio de un Predio. A su vez incluye la capa predial publicada por catastro de Colombia (IGAC), denominada R_Terreno.

Credits

Elaborado por Ingrid Jineth Gómez Pajarito para TFM de la Universidad de Salamanca. Uso académico USAL. Contiene información publicada por diferentes entidades gubernamentales, propietarias y productoras de los datos.

Use limitations

Se restringe el acceso y uso de la información publicada desde los servidores de la Universidad de Salamanca, con fines educativos y se prohíbe su distribución y comercialización.

Derechos de propiedad de las capas temáticas asociados a cada entidad generadora y dueña de los datos, de acuerdo a su respectivo metadato.

Extent

There is no extent for this item.

Scale Range

Maximum (zoomed in) 1:5,000

Minimum (zoomed out) 1:150,000,000

You are currently using the Item Description metadata style. Change your metadata style in the Options dialog box to see additional metadata content.

9.3 Metadatos aplicaciones de Geoprocесamiento

Afectaciones Predio Reporte

Title Afectaciones Predio Reporte

Summary

Servicio de Geoprocesamiento para identificar las afectaciones de uso que tiene un Predio rural, dado por el cruce con información temática proveniente de entidades oficiales del gobierno Colombiano, creando un reporte con el resumen de afectaciones y haciendo un acercamiento al predio seleccionado

Usage

La herramienta se utiliza en ArcMap para la selección de un predio por medio del número predial que identifica el predio en la capa predial de catastro Colombia, denominada R_Terreno, intersectandola con las capas temáticas desplegadas en el documento de ArcMap, creando un reporte en html con el resumen de afectaciones y haciendo un acercamiento al predio seleccionado en el data frame del documento de Arcmap

Syntax

GeoprocesamientoAfectacionesPredioReporte (Número_Predial, Capas_Análisis, Ruta_Almacenamiento_HTML_resumen_Afectaciones, Capa_Predial, Nombre_GDB, Nombre_del_campo_Identificador)

Parameter	Explanation	Data Type
Número_Predial	<p>Dialog Reference</p> <p>Identificador numérico único para cada predio, por medio del cual se va a seleccionar de la capa que lo contiene.</p> <p>Por defecto se espera el valor numérico de 30 posiciones, establecido por el catastro de Colombia a cargo del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Conocido como Número predial nacional y estructurado dentro de la capa de la base de datos oficial del IGAC como CODIGO dentro de la capa predial rural R_Terreno.</p> <p>Admite otros valores de acuerdo al campo que seleccione como identificador y la capa de datos de predios que seleccione.</p> <p>There is no python reference for this parameter.</p>	String
Capas_Análisis	<p>Dialog Reference</p> <p>Conjunto de capas con información</p>	Multiple Value

	temática del territorio colombiano, producidas y estructuradas por cada entidad oficial del estado Colombiano responsable de su generación y publicación.	
	There is no python reference for this parameter.	
Ruta_Almacenamiento_HTML_resumen_Afectaciones	Dialog Reference	Folder
	Directorio donde se almacenara el archivo .html con el reporte de afectaciones del predio obtenido por medio de este procesamiento	
	There is no python reference for this parameter.	
Capa_Predial	Dialog Reference	Feature Layer
	Layer del Mxd que contiene la totalidad de los polígonos de la base predial de referencia.	
	Por defecto está la capa R_Terreno, que corresponde a los predios rurales del IGAC	
	There is no python reference for this parameter.	
Nombre_GDB	Dialog Reference	String
	Nombre que se le va a asignar a la base de datos geográfica tipo Filegeodatabase.	
	El nombre no debe existir dentro de la ruta de salida.	
	There is no python reference for this parameter.	
Nombre_del_campo_Identificador	Dialog Reference	String
	Nombre del campo dentro de la capa predial, del cual se va a extraer el atributo del número predial, que identifica el predio de estudio.	
	Por defecto se encuentra el nombre del campo CODIGO, que corresponde al campo de la base de datos de catastro IGAC donde se encuentra el atributo identificador Número Predial,	

por el cual se selecciona el predio de estudio.

There is no python reference for this parameter.

Code Samples

There are no code samples for this tool.

Tags

afectaciones temáticas, cruce capas, predios, restricciones, area

Credits

Modelo elaborado por Ingrid Jineth Gómez Pajarito para TFM de la Universidad de Salamanca. Uso académico USAL

Use limitations

Se restringe el acceso y uso de la información publicada desde los servidores de la Universidad de Salamanca, con fines educativos y se prohíbe su distribución y comercialización.

You are currently using the Item Description metadata style. Change your metadata style in the Options dialog box to see additional metadata content.

Afectaciones Predio

Title Afectaciones Predio

Summary

Geoprocesamiento para identificar las afectaciones de uso que tiene un Predio rural, dado por el cruce con información temática proveniente de entidades oficiales del gobierno Colombiano.

Usage

La herramienta se utiliza en ArcMap para un número predial que identifica el predio de la capa predial de catastro Colombia, denominada R_Terreno, intersectandola con las capas temáticas desplegadas en el documento de ArcMap.

Syntax

GeoprocesamientoCruceAfectacionesPredio (Capas_Análisis, Predio_Seleccionado, Campo)

Parameter	Explanation	Data Type
Capas_Análisis	<p>Dialog Reference</p> <p>Conjunto de capas con información temática del territorio colombiano, producidas y estructuradas por cada entidad oficial del estado Colombiano responsable de su generación y publicación.</p> <p>There is no python reference for this parameter.</p>	Multiple Value
Predio_Seleccionado	<p>Dialog Reference</p> <p>Polígono del predio seleccionado dentro de la capa predial rural R_Terreno, capa de catastro de Colombia a cargo del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.</p> <p>There is no python reference for this parameter.</p>	Feature Class
Campo	<p>Dialog Reference</p> <p>Nombre del campo dentro de la capa predial, del cual se va a extraer el atributo del número predial, que identifica el predio de estudio.</p> <p>Por defecto se encuentra el nombre del campo CODIGO, que corresponde al campo de la base de datos de catastro IGAC donde se encuentra el atributo identificador Número Predial, por el cual se selecciona el predio de estudio.</p> <p>There is no python reference for this parameter.</p>	String

Code Samples

There are no code samples for this tool.

Tags

afectaciones temáticas, cruce capas, predios, restricciones, area

Credits

Modelo elaborado por Ingrid Jineth Gómez Pajarito para TFM de la Universidad de Salamanca. Uso académico USAL

Use limitations

Se restringe el acceso y uso de la información publicada desde los servidores de la Universidad de Salamanca, con fines educativos y se prohíbe su distribución y comercialización.

You are currently using the Item Description metadata style. Change your metadata style in the Options dialog box to see additional metadata content.

Zoom

Title Zoom

Summary

Acercar a la capa predio seleccionada

Usage

Cambia el extent del dataframe actual al de la capa de entrada

Syntax

Zoom2 (Predio)

Parameter	Explanation	Data Type
Predio	Dialog Reference Capa de entrada	Layer
	There is no python reference for this parameter.	

Code Samples

There are no code samples for this tool.

Tags

zoom, acerca a capa

Credits

Elaborado por IJGP

Use limitations

There are no access and use limitations for this item.

You are currently using the Item Description metadata style. Change your metadata style in the Options dialog box to see additional metadata content.

tablasHtml

Title tablasHtml

Summary

Convierte una o varias tablas de afectaciones de un predio a Html

Usage

Se utiliza dentro de la herramienta de geoprocésamiento Afectaciones Predio Reporte. Requiere una o varias tablas de entrada y una ruta de almacenamiento con el nombre del archivo .html que se va a generar. Solo convierte las tablas que contienen información.

Syntax

tablasHtml2 (Tablas, Archivo_HTML_para_almacenar)

Parameter	Explanation	Data Type
Tablas	<p>Dialog Reference</p> <p>Tablas que se van a escribir dentro de un Html</p> <p>There is no python reference for this parameter.</p>	Multiple Value
Archivo_HTML_para_almacenar	<p>Dialog Reference</p> <p>Archivo .html y ruta donde se va a almacenar el reporte</p> <p>There is no python reference for this parameter.</p>	File

Code Samples

There are no code samples for this tool.

Tags

reorte html, tabla, resumen

Credits

Elaborado por IJGP

Use limitations

There are no access and use limitations for this item.

You are currently using the Item Description metadata style. Change your metadata style in the Options dialog box to see additional metadata content.

9.4 Secuencia de comandos (Script) python tablasHtml

```

1 # -----
2 # TableToHtml.py
3 # -----
4 import arcpy
5 import sys
6 import string
7 import os
8 import webbrowser
9 import time
10
11 reload(sys)
12 sys.setdefaultencoding('utf8')
13
14 tablePath = arcpy.GetParameterAsText(0)
15 filePath = arcpy.GetParameterAsText(1)
16 tablalista = tablePath.split(";")
17 outfile = open(filePath, "w")
18 outfile.write("<p><h1>REPORTE AFECTACIONES DEL PREDIO</h1></p>\n")
19
20 outfile.write("<p><em>El porcentaje de intersecci&acute;n de la capa tem&acute;tica
con el predio que se refleja en las tablas, es un valor aproximado dadas las posibles
diferencias de escala y precisi&acute;n entre la capa de la base de datos Catastral de
predios rurales y la escala y precisi&acute;n de las capas tem&acute;ticas con las
cuales se traslapa.<br /><br />Esta informaci&acute;n es de referencia y se debe
contactar con cada una de las entidades oficiales encargadas de los datos, para su
notificaci&acute;n oficial</em></p>")
21
22 outfile.write("<p><h3><u>LAS SIGUIENTES CAPAS TEM&acute;TICAS SE TRASLAPAN CON EL
PREDIO: </u></h3><p>")
23 capa=0
24 for tabla in tablalista:
25     fields = arcpy.ListFields(tabla)
26     fieldNames = []
27
28     for field in fields:
29
30         if (field.type <> "Geometry" and field.type <> "BLOB" and field.name <>
"SHAPE_Length" and field.name <> "SHAPE_Area" and field.name <> "OBJECTID" and
field.name<> "Shape_Length_1" and field.name<> "Shape_Area_1" and field.name<>
"ID_CAPA_1" and field.name<> "Area_Predio" and field.name<> "SHAPE_Length_1"and
field.name<> "AREA_HA" and field.name <>"Shape_Length" and field.name<>
"Shape_Area"):
31             fieldNames.append(field.name)
32
33     if (len(fieldNames)>2): #solo mostrar tablas que intersecten
34         outfile.write("<p><h4>" + os.path.splitext(os.path.basename(tabla))[0] + ":
</h4><p>")
35         outfile.write("<table border='\"1\"'>\n")
36         outfile.write("<table border='\"1\"'>\n")
37
38         for fieldName in fieldNames:
39             outfile.write("<th>" + fieldName + "</th>\n")
40         outfile.write("</tr>\n")
41
42         for row in arcpy.da.SearchCursor(tabla, fieldNames):
43             outfile.write("<tr>\n")
44             for value in row:
45                 outfile.write("<td>" + (str(value)).encode('utf-8').strip() + "</td>\n")
46             outfile.write("</tr>\n")
47         outfile.write("</table>\n")
48         capa +=1
49
50 if (capa==0):
51     outfile.write("<p>No hay capas tem&acute;ticas que se traslapan con el predio<p>")
52
53 outfile.write("<p><em>El porcentaje de intersecci&acute;n mostrado en la tabla para la
afectaci&acute;n con capas tem&acute;ticas tipo l&iacute;nea (ejemplo drenajes

```

sencillos), muestra un valor de 0 ya que una línea no tiene un área de intersección con respecto al predio.
 El porcentaje de intersección de una capa temática tipo punto, muestra un valor de 100% ya que técnicamente un punto cuando interseca con un predio, siempre será al 100%

```
54
55 outfile.write("<p>Fecha de consulta: " + time.strftime("%c") + "<br />")
56
57 outfile.flush()
58 outfile.close()
59
60 webbrowser.open(filePath)
```