IMPLEMENTACIÓN DE APLICATIVO S.I.G. PARA LA CAPTURA DE DATOS CATASTRALES BAJO EL MODELO LADM_COL EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

William Gamba Pulido

Propuesta de trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de

Especialista en Sistemas de Información Geográfica

Director: Mauricio Meneses Hernández

Línea de Investigación

Desarrollo de Software

Universidad de Manizales
Facultad de Ciencias e Ingeniería
Especialización Sistemas de Información Geográfica
Manizales, 2024

RESUMEN

El gobierno nacional, a partir de los acuerdos de paz del 2016 quiere implementar una política de catastro multipropósito para catalogar el territorio colombiano. Para ello se adoptó el modelo de datos LADM.

En los diferentes CONPES desde esa fecha para acá, se han aplazado la fecha final de esas metas. Esto debido a la complejidad de muchos factores propios del país y en otros casos a las tecnologías que por lo novedoso del modelo LADM impide una completa y fácil administración de estos datos catastrales.

En este proyecto se plantea el completo desarrollo de aplicaciones de campo que faciliten la obtención de datos catastrales necesarios para la actualización catastral de un sector rural y urbano en la ciudad de Bogotá, para ello inicialmente se hará una contextualización del tema con un marco teórico concreto, en el que se mostrará la importancia del Modelo LADM_COL y su implementación para con el catastro multipropósito en Colombia.

Se señalarán las variables que se obtendrán en terreno, por medio de una encuesta de campo que abarca, eso sí, la completa información que pide el modelo de levantamiento catastral LADM_COL. Sus variables y dominios dentro de sus submodelos.

Finalmente, con los datos obtenidos y registrados en una base de datos espacial, se crearán Dashboard para el control y asignación de trabajo. Todo ello para el control técnico de calidad y seguimiento en rendimientos de un operador catastral.

PALABRAS CLAVE: Administración, Tierras, catastro, encuesta, control, calidad

ABSTRACT

The national government, as of the peace agreements of 2016, wants to implement a multipurpose cadastre policy to catalog the Colombian territory. For this, the LADM data model will be changed.

In the different CONPES from that date to here, the final date of those goals have been postponed. This is due to the complexity of many factors specific to the country and in other cases to the technologies that, due to the novelty of the LADM model, prevent a complete and easy administration of these cadastral data.

This project proposes the complete development of field applications that facilitate the obtaining of cadastral data necessary for the cadastral update of a rural and urban sector in the city of Bogotá, for this, initially, a contextualization of the subject will be made with a specific theoretical framework. , which shows the importance of the LADM_COL Model and its implementation for the multipurpose cadastre in Colombia.

The variables that will be obtained in the field will be indicated, through a field survey that includes, yes, the complete information requested by the cadastral survey model LADM_COL. Its variables and domains within its submodels.

Finally, with the data obtained and registered in a spatial database, Dashboard will be created for the control and work proposal. All this for technical quality control and performance monitoring of a cadastral operator.

KEYWORDS: Administration, land, cadastre, survey, control, quality

Contenido

1. ABREVIATURAS 9

2. GLOSARIO 10

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 20

3.1 Justificación 22

4. OBJETIVO GENERAL 24

Objetivos Específicos 24

5. ANTECEDENTES 25

6. REFERENTE NORMATIVO Y LEGAL 29

6.1. Normas Técnicas Aplicables 31

6.2. Estándares Mínimos 32

6.2.1. Generales 32

7. REFERENTE TEÓRICO 35

7.1 ¿Qué es LADM? 35

7.2 ¿Qué es el perfil nacional LADM_COL? 35

7.3 ¿Qué es Catastro Multipropósito? 35

7.4 ¿Cómo y que es el modelo de levantamiento catastral LADM_COL? 36

7.5 ¿Qué es una Base de datos Relacional? 37

7.6 Definición de aplicaciones ESRI para la obtención y administración de datos en campo 38

7.6.1 FielMaps: 38

7.6.2 Map Viewer: 38

7.6.3 Dashboard 38

7.6.4 Lenguaje Arcade 39

7.7 Principales variables del Reconocimiento Predial 39

8. METODOLOGÍA 42

8.1 Enfoque Metodológico 42

8.2 Tipo de Estudio 42

Fase 1 43

Actividad 1 43

Actividad 2 43

Fase 2 43

Actividad 1 43

Actividad 2 43

Actividad 3 43

Fase 3 43

Actividad 1 44

Actividad 2 44

Actividad 3 44

Actividad 4 44

Actividad 5 44

Actividad 6 44

Actividad 7 44

Fase 4 45

Actividad 1 45

Actividad 2 45

Actividad 3 45

9. RESULTADOS 46

Paquete de Unidades Espaciales 46

Paquete de Unidad Administrativa Básica 48

Paquete de Interesados 50

Fuentes 51

Definición de Aplicativo Por Emplear 53

Configuración Inicial y Puesta en Marcha 55

Descripción y Ubicación de la Zona de Estudio: 63

Salida a Campo 64

10. CONCLUSIONES 66

11. RECOMENDACIONES 68

12. REFERENCIAS 70

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1Mapa Catastral Típico de Mongolia Fuente: (Buuveibaatar & Lee, 2022) 25

Ilustración 2 Diagrama adopción espacial administrativo y subpaquete de topografía y representación Fuente: (Buuveibaatar & Lee, 2022) 26

Ilustración 3Avance Actualización catastral Fuente Diagnóstico municipal - Catastro Multipropósito (dnp.gov.co) 28

Ilustración 4 Modelo de Aplicación Levantamiento Catastral LADM_COL (SNR, IGAC, 2020) 37

Ilustración 5 Paquete unidades Espaciales 39

Ilustración 6Paquete unidad administrativa básica 40

Ilustración 7 Paquete de Interesados 41

Ilustración 8 Paquete de unidades espaciales 47

Ilustración 9 Paquete de unidad administrativa básica 49

Ilustración 10 Paquete de interesados 50

Ilustración 11 Paquete de fuentes 51

Ilustración 12 Diseño Geodatabase ArcCatalog 10.8.2 52

Ilustración 13 Escritura de dominios 53

Ilustración 14 Cargue elementos ARCGIS ONLINE 55

Ilustración 15 Web Map Fuente Autor 56

Ilustración 16 Interfaz FieldMaps 57

Ilustración 17 Constructor de Expresiones FieldMaps Lenguaje ARCADE (Condicional de visibilidad Visibilidad) 58

Ilustración 18 Formulario FieldMaps 58

Ilustración 19 Vista Definitiva FieldMaps 59

Ilustración 20 FieldMaps configuración sin conexión 60

Ilustración 21 Área sin Conexión FieldMaps 61

Ilustración 22 Sincronización FieldMaps 61

Ilustración 23 Tableros de Control realizados 62

Ilustración 24 Dashboard, Apartado de Seguimiento por Reconocedor 62

Ilustración 25 Dashboard, Apartado 2 Seguimiento revisión de calificación 63

Ilustración 26 DashBoard 2 para componente SIG 63

Ilustración 27 Tablas Relacionadas a Encuesta 65

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Clases que conforman el paquete de unidades espaciales 48

Tabla 2 Clases que conforman el paquete de unidad administrativa básica 50

Tabla 3 Clases que conforman el paquete Interesados 51

Tabla 4 Clases que conforman paquete de fuentes 52

1. ABREVIATURAS

CONPES: Consejo Nacional de Política Económica y Social.

CPACA: Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

CSAOSR: Consejo superior de la Administración del Ordenamiento del Suelo Rural.

DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

DNP: Departamento Nacional de Planeación.

EOT: Esquema de Ordenamiento Territorial.

GNSS: Sistema Global de Navegación por Satélite (sigla en inglés).

GSD: Ground Sample Distance.

IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

ISO: International Estandarización Organización.

LADM-COL: Modelo para el ámbito de la Administración del Territorio-Perfil colombiano.

MAGNA-SIRGAS: Marco Geocéntrico Nacional de Referencia.

NUPRE: Número único Predial Registral.

PBOT: Plan Básico de Ordenamiento Territorial.

POT: Plan de Ordenamiento Territorial.

SAT: Sistema de Administración de Tierra.

SI: Sistema Internacional.

SINIC: Sistema Nacional de Información Catastral.

SNR: Superintendencia de Notariado y Registro.

ZHF: Zonas Homogéneas Físicas

ZHG: Zonas homogéneas Geoeconómicas

2. GLOSARIO

Acta de colindancia: Según el artículo 2.2.2.1.1. del Decreto 148 de 2020, es el documento mediante el cual los propietarios, en virtud del principio de autonomía de la voluntad y de conformidad con el procedimiento de rectificación de linderos por acuerdo entre las partes, definen la línea de división entre sus inmuebles en los casos en que su colindancia presente diferencias entre la información levantada en terreno y la que reposa en los títulos registrales. El Acta que se suscriba debe ser firmada por las partes.

Actualización: Según el artículo 97 de la Resolución 0070 de 2011 establece: La actualización de la formación catastral consiste en el conjunto de operaciones destinadas a renovar los datos de la formación catastral, revisando los elementos físico y jurídico del catastro y eliminando en el elemento económico las disparidades originadas por cambios físicos, variaciones de uso o de productividad, obras públicas, o condiciones locales del mercado inmobiliario.

Área: Es una medida de extensión de una superficie, expresada bajo el estándar del sistema internacional de unidades.[1]

[1] La resolución 388/2020 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Atributo: Característica propia e implícita que describe a cada uno de los tipos de objetos geográficos, asignándole propiedades y comportamientos que toman valores particulares en cada instancia de objeto. NTC 5661.

Avalúo catastral: Según el artículo 2.2.2.1.1. del Decreto 148 de 2020, es el valor de un predio, resultante de un ejercicio técnico que, en ningún caso, podrá ser inferior al 60% del valor comercial o superar el valor de este último. Para su determinación no será necesario calcular de manera separada el valor del suelo y el de la construcción.

Avalúo comercial: Según el artículo 2.2.2.1.1. del Decreto 148 de 2020, es el precio más probable por el cual un predio se transaría en un mercado en donde el comprador y el vendedor actuarían libremente con el conocimiento de las condiciones físicas y jurídicas que afectan el bien. Para su determinación no será necesario calcular de manera separada el valor del suelo y el de la construcción.

Barrido Predial Masivo: Según el artículo 2.2.2.2.5. del Decreto 148 de 2020 Es el conjunto de estrategias, actividades y acciones orientadas a conseguir la identificación de las características físicas, jurídicas y económicas de los predios sobre un territorio determinado. El barrido predial masivo comprende diferentes maneras de intervención en el territorio, incluyendo, entre otros, métodos directos e indirectos de captura de información, esquemas colaborativos, uso de registros administrativos, modelos geoestadísticos y econométricos, análisis de Big Data y demás procedimientos técnicos, herramientas tecnológicas e instrumentos de participación comunitaria con enfoque territorial, así como el uso de otras fuentes de información del territorio que permitan obtener los datos necesarios para establecer la línea base de información

catastral multipropósito en un municipio, igual que para su mantenimiento y actualización permanente. Los productos derivados de las actividades de Barrido Predial Masivo deberán cumplir con las especificaciones técnicas definidas por la autoridad reguladora.

Calidad: Conjunto de propiedades y características de un producto que le otorgan su aptitud para satisfacer necesidades establecidas e implícitas. NTC 5043.

Cartografía básica: La cartografía básica es aquella que se obtiene por procesos directos de observación y medición de la superficie terrestre, sirviendo de base y referencia para su uso generalizado como representación gráfica de la Tierra. La cartografía básica puede ser topográfica o náutica. [2]

Catastro: El catastro es el inventario o censo, debidamente actualizado y clasificado, de los bienes inmuebles pertenecientes al Estado y a los particulares, con el objeto de lograr su correcta identificación física, jurídica, fiscal y económica. (Artículo 1 Resolución 070 de 2011)

Catastro con enfoque multipropósito: Según el artículo 2.2.2.1.1. del Decreto 148 de 2020, es aquel en el que la información que se genere a partir de su implementación, debe servir como un insumo fundamental en la formulación e implementación de diversas políticas públicas, contribuyendo a brindar una mayor seguridad jurídica, la eficiencia del mercado inmobiliario, el desarrollo y el ordenamiento territorial, integrada con el registro público de la propiedad inmueble, digital e interoperable con otros sistemas de información del territorio, y que provea

[2] Definición tag preguntas IGAC pagina https://www.igac.gov.co/es/contenido/que-es-la-cartografia-basica

instrumentos para una mejor asignación de los recursos públicos y el fortalecimiento fiscal de los territorios. (DANE, 2020)

Colindante: Según el numeral 6 del artículo 21 del Decreto 1469 de 2010, se entiende por predios colindantes aquellos que tienen un lindero en común con el inmueble o inmuebles objeto de solicitud de licencia. (Gobierno de Colombia, 2010)

Conjunto de Datos: Grupo de datos geográficos relacionados, que han sido capturados o generados de acuerdo con unas especificaciones técnicas previamente determinadas. NTC 5043. (ICONTEC, 2010)

Conformidad: Cumplimiento de un requisito especificado. NTC 5043. (ICONTEC, 2010)

Consistencia Lógica: Elemento de calidad que permite determinar la calidad de los datos en cuanto a su estructura interna, reglas topológicas, atributos y relaciones, según las especificaciones técnicas. NTC 5043. (ICONTEC, 2010)

Construcción: Unión de materiales adheridos al terreno, con carácter de permanente, cualesquiera sean los elementos que la constituyan, incluye unidades de construcción respecto al uso y tipología.

Control de Calidad: Proceso de verificación del cumplimiento de los elementos de calidad definidos en las especificaciones técnicas. NTC 5043. (ICONTEC, 2010)

Consistencia Lógica: Grado de adherencia a las reglas lógicas de la estructura de los datos, atributos y/o relaciones (modelos conceptual, lógico o físico) El elemento de consistencia lógica es el único que puede evaluarse sin tener un conocimiento de la

verdad en el terreno o en el mundo real. (ICDE Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales, 2017)

Coordenada: Coordenada es un concepto que se utiliza en la geometría y que permite nombrar a las líneas que se emplean para establecer la posición de un punto y de los planos o ejes vinculados a ellas.[3]

Elemento de calidad: Componente cuantitativo que describe la calidad de un conjunto de datos geográficos y forma parte de un Informe de calidad.

Especificación técnica: Para los fines de la presente regulación se entiende por especificación técnica una descripción detallada del cómo debería ser un producto de datos, con información precisa que permita su creación, evaluación de calidad, disposición y uso.

Exactitud: Cercanía de los valores de las observaciones realizadas con respecto a los valores reales o a los valores aceptados como verdaderos. NTC 5043 (ICONTEC, 2010)

Exactitud posicional: Describe la cercanía en posición de los objetos en el conjunto de datos, con respecto a sus posiciones verdaderas (o las asumidas como verdaderas).

Derecho dominio de la tierra: Derecho real completo; es decir, que goza de un título debidamente concebido y registrado ante la Oficina de Registro de Instrumentos Públicos según lo establece el artículo 665 del Código Civil.

[3] Definición de coordenada https://definicion.de/coordenada/

Gestión de Calidad: Conjunto de acciones, planificadas y sistemáticas, necesarias para dar la confianza adecuada de que un producto o servicio va a satisfacer los requisitos de calidad. NTC 5043.

Información catastral: Corresponde a las variables físicas del predio y representación geográfica de los objetos que conforman el predio. En todo caso, incluyendo predios en condiciones de informalidad de acuerdo con lo mencionado en el artículo 2.2.2.2.1. del Decreto 148 de 2020.

Información geográfica: Conjunto de datos que permiten relacionar cualquier tipo de dato con una localización geográfica.[4]

Informalidad sobre la tenencia de la tierra: Derechos de dominio incompletos, en razón a que pueden tener o no título y estar o no registrados ante la Oficina de Registro de Instrumentos Públicos[5].

Insumos cartográficos básicos para la gestión catastral: Son los productos geográficos mínimos para iniciar la formación o actualización catastral con enfoque multipropósito. Los insumos cartográficos básicos para la gestión catastral son la orto imagen y los vectores básicos construcciones, hidrografía, vía, cerca, manzana y paramento.1

LADMCOL: Perfil adoptado para Colombia del Modelo para el Ámbito de la Administración del Territorio (Land Administration Domain Model) ISO 19152 de 2012. Es un esquema conceptual que refuerza la adopción de estándares y componentes

[4] Definición SIG https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-190610.html

[5] Corte suprema de justicia en sentencia SC10882 del 18 de agosto del 2015 con ponencia del magistrado Luis Armando Tolosa.

estructurales para los sistemas catastrales, evaluados de acuerdo con las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), posibilitando la disponibilidad, accesibilidad, integración y uso de los datos catastrales.

Lindero: Según el artículo 2.2.2.1.1. del Decreto 148 de 2020, es la línea de división que separa un bien inmueble de otro, que puede o no estar materializada físicamente.

Linderos arcifinios: Según el artículo 2.2.2.1.1. del Decreto 148 de 2020, es la línea de división entre bienes que ha sido establecida a partir de elementos geográficos naturales, tales como quebradas, bordes ríos, líneas, entre otros.

Lote (en muestreo): Cantidad definida de algún producto, material o servicio, tomada en conjunto. NTC ISO 2859-1.

MAGNA–SIRGAS: Es la densificación de SIRGAS, y por tanto del marco internacional de referencia - ITRF- en Colombia. Está compuesto de un conjunto de estaciones con coordenadas geocéntricas [X Y Z] de alta precisión y cuyas velocidades [VX, VY, VZ] (cambio de las coordenadas con respecto al tiempo) son conocidas; dichas estaciones conforman la materialización del sistema de referencia global para Colombia. Sus coordenadas época 2018.4. Está constituido por estaciones pasivas y de funcionamiento continuo. Resolución 068 de 2005, IGAC.

Métodos directos de recolección de información: Según el artículo 2.2.2.2.6. del Decreto 148 de 2020, son aquellos que requieren una visita de campo con el fin de recolectar la realidad de los bienes inmuebles.

Métodos indirectos de recolección de información: Según el artículo 2.2.2.2.6. del Decreto 148 de 2020, son aquellos métodos de identificación física, jurídica y económica de los bienes inmuebles a través del uso de imágenes de sensores remotos, integración de registros administrativos, modelos estadísticos y econométricos, análisis de Big Data y demás fuentes secundarias como observatorios inmobiliarios, para su posterior incorporación en la base catastral.

Muestra: Conjunto de uno o varios Ítems tomados de un lote, destinado para suministrar información sobre el lote. NTC ISO 2859-1.

Número Único Predial "NUPRE": Según el artículo 2.2.2.1.1. del Decreto 148 de 2020, es un código único para identificar los inmuebles tanto en los sistemas de información catastral como registral. El NUPRE no implicará supresión de la numeración catastral ni registral asociada al número predial ni a la matrícula inmobiliaria actual.

Ocupación: En el ámbito de la gestión catastral, es el polígono que representa el asentamiento de personas naturales o jurídicas dentro de un terreno baldío, puede contar o no con construcciones y/o edificaciones.

Operador catastral: Según el artículo 2.2.2.1.4. Del Decreto 148 de 2020, son las personas jurídicas, de derecho público o privado que, mediante contrato suscrito con uno o varios gestores, desarrollan labores operativas que sirven de insumo para adelantar los procesos de formación, actualización y conservación catastral, así como los procedimientos del enfoque catastral multipropósito que sean adoptados, conforme a la regulación que para el efecto expida el Gobierno Nacional. Los requisitos de

idoneidad y las condiciones de contratación de los operadores catastrales serán los señalados por las normas regulen la materia.

Posesión: En el ámbito de la gestión catastral, es el polígono que representa el asentamiento de personas naturales o jurídicas, con ánimo de señor y dueño sobre un predio privado, el cual puede contar o no con construcciones y/o edificaciones.[6]

Predio: Según el artículo 3 de la resolución 509 de 2020 del IGAC**, e**n el marco de la gestión catastral, el predio se define como el inmueble con o sin título registrado, no separado por otro predio, con o sin construcciones y/o edificaciones y vinculado con personas naturales o jurídicas, según su relación de tenencia: propietario, poseedor u ocupante. La gestión catastral comprende los bienes inmuebles privados, fiscales, baldíos, patrimoniales y de uso público.

Proceso de actualización catastral: Según el artículo 2.2.2.2.2. Del Decreto 148 de 2020, es el conjunto de actividades destinadas a identificar, incorporar o rectificar los cambios o inconsistencias en la información catastral durante un periodo determinado. Para la actualización catastral podrán emplearse mecanismos diferenciados de intervención en el territorio, tales como métodos directos, indirectos, declarativos y colaborativos, así como el uso e integración de diferentes fuentes de información que den cuenta de los cambios entre la base catastral y la realidad de los inmuebles. En ningún caso, para actualizar la información de un área geográfica, será obligatorio adelantar levantamiento catastral en la totalidad de inmuebles.

[6] Código Civil colombiano en el artículo 762

Punto Levantamiento: Corresponde a una tipología de vértice de acuerdo con el modelo de aplicación de Levantamiento Catastral LADM_COL que permite generar construcciones/unidades de construcción y servidumbres de tránsito.

Punto Lindero: Corresponde a una tipología de vértice de acuerdo con el modelo de aplicación de Levantamiento Catastral LADM_COL que comprende únicamente a los vértices que conforman linderos.

Sistema Nacional de Información Catastral – SINIC: Según artículo 2.2.2.1.1 del Decreto 148 de 2020Es sistema de información para la administración de la información catastral, el cual es interoperable con otros sistemas de información, de acuerdo con los criterios que para el efecto defina la autoridad reguladora.

Tipología constructiva: Según artículo 2.2.2.1.1 del Decreto 148 de 2020. Es la clasificación o categorización de las características para las cuales fueron creadas las construcciones y/o edificaciones, que comprende la estructura, acabados, altura y los muros, entre otros.

Unidades de Intervención: Unidad contigua geográficamente que contiene un conjunto de predios cuyo levantamiento catastral se realiza de forma continua y cuyo producto es un conjunto de datos que se entregan y evalúan en forma integrada.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una de las primeras menciones del catastro multipropósito en Colombia se dio en la ley 1955 del 25 de mayo de 2019 donde señala unas características mínimas para su desarrollo, Luego El estado colombiano por medio del documento CONPES 3958, dio como meta que al año 2025 todo el país debería estar bajo un modelo de datos estándar, con semántica particular y enmarcado en catastro multipropósito.

Este modelo extendido de catastro registro se llama LADM COL que se adopta desde el año 2020 bajo resolución conjunta SNR No 04218 IGAC No 499, como un estándar para la interoperabilidad de la información del catastro y registro. Dicta que el submodelo dentro del mismo destinado para la captura de terreno se denomina Modelo de Levantamiento LADM COL

En este momento en el país se adelanta este proceso de Catastro Multipropósito, el cual tiene por objetivo actualizar las bases catastrales de todo el territorio colombiano, en un modelo de datos unificado, en el cual todas las entidades implicadas en la administración de estos datos trabajen con interoperabilidad entre ellas para garantizar un correcto catastro de las cosas.

Los lentos avances del proceso y las continuas quejas por parte de los entes municipales y personas del común hacen notar una ausencia de desarrollo tecnológico que agilice el proceso técnico de captura, seguimiento y en general la administración de datos (LADM COL), obtenidos en procesos como Actualización, Formación y

Conservación catastral. Esto ha impedido que la calidad de los datos resultantes he incluso el cumplimiento de procesos catastrales no sea consecuente con los requerimientos asumidos por el gestor catastral

Pocas empresas privadas han logrado dar soluciones tecnológicas a este proceso, he incluso se siguen evidenciando incumplimientos en factores de calidad de la información, que deriva, como se mencionó anteriormente, en protestas de población por incrementos en impuestos prediales o incluso en inconsistencias en datos de titularidad de predios

Todo esto se debe al desconocimiento de la administración de datos catastrales bajo el modelo LADM_COL por parte de los operadores y/o gestores catastrales en Colombia. Su semántica y variables dentro de las bases de datos de este modelo son claras pero muy complejas a la hora de almacenar o administrar datos catastrales.

Se ocupa entonces, una solución tecnológica que facilite la obtención y administración de datos catastrales recopilados en terreno, los cuales, según normativas actuales, deben estar y ser entregados en el modelo LADM COL

Esta herramienta SIG debe garantizar que los datos finales puedan ser administrados fácilmente, para que el tiempo destinado para la ejecución de procesos catastrales sea menor y que de paso, el gestor catastral tenga herramientas de seguimiento laboral para así tomar medidas preventivas y oportunas en el momento de presentar demoras del proceso

3.1 Justificación

En el proceso de actualización catastral en el marco del catastro multipropósito que está en ejecución en Colombia, una de las principales actividades a desarrollar por un gestor es la obtención de variables y datos catastrales en terreno por medio del proceso llamado reconocimiento predial, también llamado Métodos directos de recolección de información. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2020) define que "son aquellos que requieren una visita de campo con el fin de recolectar la realidad de los bienes inmuebles"

Posterior a la obtención de estos datos se debe garantizar que su administración y disposición final se haga bajo el modelo de levantamiento LADM_COL. Esta homologación de los datos resulta ser muy dispendiosa tanto para los técnicos encargados del reconocimiento, como para los encargados de administrar estos datos que serían los operadores catastrales

La solución que se plantea en este trabajo es solucionar tecnológicamente la obtención de estos datos de terreno, ya que se garantizara, que los datos sean registrados en un aplicativo que maneje una encuesta que respete la semántica de la base de datos espacial del modelo de levantamiento LADM_COL Versión 1.2

Existen aplicativos ya configurados de software libre como Qfield que permite captura de datos en terreno, de diferentes temáticas o diversidad de proyectos, pero es muy engorroso el proceso de integración de datos entre mayor cantidad de colaboradores tenga el proceso de captura. Esto por no trabajar en línea lo que ocasiona

tener que fraccionar la información para hacer, por ejemplo, asignaciones a reconocedores.

El aplicativo que se va a trabajar no presenta este problema y deriva a otros beneficios adicionales, como por ejemplo el poder monitorear por medio de tableros de control que trabajen en línea para evidenciar los avances en tiempo real, tal y cual como se valla desarrollando la labor. Esto facilita la toma de decisiones a tiempo para garantizar tiempos y en general la eficiencia de la labor a el operador catastral.

4. OBJETIVO GENERAL

Utilizar herramientas geoespaciales, para la realización de un aplicativo SIG que contribuya a la administración y recolección de información de datos catastrales en el ámbito del modelo LADM COL para facilitar las actividades operativas de los operadores catastrales dentro del proceso de Actualización catastral en una zona urbana y un sector rural de la ciudad de Bogotá.

Objetivos Específicos

- Determinar qué conjunto de clases del Modelo LADM COL intervienen en el componente operativo para la gestión de actividades catastrales hechas por un gestor.
- Implementar una base de datos geográfica con la información recopilada en terreno.
- Definir cuales aplicativos se van a desarrollar para facilitar la gestión operacional de un operador catastral dentro de un proceso de actualización catastral en el municipio.
- Identificar una alternativa que garantice la optimización de actividades de control y asignación operacionales realizadas por un gestor catastral.

5. ANTECEDENTES

La implementación del modelo catastral basado en LADM para Mongolia hacia la transición de un catastro 3d.

Este es un estudio que se hizo en el año 2022. Su objetivo principal era el poder crear una base de datos enmarcada en el modelo LADM y la adopción del modelo internacional ISO 19152, destacan en el estudio la inclusión de este modelo en varios países y su gran aporte a la administración de tierras.

Inicialmente se evaluó el modelo actual de catastro que tiene Mongolia y así determinaron su punto de partida, principalmente se partiría de dos partes importantes, la parte administrativa y la parte espacial; en la parte administrativa detectaron tres tipos de derechos sobre los predios: La propiedad, La posesión y los derechos de uso de la tierra.

Para la parte espacial se encontró que ya existía un modelo con el cual ya se estaban realizando lo más parecido a una ficha predial.

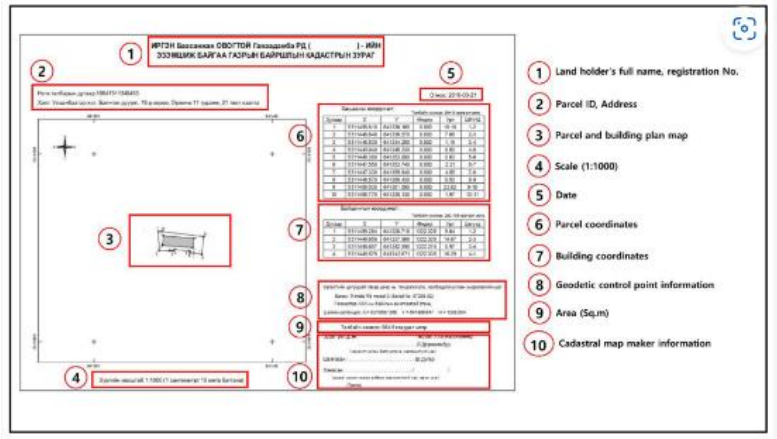


Ilustración 1Mapa Catastral Típico de Mongolia Fuente: (Buuveibaatar & Lee, 2022)

Seguido de esto entonces describieron cuales serían las entidades que se podrían llegar a adoptar para la adopción del modelo LADM las cuales se ven en la siguiente ilustración:

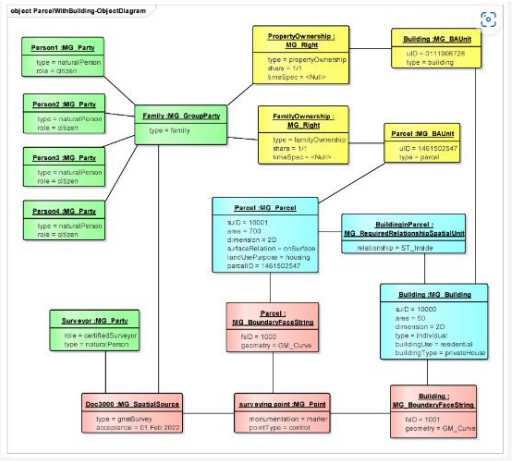


Ilustración 2 Diagrama adopción espacial administrativo y subpaquete de topografía y representación Fuente: (Buuveibaatar & Lee, 2022)

Este se muestra como una manera idealizada de ver el modelo y demuestra que como tal el modelo es una guía más no una norma inflexible de datos, pero si es importante seguir la semántica que señala el Modelo.

Existen estudios de como facilitaría el modelo facilitaría la determinación de tierras rurales tales como el realizado en china en el año 2022 (Zhongguo, Yuefei, Rohan, Wu, & Wu, 2022) donde básicamente muestran el modelo de nuevo idealizado, para la función de la tarea a desarrollar.

Usando el modelo LADM como referencia de estandarización del catastro teniendo en cuenta el principio de “persona derecho y tierra”, pero el objetivo general del estudio fue identificar las construcciones residenciales que se encuentren en el sector rural únicamente, revisando de paso la evolución de la relación sujetos derecho y pertenencia de los predios.

En Colombia tanto como en el mundo se ha venido evidenciando la necesidad de tener una interoperabilidad entre las entidades del estado que manejan los datos prediales y por tal motivo se empezó a hablar del catastro multipropósito a través del artículo 104 de la ley 1753 de 2015. Tanto como la interacción de catastro y registro en el Documento CONPES 3641.

La política del catastro en Colombia siempre ha tenido como responsable principal el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, pero solo cuatro entidades territoriales fueron destinadas como catastros descentralizados que son Medellín Bogotá, Cali y Antioquia, pero todas ellas bajo la supervisión del IGAC.

Con el documento CONPES 3859 de junio de 2016 se aprobaron los primeros lineamientos para la política del catastro multipropósito que constaba de dos fases, la primera seria de ejecutar pruebas en municipios previamente seleccionados y que se ejecutarían en el 2016, todo con la idea de revisar metodologías, pulir datos técnicos y de tecnologías para estandarizar dichos procesos. Su ejecución inicia el 2017 y termina en agosto de 2018, pero la evaluación y calidad de los productos terminaría en junio de 2019. Por último, la fase de expansión con la idea de tener en su totalidad el territorio colombiano a el año 2023.

De este ejercicio se obtuvieron algunas conclusiones importantes que ayudarían en buena manera a definir tiempos y costos del catastro centralizado, pero lo más importante fue la primera definición del modelo LADM para Colombia y en base a ello determinaron las especificaciones técnicas para la obtención, control y validación de datos en terreno.

Sin embargo, aunque se mostraron avances en la política del catastro multipropósito mediante este CONPES 3859, también se presentaron dificultades en la fase de expansión. Surge entonces el CONPES 3958 del 26 de marzo de 2019 que propone una estrategia de implementación del catastro multipropósito, teniendo en cuenta las lecciones aprendidas en la fase de pilotaje del CONPES 3859, y a su vez deja como meta dejar el 100% del territorio con una actualización y formación catastral para el año 2025.

A la fecha de este informe se presentan tan solo 48 municipios actualizados

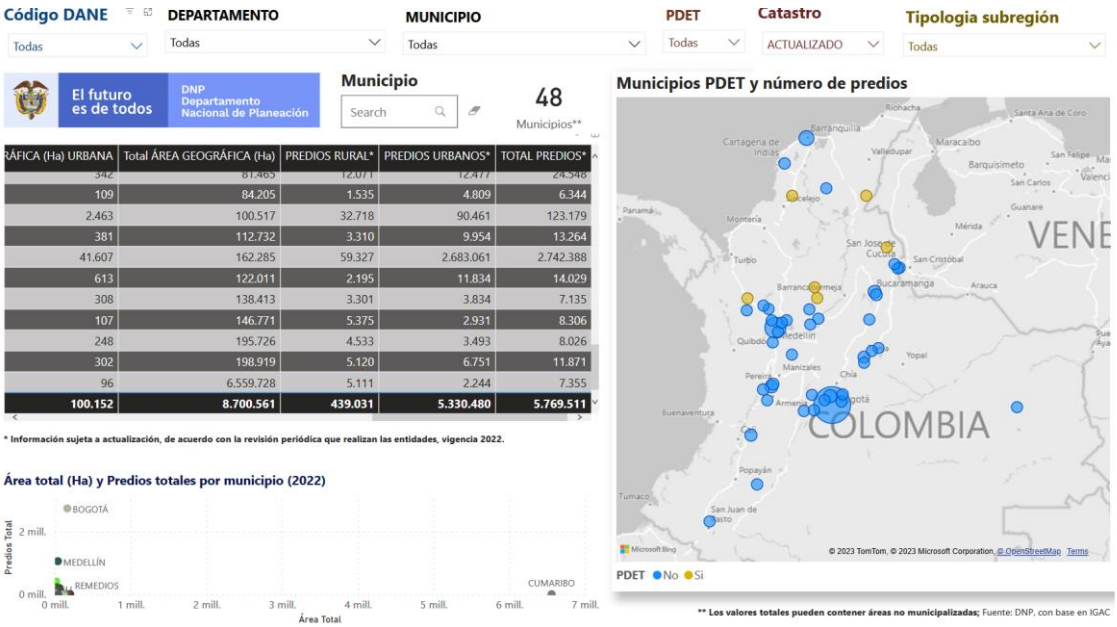


Ilustración 3Avance Actualización catastral Fuente [Diagnóstico municipal - Catastro Multipropósito (dnp.gov.co)]

6. REFERENTE NORMATIVO Y LEGAL

- Constitución Política de Colombia: Teniendo en cuenta que la gestión del catastro en Colombia se constituye en un servicio público, el artículo 365 de la Constitución Política dispone que los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado, razón por la cual este tiene el deber de asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional. (Colombia, 1991).

- Decreto 1071 de 2015: "Por el cual se reglamentan parcialmente los artículos 79, 80, 81 y 82 de la Ley 1955 de 2019 y se modifica parcialmente el Título 2 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1170 de 2015, 'Por medio del cual se expide el Decreto Reglamentario Único del Sector Administrativo de Información Estadística". (Gobierno de Colombia, 2015)

- Ley 1955 de 2019 "Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 20182022, "Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad"' establece que la gestión catastral es un servicio público cuyo objeto es la adecuada formación, actualización, conservación y difusión de la información catastral, así como los procedimientos del enfoque catastral multipropósito. (Gobierno de Colombia, 2019)

- Decreto 1983 de 2019: "Por el cual se reglamentan parcialmente los artículos 79, 80, 81 y 82 de la Ley 1955 de 2019 y se adiciona un capítulo al Título 2 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1170 de 2015, "Por medio del cual se expide el

Decreto Reglamentario Único del Sector Administrativo de información Estadística. (Gobierno de Colombia, 2019)

- Decreto 148 de 2020 por parte del Departamento Nacional de Estadística DANE, con el fin de especificar las condiciones generales del servicio público de gestión catastral, definiendo los aspectos esenciales de la prestación del servicio, tales como: la actuación coordinada de las entidades administrativas para que el servicio sea prestado de manera eficiente, la manera como los gestores y operadores catastrales desarrollarán sus actividades en la prestación del servicio y las funciones que tendrán las entidades de regulación, inspección, vigilancia y control del servicio público. (DANE, 2020)
- Documento CONPES 3958 del 26 de marzo de 2019 "Estrategia para la implementación de la Política Pública de Catastro Multipropósito" que reemplazó el Documento CONPES 3850 de 2016, propone la implementación de la política pública de catastro multipropósito, que permita contar con un catastro integral, completo, actualizado. (Consejo Nacional de Política Económica y Social Departamento Nacional de Planeación, 2019)
- Resolución 04218 de la Superintendencia de Notariado y Registro SNR e IGAC 499 del 28/05/2020. “Por la cual se adopta el Modelo Extendido de Catastro Registro LADM-COL”.
- Resolución IGAC 377 del 2020, mediante la cual se habilita como gestor catastral al municipio de Soacha en el departamento de NORTE DE SANTANDER.

- Resoluciones IGAC 388, 471, 509 y 549 de 2020 a través de las cuales se definen especificaciones técnicas para el catastro con enfoque multipropósito.

6.1. Normas Técnicas Aplicables

- Norma ISO 19157:2013 (Información Geográfica – Calidad de Datos).
- Norma Técnica Colombiana NTC ISO 2859, que establece procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1, Planes de muestreo determinados por el nivel aceptable de calidad NAC para inspección lote a lote.
- Norma Técnica Colombiana NTC ISO 2859, que establece procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 2, Planes de muestreo determinados por la calidad limite (CL) para la inspección de un lote aislado.
- Norma Técnica Colombiana NTC 4611, relacionada con Información Geográfica, Metadato Geográfico.
- Norma Internacional ISO 19115, relacionada con Información Geográfica, Metadatos.
- Norma Técnica Colombiana NTC 5043, relacionada con Información Geográfica, Conceptos básicos de la calidad de los datos geográficos.
- Norma Técnica Colombiana NTC 5660 relacionada con Información Geográfica, Evaluación de la Calidad. Procesos y medidas.
- Norma Técnica Colombiana NTC 5662 relacionada con Información Geográfica, Especificaciones Técnicas de productos geográficos.

6.2. Estándares Mínimos

- Catálogo de Objetos IGAC para escalas 1:1000 y 1: 10000 vigentes.
- Catálogo de Representación IGAC para escalas 1:1.000 y 1:10000 vigentes.
- Modelo LADM-COL Especificaciones Técnicas para productos de información generados en los procesos de formación y actualización catastral con enfoque multipropósito:

6.2.1. Generales

- Cubrimiento geográfico: Los productos generados por los procesos de actualización catastral deben realizarse hasta el límite municipal definido por ordenanza departamental, ley o leyes de creación de municipios y tratados internacionales para municipios fronterizos.
- Cartografía catastral: 1:10.000 (área rural).
- Los objetos Punto Lindero (LC PuntoLindero) y Punto Levantamiento (LC PuntoLevantamiento) definidos en el modelo LADM COL, deben estar de acuerdo con la escala y el error circular al 95% de confianza presentado en la Resolución 388 de 2020; es decir, 0, 52 metros para la escala 1 : 1.000 (urbano), y 5, 2 metros para la escala 1 : 10.000 (rural).
- Sistema de Referencia y Proyección: Sistema de referencia espacial de Colombia, con un único original nacional denominado CTM12, según la Resolución 471 de 2020 y la Resolución 529 de 2020.

- Unidades de medida: expresadas en el sistema internacional de unidades (SI). La cabida o área para predios en suelo urbano se expresa en metros cuadrados (m^2) con aproximación al decímetro cuadrado.

- Metadatos de objetos geográficos: deben estar documentados bajo la norma técnica ISO 19115 e ISO 19139, según la actualización vigente.

- Imagen Insumo: las imágenes utilizadas como insumo para la obtención de la orto imagen deben tener fecha de toma inferior a tres (3) años con respecto a la fecha de inicio del proceso de levantamiento; sin embargo, si el gestor realiza combinación de métodos directos e indirectos, podrá hacer uso de orto imágenes con fecha de toma superior. La resolución expresada en GSD (Ground Sample Distance) para la escala 1: 1.000 corresponde a 0,1 metros, y para la escala 1: 10.000 corresponde a 1 metro de acuerdo con la Tabla 3 (artículo 7) de la Resolución 388. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2020)

- Insumos cartográficos: el Gestor catastral debe garantizar el cumplimiento de las condiciones técnicas de los insumos cartográficos básicos conforme a las especificaciones técnicas vigentes emitidas por el IGAC: Resoluciones 471 y 529 de 2020.

- Especificaciones de la información jurídica: en el proceso catastral se deben incluir los datos de identificación de todos los interesados y su relación con el predio, según lo definido en el modelo LADM-COL para las relaciones de tenencia de tipo dominio, posesión y ocupación.

- Especificaciones de la información económica: Para la determinación del aval o catastral se dará prioridad a métodos masivos sobre los puntuales y los valores deberán ser coherentes con el comportamiento del mercado inmobiliario.
- Modelo de Datos: El resultado del levantamiento catastral se debe estructurar de acuerdo con la versión del Modelo Levantamiento LADM- COL V.1.2 dispuesto en página web oficial del IGAC.
- Calidad de la Información: se debe evidenciar el cumplimiento de las características de calidad descritas mediante un informe de calidad de datos, realizado bajo la norma internacional ISO 19157 que incluye todas las unidades de calidad respectivas.
- Idioma: Todos los productos e informes del levantamiento predial deben presentarse en idioma español.

7. REFERENTE TEÓRICO

7.1 ¿Qué es LADM?

El estándar ISO 19152:2012 (Land Administration Domain Model, LADM), es una norma internacional la cual busca la estandarización de la información territorial mediante el uso de un modelo de datos común que crea unas relaciones probables entre los diferentes objetos territoriales, los derechos, responsabilidades y restricciones encontradas en el territorio.

El LADM como tal tiene como objeto facilitar la gobernanza de datos territoriales y su interoperabilidad debido a su uniformidad en la semántica y por ende contribuye a la calidad de los datos (UNE-EN 19152:2012).

7.2 ¿Qué es el perfil nacional LADM_COL?

La adopción de la norma ISO 19152:2012 por parte de un país, implica la generación de un perfil nacional, que no es más que la adecuación del estándar LADM de acuerdo con la normatividad vigente del país donde se desea implementar, en el caso de Colombia se ha generado el perfil LADM_COL.

7.3 ¿Qué es Catastro Multipropósito?

El Catastro Multipropósito es un sistema de información que registra datos actualizados de la tierra, basado en predios formales e informales. La información obtenida contiene especificaciones sobre derechos, responsabilidades, restricciones, descripciones geométricas, valores y otros datos; y registra intereses sobre los predios,

en términos de ocupación, valor, uso y urbanización. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2022)

7.4 ¿Cómo y que es el modelo de levantamiento catastral LADM_COL?

El Modelo de Aplicación de Levantamiento Catastral del Modelo LADM_COL define la semántica y estructura de datos para la información de los componentes físico, jurídico y económico de los procesos de formación o actualización catastral con enfoque multipropósito. En este sentido, el modelo de aplicación define las variables que deben capturarse por los Gestores u Operadores Catastrales en la ejecución de los procesos catastrales.

Este Modelo garantizará la interoperabilidad entre la información catastral administrada por los Gestores Catastrales para todos los municipios del país. Por lo tanto, los Gestores Catastrales deberán adoptar el modelo de aplicación de Levantamiento Catastral del Modelo LADM_COL a sus sistemas de gestión para el desarrollo de las labores y procesos catastrales. (SNR, IGAC, 2020) Este proyecto se enfocará en el Modelo de Levantamiento LADM_COL V. 1.2.

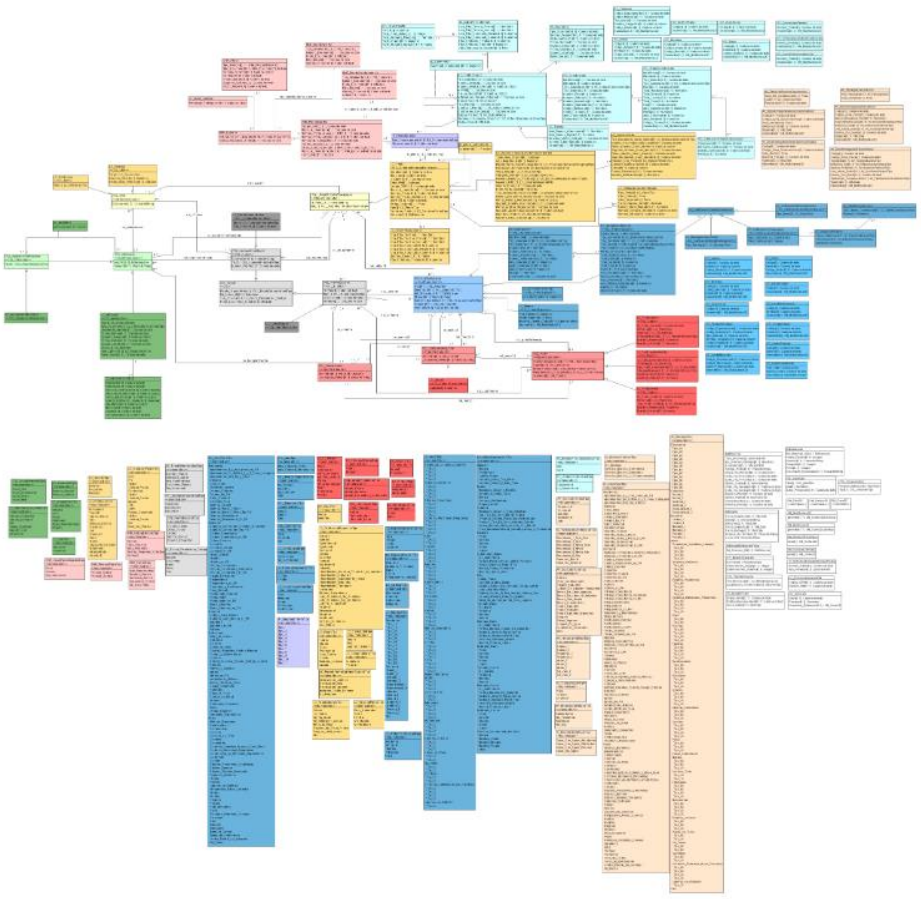


Ilustración 4 Modelo de Aplicación Levantamiento Catastral LADM_COL (SNR, IGAC, 2020)

7.5 ¿Qué es una Base de datos Relacional?

Una base de datos relacional es un tipo de base de datos que almacena y proporciona acceso a puntos de datos relacionados entre sí. Las bases de datos relacionales se basan en el modelo relacional, una forma intuitiva y directa de representar datos en tablas. En una base de datos relacional, cada fila en una tabla es un registro con una ID única, llamada clave. Las columnas de la tabla contienen los atributos de los datos y cada registro suele tener un valor para cada atributo, lo que simplifica la creación de relaciones entre los puntos de datos. (Oracle, 2023)

7.6 Definición de aplicaciones ESRI para la obtención y administración de datos en campo

En este trabajo se investigará algunas aplicaciones de ESRI destinadas a la captura de datos en campo y la administración de estos; tales como: FieldMaps, ArgGis Pro, Map Viewer y ArcGis Dashboard.

7.6.1 FielMaps:

es una aplicación móvil de Esri que permite a los trabajadores de campo recopilar y gestionar datos de forma eficiente y precisa. La aplicación está integrada con ArcGIS, lo que permite a los usuarios acceder a mapas, datos y aplicaciones de ArcGIS desde cualquier lugar**.** (ESRI, 2021)

7.6.2 Map Viewer:

Map Viewer es una aplicación interactiva de visualización de datos y mapas web para crear, explorar y guardar Mapas web. Puede usarlo para crear y diseñar mapas de alta calidad para usar en sus aplicaciones. Los mapas web se almacenan de forma segura en ArcGIS. (ESRI, 2022)

7.6.3 Dashboard

ArcGIS Dashboards permite a los usuarios transmitir información mediante la presentación de análisis basados en la ubicación mediante visualizaciones de datos intuitivas e interactivas en una sola pantalla. Todas las organizaciones que utilizan el sistema ArcGIS pueden aprovechar ArcGIS Dashboards para ayudar a tomar decisiones, visualizar tendencias, supervisar el estado en tiempo real e informar a sus comunidades. (ESRI, s.f.)

7.6.4 Lenguaje Arcade

Arcade es un lenguaje de expresión portable, ligero, y seguro, escrito para ser usado en la plataforma ArcGIS. Como otros lenguajes de expresión, puede ejecutar cálculos matemáticos, manipular texto, y evaluar declaraciones lógicas. También soporta expresiones multi-declaración, variables, y declaraciones de control del flujo. Arcade fue diseñado específicamente para crear visualizaciones personalizadas y etiquetar declaraciones en la plataforma ArcGIS. (ESRI, 2023)

7.7 Principales variables del Reconocimiento Predial

Como se mencionó anteriormente el modelo de aplicación levantamiento catastral LADM_COL es el usado para la consecución de tareas de formación y actualización Catastral. Pero se debe distinguir que datos se pueden recolectar en terreno por método directo.

Lo primero para tener en cuenta son los datos del paquete de unidades espaciales

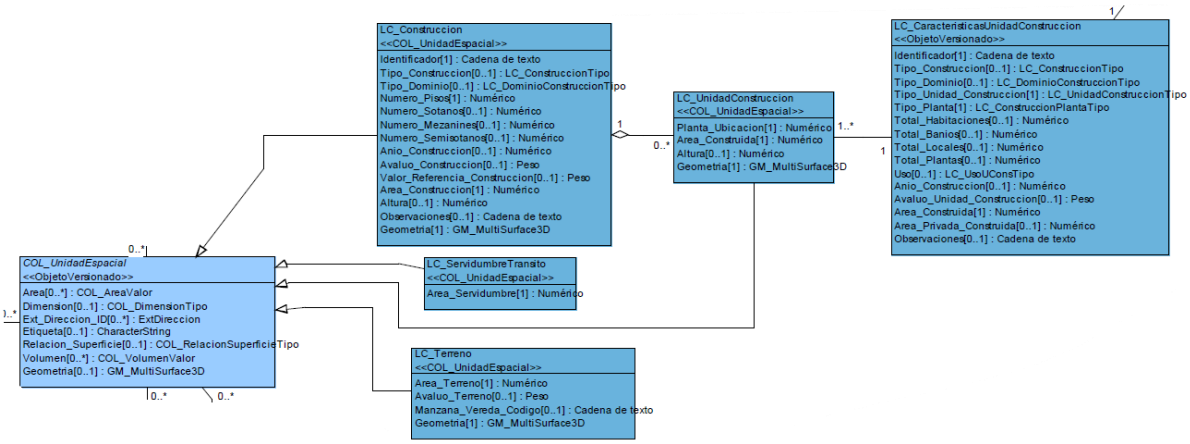


Ilustración 5 Paquete unidades Espaciales

En el cual se destacan los datos físicos de las unidades prediales, tales como construcción, terreno y Unidades de construcción, en esta última definiendo sus usos y tipología predominante.

Del paquete de la unidad administrativa se registrará en terreno, datos relevantes como, propietario, quien atiende la visita y el derecho para con él.

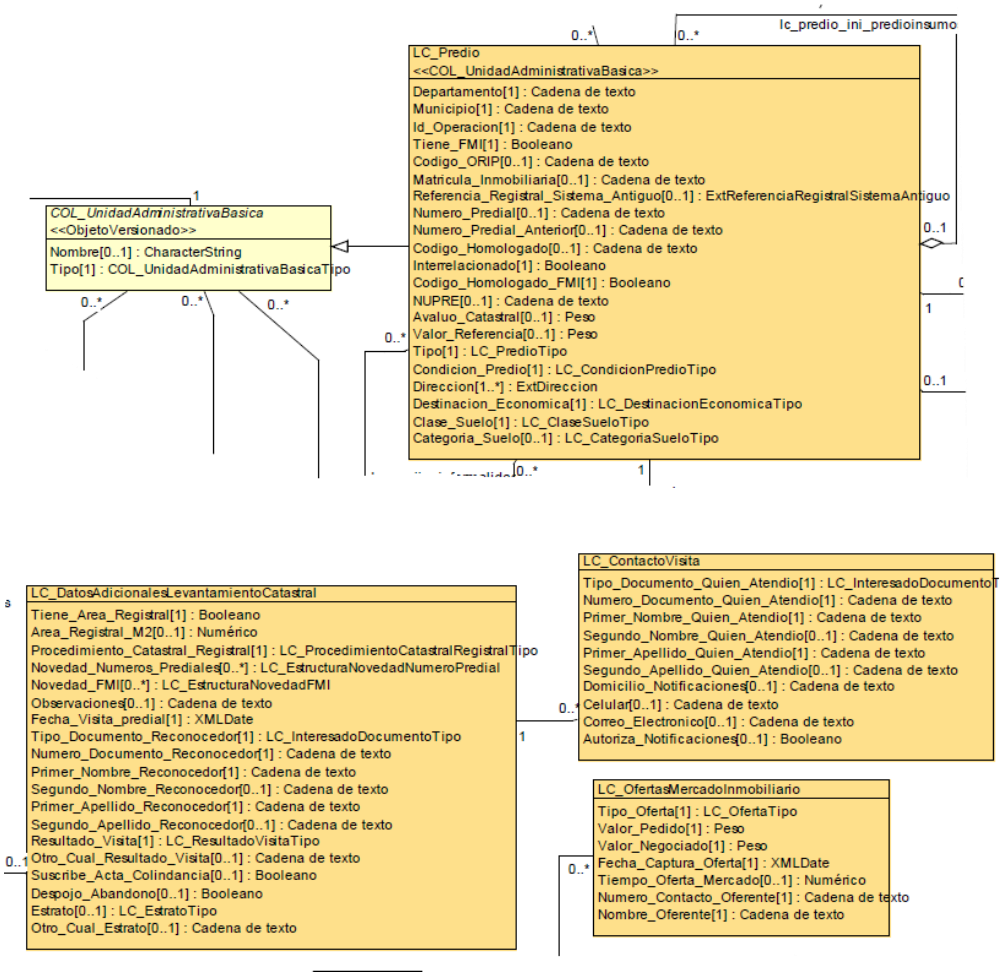


Ilustración 6Paquete unidad administrativa básica

Finalmente se hará un registro de información del paquete de interesados, esto debido a que las encuestas se realizaran puerta a puerta (método directo) se podrá evidenciar de primera mano los datos personales y registro de documentos de los interesados.

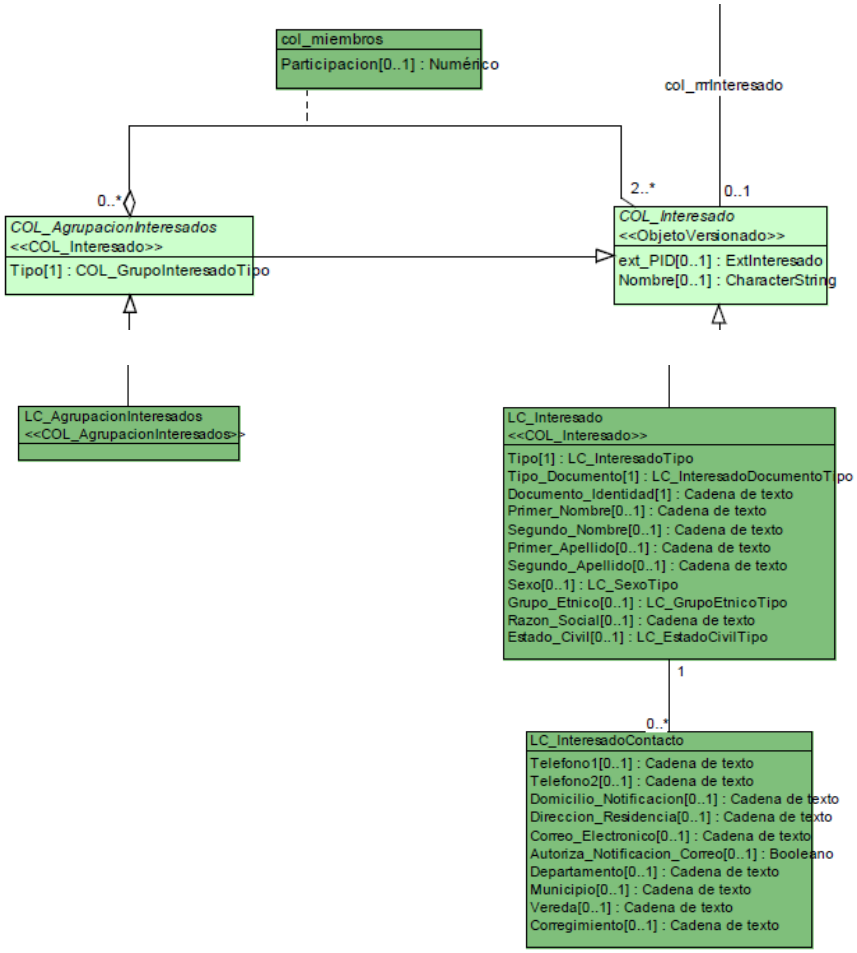


Ilustración 7 Paquete de Interesados

8. METODOLOGÍA

8.1 Enfoque Metodológico

Se trata de una investigación cuantitativa. Esta determinación obedece al hecho que se trata del manejo de datos obtenidos en terreno por medio de visitas prediales y todas las complejidades que acarrea la administración de estos. Estará enfocado en forma descriptiva y correlacional ya que se trata de un aplicativo que facilite el manejo de una base de datos relacional, regida bajo un modelo estandarizado que obedece a normas nacionales. Se quiere entonces cuantificar datos demostrando que es el mejor método para optimizar las tareas definidas en una actualización catastral, en el marco de las labores técnicas de un componente físico de reconocimiento predial y realizadas por un operador catastral.

8.2 Tipo de Estudio

El tipo de estudio es exploratorio. Aclarado que es una investigación cuantitativa, los datos obtenidos en la recopilación de campo se registrarán en una base de datos espacial regida por un modelo innovador, que se está implementando recientemente en la región. El estudio se centra solo en el componente físico del modelo, que es una sección de este. El operador catastral sabe que la recopilación de datos en campo es la labor inicial de la actualización catastral. Por lo tanto, este estudio abre las puertas a nuevos estudios que completen todo el proceso de actualización.

Fase 1

Se identifican los conjuntos de clases del ***Modelo de Levantamiento LADM_COL V. 1.2*** que están directamente relacionadas con el componente operativo dentro de las actividades catastrales hechas por un operador catastral.

Actividad 1 se determinó la versión del modelo LADM_COL vigente, sus modelos extendidos y de aplicación a la fecha de la realización del trabajo.

Actividad 2 De esa versión vigente del modelo, se determinaron las clases y dominios dentro de la base de datos que se llevaran a terreno para la captura de sus variables por medio de reconocimiento predial en terreno.

Fase 2

Se implementó una base de datos geográfica con la información histórica catastral del municipio a intervenir.

Actividad 1 Se usó el software ArcCatalog 10.8.2 para crear una base de datos espacial que contiene las variables y dominios determinadas en la *Fase 1 Actividad 2.*

Actividad 2 Se evaluó la interoperabilidad de la base de datos espacial creada.

Actividad 3 garantizando la interoperabilidad de la base de datos espacial, se procedió al cargue de datos catastrales ficticios, correspondientes a la zona a intervenir.

Fase 3

Definir cuales aplicaciones se van a desarrollar para facilitar la gestión operacional de un gestor catastral.

Actividad 1 se identificaron las fases operacionales que se verán involucradas en el desarrollo de este trabajo.

Actividad 2 Se definieron las aplicaciones: ARCGIS ONLINE, MAP VIEWER CLASSIC, FIEDMAPS DESIGNER, DASHBOARDS, EXPERIENCE BUILDER, ARCCATALOG 10.8.2 Y el software ARCGIS PRO 3.0 disponibles en ESRI para la captura de datos en terreno, su control y seguimiento; las cuales aportaron a las fases definidas en la anterior actividad.

Actividad 3 Estructurada la base de datos espacial, se exportó como un nuevo elemento a el *contenido* de ARCGIS ONLINE.

Actividad 4 Con este nuevo servicio se creó un webmap con ayuda de la aplicación MAP VIEWER CLASSIC.

Actividad 5 Creado el webmap se configuró el formulario de terreno con la aplicación FiedMaps Designer.

Actividad 6 Con el lenguaje ARCADE de Esri se configuraron sentencias condicionales y de obligatoriedad para garantizar la secuencia lógica de la información que iba a ser capturada en campo. La base de datos espacial se le agregaran todos los datos obtenidos en terreno.

Actividad 7 Se realizo la captura de datos en terreno con ayuda de la aplicación móvil FIELMAPS de Esri.

Fase 4

Con el aplicativo DASHBOARD de ARCGIS ONLINE se crearon tableros de control para garantizar la optimización de actividades de control y asignación operacionales realizadas por el operador catastral.

Actividad 1 Teniendo la base de datos alimentada con los datos de terreno, se identificaron las variables importantes que deben conocer los operadores para el seguimiento y control operacional. Estas variables son utilizadas en los Tableros de control para realizar filtros, conteos y alertas ayudando al seguimiento y posibles futuras asignaciones de búsqueda de calidad, o bien, asignaciones técnicas complementarias como por ejemplo, digitalización de predios.

Actividad 2 La base de datos espacial, aunque se sigan realizando trabajos de campo en ella, se mantiene como un servicio dentro de ARCGIS ONLINE. Esto facilitó la creación de diversos mapas web en el aplicativo MAP VIEWER CLASSIC, que a su vez se utilizaron como base para los tableros de control creados con el aplicativo DASHBOARD de ARGIS ONLINE. Estos cuadros de mando facilitan la visualización de las variables descritas anteriormente.

Actividad 3 Se crearon tres tableros de control para facilitar el trabajo del personal de campo. El primero se utiliza para asignar predios a los equipos de digitalización, y tiene un filtro por ID de unidad de construcción. El segundo tablero sirve para el control de calidad del equipo técnico de reconocimiento, y tiene un filtro por número predial. El tercer tablero se utiliza para el control de rendimientos y asignaciones, y tiene un filtro por reconocedor y un contador de encuestas realizadas.

9. RESULTADOS

Inicialmente, se realizó una consulta normativa de los estándares en el país y que determinarían que modelo de levantamiento se encontraba vigente al año 2023. Encontrando que, El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) JUNTO CON LA Superintendencia de Notariado y Registro (SNR) expidió a la Resolución Conjunta SNR 4218 IGAC 499 de 28 de mayo de 2020, mediante la cual se adoptó el modelo LADM_COL en la versión 1.2 como estándar para la interoperabilidad de la información catastro y registro.

Una vez se determinó que modelo estaba vigente, se procedió a definir que clases, subclases, tablas y dominios están involucrados en la actividad del proceso tradicional de reconocimiento predial directo o en terreno, las cuales se describen a continuación:

Paquete de Unidades Espaciales

Este paquete es de uso obligatorio y permite especializar las unidades espaciales como terrenos, construcciones, unidades de construcción y servidumbre de tránsito relacionadas con los predios. La información obtenida en terreno en gran parte representa las entidades de este paquete, se consignó en terreno datos de la construcción como lo son: Número de pisos totales, área de construcción, tipo de construcción y tipo de dominio, también y muy importante, la tipología de cada unidad de construcción. Todos los dominios dentro de la *Geodatabase* son iguales a los dictados por el Modelo Levantamiento_LADM_COL V 1.2 (Ver ANEXO1)

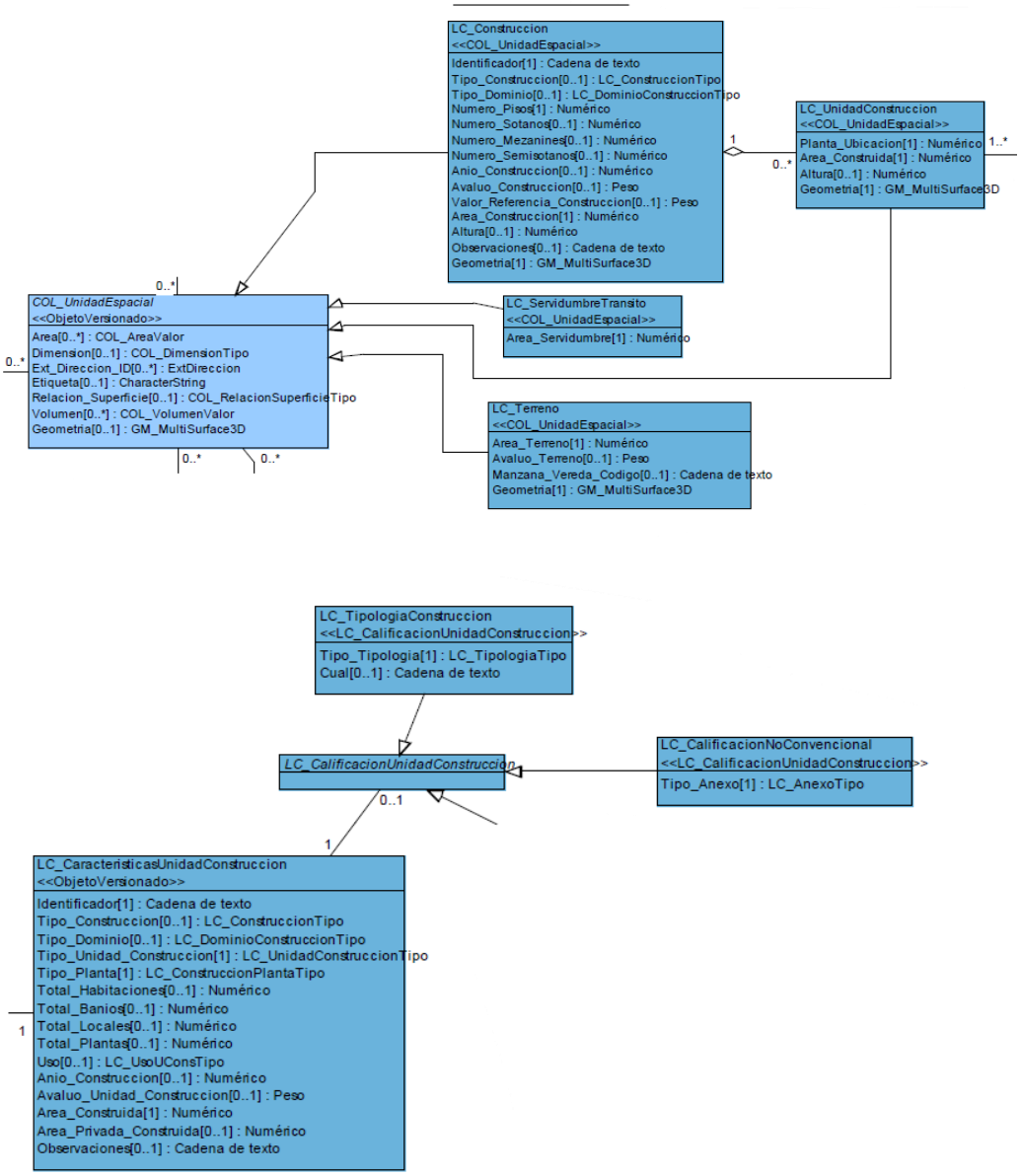


Ilustración 8 Paquete de unidades espaciales

CLASE	ALIAS	DESCRIPCIÓN
LC_Terreno	Terreno	Clase que permite registrar una porción de tierra en una extensión geográfica definida. No se pueden crear terrenos sin geometría asociada, todos los terrenos deben estar espacializados. En el atributo Area_Terreno se debe registrar el área geométrica del terreno en la proyección Origen Nacional (EPSG:9377), si se requiere almacenar un área alfanumérica o geográfica diferente se puede registrar en la estructura de COL_AreaValor.

LC_Construccion	Construcción	Clase que permite registrar las construcciones, entendidas como la unión de materiales adheridos al terreno, con carácter de permanente, cualesquiera sean los elementos que la constituyan. Corresponde a la proyección de las unidades de construcción sobre el terreno. En algunas ocasiones la construcción se puede salir del límite del terreno debido a los volados que pueden tener los pisos superiores de la construcción.
LC_UnidadConstruccion	Unidad de construcción	Clase que permite registrar las unidades de construcción, entendiendo la unidad de construcción como el conjunto de materiales consolidados dentro de un predio que tiene unas características específicas en cuanto a elementos constitutivos físicos y usos de la misma. La unidad de construcción se debe definir en función de su uso y el piso en el cual se encuentra ubicada dentro de la construcción, en este sentido, la unidad de construcción solo podrá tener asociado un uso y representar un único piso.
LC_ServidumbreTransito	Servidumbre de tránsito	Clase que permite definir las servidumbres de tránsito. Se deberán registrar las servidumbres de tránsito que se evidencien en la realidad física, independientemente si está registrada como una afectación en el folio de matrícula inmobiliaria. No se restará el área de la servidumbre de tránsito al área del terreno para el cálculo del avalúo catastral y siempre deberá estar cubierta por terrenos y no deberá superponerse con una construcción o unidad de construcción. Si en el levantamiento en campo, se encuentran con un caso donde la servidumbre fue cedida al municipio, está ya, deja de ser servidumbre y se convierte en otro predio. La servidumbre no afecta el avaluó catastral, pero si el comercial.

Tabla 1 Clases que conforman el paquete de unidades espaciales

Paquete de Unidad Administrativa Básica

Este paquete es de uso obligatorio y su propósito es permitir la gestión de las unidades administrativas básica correspondiente a los predios como también sus derechos y restricciones asociadas.

La encuesta permitió recopilar datos de LC_ContactoVisita, LC_DatosadicionaLeslevantamientoCatastral con datos del reconocedor que realizó la encuesta y resultado de la visita.

Adicional a esto se verifico de LC_Predio el propietario, el destino, tipo de predio, condición y dirección. Datos que se decidió deben ir precargados en una capa

poligonal externa con las mismas dimensiones de los terrenos junto con sus datos registrales vigentes en catastro a la fecha.

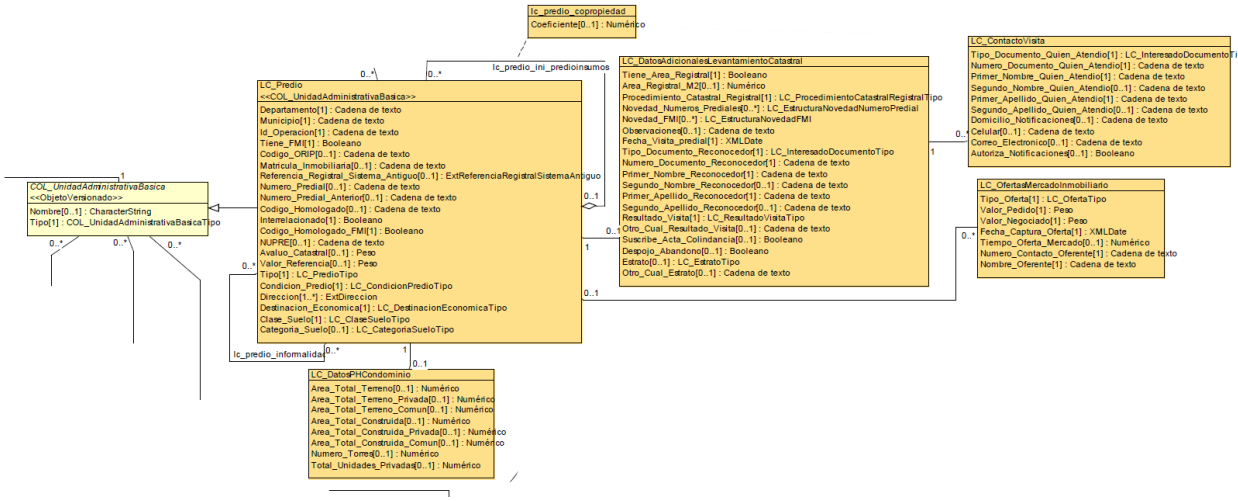


Ilustración 9 Paquete de unidad administrativa básica

CLASE	ALIAS	DESCRIPCIÓN
LC_Predio	Predio	Corresponde a la unidad administrativa básica para el caso de Colombia. El predio es la unidad territorial legal propia de Catastro. Esta clase permite registrar la información jurídica y dependiendo su condición puede tener asociada una o varias unidades espaciales. Para el diligenciamiento del atributo Numero Predial se deberá seguir el ultimo lineamiento dado por el IGAC.
LC_DatosPHCondominio	Datos PH Condominio	Clase que contiene los datos principales del predio matriz sometido al régimen de propiedad horizontal. Esta clase solamente se debe diligenciar para los predios matrices que estén sometidos al régimen de propiedad horizontal como es el caso del predio matriz de un PH o el predio matriz de un condominio.
LC_DatosAdicionalesLevantamientoCatastral	Datos adicionales levantamiento catastral	Clase que permite registrar los datos de adicionales del predio para catastro multipropósito para los procesos de formación o actualización catastral. Esta clase es de obligatorio cumplimiento. Para todos los predios se deberá asociar una novedad asociada al número predial y deberán quedar registradas en la estructura Novedad_Numeros_Prediales, la cual permite conservar la relación del número predial original.
LC_ContactoVisita	Contacto Visita	Clase que permite registrar la información del contacto de la visita. Estos datos deben ir asociados a los datos adicionales del levantamiento catastral y se obtienen dentro de los procesos de formación o actualización catastral.
LC_OfertasMercadoInmobiliario	Ofertas mercado inmobiliario	Clase que permite registrar las ofertas de mercado inmobiliarias asociadas a un predio.
LC_Derecho	Derecho	Clase que registra los derechos que un interesado o agrupación de interesados ejerce sobre un predio.

LC_Restriccion	Restricción	Clase que permite registrar las restricción legalmente constituida y registrada que afecta el derecho de una persona en relación con el predio.

Tabla 2 Clases que conforman el paquete de unidad administrativa básica

Paquete de Interesados

Este paquete es de uso obligatorio y permite gestionar los interesados (personas jurídicas o naturales) así como las agrupaciones de interesados. Con la encuesta se capturó la información de LC_interesado en los casos donde las personas que atendían la visita manifestaban realizar algún tipo de corrección al Registro del Predio. Realizando un registro fotográfico de la documentación si tal era suministrada.

Nota: Estos datos se van a traer de terreno, pero la valides de los mismos debe ser corroborada por el componente jurídico.

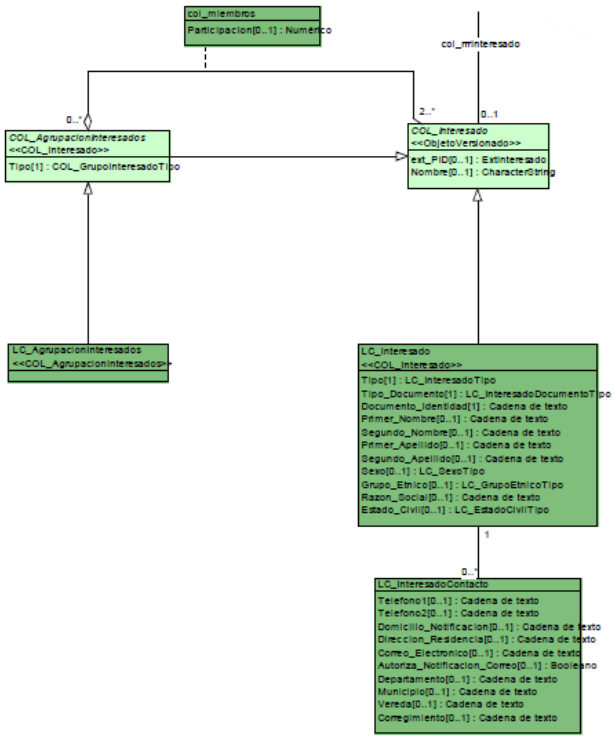


Ilustración 10 Paquete de interesados

CLASE	ALIAS	DESCRIPCIÓN
LC_Interesado	Interesado	Es la parte que tiene una relación con el predio por algún tipo de derecho o restricción. Puede corresponder a una persona natural o jurídica.
LC_InteresadoContacto	LC_InteresadoContacto	Clase que permite registrar los datos de contacto asociados a un interesado.
LC_AgrupacionInteresados	Agrupación de Interesados	Clase que permite crear una agrupación de interesados que los cuales ostentan la propiedad, posesión u ocupación de un predio. Una agrupación de interesados debe estar conformada por mínimo 2 interesados. Para los predios formales solo se registrará el porcentaje de participación si lo indica el folio de matrícula inmobiliaria y la suma de los coeficientes de participación debe ser igual a uno

Tabla 3 Clases que conforman el paquete Interesados

Fuentes

Las fuentes permiten relacionar los soportes documentales del paquete administrativo.

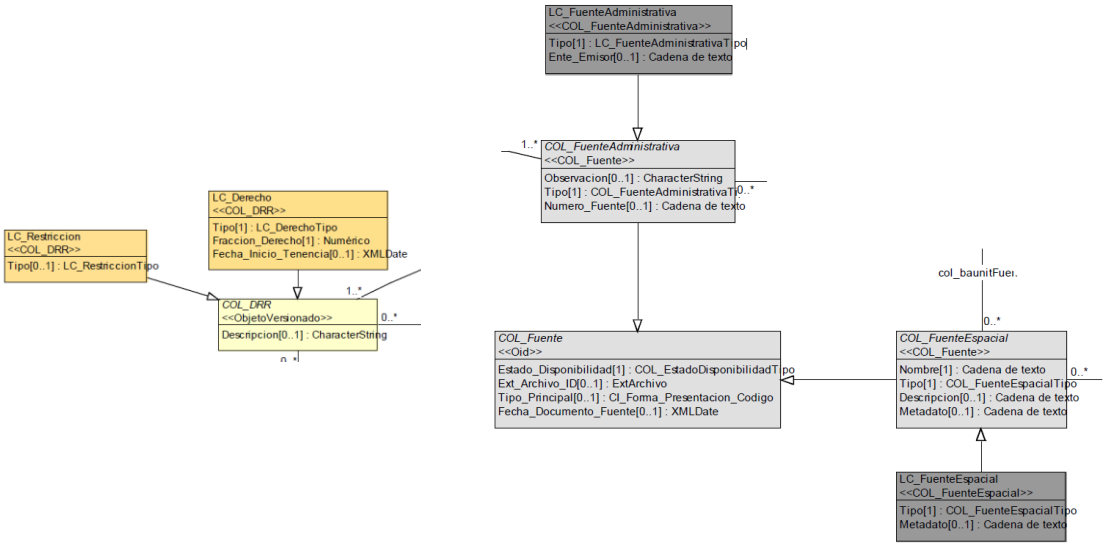


Ilustración 11 Paquete de fuentes

CLASE	ALIAS	DESCRIPCIÓN

LC_FuenteEspacial	Fuente Espacial	Clase que permite almacenar las fuentes constituidas por datos espaciales (entidades geográficas, imágenes de satélite, vuelos fotogramétricos, listados de coordenadas, mapas, planos antiguos o modernos, descripción de localizaciones, etc.). Por ejemplo, si un topógrafo realiza un levantamiento planimétrico, esta clase permite crear las fuentes espaciales asociadas al levantamiento realizado.
LC_FuenteAdministrativa	Fuente Administrativa	Clase que almacena las fuentes administrativas (escrituras, sentencias, actos administrativos, etc.) que sustentan el Derecho respecto de la relación de tenencia entre el Interesado y el predio.

Tabla 4 Clases que conforman paquete de fuentes

Ya definidas las clases de entidad y variables, junto con los dominios que se aclaran en detalle en (ANEXO 1), se procedió a diseñar la *Geodatabase* con el software ARCCATALOG 10.8. (Ilustración 12), dentro de ella sus tablas, *feature dataset* y *feature*, sus respectivas relaciones y *attachmets* que cumplen con la semántica descrita de las clases, variables y dominios ya descritos.

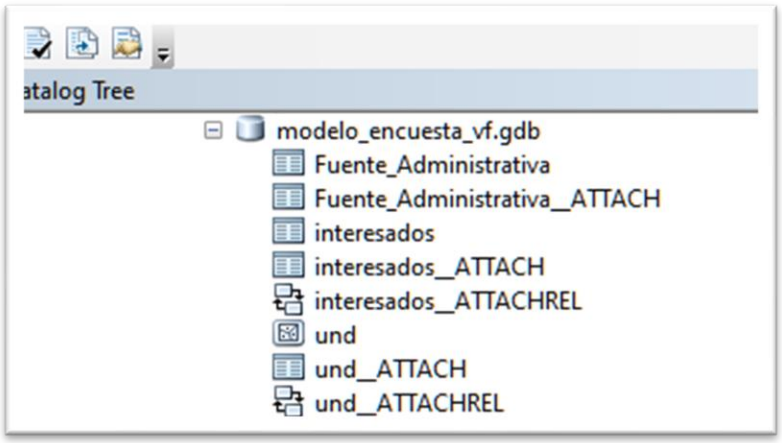


Ilustración 12 Diseño Geodatabase ArcCatalog 10.8.2

Con la idea que la interoperabilidad de la *Geodatabase* fuera optima se garantizó que los dominios, nombre de atributos y clases tengan la misma ortografía y caracteres a el modelo ver (Ilustración 13).

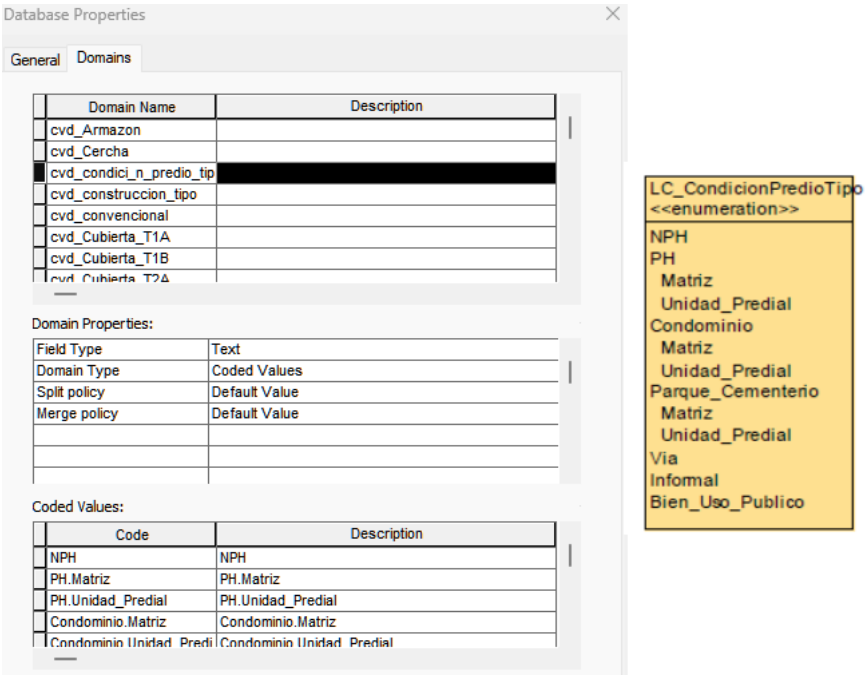


Ilustración 13 Escritura de dominios

Posteriormente se hizo un cargue de información ficticia en la *Geodatabase*, esto debido a que se quiere simular el proceso de actualización catastral, quiere decir, aprobar o modificar datos catastrales ya existentes. Esto se hizo en una manzana de la ciudad de Bogotá para contemplar zona urbana y 10 predios en el sector rural de la ciudad, la localidad del Sumapaz.

Definición de Aplicativo Por Emplear

En el desarrollo de este proyecto se investigó qué aplicativos de gestión operacional serían la mejor opción teniendo en cuenta: la facilidad de configuración, que brindara la posibilidad de un seguimiento inmediato y completo de las labores operacionales, que presentara la menor cantidad de inconvenientes técnicos o de conectividad, que permitiera optimizar los tiempos de trabajo y, por lo tanto, mejorar la productividad.

El software libre QGIS fue una de las alternativas consultadas. Su aplicación de captura de datos en campo, QField, tiene una interfaz amigable y su configuración de formularios es muy intuitiva. Además, se configura con un lenguaje muy conocido, como Python. Sin embargo, la plataforma tiene deficiencias importantes al momento de pretender funcionar en línea o en tiempo real.

El complemento empleado para esto es QGIS Cloud, que, en lo referente a su almacenamiento y capacidad de trabajo fluido, permite publicar mapas ilimitados con un límite de espacio de 50 megabytes o 5 bases de datos PostgreSQL (Cartografía Digital, 2016). Esto resulta insuficiente para un proyecto que maneje datos catastrales.

Uno de los atributos que se quiere es que toda la labor de reconocimiento sea ejecutada en una sola *Geodatabase*, que garantice el seguimiento y evite tiempos innecesarios de postprocesos. QGIS nos impide este cometido al tener que fraccionar la base de datos por cada asignación que se pretenda hacer. Esto es similar a cortar una torta en pedazos, para después tener que unirla nuevamente.

La aplicación de captura de campo de ESRI, FieldMaps, permite configurar los formularios de manera más dinámica, otorgando restricciones de obligatoriedad y secuencia lógica de las respuestas. Estas restricciones se logran al hacer la configuración con el lenguaje Arcade, que resulta ser muy intuitivo dentro de la configuración local de la aplicación.

FieldMaps permite ser usado en modo offline, lo que lo hace ideal para proyectos que requieran trabajar en áreas remotas o con poca conectividad. Asimismo, permite que varios colaboradores trabajen en la misma *Geodatabase*, lo que facilita la colaboración y la gestión de los datos.

En conclusión, la plataforma ESRI es la mejor opción para proyectos que requieran la captura de datos en tiempo real y de manera articulada, como es el caso de este proyecto. FieldMaps, en particular, es la mejor alternativa para proyectos que requieran una configuración dinámica de formularios, la posibilidad de trabajar en modo offline y la colaboración de varios usuarios.

Fue satisfactorio ver que, por ejemplo, cuando un reconocedor captura un dato en terreno, este se ve reflejado en tiempo real en los tableros de control que tengan enlazada la encuesta en la cual se está trabajando. Asimismo, las configuraciones del mapa en ArcGIS Pro se reflejan de manera inmediata en el campo. Esta es una ventaja importante al momento de realizar cambios en asignaciones, por ejemplo.

Configuración Inicial y Puesta en Marcha

Una vez definido la plataforma de ESRI y sus aplicativos como mejor opción de trabajo se inició la configuración y puesta en marcha del proyecto, primeramente, con la incorporación de la *Geogatabase* junto como los demás insumos dentro de la plataforma de ARCGIS ONLINE ver (Ilustración 14).

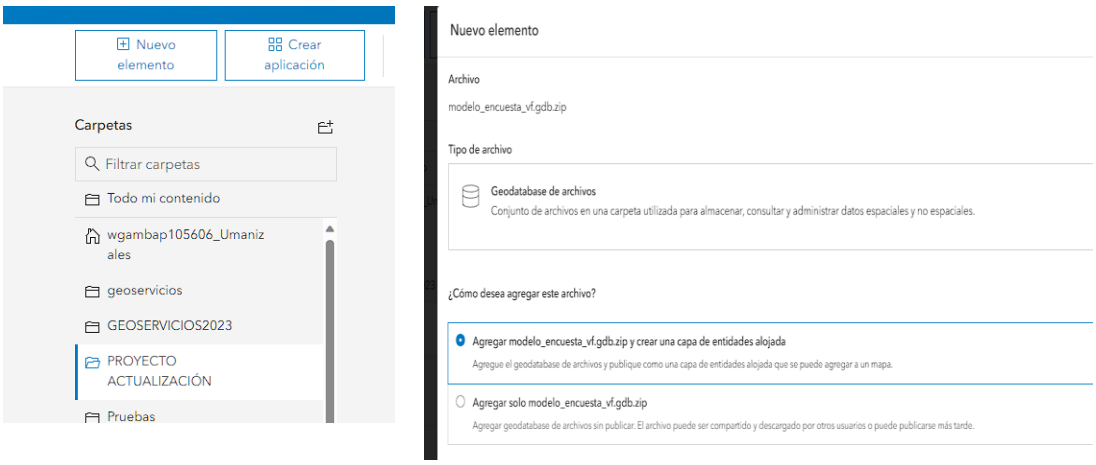


Ilustración 14 Cargue elementos ARCGIS ONLINE

Teniendo cargados los elementos a usar, se crea con el aplicativo MAP VIEWER CLASSIC el mapa web (Ilustración 15), el cual va a ser usado como mapa base en todos los aplicativos a usar (DASHBOARD, ARCGISPRO, FIELDMAPS). Dentro de él se decidió dejar dos capas como referentes de información.

- Capa de histórico de construcciones.
- Capa de histórico de Terrenos, el cual contiene información de propietario, número predial y NUPRE.

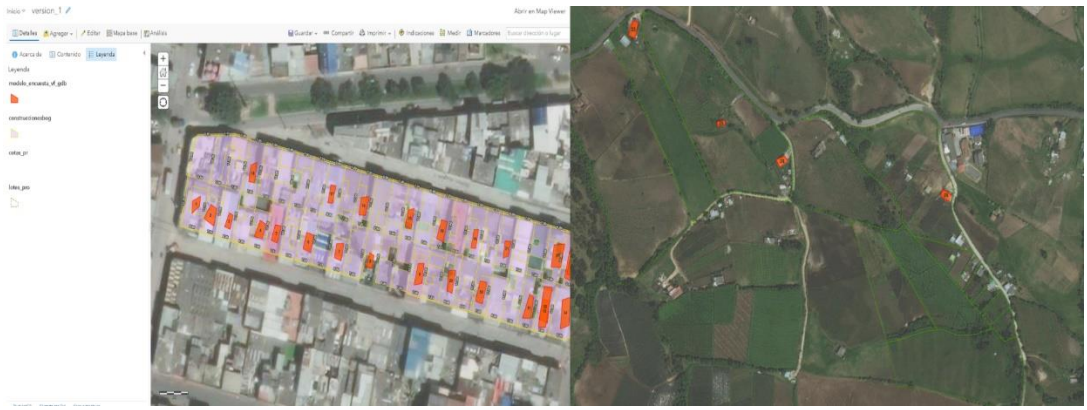


Ilustración 15 Web Map Fuente Autor

Nota: El web map detalla zonas del sector urbano y rural de la ciudad de Bogotá.

Una vez ya fue creado el web map se guardó en el contenido de la cuenta con el nombre de “Version_1”.

En el Aplicativo FIELDMAPS se configuro el formulario de la encuesta el mapa “Version_1”. En este caso la encuesta fue, como tal, la misma *Geodatabase* creada y que se encuentra cargada en el Web Map. Ver (Ilustración 16). FieldMaps trabaja con un lenguaje de programación propio de Esri llamado ARCADE con el cual se crean sentencias de manera muy sencilla, ya que el mismo programa permite que se creen en un apartado muy intuitivo ver (Ilustración 17); lo cual traduce, que no hace falta ser un

experto en programación para poder configurarlo de manera óptima. Este fue el motivo por el cual se opto por escoger una configuración con ARCADE y no con PHYTON.

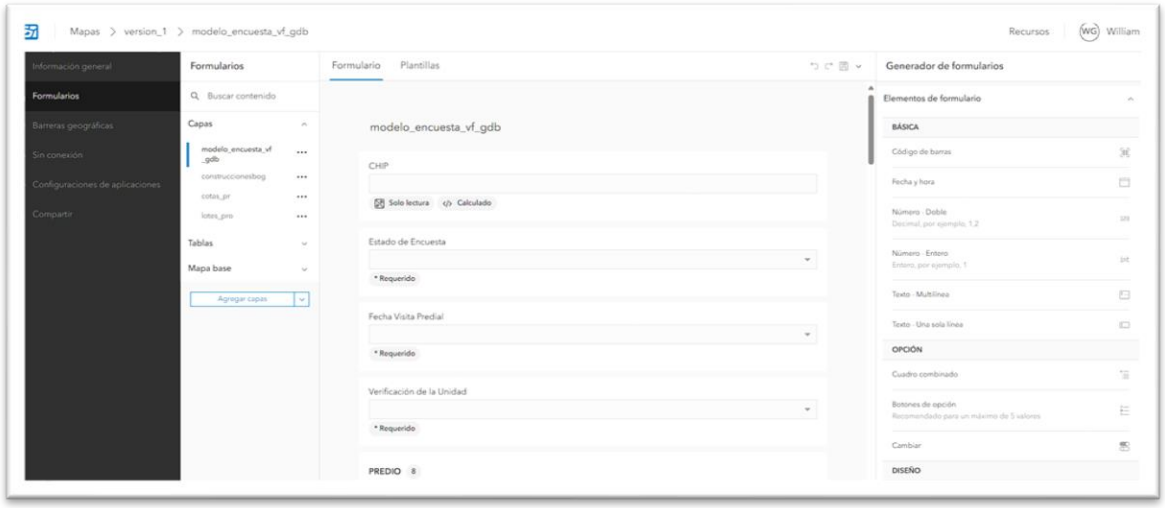


Ilustración 16 Interfaz FieldMaps

Se agregaron entonces, sentencias que ayudan a la Consistencia lógica de los datos, como,por ejemplo, que si al contestar que a la respuesta “Lote sin Construcción” no se despliegue preguntas referentes a Construcciones ver (Ilustración 17). También si se contesta que el resultado de la visita es “Exitoso” se desplieguen datos de la persona quien atendió la visita ver (Ilustración 18).

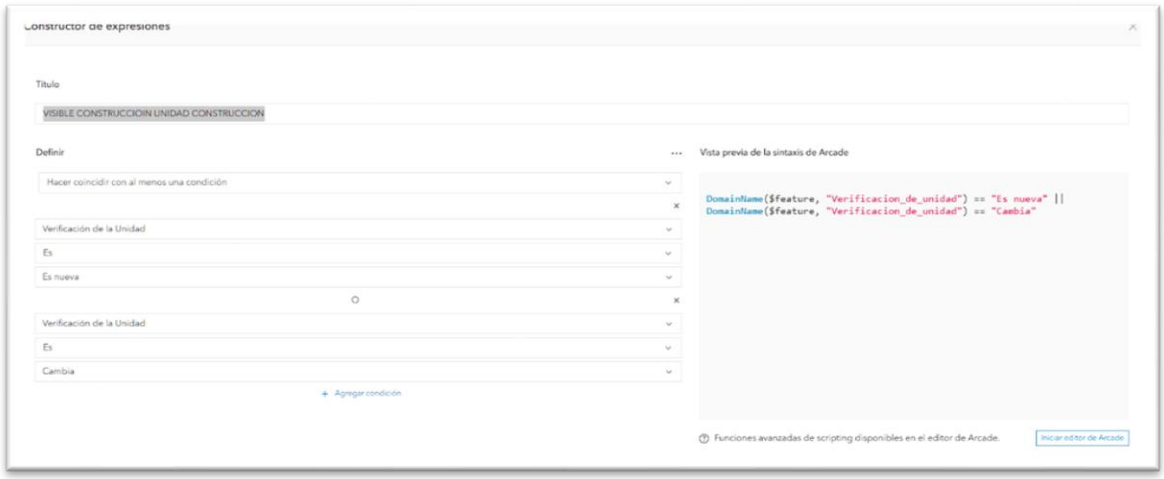


Ilustración 17 Constructor de Expresiones FieldMaps Lenguaje ARCADE (Condicional de visibilidad Visibilidad)

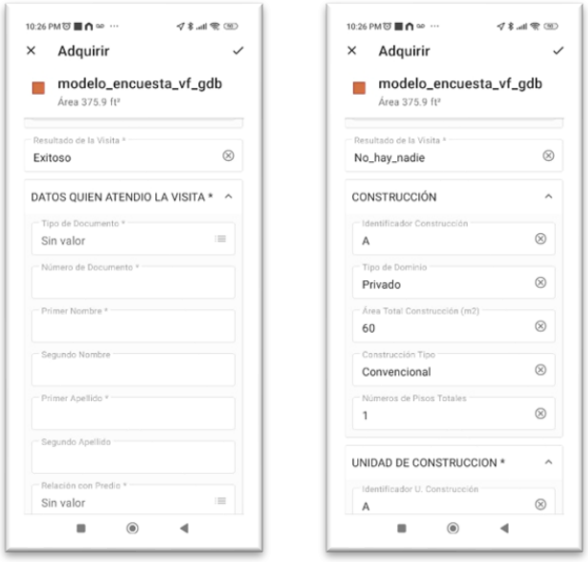


Ilustración 18 Formulario FieldMaps

Adicional a esto se creó obligatoriedad de respuesta a preguntas en concordancia con el modelo de Levantamiento LADM COL V. 1.2.

Debido a que el aplicativo FieldMaps, en su configuración de formulario, permite agregar mas preguntas, las cuales se ven reflejadas en la *Geodatabase* como un nuevo atributo dentro del *feutare*, se crearon clases adicionales para resolver necesidades particulares como lo son:

-*entregan documentos o planos las personas que atienden?,* Indispensable para llevar un control por parte del componente jurídico.

-*Observaciones de calidad*, para el departamento de calidad o supervisor técnico

-*Reconocedor* (el cual sirvió para hacer seguimiento individual de desempeño).

En total se emplearon 45 preguntas en el formulario, pero el reconocedor nunca las vio desplegadas en su totalidad, ya que dependiendo de como se valla desarrollando la encuesta se van desplegando o no preguntas adicionales. Para información más detallada de cómo se configuró el despliegue de la encuesta ver (ANEXO 2).

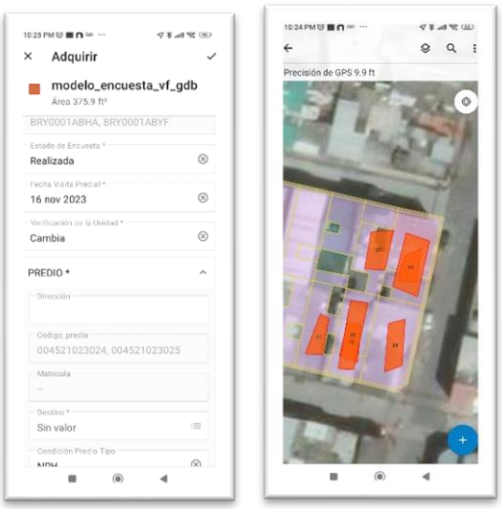


Ilustración 19 Vista Definitiva FieldMaps

Con la idea de comprobar la forma como se puede trabajar sin conexión a internet se realizo una captura de datos en el sector rural de la ciudad de Bogotá, mas exactamente en la localidad de Sumapaz. Para esto, dentro de la interfaz de escritorio de Field Maps en el apartado *Sin conexión* se activa la opción de trabajar sin conexión, ver (Ilustración 20). Posteriormente se ingresó a la aplicación móvil, dentro del mapa a trabajar se eligió la opción *agregar área sin conexión*, se eligió el nivel de detalle

determinando la *escala de visualización,* posteriormente se inició la descarga. ver (Ilustración 21)

Una vez realizada las ediciones en la encuesta la información quedó de manera local en el dispositivo, hasta que llegando a un lugar con conexión a internet se realizó la sincronización. Ver (Ilustración 22)

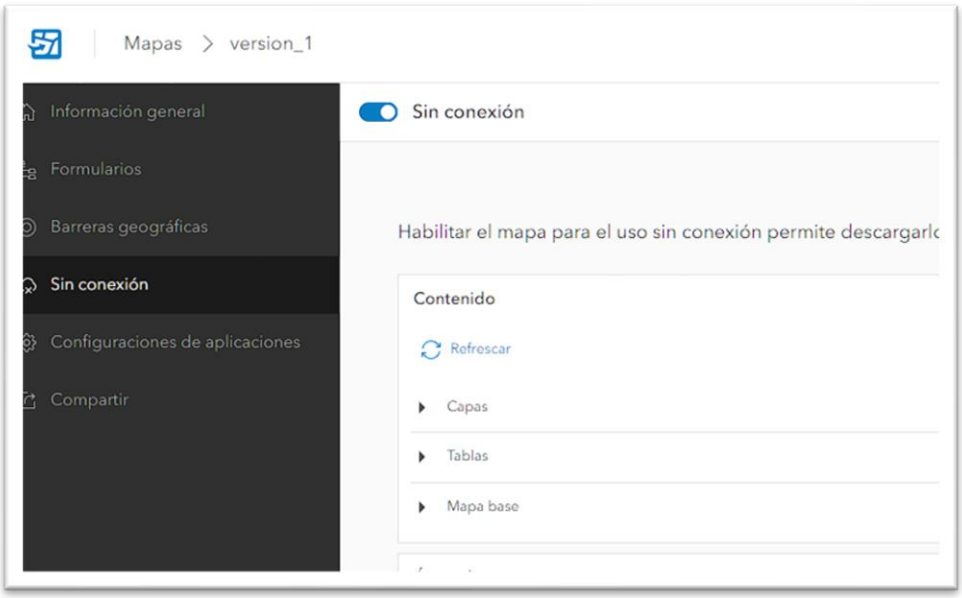


Ilustración 20 FieldMaps configuración sin conexión

Ilustración 21 Área sin Conexión FieldMaps

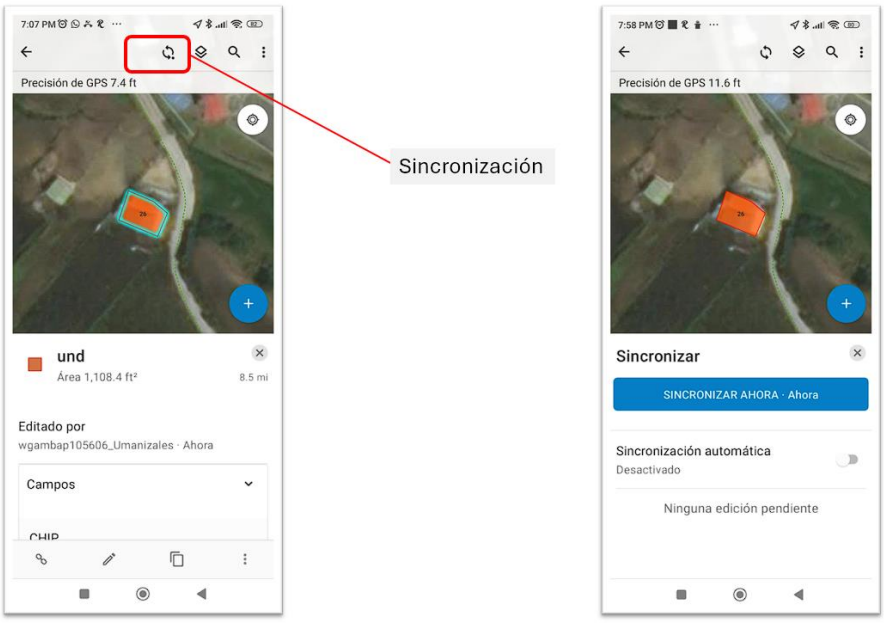
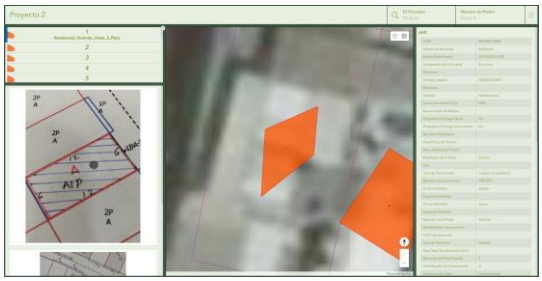


Ilustración 22 Sincronización FieldMaps

Ya configurado el formulario de campo en FIELDMAPS, se procedió a configurar dos tableros de control en el aplicativo DASHBOARD de Esri. Se tomó la

decisión de crear dos tableros de control, uno para el seguimiento operativo y otro como apoyo del componente SIG, que en el caso de un operador catastral es el encargado de hacer la digitalización de la información obtenida en campo.



https://www.arcgis.com/apps/dashboards/cfe4f09fed6f402c9a11b7f5e17f9783 https://www.arcgis.com/apps/dashboards/93bd8295f4b14008ba59e723a6652498

Ilustración 23 Tableros de Control realizados

Para el tablero de control de seguimiento se crearon dos apartados a destacar, en el primero ver (Ilustración 24), se utilizó como filtro para revisar las encuestas hechas por cada reconocedor y a su vez creara un filtro dentro del *feature* de la encuesta para que solo se visualizaran geográficamente su trabajo. En el segundo apartado se pueden ver las calificaciones realizadas en cada unidad de construcción, junto con sus respectivas fotos anexas ver (Ilustración 25).

Ilustración 24 Dashboard, Apartado de Seguimiento por Reconocedor

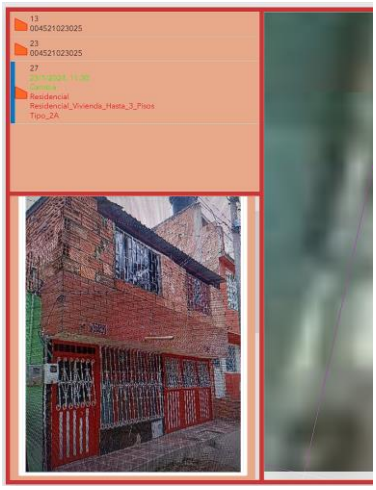


Ilustración 25 Dashboard, Apartado 2 Seguimiento revisión de calificación

Para el segundo tablero de control se creó un filtro ver (Ilustración 26) con el cual se puede individualizar el código predial de la encuesta, para que así solo tenga visualización de las unidades de construcción capturadas en terreno de dicho predio. Lo anterior con la intención que sea utilizado por el departamento SIG para hacer las asignaciones de dicho equipo a escala de numero predial y que así se digitalicen de manera apropiada dichas construcciones. Todos los detalles de los tableros de control se pueden consultar en el ANEXO 3

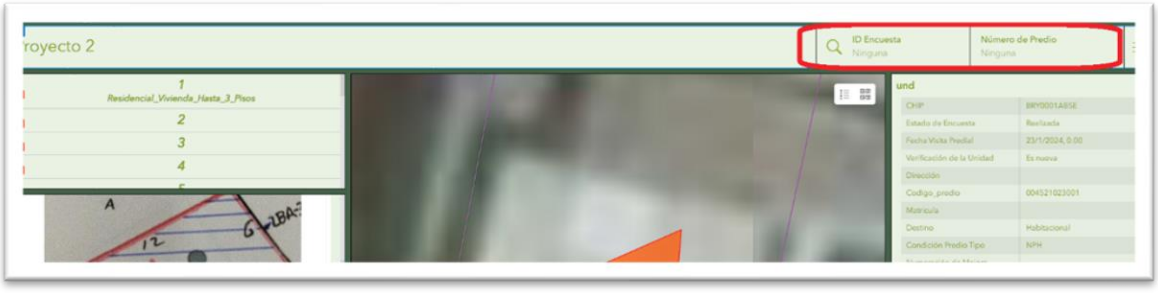


Ilustración 26 DashBoard 2 para componente SIG

Descripción y Ubicación de la Zona de Estudio: Una vez configurados todos los aplicativos, se realizó la salida a campo para capturar la información. En el sector urbano, se definió una manzana en la ciudad de Bogotá, entre la calle 55 y 58 Sur, y

entre la carrera 77H y 77I, en el barrio Bosa. Esta manzana consta de 48 predios. Para el sector rural, se asignaron 10 predios del sector rural de la localidad de Sumapaz, al sur de la ciudad.

Salida a Campo

En campo, se utilizó el aplicativo FieldMaps para comparar la realidad del terreno con la información catastral registrada como insumo. En caso de encontrar alguna modificación en los componentes físicos de las construcciones, se registró con ayuda del formulario ya configurado.

Con FieldMaps, se realizó un registro fotográfico de las Unidades Constructivas que se encontraron nuevas o cambiaron. Estas unidades se midieron y registraron en un croquis de campo que también se consignó en la aplicación. Además, se realizó una calificación de tipologías siguiendo los lineamientos del catálogo oficial. (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZÍ, 2021, págs. 55-63)

En el ejercicio de campo, se simuló una situación en la que se encontró una informalidad. En este caso, se debía registrar los datos de la persona interesada, junto con sus documentos de identidad y la fuente administrativa o soporte que la acreditaba. Por esta razón, se crearon dos tablas adicionales que tienen una relación con la encuesta. Estas tablas se llamaron "*Interesados*" y "*Fuentes Administrativas*". Ver (Ilustración 27)

Esta solución resuelve varios inconvenientes que se presentan en operativos de campo, en los que es necesario clasificar estos documentos y asociarlos a la persona a la que pertenecen. Gracias al formulario de FieldMaps, esta problemática se mitiga.

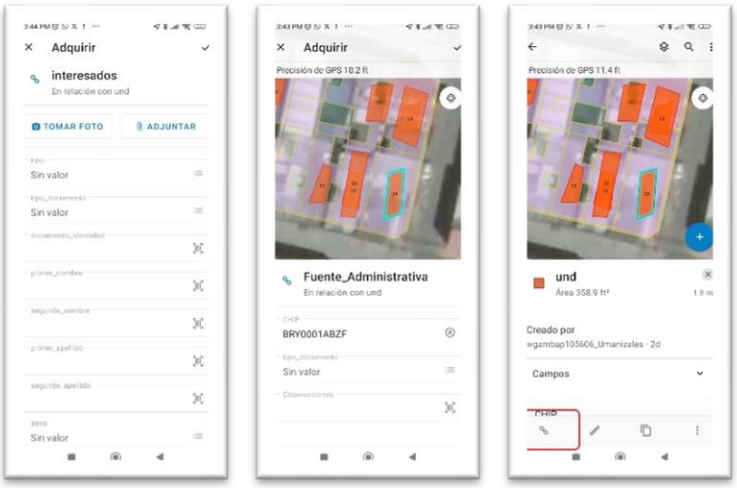


Ilustración 27 Tablas Relacionadas a Encuesta

Al capturar un punto en la encuesta o sincronizar el trabajo realizado en un área sin conexión, la información se guarda en la *Geodatabase* publicada en el servidor de ArcGIS Online. Esto permite que toda la información capturada en campo sea visible en tiempo real en cualquier aplicativo de ArcGIS Online que tenga cargada la *Geodatabase*. Algunos ejemplos de estos aplicativos son *ArcGIS Pro, Dashboard, Instant Apps e incluso Field Maps*

En total se visitaron 54 predios, se capturaron 41 unidades de construcción junto con sus respectivos registros fotográficos. Además, Se adjuntaron 4 documentos correspondientes a 2 informalidades encontradas en el sector rural. Esta labor tomo un total de 8 horas de trabajo distribuidas en 2 días de campo.

10. CONCLUSIONES

- El análisis del modelo de Levantamiento V 1.2 LADM_COL permitió determinar que las clases que se pueden capturar en el proceso de reconocimiento predial de método directo con un aplicativo de campo son todas las que se encuentran dentro de los siguientes paquetes:

  - Unidades Espaciales: todas las clases que representan un elemento físico en el territorio, como predios, construcciones, parcelas, etc.
  - Unidad Administrativa Básica: la clase que representa la unidad territorial de menor nivel en el ordenamiento territorial.
  - Paquete de Interesados: las clases que representan a las personas o entidades que tienen un interés sobre el predio.
  - Fuentes administrativas y Fuentes Espaciales: las clases que representan los documentos o registros que sustentan la información capturada.

  Estas clases se pueden capturar en un aplicativo de campo mediante formularios personalizados que permitan registrar los datos necesarios para cada una de ellas.

- Se implementó una base de datos espacial para facilitar el almacenamiento de los datos obtenidos en el proceso de reconocimiento predial, en el marco de la actualización catastral. La base de datos respeta la semántica del Modelo de Levantamiento LADM_COL V. 1.2 y puede ser utilizada en cualquier municipio de Colombia, lo que facilita la integración de información de diferentes fuentes y mejora la precisión de los datos.

- En el desarrollo del proyecto se definió que los mejores aplicativos para la gestión operacional del mismo son los pertenecientes a la plataforma ESRI; DASHBOARD, FIELDMAPS, MAP VIEWER CLASSIC y el software de escritorio ARCGIS PRO 3.0.

- Se identificó que la aplicación DASHBOARD de Esri garantiza la optimización de actividades de control y asignación operacionales realizadas por un gestor catastral. Este aplicativo permite visualizar y analizar información en tiempo real, lo que facilita la identificación de patrones y tendencias que pueden ayudar a los gestores catastrales a tomar decisiones más informadas.

- Las herramientas utilizadas en este trabajo facilitan las tareas operativas de los operadores catastrales. En FIELDMAPS, se recopilan las variables de terreno de manera eficaz mediante formularios que garantizan la consistencia lógica. Estos formularios se sincronizan en tiempo real con DASHBOARD, lo que permite generar tableros de control de seguimiento. Además, se utilizan aplicativos de elaboración de mapas, como MAP VIEWER o ARCGISPRO, para modificar los mapas vistos en FIELDMAPS y DASHBOARD. Todo esto contribuye a las etapas preoperativas, operativas y posoperativas del reconocimiento predial.

11. RECOMENDACIONES

La base de datos obtenida con FieldMaps en este proyecto contiene la información necesaria para realizar el reconocimiento predial por método directo. Esta información incluye los datos del predio, la construcción, los interesados y las fuentes administrativas.

Sin embargo, la base de datos no contiene toda la información necesaria para realizar una actualización catastral completa. Por ejemplo, no incluye información sobre los valores catastrales, las obligaciones tributarias o los derechos de los propietarios.

Para cumplir con las demás actividades que comprenden el marco de una actualización catastral, es necesario continuar con el estudio para conocer el proceso de migrar los datos obtenidos con FieldMaps a una Base de Datos que tenga la misma estructura del Modelo de Levantamiento LADM_COL V 1.2.

FieldMaps es una buena aplicación para capturar datos en terreno. Sin embargo, al ser enfocada para que funcione en dispositivos móviles como celulares, tiene algunas limitaciones. Una de estas limitaciones es la precisión de la ubicación. Los dispositivos móviles suelen tener una precisión de ubicación inferior a la de los dispositivos diseñados específicamente para este propósito, como los GNSS.

Por lo tanto, FieldMaps no se recomienda para capturar ubicaciones que necesiten buena precisión, como los Puntos Lindero. En estos casos, se recomienda utilizar una aplicación o dispositivo que esté diseñado para este propósito.

Para usar un software libre como QGIS con la *Geodatabase*, primero se debe descargar una copia desde ArcGIS Online. La información que se obtenga será un

reflejo de la *Geodatabase* en el momento de la descarga, ya que no se actualiza en tiempo real. QGIS es una herramienta poderosa para trabajar con datos espaciales, pero no se actualiza automáticamente con los cambios realizados en la *Geodatabase* de ArcGIS Online.

12. REFERENCIAS

Buuveibaatar, M., & Lee, K. (2022). Implementation of the LADM-Based Cadastral Model for Mongolia towards Transition to a 3D Cadastre. *MDPI and ACS Style*.

Cartografía Digital. (27 de 02 de 2016). *Blog sobre Cartografia Digital y software para trabajar con ella*. Obtenido de https://www.cartografiadigital.es/2016/02/qgis-cloud-nuestros-mapas-en-la-web.html

Colombia, C. P. (1991). Articulo 648. Bogotá.

Consejo Nacional de Política Económica y Social Departamento Nacional de Planeación. (2016). *Documento CONPES 3859.*

Consejo Nacional de Política Económica y Social Departamento Nacional de Planeación. (2019). *Documento Conpes 3958.*

Constitucion Política de Colombia. (1991). *Articulo 365.*

DANE. (2020). *Decreto 148.*

Departamento Nacional de Planeación. (30 de abril de 2023). *Catastro Multiproposito*. Obtenido de https://catastromultiproposito.dnp.gov.co/desarrollo-de-la-politica/Paginas/diagnostico-municipal.aspx

ESRI. (2021). *Documentación Esri FieldMaps.* Obtenido de https://doc.arcgis.com/es/field-maps/android/use-maps/quick-reference.htm

ESRI. (2022). *Developers ArcGis Map Viewer.* Obtenido de https://developers.arcgis.com/documentation/mapping-apis-and-services/tools/mapviewer/

ESRI. (2023). *Documentación ArcGis Arcade.* Obtenido de https://www.esri.co/es-co/productos/arcgis-arcade/inicio

ESRI. (s.f.). *Dashboard by Esri*. Obtenido de https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-dashboards/overview

Gobierno de Colombia. (2010). *Decreto 1469.*

Gobierno de Colombia. (2015). *Decreto 1071.*

Gobierno de Colombia. (2015). *Ley 1753 de 2015.*

Gobierno de Colombia. (2019). *Decreto 1983.*

Gobierno de Colombia. (2019). *Ley 1955.*

ICDE Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales. (2017). *Guía de Implementación para La Evaluación de La Calidad de Información Geográfica.* Bogotá.

ICONTEC. (2010). *NTC 5043 Información Geográfica. Conceptos Básicos de La Calidad de Los Datos Geográficos.*

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2020). *Resolución 388 "Por la cual se establecen las especificaciones técnicas para los productos de información generados por los procesos de formación y actualización catastral con enfoque multiproposito".* Bogotá.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZÍ. (2021). *DICCIONARIO DE DATOS MODELO DE LEVANTAMIENTO CATASTRAL LADM_COL V 1.2.* Bogotá.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2022). *www.igac.gov.co*. Obtenido de https://www.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/catastro/catastro-multiproposito

Janecka, K. (2019). Standardization supporting future smart cities – a case of BIM/GIS and 3D cadastre. *Sciendo*, 106-113.

Okembo, C. (2022). Developing an adapted land administration domain model profile for Kenya. *Land Use Policy*, 117.

Oracle. (2023). *Oracle.com*. Obtenido de https://www.oracle.com/co/database/what-is-a-relational-database/

SNR, IGAC. (2020). *Resolución Conjunta 04218 - 499.*

Unger, E. (2023). Women's access to land and the Land Administration Domain Model (LADM): Requirements, modelling and assessment. *Land Use Policy*, 126.

Zhongguo, X., Yuefei, Z., Rohan, B., Wu, C., & Wu, Y. (2022). An LADM–based model to facilitate land tenure reform of rural homesteads in China. *Land Use Policy*.