

**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE  
LA INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA CATASTRAL DIGITAL DEL IGAC**



**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
MANIZALES  
2017**

**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE  
LA INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA CATASTRAL DIGITAL DEL IGAC**

Trabajo de Grado presentado como opción parcial para optar  
al título de Especialista en Información Geográfica

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
MANIZALES  
2017**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por ser lo que somos hoy en día y por permitir que este trabajo de grado se realizara al igual permitir cursar este nuevo camino, por ser el guía y brindarme todo el conocimiento que hoy finalizando este proceso de formación tengo.

A mi familia por apoyarme en todo el camino que he recorrido y por permitirme culminar esta gran etapa de estudios que alcanzo hoy.

A la Universidad de Manizales y al Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC por todos los conocimientos que me aportaron en el proceso formativo por medio de sus representantes, los docentes quienes han formado muchos profesionales idóneos y muy éticos para que tengan un muy buen desempeño profesional.

A mis compañeros y amigos quienes me acompañaron y me brindaron fuerzas en esta formación personal y profesional.

## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>10</b>
<b>1 ÁREA PROBLEMÁTICA</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
<b>3 JUSTIFICACIÓN</b>	<b>17</b>
<b>4 MARCO TEÓRICO</b>	<b>19</b>
4.1 MARCO REFERENCIAL	19
4.1.1 INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI - IGAC	19
4.1.2 LOGO INSTITUCIONAL	19
4.1.3 RESEÑA HISTÓRICA	19
4.1.4 VISIÓN	21
4.1.5 MISIÓN	21
4.1.6 OBJETIVOS INSTITUCIONALES	21
4.1.7 ORGANIGRAMA	22
4.2 MARCO CONCEPTUAL	23
4.2.1 CATASTRO	23
4.2.2 PREDIO	23
4.2.3 SISTEMA	24
4.2.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	24
4.2.4.1 Componentes de un SIG	24
4.2.4.2 Funciones de los componentes del sig.	26
4.2.4.3 Modelo vectorial	27
4.2.5 BASE DE DATOS	27
4.2.6 BASE DE DATOS GEOGRÁFICA.	27
4.2.7 GEODATABASE	28
4.2.8 TABLAS, FEATURE CLASSES Y FEATURE DATASETS.	29
4.3 ANTECEDENTES	30

<b>5</b>	<b><u>METODOLOGÍA</u></b>	<b><u>36</u></b>
<b>5.1</b>	<b>FASE 1: IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS</b>	<b>36</b>
5.1.1	REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES	37
5.1.2	REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	40
5.1.3	CUMPLIMIENTO CON ESTRUCTURA DEL NÚMERO PREDIAL NACIONAL.	40
5.1.4	ESPECIFICACIÓN REGLAS DE VALIDACIÓN CONSISTENCIA GRÁFICA.	41
5.1.4.1	Ítems de consistencia de dominio	41
5.1.4.2	Ítems de exactitud temática	44
5.1.5	REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE	45
5.1.6	ENTREGABLES	45
<b>5.2</b>	<b>FASE 2: DESARROLLO</b>	<b>45</b>
5.2.1	VALIDACIONES PLANTEADAS POR EL USUARIO	46
5.2.1.1.	PROCESO DE VALIDACIÓN DE CONSISTENCIA DE DOMINIO.	46
5.2.2	PROCESO DE VALIDACIÓN DE EXACTITUD TEMÁTICA.	48
5.2.3	DESARROLLO DE INTERFAZ GRÁFICA	51
5.2.4	DESARROLLO DE DIAGRAMA DE PROCESOS GEOGRÁFICO – MODEL BUILDER	53
5.2.5	RESTRICCIONES DE FUNCIONAMIENTO	56
<b>5.3</b>	<b>FASE 3: PRUEBAS</b>	<b>56</b>
5.3.1	VALIDACIÓN DE SEGURIDAD	56
5.3.2	PRUEBAS DE GENERACIÓN DE INCONSISTENCIAS - VALIDACIÓN	57
<b>6</b>	<b><u>RESULTADOS</u></b>	<b><u>58</u></b>
<b>6.1</b>	<b>DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA</b>	<b>58</b>
<b>6.2</b>	<b>AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>58</b>
<b>6.3</b>	<b>VARIABLES ESTABLECIDAS DENTRO DEL CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>58</b>
6.3.1	VARIABLES Y VALIDACIONES – EXACTITUD TEMÁTICA	59
6.3.2	VARIABLES Y VALIDACIONES – CONSISTENCIA DE DOMINIO (CONSISTENCIA LÓGICA)	64
6.3.3	GENERACIÓN DE OBJETOS GEOGRÁFICOS INCONSISTENTES.	65
6.3.4	GENERACIÓN DE ARCHIVOS DE INCONSISTENCIAS	68
<b>7</b>	<b><u>RECOMENDACIONES</u></b>	<b><u>71</u></b>
<b>8</b>	<b><u>BIBLIOGRAFÍA</u></b>	<b><u>72</u></b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Logo institucional IGAC. ....	19
Figura 2: Organigrama IGAC. ....	22
Figura 3: Componentes de un SIG. ....	24
Figura 4: Funciones de los componentes de un SIG. ....	26
Figura 5: Fases del ciclo de vida – ArcGis Data Reviewer. ....	33
Figura 6: Modelo de Geoprocesamiento con ModelBuilder. ....	34
Figura 7: Ciclo de vida de Workflow Manager.....	35
Figura 8: Modelo Base de datos geográfica – IGAC.....	37
Figura 9: Estructura Número Predial Nacional.....	40
Figura 10: Herramienta desarrollada. ....	51
Figura 11: Validadores. ....	52
Figura 12: Entorno de ejecución modelo V1. ....	52
Figura 13: Entorno de ejecución modelo V2. ....	52
Figura 14: Diagrama de creación de directorios – Toolbox.....	54
Figura 15: Diagrama de validación – Toolbox.....	55
Figura 16: Seguridad Toolbox.....	57
Figura 17: Esquema de salidas Toolbox.....	57
Figura 18: Salida resultado validación – Toolbox.....	66
Figura 19: Inconsistencias rurales – Tocancipá.....	67
Figura 20: Inconsistencias urbanas – Tocancipá.....	68
Figura 21: Reportes de inconsistencias generados. ....	69

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Requerimientos no funcionales .....	37
Tabla 2: RFN - 01: Seguridad .....	37
Tabla 3: RFN - 02: Eficiencia .....	38
Tabla 4: RNF - 03: Operatividad .....	38
Tabla 5: RFN - 04: Interactividad .....	39
Tabla 6: RNF - 05: Eficacia .....	39
Tabla 7: RNF - 06: Documentación.....	39
Tabla 8: RNF - 07: Verificación .....	40
Tabla 9: Parámetros de medición de la calidad - Elementos de calidad.....	41
Tabla 10: Validación consistencia de dominio .....	42
Tabla 11: Validación de exactitud temática.....	44
Tabla 12: Proceso de validación consistencia de dominio.....	46
Tabla 13: Proceso de validación Exactitud Temática.....	48
Tabla 14: Reglas de validación nuevas - Exactitud temática .....	59
Tabla 15: Reglas de validación nuevas - Consistencia de dominio (Consistencia lógica) .....	64

## RESUMEN

El desarrollo de la herramienta para el control de calidad de la información cartográfica catastral del IGAC se establece específicamente para los Feature Dataset Urbano y Rural con el fin de brindar una herramienta automática en las tareas de revisión de la calidad de los procesos de digitalización realizados en las distintas Direcciones Territoriales del País. Es claro que el Instituto tiene establecido tanto una metodología manual para ejecutar el proceso de control de calidad como a su vez el modelo de datos específico en cuanto a la información geográfica, en donde se realiza mediante especificación de requerimientos por parte de la Subdirección de Catastro se establecen las variables a controlar y de igual manera la validación pertinente de acuerdo tanto a la dinámica de la información catastral como a su vez al modelo de datos previamente establecido. De igual manera se plantearon las salidas gráficas producto del proceso de control de calidad y los reportes pertinentes; es claro que la metodología de desarrollo fue muy enriquecedor evaluar la evolución del proyecto y de igual manera el cumplimiento de los requerimientos.

De igual manera la herramienta cumple a cabalidad los alcances previstos y del mismo modo el requerimiento de realizar de manera automática el control de calidad, este permite realizar el proceso de manera masiva para gran cantidad de bases de datos geográfica previamente especificadas por el usuario.

**PALABRAS CLAVES:** Catastro, Cartografía, Feature, Geodatabase, Calidad.



## **ABSTRACT**

The development of the tool for quality control of the IGAC's cadastral cartographic information is established specifically for the Urban and Rural Feature Dataset in order to provide an automatic tool in the tasks of reviewing the quality of the digitization processes carried out in The different Territorial Directorates of the Country; It is clear that the Institute has established both a manual methodology to execute the quality control process as well as the specific data model in terms of geographic information, where it is done by specification of requirements by the Cadastre Branch It establishes the variables to be controlled and the corresponding validation according to both the dynamics of the cadastral information and in turn to the previously established data model. Likewise, the graphic outputs resulting from the quality control process and the relevant reports were considered; It is clear that according to the methodology of development it was very enriching to evaluate the evolution of the project and also the fulfillment of the requirements.

In the same way, the tool fully complies with the expected results and it is also clear that according to the requirement to perform quality control automatically, it allows the mass process to be performed for a large number of previously specified geographic databases By the user.

**KEY WORDS:** Cadastre, Cartography, Feature, Geodatabase, Quality.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de información de información durante el transcurso del tiempo han sufrido muchos cambios debido a las eras de la tecnología, ya que esta ha permitido el desarrollo de nuevos instrumentos y herramientas para la gestión y desarrollo de los mismos, de igual forma agilizando los tiempos de respuesta y el cumplimiento de requerimientos más a la medida de los usuarios respectivamente.

El mundo ante la necesidad de tener una vista de la tierra y realizar tanto procesos de planificación como de control y gestión del territorio, se vio en la necesidad de implementar los Sistemas de Información Geográfica – SIG, los cuales se han convertido en una herramienta para procesos de planificación, seguimiento y gestión del territorio al igual que de monitoreo del mismo, de igual manera su gran impacto en la gestión ambiental ha permitido minimizar y controlar los procesos que disminuyen la deforestación al igual que permiten realizar proyectos de preservación del medio ambiente siendo estos de gran utilidad en las regiones amazónicas del mundo.

El catastro en la actualidad es una herramienta mediante la cual se tiene el control y se realiza el seguimiento al ordenamiento del territorio, por ello el Instituto Geográfico Agustín – IGAC siendo la entidad encargada de la geografía del país, realiza la función de entidad rectora en marco a la función catastral y de igual forma ejecuta funciones catastrales mediante Direcciones Territoriales y Unidades Operativas de Catastro. La implementación de captura de cartografía catastral digital en un modelo de datos geográfico ha permitido tener una visión actual del territorio y que es alimentada mediante los procesos (Formación, Conservación y Actualización de la formación catastral) ejecutada por las distintas oficinas respectivamente, en donde mediante los procesos de digitalización se esquematizan los objetos geográficos encontrados en la etapa de campo, siendo este un proceso sobre el cual se tiene que medir la calidad de los datos en marco al cumplimiento de la estructura estipulada en la metodología de digitalización y modelo de datos planteados respectivamente, para ello se tiene planteado un mecanismo manual en el cual mediante la herramienta ArcGis se realizan al igual que la digitalización.

Existen herramientas desarrollada en marco a procesos de investigación como al igual generados por grandes empresas como ESRI para realizar procesos de control de calidad a objetos geográficos, pero estos aunque se podrían implementar, no están acorde a las necesidades de los procesos catastrales, por lo cual se evidencia la necesidad de desarrollar una herramienta que permita realizar las tareas de control de calidad de manera automática y de forma masiva, es decir, realizar este a varios municipios a la vez; de acuerdo a ello se realiza la especificación de

requerimientos y a su vez se va evaluando el cumplimiento de estos de acuerdo a la metodología de desarrollo que se decidió implementa (espiral).

El Instituto tiene diseñado un modelo de datos pertinente, en donde se estructura en 4 niveles de información, a lo cual se especifica que los procesos catastrales normalmente requieren de edición – digitalización de cartografía catastral digital sobre los niveles urbano y rural, siendo estos los niveles de información sobre los cuales se plantea la realización de la herramienta de control de calidad; es claro que existen tipos de bases de datos, en donde de acuerdo a lo mencionado por estos, la metodología en muchos casos y de acuerdo a la manera tradicional en que se ha venido trabajando se hace necesario realizar los procesos de validación para las Personal Geodatabase que se tengan de cada municipio respectivamente.

## 1 ÁREA PROBLEMÁTICA

La información geográfica dentro del día a día de la sociedad se ha convertido una herramienta de juicio para la toma de decisiones en distintos procesos de acuerdo a lo anterior se requiere que ésta cumpla con estándares de calidad mínimos y que los porcentajes de error sean lo más bajos posibles.

Entidades del Estado al igual que entidades privadas tanto del orden nacional como local, actualmente se encuentran realizando la producción de información geográfica a la cual se le deben aplicar unos mecanismos diseñados internamente con el fin de garantizar la calidad de la información respectivamente.

En la actualidad existen software tanto libres como algunos otros que requieren la adquisición de ciertas licencias para poder operar y tener su funcionamiento con todas las herramientas disponibles, esto debido a la aplicabilidad y alcance al igual que los requerimientos de enfoque de la información no son posibles aplicarlos respectivamente, pues los niveles que se tiene para la misma al igual que la estructura depende del diseño de las bases de datos espaciales, en donde actualmente se requiere recurso humano particular para permitir gestionar la calidad de la información geográfica. En producción por las distintas funcionalidades que existe y el propósito a lo cual se tiene en cuanto a concepción de procesos y tratamiento de información geográfica, se utiliza la herramienta de Esri denominada Arcgis, la cual dentro de sus funcionalidades cuenta con mecanismos de automatización de una gran cantidad de tareas que minimizan los tiempos de respuesta de los requerimientos de los usuarios de una organización y optimizan la gestión de los procesos internos y externos respectivamente.

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi es la entidad encargada de producir el mapa oficial y la cartografía básica de Colombia; elaborar el catastro nacional de la propiedad inmueble; realizar el inventario de las características de los suelos; adelantar investigaciones geográficas como apoyo al desarrollo territorial; capacitar y formar profesionales en tecnologías de información geográfica y coordinar la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE) (Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, s.f.)

La Subdirección de Catastro es la encargada de elaborar el catastro nacional de la propiedad inmueble del territorio Colombiano, en donde de acuerdo con los avances en cuestión de tecnologías geoespaciales y las necesidades internas de estandarizar los procesos, ha establecido una metodología de almacenamiento y gestión de la información producto de los procesos misionales como son la formación catastral, conservación catastral y actualización de la formación a lo cual se ha planteado un modelo de datos corporativo para la información geográfica

respectivamente; en donde también se han establecido metodologías para la captura y edición de dicha información, igualmente de acuerdo a ello se ha establecido un instructivo para control de calidad el cual de acuerdo a los cambios de la información geográfica y al comportamiento de la misma por el comportamiento catastral del territorio, ésta se encuentra no muy acorde a la realidad por lo anterior mencionado.

ESRI dentro de sus avances en cuanto a tecnologías geoespaciales ha realizado avances en cuanto a procesos de control de calidad generando una nueva herramienta para realizar dicho proceso y tener un control adecuado de las inconsistencias y la trazabilidad de solución de las mismas en los tiempos establecidos por el personal involucrado en la edición de información geográfica, denominada ArcGIS Data Reviewer

ArcGIS Data Reviewer permite administrar los datos para facilitar su producción y análisis, proporcionando un sistema completo para automatizar y simplificar el control de calidad de los datos, lo que puede mejorar rápidamente la integridad de los datos.

Data Reviewer consta de una serie de herramientas que admiten tanto el análisis visual como automatizado de sus datos. Se puede usar para detectar anomalías con entidades, atributos y relaciones en su base de datos. Las comprobaciones de datos contienen las reglas de análisis y se pueden programar para que se ejecuten automáticamente o según sea necesario. Los resultados del análisis se registran en una sesión de revisor, que se utiliza para administrar el ciclo de vida del análisis. Al seleccionar un registro en la tabla Revisor, automáticamente es trasladado a la extensión del registro de la tabla. Dependiendo del tipo de análisis que esté realizando, se puede corregir la anomalía como parte del mantenimiento de la base de datos o investigarse más. (ESRI - Environmental Systems Research Institute, Inc., 2016)

Se ha evidenciado que adicionalmente al Data Reviewer dentro de las funcionalidades de Arcgis existe un módulo denominado Model Builder para la generación de modelos que permiten automatizar los procesos, al igual que mediante el desarrollo de aplicaciones con Python se pueden automatizar tareas con el fin de generar optimización de recursos y tiempos de respuesta para con los procesos. De acuerdo con la complejidad de las herramientas y las habilidades del personal que permiten generar herramientas se han desarrollado de manera independiente aplicativos para la automatización de las distintas tareas dentro de los procesos con información geográfica.

El presente desarrollo se enfoca solamente en las bases de cartografía catastral digital de la Subdirección de Catastro de las Direcciones Territoriales que se encuentran fuera de operatividad del Sistema Nacional Catastral – SNC.

Actualmente en dichas bases de datos existen 4 Feature Dataset<sup>1</sup> a lo cual se pretende dar aplicabilidad del presente aplicativo, en donde se centra la información urbana y rural de los municipios del país respectivamente.

De acuerdo con ello se realizó un estudio de estado del arte en cuanto a calidad de la información de las bases en mención, esto debido a que se necesita establecer el alcance y comportamiento de la información de acuerdo a lo establecido y almacenado producto de la normatividad vigente y adicionalmente de los procesos catastrales realizados.

La Subdirección de Catastro adscrita al Instituto Geográfico Agustín Codazzi es la dependencia que se encarga de elaborar el catastro nacional de la propiedad inmueble (Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, s.f.), debido a que se han realizado avances en materia de tecnologías geoespaciales al igual que en materia catastral, se ha desarrollado la implementación de la base de datos corporativa, motivo por el cual se dio la necesidad de realizar la estandarización del modelo de datos de la información cartográfica catastral digital, en donde a partir de su implementación se inició la metodología de captura de la capa de unidades, la cual tiene el propósito de capturar la volumetría de las construcciones de todo el territorio nacional al igual que con el fin de pensar en un catastro digital en 3d para un futuro.

Entidades públicas y privadas al igual que entidades judiciales se basan en la información oficial del IGAC para la toma de decisiones y la proyección del territorio al igual que evidenciar el estado actual del país; siendo una herramienta importante se requiere que la información catastral digital sea de la mejor calidad posible para así garantizar la confiabilidad del dato y permitir la representación real del territorio.

La Subdirección de Catastro mediante el GIT<sup>2</sup> de Información y Análisis Catastral ha enfocado sus esfuerzos para generar una metodología de edición y captura de información producto de los procesos catastrales; actualmente esta metodología aunque abarca una gran parte del universo del comprendido de información catastral digital, no está en su totalidad, lo cual causa niveles de errores variables al igual que ruido en la información y calidad de la misma para los usuarios en general.

Las actividades de control de calidad gráfico se encuentran establecidas para que se lleven a cabo en una secuencia establecida a lo cual se hace dispendioso y tedioso realizar el proceso, es de aclarar que debido a los cambios que ha sufrido el catastro dentro de su concepción estos controles no abarcan en su totalidad dichas modificaciones; adicionalmente a lo anterior se hace necesario que se pueda

---

<sup>1</sup> Los datasets de entidades son objetos que permiten agrupar clases de entidades relacionadas para que puedan participar en una funcionalidad específica. (ESRI - Environmental Systems Research Institute, Inc, 2016)

<sup>2</sup> Grupo interno de trabajo

identificar de manera gráfica y estadística las inconsistencias presentes en una base de datos geográfica con el fin de cuantificar e identificar los errores de manera ágil y minimizar los tiempos de respuesta tanto del control de calidad como del personal técnico de digitalización.

¿Cómo automatizar el control de calidad al igual que generar objetos espaciales con las inconsistencias y poder cuantificarlos?

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una aplicación para el control de calidad y reporte de inconsistencias de la información cartográfica catastral digital para las direcciones territoriales fuera de operatividad del SNC del IGAC

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Automatizar el proceso de control de calidad
- Establecer la totalidad de variables para el control de calidad de acuerdo a la dinámica del catastro.
- Generar objetos geográficos de las distintas capas y tipos de inconsistencias de acuerdo al modelo de datos establecido.
- Generar archivos planos - listados de inconsistencias de tal forma de permitir cuantificar dichas inconsistencias y generar estadísticas respectivamente para seguimiento y control de las actividades.



### 3 JUSTIFICACIÓN

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC dentro de sus oficinas distribuidas por las diferentes partes del país ejecuta la labor misional de realizar el catastro nacional apoyado y dirigido por la Subdirección de Catastro mediante los GIT de Información y Análisis Catastral y el GIT de Gestión y Procesos Catastrales. Desde su concepción hace 80 años aproximadamente desde el cual se ha iniciado dicha labor, el IGAC ha anudado esfuerzos con el fin de estandarizar y optimizar los procesos con el fin de que la información sea de la mayor calidad posible, es de aclarar que de acuerdo a que el territorio desde su concepción antiguamente se ha formado fuera de la legalidad en su defecto para el caso extremo, por estos motivos se ha hecho necesario ir contemplando todos estos casos de excepción o de estado de la tierra con el fin de generar protocolos de medición de calidad al igual que mecanismos para garantizar el cumplimiento de los mismos.

Entidades del orden nacional, distrital, local entre otras se tienen de referencia para la planificación y ejecución de proyectos la información del IGAC, la cual de acuerdo a lo mencionado y la dinámica del catastro y del territorio presenta inconsistencias en cuanto a la calidad de la misma, y por ello se ha visto la necesidad por parte de particulares realizar la gestión más actualizada de la información con un alcance mínimo, ya que los grandes volúmenes de información al igual que las distintas características que se presentan al ceñirse a un área pequeña de información las características de la misma no son tan variables sino más homogéneas.

Las actividades de digitalización que se realizan en las distintas Direcciones Territoriales del IGAC se enmarcan con un instructivo generado por la Subdirección de Catastro al igual que las actividades de control de calidad, a la cual se centra el presente documento, en donde de acuerdo a ello se ha planteado una metodología que contempla la homogeneidad de la información y posiblemente omitiendo casos particulares que se tienen que evaluar para generar una metodología que abarque todo lo existente en cuanto a la información catastral; igualmente se han establecido unas consultas que se encuentran intrínsecas dentro de la metodología de control de calidad a lo cual se plantea una actividad manual y extensa que a su vez puede llegar a permitir por ser manual la omisión y no ejecución de alguna de estas y por ello generar ruido en los datos y no permitir garantizar la calidad de la información.

Los procesos catastrales debido a su variabilidad en la conformación del territorio se pueden presentar casos particulares de los cuales las actividades de digitalización y control de calidad se vuelven extensos y difíciles; es de aclarar que

un proceso de conservación catastral<sup>3</sup> se ejecuta normalmente de manera puntual lo cual dificulta las labores anteriormente mencionadas.

Es claro que las actividades ejecutadas por los digitalizadores tiene inmerso garantizar la calidad del dato y de los productos generados a partir de la labor realizada, al igual se plantea un rol de control de calidad el cual debe velar por el cumplimiento de los estándares de calidad y la consistencia de la información, esto aplicando la metodología existente para dicho proceso; debido a las particularidades del proceso de conservación garantizar la calidad se vuelve un poco más tedioso, pues la metodología de control de calidad existente es aplicable a toda la base de datos geográfica del municipio, lo cual puede retrasar las labores y generar incumplimiento de los rendimientos establecidos para la actividad de digitalización, es de aclarar que como el labor del control de calidad aplicar dicha metodología los digitalizadores muy comúnmente omiten detalles que afectan la calidad de la información y no permiten garantizar el 100% de la misma, al igual es claro que llegase el caso de la existencia de una herramienta que agilicen dicha labor se podría aplicar desde el proceso de digitalización y se minimizaría la cantidad de errores respectivamente.

Es inevitable el crecimiento de la información geográfica al igual que el comportamiento dinámico del catastro, en donde las actividades de digitalización serán ligadas a la ejecución de dibujo en muchos casos sin tener presente que de acuerdo a la variabilidad del personal por los procesos contractuales en diversidad de personal en los procesos de contratación, las concepciones del proceso puede modificarse y no cumplirse como se pretende al igual que el control de calidad se vuelve día a día más difícil de ejecutarse.

---

<sup>3</sup> conjunto de operaciones destinadas a mantener al día los documentos catastrales de conformidad con los cambios que experimente la propiedad raíz en sus aspectos físico, jurídico, fiscal y económico. (PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA, 1983)

## 4 MARCO TEÓRICO

### 4.1 MARCO REFERENCIAL<sup>4</sup>

#### 4.1.1 Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, es la entidad encargada de producir el mapa oficial y la cartografía básica de Colombia; elaborar el catastro nacional de la propiedad inmueble; realizar el inventario de las características de los suelos; adelantar investigaciones geográficas como apoyo al desarrollo territorial; capacitar y formar profesionales en tecnologías de información geográfica y coordinar la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE)

#### 4.1.2 Logo Institucional

Figura 1: Logo institucional IGAC.  
(Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, s.f.)



#### 4.1.3 Reseña histórica

Se hace referencia a su aparición en el año de 1932 donde se sintió urgente la necesidad de disponer de cartas militares de las fronteras y, en general, de todo el territorio patrio. El ingeniero y profesor universitario Belisario Ruiz Wilches presentó el plan general de trabajos para el levantamiento de la carta militar del país, de acuerdo con los métodos más avanzados vigentes en esos

---

<sup>4</sup> (Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, s.f.)

momentos en Europa. Esta iniciativa fue acogida por el Presidente de la República, doctor Alfonso López Pumarejo.

En 1935 nace el Instituto con el nombre de “Instituto Geográfico Militar” con el Decreto 1440 del día 13 de agosto de 1935 como dependencia del Estado Mayor del Ejército. En 1940 El Instituto pasa a ser dependencia del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, con el nombre de Instituto Geográfico Militar y Catastral, debido a que toma el Levantamiento del Catastro Nacional. En 1950 con el fin de honrar la memoria de Codazzi, el Instituto adoptó el nombre con el que actualmente se conoce: INSTITUTO GEOGRÁFICO “AGUSTÍN CODAZZI”.

1972 el Ministerio de Agricultura contrató los servicios del Instituto, para evaluar aproximadamente 71 millones de hectáreas, como piso inicial del Programa Nacional de Inventario y Clasificación de Tierras que sirvió de fundamento para la formulación de una política nacional de desarrollo, para lo cual, fue necesario la construcción del Laboratorio de Suelos.

En 1984 el Instituto crea un programa de postgrado, en acuerdo con la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-UPTC, siendo su principal objetivo “Dar competencia científica en: ramas geográficas sistemáticas; procedimientos modernos de investigación y análisis espaciales; fisiología; metodología y teoría geográfica y comunicación oral y escrita y gráfica de la propia producción científica”.

Posteriormente en 1995 Comienza el proceso de descentralización, en desarrollo de lo expresado por la constitución del 91, con la creación de las regionales y el fortalecimiento de las seccionales, para atender de forma integral el ejercicio de las funciones del Instituto en sus respectivas jurisdicciones y coordinar las actividades de las oficinas delegadas. El IGAC lanza la “Guía Metodológica para la Formulación de Planes de Ordenamiento Territorial Urbano”. Aborda los fundamentos legales y metodológicos que sustentan el contenido del plan, su área de aplicación, objetivos, vigencia, fases, articulación con el plan de desarrollo, actores e instancias de acuerdo con su competencia, entre otros aspectos.

Actualmente y mediante resolución 1174 del 29 de Junio de 1999, se modifica la adscripción del INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI - IGAC, al Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE.

Para el año de 2003 es publicado el Mapa de Suelos de Colombia a escala 1:500.000, presenta recopila la información disponible relacionada con: Levantamiento de Suelos, geología, geomorfología, clima, vegetación,

cartografía básica, productos de sensores remotos entre otras. Modifica el mapa elaborado por el Instituto en el año 1982.

En 2006 el Instituto se integra a la recién creada Comisión Nacional del Espacio y es encargado de la administración su portal. Entra en funcionamiento el Geoportal de Colombia, con el objetivo de fortalecer la producción de información geoespacial en las diferentes entidades del Estado y promover su intercambio, acceso y uso. Así lograr que el país cuente con información geográfica armonizada y estandarizada.

#### 4.1.4 Visión

En el 2019, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi será la autoridad y la entidad líder reconocida internacionalmente por el aporte de conocimientos geográficos, referidos en su misión, para la gestión del territorio y la construcción de un país en paz

#### 4.1.5 Misión

Producir, investigar, reglamentar, disponer y divulgar la información geográfica, cartográfica, agrológica, catastral, geodésica y de tecnologías geoespaciales para su aplicación en los procesos de gestión del conocimiento, planificación y desarrollo integral del país.

#### 4.1.6 Objetivos institucionales

1. Fortalecer al instituto como ente rector, autoridad y ejecutor determinante de políticas, metodologías y el marco normativo en materia geográfica.
2. Brindar atención al ciudadano fomentando los mecanismos de participación y transparencia.
3. Fortalecer las competencias laborales y comportamentales, así como el sentido de pertenencia y estímulos a los servidores teniendo en cuenta los principios del servicio público.
4. Facilitar y promover el acceso a los trámites, servicios e información geográfica que produce el instituto, racionalizando y optimizando el uso de recursos.
5. Optimizar la gestión financiera de recursos.

#### 4.1.7 Organigrama

Figura 2: Organigrama IGAC.  
(Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, s.f.)

## ESTRUCTURA ORGÁNICA

DECRETOS 208 DE 2004 y 1551 DE 2009



## **4.2 MARCO CONCEPTUAL**

### **4.2.1 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 (Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, 2011); partiendo de la cartografía detallada y de los estudios de la calidad de los suelos.

El subsistema catastral gestiona en tiempo real (automáticamente): certificados catastrales, planos topográfico-catastrales y/o georreferenciados, notas de cooperación, reportes y estadísticas.

Se han desarrollado módulos que permiten la carga, consulta, gestión y mantenimiento de la información gráfica catastral.

Este subsistema incluye las fichas catastrales para el recojo de los datos en campo y los formularios para: nuevos registros, reclamaciones, solicitudes de información, mutaciones, notas de cooperación, etc.,

Una vez concluido el proceso de formación catastral el Sistema está en condiciones de llevar a cabo la gestión catastral. El subsistema elabora los planos georreferenciados en el marco de las leyes de Inscripción de derechos y de regularización del derecho propietario para su aprobación por el municipio y su posterior inscripción en derechos

### **4.2.2 Predio**

Es 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

Se incluyen en esta definición los baldíos, los ejidos, los vacantes, los resguardos indígenas, las reservas naturales, las tierras de las comunidades negras, la propiedad horizontal, los condominios (unidades inmobiliarias cerradas), las multipropiedades, las parcelaciones, los parques cementerios, los bienes de uso público y todos aquellos otros que se encuentren individualizados con una matrícula inmobiliaria, así como las mejoras por edificaciones en terreno ajeno. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, 2011)

### 4.2.3 Sistema

Un sistema es una colección de componentes interrelacionados que trabajan conjuntamente para cumplir algún objetivo (SOMMERVILLE, 2005)

### 4.2.4 Sistema de información geográfica

Un Sistema de Información geográfico (SIG) particulariza un conjunto de procedimientos sobre una base de datos no gráfica o descriptiva de objetos del mundo real que tienen una representación gráfica y que son susceptibles de algún tipo de medición respecto a su tamaño y dimensión relativa a la superficie de la tierra. A parte de la especificación no gráfica el SIG cuenta también con una base de datos gráfica con información georeferenciada o de tipo espacial y de alguna forma ligada a la base de datos descriptiva. En un SIG se usan herramientas de gran capacidad de procesamiento gráfico y alfanumérico, estas herramientas van dotadas de procedimientos y aplicaciones para captura, almacenamiento, análisis y visualización de la información georeferenciada.

La mayor utilidad de un sistema de información geográfico está íntimamente relacionada con la capacidad que posee éste de construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales, esto se logra aplicando una serie de procedimientos específicos que generan aún más información para el análisis.

La construcción de modelos de simulación como se llaman, se convierte en una valiosa herramienta para analizar fenómenos que tengan relación con tendencias y así poder lograr establecer los diferentes factores influyentes. (Carmona & Monsalve, 1999)

#### 4.2.4.1 Componentes de un SIG

*Figura 3: Componentes de un SIG.  
(Carmona & Monsalve, 1999)*





#### a) Hardware

Es donde opera el SIG. Hoy por hoy, los programas de SIG se pueden ejecutar en una amplia gama de equipos, desde servidores hasta computadores personales usados en red o en forma personal

#### b) Software

Los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica. Los principales componentes de los programas son:

- Herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica.
- Un sistema de manejador de base de datos (DBMS).
- Herramientas que permitan búsquedas geográficas, análisis y visualización.
- Interface gráfica para el usuario (GUI) para acceder fácilmente a las herramientas.

#### c) Datos

Probablemente la parte más importante de un sistema de información geográfico son sus datos. Los datos geográficos y tabulares pueden ser adquiridos por quien implementa el sistema de información, así como por terceros que ya los tienen disponibles. El sistema de información geográfico integra los datos espaciales con otros recursos de datos y puede incluso utilizar los manejadores de base de datos más comunes para manejar la información geográfica.

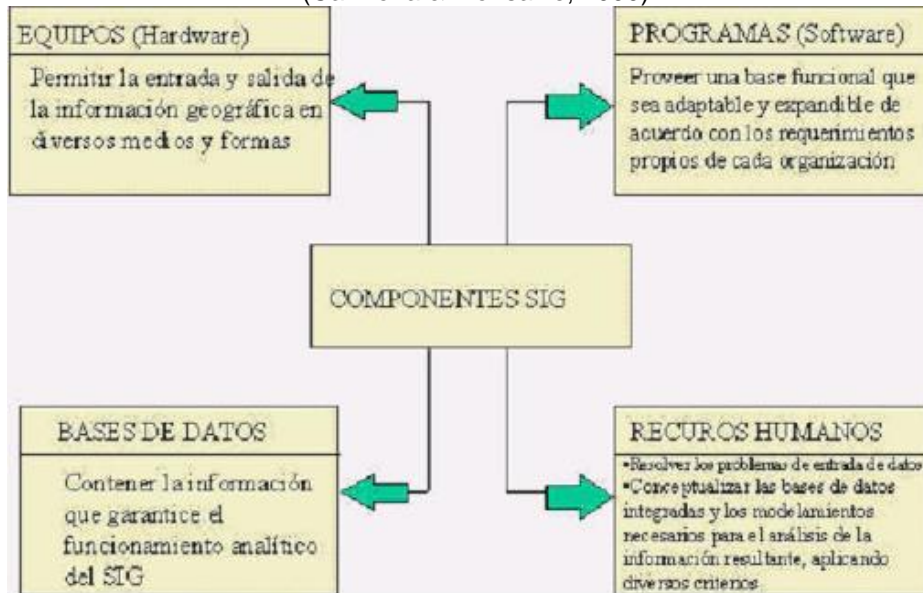
#### d) Recurso Humano

“La tecnología de los SIG está limitada si no se cuenta con el personal que opera, desarrolla y administra el sistema; Y que establece planes para aplicarlo en problemas del mundo real.”

#### e) Procedimientos

Un SIG operará acorde con un plan bien diseñado y con unas reglas claras del negocio, que son los modelos y las prácticas operativas características de cada organización

Figura 4: Funciones de los componentes de un SIG.  
(Carmona & Monsalve, 1999)



#### 4.2.4.2 Funciones de los componentes del sig.

##### a) Hardware

Permitir la entrada y salida de información geográfica en diversos medios y formas.

##### b) Software

Proveer una base funcional que sea adaptable y expandible de acuerdo con los requerimientos de cada organización.

##### c) Datos

Contener la información que garantizan el funcionamiento analítico del SIG.

##### d) Recursos Humanos

Resolver los problemas de entrada de datos, conceptualizar las bases de datos integradas y los modelamientos necesarios para el análisis de la información resultante, aplicando diversos criterios.

#### 4.2.4.3 Modelo vectorial

Son aquellos Sistemas de Información Geográfica que para la descripción de los objetos geográficos utilizan vectores definidos por pares de coordenadas relativas a algún sistema cartográfico.

Con un par de coordenadas y su altitud gestionan un punto (e.g. un vértice geodésico), con dos puntos generan una línea, y con una agrupación de líneas forman polígonos. De entre todos los métodos para formar topología vectorial la forma más robusta es la topología arco-nodo

Dichos datos se almacenan en una base de datos geográfica que corresponde a un “arreglo ordenado de datos georreferenciados relacionados entre sí, clasificados y agrupados según sus características; bajo control de redundancias e integrados para el desarrollo de aplicaciones y análisis sobre la información.”. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010)

De la misma forma para generar una base de datos es necesario un motor de base de datos que permita manejar datos espaciales

#### 4.2.5 Base de datos

Es un conjunto de datos estructurado y almacenado de forma sistemática con objeto de facilitar su posterior utilización. Una base de datos puede, por tanto, constituirse con cualquier tipo de datos, incluyendo los de tipo puramente espacial (geometrías, etc.) tales como los que se utilizan en un SIG, así como, por supuesto, datos numéricos y alfanuméricos como los que constituyen la componente temática de la información geoespacial. Los elementos clave de la base de datos son esa estructuración y sistematicidad, pues ambas son las responsables de las características que hacen de la base de datos un enfoque superior a la hora de gestionar datos. (Olaya, s.f.)

#### 4.2.6 Base de datos geográfica.

La esencia de un SIG está constituida por una base de datos geográfica. Esta es, una colección de datos acerca de objetos localizados en una determinada área de interés en la superficie de la tierra, organizados en una forma tal que puede servir eficientemente a una o varias aplicaciones. Una base de datos geográfica requiere de un conjunto de procedimientos que permitan hacer un mantenimiento de ella tanto desde el punto de vista de su documentación como de su administración. La eficiencia está determinada por los diferentes tipos de datos almacenados en diferentes estructuras. El vínculo entre las diferentes estructuras se obtiene

mediante el campo clave que contiene el número identificador de los elementos. Tal número identificador aparece tanto en los atributos gráficos como en los no gráficos. Los atributos no gráficos son guardados en tablas y manipulados por medio de un sistema manejador de bases de datos.

Los atributos gráficos son guardados en archivos y manejados por el software de un sistema SIG. Los objetos geográficos son organizados por temas de información, o capas de información, llamadas también niveles. Aunque los puntos, líneas y polígonos pueden ser almacenados en niveles separados, lo que permite la agrupación de la información en temas son los atributos no gráficos. Los elementos simplemente son agrupados por lo que ellos representan. Así por ejemplo, en una categoría dada, ríos y carreteras aun siendo ambos objetos línea están almacenadas en distintos niveles por cuanto sus atributos son diferentes.

Los formatos estándar para un archivo de diseño son el formato celular o RASTER y el formato tipo VECTOR, en el primero de ellos se define una grilla o una malla de rectángulos o cuadrados a los que se les denomina células o retículas.

Cada retícula posee información alfanumérica asociada que representa las características de la zona o superficie geográfica que cubre, como ejemplos de este formato se pueden citar la salida de un proceso de fotografía satelital, la fotografía aérea es otro buen ejemplo.

De otro lado, el formato vectorial representa la información por medio de pares ordenados de coordenadas, este ordenamiento da lugar a las entidades universales con las que se representan los objetos gráficos, así: un punto se representa mediante un par de coordenadas, una línea con dos pares de coordenadas, un polígono como una serie de líneas y una área como un polígono cerrado. A las diversas entidades universales, se les puede asignar atributos y almacenar éstos en una base de datos descriptiva o alfanumérica para tales propósitos. (Universidad Nacional de Colombia, s.f.)

#### 4.2.7 Geodatabase

En su nivel más básico, una geodatabase de ArcGIS es una colección de datasets geográficos de varios tipos contenida en una carpeta de sistema de archivos común, una base de datos de Microsoft Access o una base de datos relacional multiusuario DBMS (por ejemplo Oracle, Microsoft SQL Server, PostgreSQL, Informix o IBM DB2). Las geodatabases tienen diversos tamaños, distinto número de usuarios, pueden ir desde pequeñas bases de datos de un solo usuario generadas en archivos hasta geodatabases de grupos de trabajo más grandes, departamentos o geodatabases corporativas a las que acceden muchos usuarios. (ESRI, 2017)

Una geodatabase es algo más que una colección de datasets; el término geodatabase tiene diversos significados en ArcGIS:

- La geodatabase es la estructura de datos nativa para ArcGIS y es el formato de datos principal que se utiliza para la edición y administración de datos. Mientras ArcGIS trabaja con información geográfica en numerosos formatos de archivo del sistema de información geográfica (SIG), está diseñado para trabajar con las capacidades de la geodatabase y sacarles provecho.
- Es el almacenamiento físico de la información geográfica, que principalmente utiliza un sistema de administración de bases de datos (DBMS) o un sistema de archivos. Puede acceder y trabajar con esta instancia física del conjunto de datasets a través de ArcGIS o mediante un sistema de administración de bases de datos utilizando SQL.
- Las geodatabases cuentan con un modelo de información integral para representar y administrar información geográfica. Este modelo de información integral se implementa como una serie de tablas que almacenan clases de entidad, datasets ráster y atributos. Además, los objetos de datos SIG avanzados agregan comportamiento SIG, reglas para administrar la integridad espacial y herramientas para trabajar con diversas relaciones espaciales de las entidades, los rásteres y los atributos principales.
- La lógica del software de geodatabases proporciona la lógica de aplicación común que se utiliza en ArcGIS para acceder y trabajar con todos los datos geográficos en una variedad de archivos y formatos. Esto permite trabajar con la geodatabase, e incluye el trabajo con shapefiles, archivos de dibujo asistido por ordenador (CAD), redes irregulares de triángulos (TIN), cuadrículas, datos CAD, imágenes, archivos de lenguaje de marcado geográfico (GML) y numerosas otras fuentes de datos SIG.
- Las geodatabases poseen un modelo de transacción para administrar flujos de trabajo de datos SIG.

#### 4.2.8 Tablas, feature classes y feature datasets.

Dentro de una Base de Datos Geográfica podemos encontrar distintos formatos de archivos como por ejemplo: tablas, tablas relacionadas, feature datasets, feature classes, etc.

Las tablas pueden ser organizadas de manera que contengan información relacionada directamente con los rasgos de un layer o como información adicional a este tipo de elementos, como por ejemplo direcciones o coordenadas x, y, z. Es posible crear relaciones entre tablas, a través de una clase de relación, la cual permite utilizar atributos almacenados en un objeto relacionado para simbolizar, etiquetar o consultar una feature class Un feature dataset (conjunto de rasgos),

define un grupo de elementos comunes a una zona geográfica que comparten la misma referencia espacial. Debido a esto, es posible utilizar los elementos en relaciones topológicas, como por ejemplo en redes geométricas (red lógica unidimensional compuesta de rasgos). Por otro lado, los elementos que componen un feature dataset se conocen como feature classes (clase de rasgo) los cuales se definen como rasgos geográficos entre los que se incluyen arcos, nodos, puntos y polígonos, que pueden provenir tanto de coberturas tipo ArcInfo como shapes, datos CAD (\*.dxf), MapInfo, entre otros (Pérez Garcés , 2008)

### 4.3 ANTECEDENTES

Comúnmente en la información cartográfica catastral digital de las direcciones territoriales existen distintas índoles de inconsistencias a lo cual se enfrenta la Subdirección de Catastro – GIT de Información y Análisis Catastral a lo cual ha diseñado durante la implementación del modelo de información geográfica mecanismos de digitalización al igual de realizar el control de calidad, encontrando que en marco al presente proyecto existe los siguientes avances:

- **“INSTRUCTIVO PARA LA DIGITALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA CATASTRAL” - Grupo Interno de Trabajo de Cartografía Catastral Digital –Subdirección de Catastro (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2011)**

**Resumen:** Documento en el que se plantea todo el proceso de digitalización de cartografía catastral digital, a lo cual se establecen parámetros de calidad y se estipulan mecanismos primarios de minimizar errores y garantizar la calidad del dato – objeto geográfico realizado. Se realiza la estipulación del proceso para cada una de las condiciones de predio que se encuentran contemplada dentro de la información catastral del país.

- **“INSTRUCTIVO CONTROL DE CALIDAD DE LA INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA CATASTRAL – GRÁFICA V.6” - Grupo Interno de Trabajo de Cartografía Catastral Digital –Subdirección de Catastro (Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, 2011).**

**Resumen:** Documento que busca estipular la realización del control de calidad de la información cartográfica catastral en sus bases de datos gráficas, para garantizar que la información cumpla con las especificaciones cartográficas definidas y asegurar la consistencia de los datos.

Se busca realizar el control de calidad de las bases de datos gráficas de la información cartográfica catastral digital, de los 995 municipios que son responsabilidad del IGAC, con especial énfasis en los que no fueron digitalizados por el proyecto de Digitalización Cartografía catastral. Se plantean documentos de estructuración y seguimiento de información al igual que estructura esquemática de información cartográfica catastral digital. Se establece el procedimiento para realizar el control de calidad dando cabalidad a todo lo que se encontraba contemplado dentro de la calidad de la información geográfica.

La implementación de medición y control de calidad se centra en estipulación de un control general que enmarca la revisión de “Topología, Exactitud Temática y Consistencia Lógica”, adicionalmente un control específico que se debe dar dentro del proceso de digitalización de cartografía catastral digital.

- **“INSTRUCTIVO DE DEPURACIÓN DE INFORMACIÓN CATASTRAL” - Grupo Interno de Trabajo de Cartografía Catastral Digital –Subdirección de Catastro.** (Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, 2012)

**Resumen:** Documento contextual y metodológico del proyecto de depuración en marco del proyecto “III Censo Nacional Agropecuario - DANE”, en el que se establecen el alcance de depuración de la información catastral solo del área rural, en donde de acuerdo al modelo de datos establecido al igual que acorde a la calidad de la información geográfica y alfanumérica, se plantea cuáles son los insumos y la metodología para adelantar el proceso y así mejorar la calidad de la información catastral principalmente de las bases geográficas de las Direcciones Territoriales que tiene el IGAC. Se plantea un control de calidad en marco a los siguientes ítem’s: Topología, Exactitud Temática y Consistencia Lógica al igual que omisión<sup>5</sup> y comisión<sup>6</sup> de predios.

- **“CONTROL DE CALIDAD DE LA INFORMACIÓN ALFANUMÉRICA Y GEOGRÁFICA PARA EL SISTEMA DE INFORMACIÓN CATASTRAL MUNICIPAL “SIC@M” DE LOS MUNICIPIOS DE ALBANIA, MORELIA, SAN JOSÉ DEL FRAGUA Y SAN VICENTE DEL CAGUÁN DEL DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ”** (CASTAÑEDA LOAIZA, PEÑA ROJAS, PEREZ PINEDA, & RAMOS GASCA, 2010)

**Resumen:** El proyecto, CONTROL DE CALIDAD DE LA INFORMACIÓN ALFANUMÉRICA Y GEOGRÁFICA PARA EL SISTEMA DE INFORMACIÓN CATASTRAL MUNICIPAL “SIC@M” DE LOS MUNICIPIOS DE ALBANIA,

---

<sup>5</sup> Omisión: Información existente en la base alfanumérica pero no en la base geográfica

<sup>6</sup> Comisión: Información existente en la base geográfica pero no en la base alfanumérica.

MORELIA, SAN JOSÉ DEL FRAGUA Y SAN VICENTE DEL CAGUÁN DEL DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ, surge de la necesidad IGAC territorial Caquetá de mejorar la calidad de la información catastral contenida en cada uno de los sistemas de información de los municipios antes mencionados, logrando así que este control apoye de manera satisfactoria los procesos de gestión, administración y planeación del instituto para que de este modo el IGAC mantenga su liderazgo en la producción de productos catastrales.

El desarrollo del proyecto se enmarco en la norma NTC GP 1000 y el Sistema Integrado De Gestión De Calidad, lo que permitió garantizar que el resultado del control se hizo de la mejor manera utilizando normas y manuales propios del IGAC manteniendo los estándares y directrices del instituto, con el fin que la detección de errores quedaran registrados y cuantificados para su posterior corrección por parte de los funcionarios encargados de este proceso; es de resaltar que a algunos de estos manuales fue necesario realizarles modificaciones que quedaron registradas y se crearon nuevos formatos que facilitan la ubicación y corrección de errores

De este modo el proyecto fue muy productivo para el IGAC ya que ha sido de mucha ayuda en la medida que los productos van a contar con una alta calidad y los errores van a quedar reducidos en gran medida cumpliendo con los requerimientos tanto de los clientes como del gobierno nacional.

- **“CALIDAD DE DATOS Y VALIDACIÓN – DATA REVIEWER”.** (ESRI - Arcgis - Environmental Systems Research Institute, Inc., 2016)

**Resumen:** Los datos que se utilizan en sus proyectos de SIG para visualizar, analizar, compilar y compartir deben cumplir un determinado estándar de calidad. Los requisitos de calidad de datos pueden variar dependiendo del proyecto. Los requisitos en cuanto al nivel de precisión o finalización que debe tener un dataset se basan en el modo en que se van a utilizar los datos. En estos requisitos también influyen las demandas técnicas, del producto y del cliente. ArcGIS Pro cuenta con un sistema de administración de la calidad de los datos que proporciona herramientas para realizar sistemáticamente procesos de garantía de calidad y control de calidad (QA/QC) en los datos SIG, trabajar de un modo eficiente con los problemas identificados y generar informes relacionados con la calidad.



Figura 5: Fases del ciclo de vida – ArcGis Data Reviewer.  
(ESRI - Arcgis - Environmental Systems Research Institute, Inc., 2016)

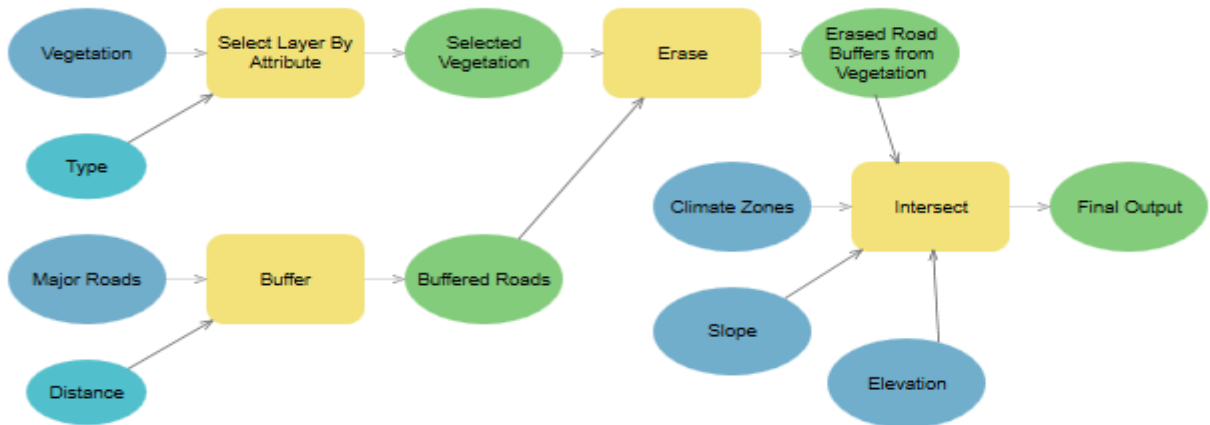


Determinar la calidad de datos: Conocer el nivel de calidad de los datos SIG es importante para el análisis y la toma de decisiones. Generar informes puede proporcionarle información sobre los tipos de validaciones ejecutadas, lo que se ha validado y el número de resultados identificados. Si estas cifras se encuentran en el rango aceptable, puede usar los datos con confianza en los proyectos de SIG. (ESRI - Arcgis - Environmental Systems Research Institute, Inc., 2016)

- **“MODEL BUILDER”.** (ESRI - Environmental Systems Research Institute, Inc., 2016)

**Resumen:** ModelBuilder es un lenguaje de programación visual para crear flujos de trabajo de geoprocésamiento. Los modelos de geoprocésamiento automatizan y documentan los procesos de análisis espacial y de administración de datos. Los modelos de geoprocésamiento se crean y modifican en ModelBuilder, donde un modelo se representa como un diagrama que encadena secuencias de procesos y herramientas de geoprocésamiento utilizando la salida de un proceso como entrada de otro proceso

Figura 6: Modelo de Geoprocesamiento con ModelBuilder.  
(ESRI - Environmental Systems Research Institute, Inc., 2016)



- **“WORKFLOW MANAGER”**. (ESRI - Environmental Systems Research Institute, Inc., 2016)

**Resumen:** ArcGIS Workflow Manager es una aplicación de administración de flujos de trabajo empresariales que proporciona un marco de trabajo de integración para los entornos de geodatabase multiusuario de ArcGIS. ArcGIS Workflow Manager ayuda a abordar numerosos desafíos empresariales que surgen tanto en entornos SIG como en otros entornos. Entre los principales desafíos para las empresas se encuentran los siguientes:

- Uso de flujos de trabajo incoherentes para un mismo proceso
- Información escasa o nula sobre quién ha realizado el trabajo y cuándo se ha completado
- No hay una forma sencilla de supervisar el estado y el progreso del trabajo que se está realizando
- Se desperdicia demasiado tiempo reuniendo datos para elaborar informes para los interesados
- Los usuarios no saben en qué deben trabajar
- Dificultad al clasificar la información histórica relacionada con una de las tareas realizadas
- Administrar las versiones de datos en relación con cada tarea
- Realizar un seguimiento de las tareas que se han detenido temporalmente.

Con Workflow Manager, puede abordar no solo estos desafíos, sino muchos otros, y compensar los problemas causados por errores en el coste, los plazos o los datos.

Figura 7: Ciclo de vida de Workflow Manager.  
(ESRI - Environmental Systems Research Institute, Inc., 2016)



Workflow Manager permite simplificar y estandarizar los procesos empresariales como flujos de trabajo. Se simplifican la administración y el seguimiento de las tareas realizadas o detenidas temporalmente a causa de un problema. Registra automáticamente la información de cada actividad y proporciona herramientas para informar sobre cada tarea. Workflow Manager proporciona herramientas para asignar recursos y realizar un seguimiento del estado y el progreso de los trabajos. Se proporcionan varias notificaciones de correo electrónico para avisar a los usuarios de las tareas que tienen asignadas, las tareas completadas y los datos espaciales editados, entre otras actividades

Se han establecidos estos parámetros en marco de lo existente frente a la metodología pues inicialmente existe una documentación la cual es pertinente mencionar su existencia y resalta su poco alcance al igual que metodologías tradicionales mecánicas y manuales a lo cual hoy en día se requiere que mediante procesos sistémicos se dé solución a la detección de inconsistencias de la información cartográfica catastral digital; debido a la evolución de los procesos al igual que de acuerdo al desarrollo de la casa del casi principal software sig que se utiliza – ArcGis de ESRI, se han establecido la automatización de dichas tareas con el fin de mejorar la calidad de los datos geográficos, en donde actualmente se tendría que evaluar por parte de los usuarios; se ha encontrado que estos no son procedentes porque se requiere un proceso continuo masivo para la totalidad de la información existente en el modelo de datos de las bases geográficas que tiene el IGAC.

## **5 METODOLOGÍA**

La metodología empleada para el desarrollo de proyectos debe ser la pertinente y más adecuada a lo esperado al igual que a los requerimientos y/o expectativas del usuario, en donde esto es la base principal para la ejecución y éxito de los planes de una empresa y la sociedad en general, de igual forma permitiendo mejorar sistemáticamente la relación de sus procesos y procedimientos para un correcto funcionamiento y una prestación de servicios de calidad y acorde a las necesidades de los usuarios.

El desarrollo del presente proyecto contempla 3 fases, basándose estructuralmente en la metodología en espiral, esto ya que aquella permite realizar una ejecución adecuada de los objetivos planteados permitiendo una retroalimentación continua y a su vez generar producto de calidad. Las fases planteadas son:

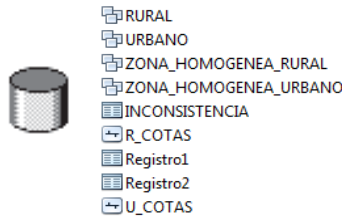
### **5.1 FASE 1: IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS**

La Subdirección de Catastro mediante el GIT de Información y Análisis Catastral ha realizado unas especificaciones de calidad de la cartografía catastral digital, en donde esto se ha enmarcado en manuales, guía y metodologías respectivamente.

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi tiene definido un modelo de datos para la información geográfica referida al tema catastral, esta siguiendo la aplicabilidad de la resolución 070 de 2011, mediante la cual se enmarca legalmente la ejecución de actividades catastrales y se implanta la utilización del nuevo número predial; lo anterior debido a que de acuerdo a dicha normatividad todos los objetos son localizados mediante un número el cual ya está implementado dentro del IGAC al igual que debe ser implementado en distintas entidades para la localización de temas prediales; en este orden la información geográfica que obedezca a catastro debe ser enmarcada en la aplicabilidad de la resolución vigente.

El IGAC administra la cartografía catastral digital mediante una File Geodatabase, gestionada mediante base de datos corporativa de Esri, en donde estas tienen definidos 4 Features Dataset y de igual forma unos Feature Class respectivos para especificar los distintos niveles de información. En el Anexo 01 se evidencia el modelo de datos de la información geográfica al igual que en la figura 8 se muestra la estructura de la base de datos de manera general.

Figura 8: Modelo Base de datos geográfica – IGAC.  
(Intituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, 2012)



De acuerdo a las conversaciones sostenidas con los distintos actores de la Subdirección de Catastro – GIT de Información y Análisis Catastral a continuación se presentan los requerimientos funcionales y no funcionales del aplicativo.

### 5.1.1 Requerimientos no funcionales

Teniendo en cuenta las necesidades del usuario al igual que las funcionales que se requiere que ejecute el aplicativo, a continuación se presentan los requerimientos no funcionales:

Tabla 1: Requerimientos no funcionales

IDENTIFICADOR	NOMBRE
RNF-01	Seguridad
RNF-02	Eficiencia
RNF-03	Operatividad
RNF-04	Interactividad
RNF-05	Eficacia
RNF-06	Documentación
RNF-07	Verificación
RNF-08	Portabilidad

Tabla 2: RFN - 01: Seguridad

Identificador: RFN – 01	Nombre: Seguridad
----------------------------	----------------------

Tipo: Necesario	Crítico: Si
<p>Descripción: El aplicativo debe tener un nivel de seguridad con el fin de que los usuarios finales no tengan acceso a las validaciones internas que se realizan. Se debe tener contraseña para realizar modificación alguna.</p>	
<p>Características de aceptación: Usuario sin contraseña no podrá realizar modificación alguna al aplicativo ni a sus reglas de validación</p>	

Tabla 3: RFN - 02: Eficiencia

Identificador: RFN – 02	Nombre: Eficiencia
Tipo: Necesario	Crítico: Si
<p>Descripción: La aplicación debe realizar las validaciones respectivas en un tiempo muy bajo.</p>	
<p>Características de aceptación: La base de datos debe cumplir con el modelo de datos establecido por el IGAC.</p>	

Tabla 4: RNF - 03: Operatividad

Identificador: RFN – 03	Nombre: Operatividad
Tipo: Necesario	Crítico: Si
<p>Descripción: La aplicación deberá poder ejecutarse en diferentes plataformas, el código fuente del software deberá ser capaz de reutilizarse en vez de crearse un nuevo código cuando sea pertinente.</p>	
<p>Características de aceptación: El sistema no tendrá dependencia de la plataforma que se utilizará. Solo se podrá ejecutar bajo ambiente ArcGis – Esri.</p>	

Tabla 5: RFN - 04: Interactividad

Identificador: RFN – 04	Nombre: Interactividad
Tipo: Necesario	Crítico: Si
Descripción: La aplicación debe ser de fácil operación para las personas encargadas de evaluar la calidad de la información geográfica	
Características de aceptación: La aplicación será de fácil acceso y buena interacción para con el usuario.	

Tabla 6: RNF - 05: Eficacia

Identificador: RFN – 05	Nombre: Eficacia
Tipo: Necesario	Crítico: Si
Descripción: Las diferentes transacciones en las distintas validaciones sobre los datos no deben presentar conflictos, y se deben dar de forma ágil	
Características de aceptación: La aplicación debe cumplir por completo las funciones para las cuales fue diseñado sin ningún tipo de redundancia.	

Tabla 7: RNF - 06: Documentación

Identificador: RFN – 06	Nombre: Documentación
Tipo: Necesario	Crítico: Si
Descripción: La aplicación se encuentra debidamente documentada como lo exigen las metodologías de desarrollo y a su vez esta estará disponible para ser consultada en cualquier momento.	
Características de aceptación: Existe documentación del sistema.	

Tabla 8: RNF - 07: Verificación

Identificador: RFN – 07	Nombre: Verificación
Tipo: Necesario	Crítico: Si
Descripción: La aplicación garantiza la integridad de la información en todo momento, pues esta solo es de verificación y no de modificación de datos	
Características de aceptación: La aplicación realiza las validaciones estipuladas por el usuario.	

### 5.1.2 Requerimientos Funcionales

De acuerdo al propósito que se tiene con el aplicativo, a continuación se especifican los requerimientos funcionales:

### 5.1.3 Cumplimiento con estructura del número predial nacional.

Figura 9: Estructura Número Predial Nacional.  
(Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, s.f.)

Primer Componente		Segundo Componente		Tercer Componente		Cuarto Componente		Quinto Componente		Sexto Componente		Séptimo Componente		Octavo Componente															
DPTO	MPIO	ZONA	SECTOR	COMUNA	BARRIO	MANZANA O VEREDA	TERRENO	CONDICIÓN DE PROPIEDAD	NÚMERO DE CONSTRUCCIÓN			No. del EDIFICIO O TORRE	No. DEL PISO DENTRO DEL EDIFICIO O TORRE	No. DE UNIDAD EN PH O MEJORA															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
DANE - División Política Administrativa	DANE - División Política Administrativa	00 Rural	Circuito/ Sector	Comuna	Barrio	Manzana	Número de Orden de Terreno en la Manzana o Vereda	0 NPH	No. De Edificio o Torre dentro del Terreno	No. Piso dentro del Edificio o Torre	Unidad Predial ó Mejora	No. del Edificio O TORRE	No. DEL PISO DENTRO DEL EDIFICIO O TORRE	No. DE UNIDAD EN PH O MEJORA	No. DE UNIDAD EN PH O MEJORA	No. DE UNIDAD EN PH O MEJORA	No. DE UNIDAD EN PH O MEJORA	No. DE UNIDAD EN PH O MEJORA	No. DE UNIDAD EN PH O MEJORA	No. DE UNIDAD EN PH O MEJORA	No. DE UNIDAD EN PH O MEJORA	No. DE UNIDAD EN PH O MEJORA	No. DE UNIDAD EN PH O MEJORA	No. DE UNIDAD EN PH O MEJORA	No. DE UNIDAD EN PH O MEJORA	No. DE UNIDAD EN PH O MEJORA	No. DE UNIDAD EN PH O MEJORA	No. DE UNIDAD EN PH O MEJORA	No. DE UNIDAD EN PH O MEJORA
		9 PH																											
		8 Condominio																											
		7 Parques Cementerios																											
		6 Mejoras por Edificaciones en Terreno Ajeno en PH																											
		5 Mejoras por Edificaciones en Terreno Ajeno de Propiedades no Reglamentadas en PH																											
		4 Vías																											
		3 Bienes de Uso Público Diferentes a las Vías																											
		2 No Ley 14																											



Teniendo en cuenta las distintas condiciones de predio que existen en la información catastral a nivel predial, se requiere que la información geográfica cumpla con este modelo establecido como “Número predial nacional”.

#### 5.1.4 Especificación reglas de validación consistencia gráfica.

De acuerdo al manual de digitalización a continuación se presentan las reglas de validación que tiene establecidas la Subdirección de Catastro para la cartografía catastral digital, en donde estas son las validaciones que debe abarcar automáticamente el validador. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, 2015)

Tabla 9: Parámetros de medición de la calidad - Elementos de calidad. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, 2015)

ELEMENTOS DE CALIDAD	DEFINICIÓN	SUBELEMENTOS DE CALIDAD	
<b>Consistencia Lógica</b>	Describe el grado de incertidumbre con el cual un determinado conjunto de datos cumple con las especificaciones en lo que respecta a la estructura interna de los datos y topología	Consistencia de dominio	Verifica si existen errores debido a que los atributos no son coincidentes entre las diferentes capas. Muestra porcentaje de cumplimiento
<b>Exactitud Temática</b>	Describe el grado de fidelidad de los valores de los atributos asignados a los elementos en la base de datos con respecto a su verdadera característica presentada en el terreno y la clasificación correcta de los objetos y sus relaciones	Exactitud del valor dado a un atributo cuantitativo	Verifica si existen errores debido a que los atributos no son coincidentes entre las misma capa. Muestra porcentaje de cumplimiento.

##### 5.1.4.1 Ítems de consistencia de dominio

Esta revisión se realiza sobre la totalidad de la información capturada, se verifica la congruencia de la información consignada en diferentes Feature Class de acuerdo a los parámetros definidos en la siguiente tabla:

Tabla 10: Validación consistencia de dominio. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, 2015)

INCONSISTENCIAS	CONSISTENCIAS (Ver Tabla para la Validación Consistencia de Dominio)
<b>1.3.1. Área Urbana</b>	
Información no coincidente entre U_Manzana y U_Terreno	Revisar la consistencia entre los códigos de identificación de manzana de los Feature U_Manzana y U_Terreno. Aplicar el proceso 1.1 de validación de consistencia de dominio.
Información no coincidente entre U_Terreno y U_Construccion	<p>Revisar la consistencia entre los códigos de identificación de terreno de los Feature U_Terreno y U_Construccion. Aplicar proceso 2.1 de validación de consistencia de dominio.</p> <p>Revisar la consistencia entre los códigos de condición de propiedad de los Feature U_Terreno y U_Construccion.</p> <p>Verificar que los predios <b>NO</b> reglamentados en PH (condición de predio 0), en la capa unidad tengan el mismo código de terreno, construcción y unidad. Este código deberá ir diligenciado con ceros desde la posición 22 hasta la 30. Por ningún motivo estarán diligenciadas las posiciones 23-26 correspondiente a número de torre y piso.</p> <p>Verificar que los predios <b>NO</b> reglamentados en PH con mejoras (condición de predio 5), en la capa unidad tengan el código de terreno diligenciado con ceros desde la posición 22 a la 30. El código de construcción y de unidad deberá ser el mismo, las posiciones de la 23 a la 26 irán en ceros y en las posiciones 27 a la 30 se diligenciará el número consecutivo de las mejoras dentro del mismo predio. Por ningún motivo estarán diligenciadas las posiciones 23-26 correspondiente a número de torre y piso.</p>
Información no coincidente entre U_Manzana y U_Construccion	<p>Revisar la consistencia entre los códigos de identificación de manzana del Feature Construccion, respecto al código de identificación de manzana del Feature U_Manzana. Aplicar proceso 5.1 de validación de consistencia de dominio.</p> <p>Revisar la consistencia entre el código de condición de propiedad contenido en el código de identificación predio urbano y el código de condición de propiedad.</p>
Información no coincidente entre U_Terreno y UNIDAD	<p>Revisar la consistencia entre los códigos de identificación de Terreno Predio Urbano y Unidad. Estos dos códigos deben ser iguales.</p> <p>Verificar que elementos en la capa U_Unidad se encuentren capturados en la totalidad de los municipios del país; esta regla aplica para las territoriales que se encuentra dentro y fuera del SNC.</p> <p>Verificar que para los condominios (condición de predio 8), la capa unidad tenga el mismo código de terreno, construcción y unidad. Este código irá diligenciado con 8 en la posición 22, con ceros desde la posición 23 a la 26 y en las posiciones 27 a la 30 se diligenciará el número de la unidad. Por ningún motivo estarán diligenciadas las posiciones 23-26 correspondiente a número de torre y piso.</p> <p>Verificar que los predios reglamentados en Propiedad horizontal (condición de predio 9), en la capa unidad tengan el código de terreno diligenciado con ceros desde la posición 23 a la 30, la posición 22 irá diligenciada con 9. El código de construcción deberá ir diligenciado hasta la posición 24 (Torre), el resto en ceros. El código de unidad deberá ir diligenciado totalmente hasta la posición 30. (Torre, Piso y Unidad).</p>

INCONSISTENCIAS	CONSISTENCIAS (Ver Tabla para la Validación Consistencia de Dominio)
	<p>Obligatoriamente en el predio debe ir diligenciado el atributo planta y usando únicamente las opciones del dominio.</p> <p>La unidad debe tener obligatoriamente diligenciado el campo identificador, solo podrán ir letras del alfabeto en mayúscula y debe ser la misma que el reconocedor coloco en la carta.</p>
<p>Información Construcciones Comunes y parqueaderos</p>	<p>Verificar que obligatoriamente las construcciones comunes contenga la capa unidad y deberá diligenciarse con ceros desde la posición 23 en adelante en los tres códigos (terreno, construcción y unidad).</p> <p>Verificar que en los parqueaderos descubiertos privados, la capa unidad lleve el código del terreno diligenciado con ceros desde la posición 23. El código de la construcción no se diligencia (no se digitaliza la construcción puesto que un parqueadero descubierta no está construido), el código de la unidad se diligencia con 9 en la posición 22, con 00 en las posiciones 23 a la 24 (no pertenecen a ninguna torre a excepción de una torre de parqueaderos), con 01 en las posiciones 25 a la 26. Para subterráneos la capa unidad debe llevar el código del terreno en ceros desde la posición 23 y el código de la construcción en ceros desde la posición 25. En el código de unidad, las posiciones 25 y 26 se diligencian desde el 99 y disminuyendo a medida que se alejen del nivel del suelo. Posiciones 27 a 30 para el número de la unidad.</p>
<b>1.3.2. Área Rural</b>	
<p>Información no coincidente entre R_Vereda y R_Terreno</p>	<p>Revisar la consistencia entre los códigos de identificación de vereda de los Feature R_Vereda y R_Terreno. Aplicar proceso 10.1 de validación de consistencia de dominio Tabla Nº 12.</p>
<p>Información no coincidente en el mismo Feature R_Terreno</p>	<p>Revisar la consistencia entre el código vereda contenido en el código de identificación terreno predio y el código de identificación vereda. Aplicar proceso 10.1 de validación de consistencia de dominio. Revisar la consistencia entre el código de condición de propiedad contenido en el código de identificación predio rural y el código de condición de propiedad.</p>
<p>Información no coincidente entre R_Terreno y R_UNIDAD</p>	<p>Revisar la consistencia entre los códigos de identificación de Terreno Predio Rural y Unidad. Estos dos códigos deben ser iguales.</p> <p>Verificar que elementos en la capa R_Unidad se encuentren capturados en la totalidad de los municipios del país; esta regla aplica para las territoriales que se encuentra dentro y fuera del SNC.</p> <p>Obligatoriamente en el predio debe ir diligenciado el atributo planta y usando únicamente las opciones del dominio.</p> <p>La unidad debe tener obligatoriamente diligenciado el campo identificador, solo podrán ir letras del alfabeto en mayúscula y debe ser la misma que el reconocedor coloco en la carta.</p>
<p>Información Construcciones Comunes y parqueaderos</p>	<p>Verificar que obligatoriamente las construcciones comunes contenga la capa unidad y deberá diligenciarse con ceros desde la posición 23 en adelante en los tres códigos (terreno, construcción y unidad).</p> <p>Verificar que en los parqueaderos descubiertos privados, la capa unidad lleve el código del terreno diligenciado con ceros desde la posición 23. El código de la construcción no se diligencia (no se digitaliza la construcción puesto que un parqueadero descubierta no está construido), el código de la unidad se diligencia con 9 en la posición 22, con 00 en las posiciones 23 a la 24 (no pertenecen a ninguna torre a excepción de una torre de parqueaderos), con 01 en las posiciones 25 a la 26. Para subterráneos la</p>

INCONSISTENCIAS	CONSISTENCIAS (Ver Tabla para la Validación Consistencia de Dominio)
	capa unidad debe llevar el código del terreno en ceros desde la posición 23 y el código de la construcción en ceros desde la posición 25. En el código de unidad, las posiciones 25 y 26 se diligencian desde el 99 y disminuyendo a medida que se alejen del nivel del suelo. Posiciones 27 a 30 para el número de la unidad.

### 5.1.4.2 Ítems de exactitud temática

Se realiza una revisión de la base de datos geográfica a nivel alfanumérico con el fin de evaluar cada uno de los objetos (Feature Class de los Feature Dataset) que constituyen el modelo de datos, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 11: Validación de exactitud temática. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, 2015)

1.4 EXACTITUD TEMÁTICA (E. Temática)	DESCRIPCIÓN DEL CONTROL Ver ítem 1.4 Validación Exactitud Temática
<b>1.4.1. Área Urbana</b>	
Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature de U_Terreno	Revisar los datos mal calculados, duplicados y vacíos de los predios. Aplicar proceso validación exactitud temática.
Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature de U_Manzana	Revisar los datos mal calculados, duplicados y vacíos de las manzanas. Aplicar proceso validación exactitud temática.
Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature de U_Construccion	Revisar los datos mal calculados, duplicados y vacíos de las construcciones. Aplicar proceso validación exactitud temática.
Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature de U_Unidad	Revisar los datos vacíos o nulos de las construcciones. Aplicar proceso validación exactitud temática.
Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature de U_Sector (Creado)	Revisar los datos mal calculados, duplicados y vacíos de los sectores urbanos creados. Aplicar proceso validación exactitud temática.
Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature de U_Perímetro	Revisar los datos mal calculados, duplicados y vacíos en perímetro. Aplicar proceso validación exactitud temática.
Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature U_Nomenclatura_Vial	Revisar los datos mal calculados, duplicados y vacíos en U_Nomenclatura_Vial. Aplicar proceso validación exactitud temática.
<b>1.4.2. Área Rural</b>	
Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature de R_Terreno	Revisar los datos mal calculados, duplicados y vacíos de los predios. Aplicar proceso validación exactitud temática.
Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature de R_Vereda	Revisar los datos mal calculados, duplicados y vacíos de las veredas. Aplicar proceso validación exactitud temática.

Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature de R_Construccion	Revisar los datos mal calculados, duplicados y vacíos de las edificaciones en ampliaciones. Aplicar proceso validación exactitud temática.
Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature de R_Sector (Creado)	Revisar los datos mal calculados, duplicados y vacíos de los sectores urbanos creados. Aplicar proceso validación exactitud temática.
Información mal calculada o vacía en el Feature R_UNIDAD	Revisar los datos mal calculados o vacíos en R_Unidad.

### 5.1.5 Requerimientos de Software

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi en todas sus dependencias maneja el software de Esri denominado ArcGis y bajo esta plataforma se debe realizar el desarrollo de la herramienta la cual debe ser distribuida bajo el ambiente de producción de la base de datos corporativa.

### 5.1.6 Entregables

Se requiere que se desarrolle un aplicativo y que este sea una herramienta portable para que sea distribuida ante las distintas Direcciones Territoriales que tiene adscritas el IGAC dentro del territorio nacional; de acuerdo a las fases de desarrollo que se ejecuten, se debe realizar entregables por cada ítem de validación conforme a como se aborde la temática respectiva; esto con el fin de ir evaluando la precisión del aplicativo y de igual forma el cumplimiento de los requerimientos y parámetros de calidad que tiene la cartografía catastral digital.

Acorde a lo anterior se requiere un entregable con la validación de consistencia de dominio o exactitud temática y otro que abarque la totalidad de validaciones de estos dos elementos de calidad.

## 5.2 FASE 2: DESARROLLO

Los sistemas de información geográfica (SIG) son una herramienta valiosa para las organizaciones en la gestión de datos espaciales, en donde a partir de estos se gestiona la información que tiene asociado el componente espacial adicionalmente permitiendo tener una visión completa del comportamiento de fenómenos del territorio y poder realizar planificación del mismo en tiempo real a partir de los mismos.

Existen herramientas que permiten realizar procesos de control de calidad tales como la propuesta de Esri - Data Reviewer la cual permite automatizar el proceso

de control de calidad, pero de acuerdo a los requerimientos del Instituto se requiere una herramienta que permita realizar de manera automática y masiva sobre las bases que se están realizando o procesos de edición o procesos de revisión de calidad gráfica respectivamente; por ello y acorde a las validaciones diseñadas por la Subdirección de Catastro en marco de la realización del control de calidad, se realizan las pertinentes para así poder dar cumplimiento a los requerimientos del usuario.

### 5.2.1 Validaciones planteadas por el usuario

A continuación se presentan las validaciones que se tienen planteadas de forma manual para realizar el control de calidad de la información geográfica por parte del Instituto en la Subdirección de Catastro y las distintas Direcciones Territoriales.

#### 5.2.1.1. Proceso de validación de consistencia de dominio.

A continuación se presentan las validaciones de consistencias de dominio que tienen estipuladas por parte de la Subdirección de Catastro para el proceso de control de calidad de la cartografía catastral digital.

Tabla 12: Proceso de validación consistencia de dominio. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, 2015)

PROCESO	CONSULTA
1.1 Hacer una intersección espacial entre los Feature Class <b>U_Manzana</b> y <b>U_Terreno</b> , para verificar las diferencias existentes entre los códigos de manzana Y terreno de las tablas de atributos. Guardar el nombre de la intersección como <b>IT_MZ_UT.shp</b> .	<b>En la intersección espacial:</b> IT_MZ_TPU.shp  <b>Hacer la siguiente consulta:</b> [codigo] <> LEFT ( [codigo_1] ,17) OR [codigo] <> [manzana_codigo] OR [barrio_codigo] <> LEFT( [codigo_1],13) OR [codigo_anterior] <> LEFT ( [codigo_anterior_1],13)
2.1 Hacer una intersección espacial entre los Feature Class <b>U_Terreno</b> y <b>U_Construccion</b> para verificar las diferencias existentes entre los códigos de Terreno y construcción de las tablas de atributos. Guardar el nombre de la intersección como <b>IT_UT_CONST.shp</b> .	<b>2.1 En la intersección espacial:</b> IT_UT_CONST.shp  <b>Hacer la siguiente consulta:</b> LEFT([codigo_anterior],17) <> LEFT([codigo_anterior_1],17) OR [codigo] <> [terreno_codigo] OR [manzana_codigo] <> LEFT ( [codigo_1], 17)
3.1 Hacer una intersección espacial entre los Feature Class <b>U_Construccion</b> y <b>U_Unidad</b> para verificar las diferencias existentes entre los códigos de las tablas de atributos. Guardar el nombre de la intersección como <b>IT_CONST_UU.shp</b> .	<b>3.1 En la intersección espacial:</b> IT_CONST_UU.shp.  <b>Hacer la siguiente consulta</b> [codigo] <> [construccion_codigo] OR [terreno_codigo] <> [terreno_codigo_1] OR MID ( [codigo],22,1) <> MID ( [codigo_1],22,1)
4.1 Hacer una intersección espacial entre los Feature Class <b>U_Terreno</b> y <b>U_Unidad</b> , para verificar las diferencias	<b>4.1 En la intersección espacial:</b> IT_UT_UU.shp  <b>Hacer la siguiente consulta</b>

PROCESO	CONSULTA
existentes entre los códigos de las tablas de atributos. Guardar el nombre de la intersección como <b>IT_UT_UU.shp</b> .	[codigo] <> [terreno_codigo] OR [manzana_codigo] <> LEFT ( [codigo_1],17) OR [manzana_codigo] <> LEFT ( [terreno_codigo],17) OR [manzana_codigo] <> LEFT ( [construccion_codigo],17)
<p><b>5.1</b> Hacer una intersección espacial entre los Feature Class <b>U_Manzana</b> y <b>U_Construccion</b>, para verificar las diferencias existentes entre los códigos de las tablas de atributos. Guardar el nombre de la intersección como: <b>IT_MZ_CONST.shp</b></p>	<p><b>5.1 En la intersección espacial:</b> IT_MZ_CONST.shp</p> <p><b>Hacer la siguiente consulta:</b></p> <p>[codigo] &lt;&gt; LEFT( [codigo_1],17) OR [codigo] &lt;&gt; LEFT( [terreno_codigo],17) OR [barrio_codigo] &lt;&gt; LEFT ( [codigo_1],13) OR [barrio_codigo] &lt;&gt; LEFT( [terreno_codigo],13)</p>
<p><b>6.1</b> Hacer una intersección espacial entre los Feature Class <b>U_Manzana</b> y <b>U_Unidad</b>, para verificar las diferencias existentes entre los códigos de las tablas de atributos. Guardar el nombre de la intersección como: <b>IT_MZ_UU.shp</b></p>	<p><b>6.1 En la intersección espacial:</b> IT_MZ_UU.shp</p> <p><b>Hacer la siguiente consulta:</b></p> <p>[codigo] &lt;&gt; LEFT ( [codigo_1],17) OR [codigo] &lt;&gt; LEFT( [terreno_codigo],17) OR [codigo] &lt;&gt; LEFT ( [construccion_codigo],17) OR [barrio_codigo] &lt;&gt; LEFT( [codigo_1],13) OR [barrio_codigo] &lt;&gt; LEFT ( [terreno_codigo],13) OR [barrio_codigo] &lt;&gt; LEFT ( [construccion_codigo],13)</p>
<p><b>7.1</b> En la tabla de atributos del Feature <b>U_TERRENO</b> verificar los códigos de manzana.</p>	<p><b>7.1 Realizar la siguiente consulta para detectar diferencias en los códigos de manzana de ambas tablas relacionadas.</b></p> <p>[manzana_codigo] &lt;&gt; LEFT( [codigo],17)</p> <p><i>*para copia de la base corporativa</i></p> <p>manzana_codigo &lt;&gt; substr(codigo ,1,17)</p> <p><i>*para conexión de la base corporativa</i></p>
<p><b>8.1</b> En la tabla de atributos del Feature <b>U_CONSTRUCCION</b> verificar los códigos de terreno.</p>	<p><b>8.1 Realizar la siguiente consulta para detectar diferencias en los códigos de terreno de ambas tablas relacionadas.</b></p> <p>LEFT ( [codigo],22) &lt;&gt; LEFT ( [terreno_codigo],22)</p> <p><i>*para copia de la base corporativa</i></p> <p>substr(codigo ,1,21) &lt;&gt; substr(terreno_codigo ,1,21)</p> <p><i>*para conexión de la base corporativa</i></p> <p><b>* LAS MEJORAS SON EXCEPCIONES, seleccionar de la actual selección:</b></p> <p>MID([codigo],22,1) &lt;&gt;5</p>
<p><b>9.1</b> En la tabla de atributos del Feature <b>U_UNIDAD</b> verificar los códigos de terreno y construcción.</p>	<p><b>9.1 Realizar la siguiente consulta para detectar diferencias en los códigos de predio de ambas tablas relacionadas.</b></p> <p>LEFT ([codigo],24) &lt;&gt; LEFT( [construccion_codigo],24) OR LEFT ( [codigo],21) &lt;&gt; LEFT ( [terreno_codigo],21)</p> <p><i>*para copia de la base corporativa</i></p> <p>substr(codigo ,1,21) &lt;&gt; substr(construccion_codigo ,1,21) OR substr(codigo ,1,21) &lt;&gt; substr(terreno_codigo ,1,21) <i>*para conexión de la base corporativa</i></p>
<p><b>10.1</b> En la tabla de atributos del Feature <b>R_TERRENO</b> verificar los códigos de terreno y vereda.</p>	<p><b>10.1 Realizar la siguiente consulta para detectar diferencias en los códigos de ambas tablas relacionadas.</b></p>

PROCESO	CONSULTA
	<pre>[vereda_codigo] &lt;&gt; LEFT ( [codigo],17) *para copia de la base corporativa  vereda_codigo &lt;&gt; substr(codigo ,1,17) *para conexión de la base corporativa</pre>
<p>11.1 Hacer una intersección espacial entre los Feature Class <b>R_VEREDA</b> y <b>R_TERRENO</b>, para verificar las diferencias existentes entre los códigos de las tablas de atributos. Guardar el nombre de la intersección como <b>IT_VR_RT.shp</b>.</p>	<p>11.1 En la intersección espacial: IT_VR_RT.shp</p> <p><b>Hacer la siguiente consulta:</b></p> <pre>[codigo] &lt;&gt; LEFT ( [codigo_1] ,17) OR [codigo] &lt;&gt; [vereda_codigo] OR [sector_codigo] &lt;&gt; LEFT( [codigo_1],9) OR [codigo_anterior] &lt;&gt; LEFT ( [codigo_anterior_1],13)</pre>

## 5.2.2 Proceso de validación de exactitud temática.

A continuación se presentan las validaciones de exactitud temática que tiene la Subdirección de Catastro para el proceso de control de calidad de la cartografía catastral digital.

Tabla 13: Proceso de validación Exactitud Temática. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, 2015)

FEATURE CLASS	ATRIBUTO	EXACTITUD TEMÁTICA	EXACTITUD TEMÁTICA
<b>U_TERRENO</b>	Código de identificación.	30 dígitos	<p>1. codigo IS NULL OR manzana_codigo IS NULL OR numero_subterranos IS NULL OR codigo_anterior IS NULL OR codigo = ' ' OR manzana_codigo = ' ' OR codigo_anterior = ' ' OR LENGTH ( codigo ) &lt;&gt; 30 OR LENGTH ( manzana_codigo ) &lt;&gt; 17 OR LENGTH ( codigo_anterior ) &lt;&gt; 20 OR substr( codigo,1,5) = '00000' OR SUBSTR( codigo,23,8) &lt;&gt;'00000000' OR substr( codigo,1,5) = '00000'</p> <p>2. LENGTH ( codigo ) &lt;&gt;17 OR LENGTH (barrio_codigo) &lt;&gt;13 OR LENGTH ( codigo_anterior ) &lt;&gt;13 OR codigo IS NULL OR barrio_codigo IS NULL OR codigo_anterior IS NULL OR substr( codigo,1,5) = '00000' OR SUBSTR( codigo,1,13) &lt;&gt; barrio_codigo Substr (codigo,1,9) &lt;&gt; substr (codigo_anterior,1,9) OR substr (codigo,14,4) &lt;&gt; substr (codigo_anterior,10,4)</p>
<b>U_MANZANA</b>			



FEATURE CLASS	ATRIBUTO	EXACTITUD TEMÁTICA	EXACTITUD TEMÁTICA
<b>U_CONSTRUCCION</b>			<p>3. LENGTH ( codigo ) &lt;&gt; 30 OR LENGTH (terreno_codigo) &lt;&gt; 30 OR codigo IS NULL OR terreno_codigo IS NULL OR tipo_construccion IS NULL OR tipo_dominio IS NULL OR numero_pisos IS NULL OR numero_sotanos IS NULL OR numero_mezanines IS NULL OR numero_semisotanos IS NULL OR identificador IS NULL OR codigo_edificacion IS NULL OR codigo_anterior IS NULL OR substr( codigo,1,5) = '00000' OR substr(terreno_codigo,1,5) = '00000' numero_pisos = 0 OR tipo_construccion &lt;&gt; 'CONVENCIONAL' AND tipo_construccion &lt;&gt; 'NO CONVENCIONAL' OR tipo_dominio &lt;&gt; 'COMUN' AND tipo_dominio &lt;&gt; 'PRIVADO' OR SUBSTR( codigo,1,21) &lt;&gt; SUBSTR( terreno_codigo,1,21) SUBSTR ( codigo,22,1) &lt;&gt; '0' AND SUBSTR ( codigo,22,1) &lt;&gt; '9' AND SUBSTR ( codigo,22,1) &lt;&gt; '8' AND SUBSTR ( codigo,22,1) &lt;&gt; '6' AND SUBSTR ( codigo,22,1) &lt;&gt; '5' OR SUBSTR( codigo,22,1) = '0' AND SUBSTR( codigo_anterior,18,3) &lt;&gt;'000' OR SUBSTR( codigo,25,2) &lt;&gt; '00' SUBSTR( codigo,1,9) &lt;&gt;SUBSTR( codigo_anterior,1,9) AND SUBSTR( codigo,14,8) &lt;&gt; SUBSTR( codigo_anterior,10,8)</p>
<b>U_UNIDAD</b>			<p>4. LENGTH ( codigo ) &lt;&gt; 30 OR LENGTH (terreno_codigo) &lt;&gt; 30 OR LENGTH (construccion_codigo) &lt;&gt; 30 OR codigo IS NULL OR terreno_codigo IS NULL OR construccion_codigo IS NULL OR planta IS NULL OR tipo_construccion IS NULL OR tipo_dominio IS NULL OR identificador IS NULL OR substr(terreno_codigo,1,5) = '00000' OR substr(construccion_codigo,1,5) = '00000'</p>

FEATURE CLASS	ATRIBUTO	EXACTITUD TEMÁTICA	EXACTITUD TEMÁTICA
			tipo_construccion <> 'CONVENCIONAL' AND tipo_construccion <> 'NO CONVENCIONAL' OR tipo_dominio <> 'COMUN' AND tipo_dominio <> 'PRIVADO' SUBSTR( codigo,1,21) <> SUBSTR( terreno_codigo,1,21) OR SUBSTR( codigo,1,21) <> SUBSTR( construccion_codigo ,1,21) SUBSTR( codigo,22,1) = '5' AND SUBSTR( codigo,28,3) = '000' OR SUBSTR( codigo,22,1) = '5' AND SUBSTR( codigo,28,3) > '799' OR SUBSTR( codigo,23,1) = '9' AND SUBSTR( codigo,18,4) = SUBSTR( codigo,27,4) OR SUBSTR( codigo,23,1) = '8' AND SUBSTR( codigo,18,4) = SUBSTR( codigo,27,4) planta LIKE 'ST-%' and substr( codigo,27,1) <>'9' OR planta LIKE 'SS-%' and substr( codigo,27,1) <>'9' OR planta LIKE 'SD-%' and substr( codigo,27,1) <>'9' SUBSTR(codigo,22,1) = '0' AND SUBSTR(codigo,23,8) <> '00000000' OR SUBSTR(codigo,22,1) = '9' AND SUBSTR(codigo,23,8) = '00000000' OR SUBSTR( construccion_codigo,25,2) <> '00'
R_TERRENO	Código de identificación.	30 dígitos	1. codigo IS NULL OR vereda_codigo IS NULL OR codigo_anterior IS NULL OR codigo = ' ' OR vereda_codigo = ' ' OR codigo_anterior = ' ' OR LENGTH ( codigo ) <> 30 OR LENGTH ( vereda_codigo ) <> 17 OR LENGTH ( codigo_anterior ) <> 20 OR SUBSTR( codigo,23,8) <>'00000000' OR substr( codigo,1,5) = '00000' SUBSTR ( codigo,22,1) <> '0' AND SUBSTR ( codigo,22,1) <> '9' AND SUBSTR ( codigo,22,1) <> '8' OR SUBSTR (codigo,22,1) = '0' AND SUBSTR( codigo_anterior,18,3) <>'000' OR SUBSTR ( codigo,22,1) = '8' AND SUBSTR( codigo_anterior,18,1) <>'8' OR

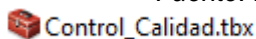
FEATURE CLASS	ATRIBUTO	EXACTITUD TEMÁTICA	EXACTITUD TEMÁTICA
R_VEREDA			<p>SUBSTR ( codigo,22,1) = '9' AND  SUBSTR( codigo_anterior,18,1) &lt;&gt;'9'  SUBSTR( codigo,1,9)  &lt;&gt;SUBSTR( codigo_anterior,1,9) AND  SUBSTR( codigo,14,8) &lt;&gt;  SUBSTR( codigo_anterior,10,8)</p> <p>2. LENGTH ( codigo ) &lt;&gt;17 OR LENGTH  ( sector_codigo ) &lt;&gt;9 OR LENGTH  ( codigo_anterior ) &lt;&gt;13 OR codigo IS  NULL OR sector_codigo IS NULL OR  codigo_anterior IS NULL OR  substr( codigo,1,5) = '00000' OR nombre  IS NULL OR nombre = 'Substr  (codigo,1,9) &lt;&gt; substr  (codigo_anterior,1,9) OR substr  (codigo,14,4) &lt;&gt; substr  (codigo_anterior,10,4)</p>

### 5.2.3 Desarrollo de interfaz gráfica

De acuerdo a los requerimientos de software y de funcionalidades especificadas estipuladas por el usuario, para el presente proyecto se desarrolla una aplicación en la herramienta Model Builder la cual se ejecuta bajo el entorno de ArcGis, en donde mediante esta se estipulan funciones espaciales para así mismo realizar los geo procesos y cumplir con los requerimientos de validación de la información geográfica del usuario.

A continuación se presenta la interfaz gráfica que se estipula para la ejecución de la herramienta



Figura 10: Herramienta desarrollada.  
Fuente: Elaboración propia



Toolbox

Al ejecutar dicha herramienta se van a desplegar dos (2) herramientas para ejecutar las cuales corresponden a las mismas validaciones solamente que la herramienta versión 1 tiene la funcionalidad de realizar el reporte de inconsistencias en formato excel de acuerdo a los requerimientos debidamente estipulados, es claro que esta funcionalidad solamente es soportada por la versión de ArcGis 10.3 y posteriores.

Figura 11: Validadores.  
Fuente: Elaboración Propia

 Control de Calidad - IGAC - SubCatastro_V1	Toolbox Tool
 Control de Calidad - IGAC - SubCatastro_V2	Toolbox Tool

De acuerdo a la ilustración del toolbox anteriormente mostrado, a continuación se muestra el diseño de ejecución de las versiones que se encuentran mencionadas e ilustradas anteriormente:

Figura 12: Entorno de ejecución modelo V1.  
Fuente: Elaboración Propia

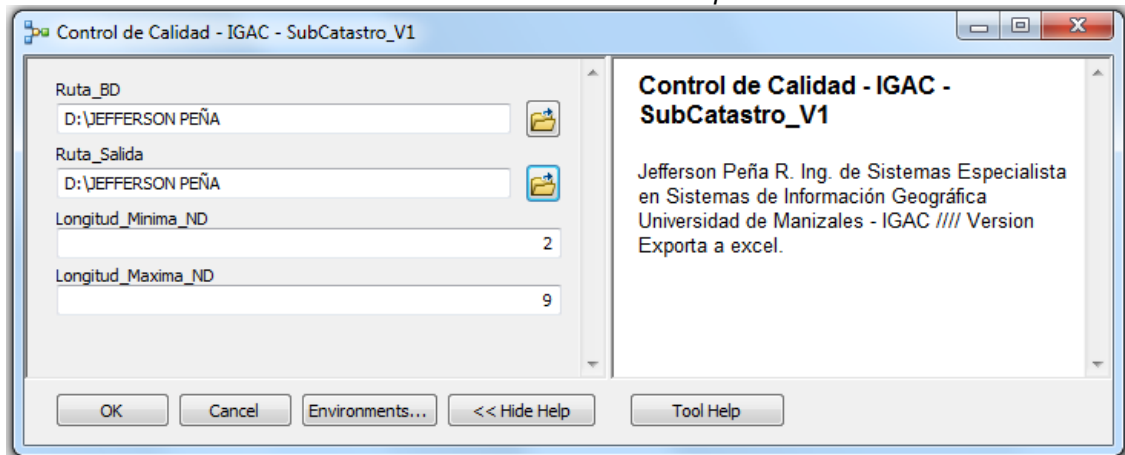
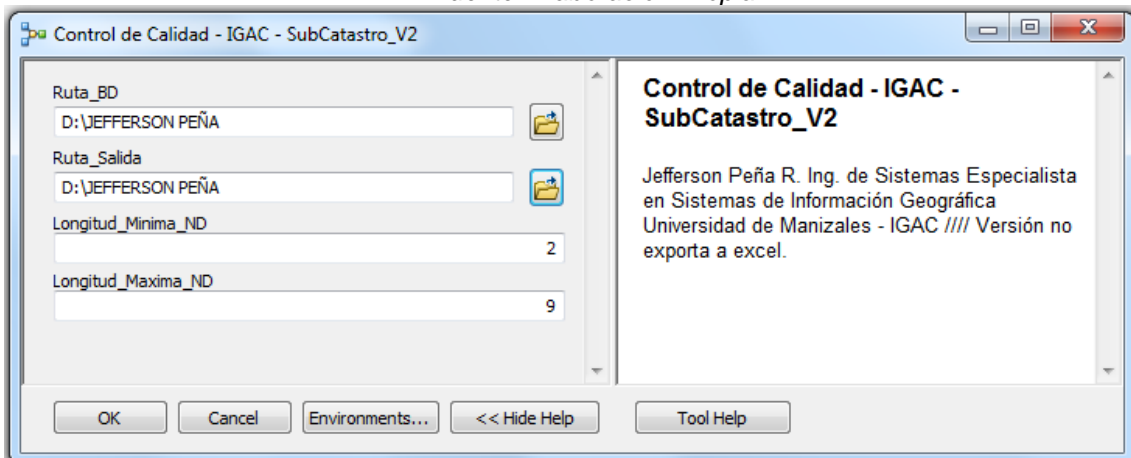


Figura 13: Entorno de ejecución modelo V2.  
Fuente: Elaboración Propia



Esto que se ilustra en las dos figuras anteriores es el entorno de ejecución en donde estas ventanas aparecen al momento de clicar cada una de las herramientas; para ejecutar cada una de las herramientas se deben especificar ciertos parámetros:

- Ruta\_BD: Repositorio donde se encuentran las bases de datos a validar, esta puede contener una o muchas bases de datos, solamente existe la restricción que estas deben estar en formato Personal Geodatabase para su funcionamiento.
- Ruta\_Salida: Repositorio donde serán almacenadas las carpetas con las inconsistencias de cada una de las bases validadas.
- Longitud\_Minima\_ND: Largo mínimo que debe tener la nomenclatura domiciliaria (ND) para ser aceptada, la que se encuentre bajo a este rango en metros lineales será marcada como inconsistencia.
- Longitud\_Maxima\_ND: Largo máximo que debe tener la nomenclatura domiciliaria (ND) para ser aceptada, la que se encuentre por encima a este rango en metros lineales será marcada como inconsistencia.

#### 5.2.4 Desarrollo de diagrama de procesos geográfico – Model Builder

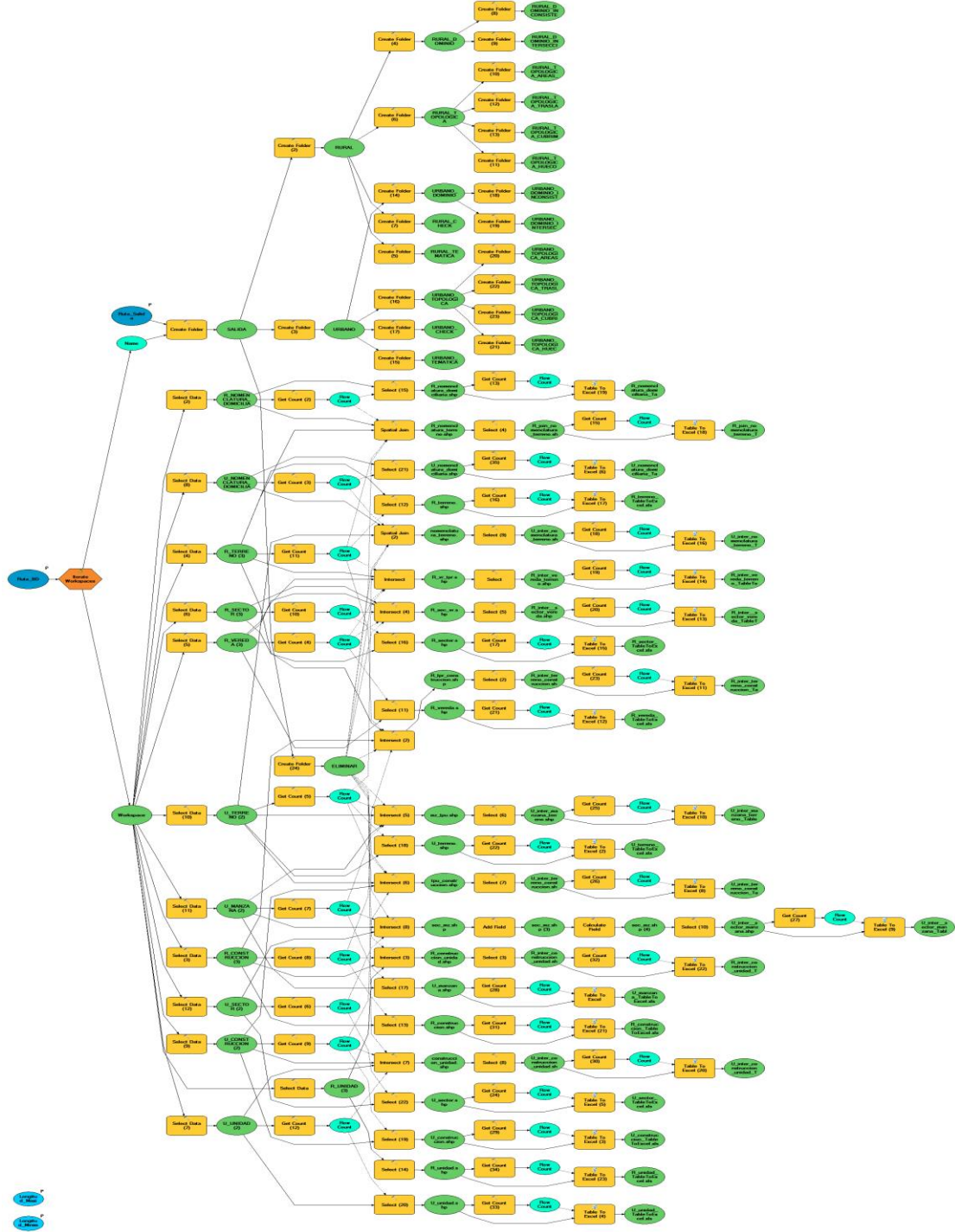
La herramienta Model Builder mediante las distintas cajas de herramientas de ArcGis y de acuerdo a los requerimientos del usuario, permite realizar un modelamiento de los geoprosesos para así mismo realizar las distintas validaciones y dar cumplimiento a las especificaciones de calidad de la información geográfica.

A continuación se presentan los diagramas internos, es claro que todo es uno solo pero debido a su gran tamaño y a la importancia de mostrar gráficamente los procesos se distribuye en dos partes:



b) Diagrama total de validación de inconsistencias.

Figura 15: Diagrama de validación – Toolbox.  
Fuente: Elaboración Propia



Es claro que el diagrama tanto del modelo V1 y V2 es igual a diferencia que el V1 solamente incluye las cajas de herramientas de exportar a Excel, por dicho motivo solo se ejemplificó uno.

#### 5.2.5 Restricciones de funcionamiento

De acuerdo al requerimiento de funcionamiento en cuanto a la plataforma de funcionamiento establecida por el Instituto, la herramienta se presenta en dos versiones, esto ya que actualmente se informó que existen usuarios en versiones anteriores a 10.3, por ello se plantea la versión 2, en donde esta presenta una variación en cuanto al reporte de inconsistencias ya que no involucra la herramienta de exportar a Excel y por dicho motivo los reportes de inconsistencias deben ser revisados a partir de los archivos .dbf que se generan dentro de la estructura de los archivos Shape File; la correcta ejecución requiere que las bases de datos geográficas a revisar se encuentren en formato Personal Geodatabase, ya que las consultas fueron diseñadas exclusivamente para que fueran sobre este tipo de bases de datos, en el caso en que llegase a correr sobre otro tipo de base de datos, no se generaran las respectivas salidas y se finaliza la ejecución respectivamente.

Se evidencia que existe una carpeta denominada “ELIMINAR” en donde esta es simplemente una carpeta de paso donde se almacena información intermedia, para ello se tienen que eliminar esta ya que su nombre mismo lo especifica

### 5.3 FASE 3: PRUEBAS

Las pruebas en el desarrollo de cualquier prototipo juegan un papel muy importante al igual que en la ejecución de proyectos dentro de las organizaciones; debido a que en esta fase se realiza la validación de cada una de las funcionalidades y capacidad de respuesta frente a los tiempos esperados y a la base geográfica que se desee validar, es claro que de acuerdo a las especificaciones se realizan las verificaciones de funcionalidad encontrando un correcto funcionamiento frente a lo estipulado por el usuario.

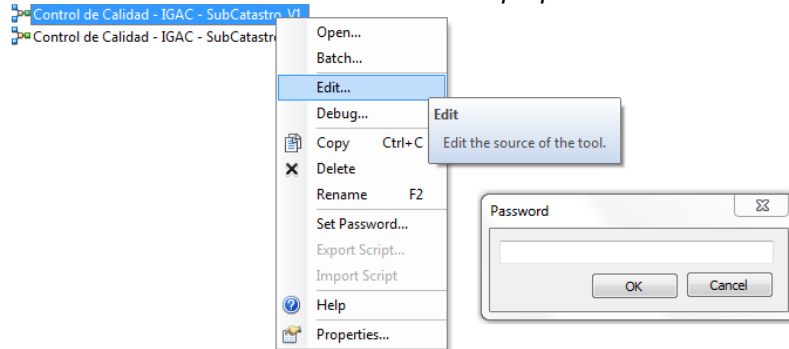
A continuación se muestran las pruebas realizadas y los resultados esperados para una validación específica

#### 5.3.1 Validación de seguridad

Las indicaciones de modificación y/o ajuste alguno en que pueda llegarse a realizarse, se podrá realizar solamente con el usuario que tenga la clave pertinente para algún ajuste respectivamente.



Figura 16: Seguridad Toolbox.  
Fuente: Elaboración propia



### 5.3.2 Pruebas de generación de inconsistencias - Validación

De acuerdo a los ítem de calidad a evaluar, se realiza la validación para una base de datos geográfica con el fin de comprobar que los requerimientos en cuanto a calidad de información se suplan de forma automática respectivamente, de igual forma evaluar el rendimiento en la tarea de validación y principalmente evidenciar los resultados (salida – shape files) de las inconsistencias que se tienen presentes en dicha base.

Figura 17: Esquema de salidas Toolbox.  
Fuente: Elaboración Propia

Nombre	Tipo	Tarr
R_construccion.cpg	Archivo CPG	
R_construccion.dbf	Archivo DBF	
R_construccion.prj	Archivo PRJ	
R_construccion.shp	AutoCAD Shape S...	
R_construccion.shp.xml	Archivo XML	
R_construccion.shx	AutoCAD Compil...	
R_construccion_TableToExcel.xls	Hoja de cálculo d...	
R_sector.cpg	Archivo CPG	
R_sector.dbf	Archivo DBF	
R_sector.prj	Archivo PRJ	
R_sector.shp	AutoCAD Shape S...	
R_sector.shp.xml	Archivo XML	
R_sector.shx	AutoCAD Compil...	
R_terreno.cpg	Archivo CPG	
R_terreno.dbf	Archivo DBF	
R_terreno.prj	Archivo PRJ	
R_terreno.shp	AutoCAD Shape S...	
R_terreno.shp.xml	Archivo XML	
R_terreno.shx	AutoCAD Compil...	
R_terreno_TableToExcel.xls	Hoja de cálculo d...	
R_unidad.cpg	Archivo CPG	
R_unidad.dbf	Archivo DBF	
R_unidad.prj	Archivo PRJ	
R_unidad.shp	AutoCAD Shape S...	
R_unidad.shp.xml	Archivo XML	
R_unidad.shx	AutoCAD Compil...	
R_unidad_TableToExcel.xls	Hoja de cálculo d...	
R_vereda.cpg	Archivo CPG	
R_vereda.dbf	Archivo DBF	
R_vereda.prj	Archivo PRJ	
R_vereda.shp	AutoCAD Shape S...	
R_vereda.shp.xml	Archivo XML	
R_vereda.shx	AutoCAD Compil...	

## **6 RESULTADOS**

### **6.1 DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA**

De acuerdo a los requerimientos funcionales y no funcionales establecidos por el IGAC al igual que los tecnológicos se realizó el desarrollo de la herramienta que permite realizar el proceso de control de calidad de cartografía catastral digital exclusivamente para los Feature Dataset Urbano y Rural, siendo claros que se presentaron 2 versiones del mismo con el fin de brindar herramienta para las distintas versiones que se tienen del software ArcGis dentro del Instituto, pues a la fecha existen equipos que tienen versión inferior a 10.3, por ello se planteó la versión\_2, la cual no involucra la herramienta de exportar a Excel sino que esta revisión de listados se tiene que realizar mediante los archivos .dbf que se generan de los distintos shape files que se encuentran dentro del directorio generado por la herramienta y que son inconsistencias respectivamente para cada capa de la base de datos geográfica analizada.

La representación gráfica del diseño de la herramienta se puede evidenciar en los literales 5.2.3. Desarrollo de interfaz gráfica y 5.2.4. Desarrollo de diagrama de proceso geográfico – Model Builder

### **6.2 AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD**

El desarrollo de la herramienta permite realizar el proceso de control de calidad establecido por la Subdirección de Catastro de manera automática mediante la ejecución de la misma de acuerdo a la versión que se tenga de ArcGis se ejecutará la respectiva, siendo claro que de acuerdo a la necesidad de evaluar masivamente más de un municipio (base geográfica por municipio) se generó esta con el fin de realizar el proceso para un indeterminado número de bases geográficas a analizar, pues desde la Subdirección de Catastro se realizan procesos masivos de revisión a lo cual se brinda solución a esta necesidad que al igual se puede ver reflejada en las distintas Direcciones Territoriales por la agrupación de los distintos municipios.

### **6.3 VARIABLES ESTABLECIDAS DENTRO DEL CONTROL DE CALIDAD**

De acuerdo a los ítems de calidad que tiene establecido el IGAC - exactitud temática y consistencia de dominio (consistencia lógica), se realizó la revisión de las validaciones que se tenían establecidas dentro de la documentación vigente y se evidencia que algunas capas de información no fueron involucrados, para esto de acuerdo al requerimiento de revisión de todos los objetos contenidos dentro de los

Feature Dataset Urbano y Rural, se incluyó la validación de todos los Feature Class que existen dentro de los mismos a excepción de las capas de Perímetro y Barrio, pues estas no son de normal edición dentro de los procesos de digitalización que se adelanten dentro de los procesos catastrales (Formación, Conservación y Actualización de la formación catastral). De igual forma el modelo de datos contempla 2 Feature Dataset que contienen las capas de estudios de zonas homogéneas urbanas y rurales, al igual capas de cotas y tablas de registros 1 y 2, en donde estos elementos fueron excluidos dentro del validador desarrollado.

De acuerdo a lo anterior y en marco de la especificación de variables sobre las cuales se realizó el desarrollo del aplicativo, a continuación se presentan las capas y las reglas de validación diseñadas que están consignadas dentro de la herramienta.

### 6.3.1 Variables y validaciones – Exactitud Temática

De acuerdo a las reglas de validación que se tenían planteadas se dio alcance a las mismas y se establecieron las nuevas de acuerdo a los requerimientos de revisión de información de acuerdo al modelo de datos establecido y a la metodología de digitalización que tiene la Subdirección de Catastro.

Tabla 14: Reglas de validación nuevas - Exactitud temática.

EXACTITUD TEMÁTICA (E. Temática)	DESCRIPCIÓN DEL CONTROL
<b>Área Urbana</b>	
<p>Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature de U_Terreno</p>	<p>[codigo] LIKE not "#" OR [manzana_codigo] LIKE NOT "#" OR [codigo_anterior] LIKE NOT "#" OR [codigo] is null OR [manzana_codigo] IS NULL OR [numero_subterranos] IS NULL OR [codigo_anterior] IS NULL or [codigo] = " " OR [manzana_codigo] = " " OR [codigo_anterior] = " " OR LEN ( [codigo] ) &lt;&gt;30 OR LEN ( [manzana_codigo] ) &lt;&gt;17 OR LEN ( [codigo_anterior] ) &lt;&gt;20 OR (mid ([codigo],22,1)= '8') and ((mid([codigo],27,4)&gt;'0000' and mid([codigo],19,3)&lt;&gt;right([codigo_anterior],3)) or (mid([codigo],27,4)= '0000' and mid([codigo],18,4)&lt;&gt;mid([codigo_anterior],14,4)) or (mid([codigo],27,4)&gt;'0000' and mid([codigo],27,4)&lt;&gt;mid([codigo_anterior],14,4))) or ((MID ([codigo],22,1) = '9')) and (RIGHT([codigo],8) &gt; "00000000" or mid([codigo_anterior],18,3) &lt; '900' )) or LEFT ([codigo],5) = "00000" or (mid([codigo],22,1) = '0' and ( left([codigo],9) &amp;</p>

	mid([codigo],14,9) & "00" ) <> [codigo_anterior]) or (MID ([codigo] ,22,1) = '9' AND mid ( [codigo] ,18,4) < '0900') or (left( [codigo],17) <> [manzana_codigo] ) or (MID ([codigo] ,22,1) = '9' AND right([codigo_anterior],3) < '901') or (MID ([codigo] ,22,1) = '8' AND (( right ( [codigo_anterior],3 ) < '800') or (right ( [codigo_anterior],3 ) > '899') or (mid([codigo],23,4)<> '0000'))))
Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature de U_Manzana	[codigo] LIKE "#####9???" OR [codigo] LIKE NOT "#####" OR LEN ( [codigo] ) <>17 OR LEN ( [barrio_codigo] ) <>13 OR LEN ( [codigo_anterior] ) <>13 OR [codigo] IS NULL OR [barrio_codigo] IS NULL OR [codigo_anterior] IS NULL OR LEFT ( [codigo],5) = "00000" or (left( [codigo],9) & right(left( [codigo],17),4) ) <> [codigo_anterior] or left( [codigo],13) <> [barrio_codigo]ormid([codigo],6,2) = '00'
Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature de U_Construccion	[codigo] LIKE NOT "#" OR [terreno_codigo] LIKE NOT "#" OR [tipo_construccion] LIKE "#" OR [tipo_dominio] LIKE "#" OR [numero_pisos] LIKE NOT "#" OR [identificador] LIKE "#" OR [codigo_edificacion] LIKE NOT "#" OR [codigo_anterior] LIKE NOT "#" OR LEN ( [codigo] ) <>30 OR LEN ( [terreno_codigo] ) <>30 or len([codigo_anterior])<> 20 OR [codigo] IS NULL OR [terreno_codigo] IS NULL OR [tipo_construccion] IS NULL OR [tipo_dominio] IS NULL OR [numero_pisos] IS NULL OR [numero_sotanos] IS NULL OR [numero_mezanines] IS NULL OR [numero_semisotanos] IS NULL OR [identificador] IS NULL OR [codigo_edificacion] IS NULL OR [codigo_anterior] IS NULL OR LEFT ([codigo],5) = "00000" OR LEFT ( [terreno_codigo],5) = "00000" or (MID ([codigo],22,1) <> '8' and MID ([codigo],22,1) <> '9' and mid([codigo],22,1) <> '0' and mid([codigo],22,1) <> '5') or (mid ( [codigo],22,1) = '5' and (RIGHT ( [codigo] , 8) = '00000000' or RIGHT([terreno_codigo],8) <> '00000000')) or (mid ( [codigo] ,22,1) = '0' and ([codigo] <> [terreno_codigo] or (left([codigo],9) & mid([codigo],14,8) <> left([codigo_anterior],17)))) or (mid ( [codigo] ,22,1)= '0' and ((right([codigo_anterior],3) > '000') or right( [codigo],8) <> '00000000')) or (MID ([codigo],22,1) = '5' and (((right( [codigo],4) = '0000') or (right( [codigo],4) > '0799')))) or ((mid ( [codigo] ,22,1) = '5' or mid ( [codigo] ,22,1) = '8') and mid( [codigo] ,23,4) <> '0000') or (mid ( [codigo] ,22,1) = '8' and (mid([codigo],19,3) > '899' or mid([codigo_anterior],18,3) < '801' or mid([codigo_anterior],18,3) > '899' or mid( [codigo],1,21) <> mid([terreno_codigo],1,21) or ((mid([codigo],27,4) = '0000') and (mid([codigo],23,2) = '00' or mid([codigo],25,2) = '00')))) or (mid ( [codigo] ,22,1) = '9' and (((mid([codigo],27,4) = '0000') and (mid([codigo] ,23,2) = '00' and ( [tipo_dominio] = 'PRIVADO')))) or right( [codigo],6) <> '000000' or mid([codigo],18,4) < '0900' or mid ([terreno_codigo],18,4) < '0900' or(left([codigo],22) <> left ( [terreno_codigo] ,22)) or right([codigo_anterior],3) < '901')) or [identificador] like "*" *" or [identificador] like "" or [identificador] is

	<p>null or (mid ([codigo],22,1) = '9' and [etiqueta] is null) or (mid ([codigo],22,1) = '9' and [etiqueta] like " ") or (mid ([codigo],22,1) = '9' and [etiqueta] like "* ") or (mid ([codigo],22,1) = '9' and [etiqueta] like " *") or [numero_pisos] not between 0 and 30 or [codigo_edificacion] &lt; 1</p>
<p>Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature de U_Unidad</p>	<p>[codigo] LIKE NOT "#" OR [terreno_codigo] LIKE NOT "#" OR [construccion_codigo] LIKE NOT "#" OR [planta] LIKE "#" OR [tipo_construccion] LIKE "#" OR [tipo_dominio] LIKE "#" OR [identificador] LIKE "#" OR [codigo] IS NULL OR [terreno_codigo] IS NULL OR [construccion_codigo] IS NULL OR [planta] IS NULL OR [tipo_construccion] IS NULL OR [tipo_dominio] IS NULL OR [identificador] IS NULL OR LEN ( [codigo] ) &lt;&gt;30 OR LEN ( [terreno_codigo] ) &lt;&gt;30 OR LEN ( [construccion_codigo] ) &lt;&gt;30 OR LEFT ( [planta], 5) like NOT "Piso " OR LEFT ( [codigo],5) = "00000" OR LEFT ( [terreno_codigo] ,5) = "00000" OR LEFT ( [construccion_codigo] ,5) = "00000" OR (MID ([codigo],22,1) &lt;&gt; '0' AND MID ([codigo],22,1) &lt;&gt; '5' AND MID ([codigo],22,1) &lt;&gt; '9' AND MID ([codigo],22,1) &lt;&gt; '8' ) or (mid ([codigo],22,1) = '9' and ( (mid([codigo],27,4) = '0000' and (mid([codigo] ,23,2) &lt;&gt; '00' or mid([codigo],25,2) &lt;&gt; '00')) or mid([codigo],18,4)='0000' or (mid([codigo],27,4) &lt;&gt; '0000' and (mid([codigo] ,23,2) = '00' or mid([codigo],25,2) = '00')) or (left( [codigo] ,24) &lt;&gt; left( [construccion_codigo],24)) or left([codigo],22) &lt;&gt; left([terreno_codigo],22) or mid([codigo],18,4) &lt; '0900' or mid ([terreno_codigo],18,4) &lt; '0900' or(left([codigo],22) &lt;&gt; left ( [terreno_codigo] ,22)))) or (mid ([codigo],22,1) = '8' and ((mid([codigo],27,4) = '0000' and (mid([codigo] ,23,2) &lt;&gt; '00' or mid([codigo],25,2) &lt;&gt; '00')) or (mid([codigo],27,4) &lt;&gt; '0000' and (mid([codigo] ,23,2) = '00' or mid([codigo],25,2) = '00')) or [construccion_codigo] &lt;&gt; [terreno_codigo] or mid( [codigo],1,21) &lt;&gt; mid([terreno_codigo],1,21))) or (mid ([codigo],22,1)=' 0' and (([codigo] &lt;&gt; [terreno_codigo]) or ([construccion_codigo] &lt;&gt; [terreno_codigo]) or mid ([codigo] ,22,9) &lt;&gt; '000000000' or right( [codigo],8) &lt;&gt; '00000000' )) or (mid ([codigo],22,1) = '5' and (right([codigo],4) = '0000' or mid([codigo],23,4) &lt;&gt; '0000' or right( [codigo],4) &gt; '0799' or ( [codigo] &lt;&gt; [construccion_codigo]) or (left( [codigo] ,21) &lt;&gt; left( [terreno_codigo],21)) )) or ((mid ( [codigo] ,22,1) = '5' or mid ( [codigo] ,22,1) = '8') and mid( [codigo] ,23,4) &lt;&gt; '0000')</p>
<p>Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature de U_Sector</p>	<p>LEN ( [codigo] ) &lt;&gt;9 or [codigo] is null or [codigo] not LIKE "#####" OR LEFT ( [codigo],5) = "00000"</p>

Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature U_Nomenclatura_Domiciliaria	[texto] IS NULL OR [terreno_codigo] IS NULL OR LEN([terreno_codigo]) <> 30 or [shape_Length] < %inicio% or [shape_Length] > %fin%
<b>Área Rural</b>	
Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature de R_Terreno	[codigo] LIKE not "#" OR [vereda_codigo] LIKE NOT "#" OR [codigo_anterior] LIKE NOT "#" OR [codigo] is null OR [vereda_codigo] IS NULL OR [numero_subterranos] IS NULL OR [codigo_anterior] IS NULL or [codigo] = " " OR [vereda_codigo] = " " OR [codigo_anterior] = " " OR LEN ( [codigo] ) <>30 OR LEN ( [vereda_codigo] ) <>17 OR LEN ( [codigo_anterior] ) <>20 OR (mid([codigo],22,1)= '8') and ((mid([codigo],27,4)>'0000' and mid([codigo],19,3)<>right([codigo_anterior],3)) or (mid([codigo],27,4)='0000' and mid([codigo],18,4)<>mid([codigo_anterior],14,4)) or (mid([codigo],27,4)>'0000' and mid([codigo],27,4)<>mid([codigo_anterior],14,4))) or (((MID([codigo],22,1) = '9')) and (RIGHT([codigo],8) > "00000000" or mid([codigo_anterior],18,3) < '900' )) or LEFT ( [codigo],5) = "00000" or (mid([codigo],22,1 ) = '0' and ( left([codigo],9) & mid([codigo],14,9) & "00" ) <> [codigo_anterior]) or (MID([codigo] ,22,1) = '9' AND mid ( [codigo] ,18,4) < '0900') or (left( [codigo],17) <> [vereda_codigo] ) or (MID ([codigo] ,22,1) = '9' AND right([codigo_anterior],3) < '901') or (MID ([codigo] ,22,1) = '8' AND (( right ( [codigo_anterior],3 ) < '800') or (right ( [codigo_anterior],3 ) > '899') or (mid([codigo],23,4)<>'0000'))))
Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature de R_Vereda	[codigo] LIKE "#####9???" OR [codigo] LIKE NOT "#####" OR LEN ( [codigo] ) <>17 OR LEN ( [sector_codigo] ) <>9 OR LEN ( [codigo_anterior] ) <>13 OR [codigo] IS NULL OR [sector_codigo] IS NULL OR [codigo_anterior] IS NULL OR LEFT ( [codigo],5) = "00000" or (left( [codigo],9) & mid([codigo],14,4) <> [codigo_anterior] or left( [codigo],9) <> [sector_codigo] or mid([codigo],6,2) > '00' or nombre is null
Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature de R_Construccion	[codigo] LIKE NOT "#" OR [terreno_codigo] LIKE NOT "#" OR [tipo_construccion] LIKE "#" OR [tipo_dominio] LIKE "#" OR [numero_pisos] LIKE NOT "#" OR [identificador] LIKE "#" OR [codigo_edificacion] LIKE NOT "#" OR [codigo_anterior] LIKE NOT "#" OR LEN ( [codigo] ) <>30 OR LEN ( [terreno_codigo] ) <>30 or len([codigo_anterior])<> 20 OR [codigo] IS NULL OR [terreno_codigo] IS NULL OR [tipo_construccion] IS NULL OR [tipo_dominio] IS NULL OR [numero_pisos] IS NULL OR [numero_sotanos] IS NULL OR [numero_mezanines] IS NULL OR [numero_semisotanos] IS NULL OR [identificador] IS NULL OR [codigo_edificacion] IS NULL OR [codigo_anterior] IS NULL OR LEFT ([codigo],5) = "00000" OR LEFT ( [terreno_codigo],5) = "00000" or (MID ([codigo],22,1) <> '8' and MID ([codigo],22,1) <> '9'

	<p>and mid([codigo],22,1) &lt;&gt; '0' and mid([codigo],22,1) &lt;&gt; '5') or (mid ( [codigo],22,1) = '5' and (RIGHT ( [codigo] , 8) = '00000000' or RIGHT([terreno_codigo],8) &lt;&gt; '00000000')) or (mid ( [codigo] ,22,1) = '0' and ([codigo] &lt;&gt; [terreno_codigo] or (left([codigo],9) &amp; mid([codigo],14,8) &lt;&gt; left([codigo_anterior],17)))) or (mid ( [codigo] ,22,1)= '0' and ((right([codigo_anterior],3) &gt; '000') or right([codigo],8) &lt;&gt; '00000000')) or (MID ([codigo],22,1) = '5' and (((right([codigo],4) = '0000') or (right( [codigo],4) &gt; '0799')))) or ((mid ( [codigo] ,22,1) = '5' or mid ( [codigo] ,22,1) = '8') and mid( [codigo] ,23,4) &lt;&gt; '0000') or (mid ( [codigo] ,22,1) = '8' and (mid([codigo],19,3) &gt; '899' or mid([codigo_anterior],18,3) &lt; '801' or mid([codigo_anterior],18,3) &gt; '899' or mid( [codigo],1,21) &lt;&gt; mid([terreno_codigo],1,21) or ((mid([codigo],27,4) = '0000') and (mid([codigo],23,2) = '00' or mid([codigo],25,2) = '00')))) or (mid ( [codigo] ,22,1) = '9' and (((mid([codigo],27,4) = '0000') and (mid([codigo] ,23,2) = '00' and ( [tipo_dominio] = 'PRIVADO')))) or right( [codigo],6) &lt;&gt; '000000' or mid([codigo],18,4) &lt; '0900' or mid ([terreno_codigo],18,4) &lt; '0900' or(left([codigo],22) &lt;&gt; left ( [terreno_codigo] ,22)) or right([codigo_anterior],3 ) &lt; '901')) or [identificador] like "*" *" or [identificador] like "" or [identificador] is null or (mid ([codigo],22,1) = '9' and [etiqueta] is null) or (mid ([codigo],22,1) = '9' and [etiqueta] like " ") or (mid ([codigo],22,1) = '9' and [etiqueta] like "*" ") or (mid ([codigo],22,1) = '9' and [etiqueta] like " *") or [numero_pisos] not between 0 and 30 or [codigo_edificacion] &lt; 1</p>
<p>Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature de R_Sector</p>	<p>LEN ( [codigo] ) &lt;&gt;9 or [codigo] is null or [codigo] not LIKE "#####" OR LEFT ( [codigo],5) = "00000"</p>
<p>Información mal calculada, repetida y/o vacía en el Feature de R_Nomenclatura_Domiciliaria</p>	<p>[texto] IS NULL OR [terreno_codigo] IS NULL OR LEN([terreno_codigo]) &lt;&gt; 30 or [shape_Length] &lt; %inicio% or [shape_Length] &gt; %fin%</p>
<p>Información mal calculada o vacía en el Feature R_UNIDAD</p>	<p>[codigo] LIKE NOT "#" OR [terreno_codigo] LIKE NOT "#" OR [construccion_codigo] LIKE NOT "#" OR [planta] LIKE "#" OR [tipo_construccion] LIKE "#" OR [tipo_dominio] LIKE "#" OR [identificador] LIKE "#" OR [codigo] IS NULL OR [terreno_codigo] IS NULL OR [construccion_codigo] IS NULL OR [planta] IS NULL OR [tipo_construccion] IS NULL OR [tipo_dominio] IS NULL OR [identificador] IS NULL OR LEN ( [codigo] ) &lt;&gt;30 OR LEN ( [terreno_codigo] ) &lt;&gt;30 OR LEN ( [construccion_codigo] ) &lt;&gt;30 OR LEFT ( [planta] , 5) like NOT "Piso " OR LEFT ( [codigo],5) = "00000" OR LEFT ( [terreno_codigo] ,5) = "00000" OR LEFT ( [construccion_codigo] ,5) = "00000" OR (MID ([codigo],22,1) &lt;&gt; '0' AND MID ([codigo],22,1) &lt;&gt; '5' AND MID ([codigo],22,1) &lt;&gt; '9' AND MID ([codigo],22,1) &lt;&gt; '8' ) or (mid ([codigo],22,1) = '9' and ( mid([codigo],27,4) = '0000' and (mid([codigo] ,23,2) &lt;&gt; '00' or</p>

	mid([codigo],25,2) <> '00')) or mid([codigo],18,4)='0000' or (mid([codigo],27,4) <> '0000' and (mid([codigo] ,23,2) = '00' or mid([codigo],25,2) = '00')) or mid([codigo],18,4) < '0900' or mid ([terreno_codigo],18,4) < '0900' or(left([codigo],22) <> left ( [terreno_codigo] ,22)))) or (mid ([codigo],22,1) = '8' and ((mid([codigo],27,4) = '0000' and (mid([codigo] ,23,2) <> '00' or mid([codigo],25,2) <> '00')) or (mid([codigo],27,4) <> '0000' and (mid([codigo] ,23,2) = '00' or mid([codigo],25,2) = '00')) or [construccion_codigo] <> [terreno_codigo] or mid( [codigo],1,22) <> mid([terreno_codigo],1,22))) or (mid ([codigo],22,1)= '0' and (([codigo] <> [terreno_codigo]) or ([construccion_codigo] <> [terreno_codigo]) or right( [codigo],8) <> '00000000' )) or (mid ([codigo],22,1) = '5' and (right([codigo],4) = '0000' or mid([codigo],23,4) <> '0000' or right( [codigo],4) > '0799' or ( [codigo] <> [construccion_codigo]) or (left( [codigo] ,22) <> left( [terreno_codigo],22)) )) or ((mid ( [codigo] ,22,1) = '5' or mid ( [codigo] ,22,1) = '8') and mid( [codigo] ,23,4) <> '0000')
--	--

### 6.3.2 Variables y validaciones – Consistencia de dominio (Consistencia lógica)

De acuerdo a las reglas de validación que se tenían planteadas se dio alcance a las mismas y se establecieron las nuevas de acuerdo a los requerimientos de revisión de información de acuerdo al modelo de datos establecido y a la metodología de digitalización que tiene la Subdirección de Catastro, es claro que existían unas que de acuerdo a las validaciones de exactitud temática se abordarían y no son necesarias realizar estas planteadas inicialmente dentro de este ítem de validación, pues la idea es que en este se verifique la correspondencia espacial de objetos mediante los códigos que son de herencia entre las capas involucradas.

Tabla 15: Reglas de validación nuevas - Consistencia de dominio (Consistencia lógica). Fuente: Elaboración Propia

Consistencia de Dominio (Consistencia Lógica)	DESCRIPCIÓN DEL CONTROL
<b>Área Urbana</b>	
Intersección entre U_Manzana y U_Terreno	"manzana_co" <> "codigo_1"
Intersección entre U_Sector y U_Manzana	"usuario_lo" <> "codigo_1"
Intersección entre U_Terreno y U_Construccion	"terreno_co" <> "codigo_1"



Intersección entre U_Construccion y U_Unidad	"construcci" <> "codigo_1"
Join Espacial entre U_Terreno y U_Nomenclatura_Domiciliaria	"terreno_co" <> "codigo"
<b>Área Rural</b>	
Intersección entre R_Vereda y R_Terreno	"codigo_1" <> "vereda_cod"
Intersección entre R_Sector y R_Vereda	"codigo_1" <> "sector_cod"
Intersección entre R_Terreno y R_Construccion	"terreno_co" <> "codigo_1"
Intersección entre R_Construccion y R_Unidad	"construcci" <> "codigo_1"
Join Espacial entre R_Terreno y R_Nomenclatura_Domiciliaria	"terreno_co" <> "codigo"

### 6.3.3 Generación de objetos geográficos inconsistentes.

De acuerdo a los dos elementos de calidad establecidos dentro de los requerimientos para el desarrollo del proyecto, la herramienta brinda las salidas inicialmente en formato Shape File para versiones inferiores a 10.3, y para las superiores igualmente en el formato anteriormente enunciado como al igual en formato Excel.

A continuación se muestra el resultado del proceso de validación realizado por la herramienta para el municipio de Tocancipá – Cundinamarca, en donde de igual forma por la versión de ArcGis se ejecutó la herramienta que permite exportar a Excel.

Figura 18: Salida resultado validación – Toolbox.  
Fuente: Elaboración Propia

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
R_construccion.cpg	19/03/2017 2:37 p....	Archivo CPG	1 KB
R_construccion	19/03/2017 2:37 p....	Archivo DBF	17 KB
R_construccion.prj	19/03/2017 2:37 p....	Archivo PRJ	1 KB
R_construccion.shp	19/03/2017 2:37 p....	Archivo SHP	9 KB
R_construccion.shp	19/03/2017 2:37 p....	Archivo XML	24 KB
R_construccion.shx	19/03/2017 2:37 p....	Archivo SHX	1 KB
R_construccion_TableToExcel	19/03/2017 2:37 p....	Hoja de cálculo d...	18 KB
R_sector.cpg	19/03/2017 2:37 p....	Archivo CPG	1 KB
R_sector	19/03/2017 2:37 p....	Archivo DBF	1 KB
R_sector.prj	19/03/2017 2:37 p....	Archivo PRJ	1 KB
R_sector.shp	19/03/2017 2:37 p....	Archivo SHP	1 KB
R_sector.shp	19/03/2017 2:37 p....	Archivo XML	11 KB
R_sector.shx	19/03/2017 2:37 p....	Archivo SHX	1 KB
R_terreno.cpg	19/03/2017 2:37 p....	Archivo CPG	1 KB
R_terreno	19/03/2017 2:37 p....	Archivo DBF	1 KB
R_terreno.prj	19/03/2017 2:37 p....	Archivo PRJ	1 KB
R_terreno.shp	19/03/2017 2:37 p....	Archivo SHP	1 KB
R_terreno.shp	19/03/2017 2:37 p....	Archivo XML	19 KB
R_terreno.shx	19/03/2017 2:37 p....	Archivo SHX	1 KB
R_unidad.cpg	19/03/2017 2:37 p....	Archivo CPG	1 KB
R_unidad	19/03/2017 2:37 p....	Archivo DBF	299 KB
R_unidad.prj	19/03/2017 2:37 p....	Archivo PRJ	1 KB
R_unidad.shp	19/03/2017 2:37 p....	Archivo SHP	160 KB
R_unidad.shp	19/03/2017 2:37 p....	Archivo XML	22 KB
R_unidad.shx	19/03/2017 2:37 p....	Archivo SHX	8 KB
R_unidad_TableToExcel	19/03/2017 2:37 p....	Hoja de cálculo d...	207 KB
R_vereda.cpg	19/03/2017 2:37 p....	Archivo CPG	1 KB
R_vereda	19/03/2017 2:37 p....	Archivo DBF	1 KB
R_vereda.prj	19/03/2017 2:37 p....	Archivo PRJ	1 KB
R_vereda.shp	19/03/2017 2:37 p....	Archivo SHP	1 KB
R_vereda.shp	19/03/2017 2:37 p....	Archivo XML	15 KB
R_vereda.shx	19/03/2017 2:37 p....	Archivo SHX	1 KB

De acuerdo a ello se evidencia que existen objetos que presentan inconsistencias, la figura anterior muestra que existen objetos geográficos inconsistentes y de otra manera se muestran los distintos niveles de información inconsistentes.

En marco a la salida realizada, a continuación se muestran los elementos de la base de datos de dicho municipio que presentan inconsistencias de acuerdo a las reglas de validación establecidas previamente y dando cumplimiento a los requerimientos estipulados por la Subdirección de Catastro.

Figura 19: Inconsistencias rurales – Tocancipá.  
Fuente: Elaboración Propia

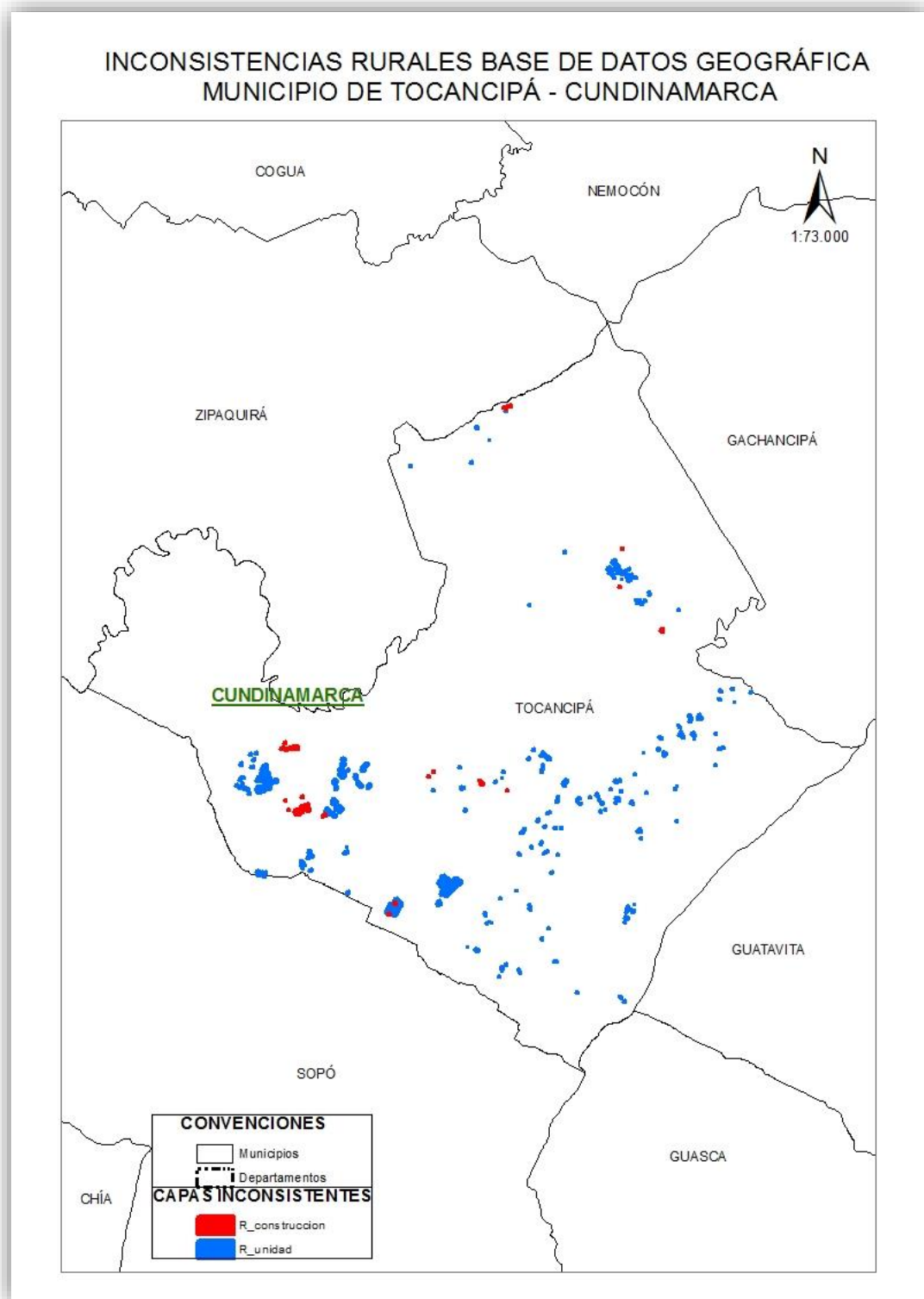
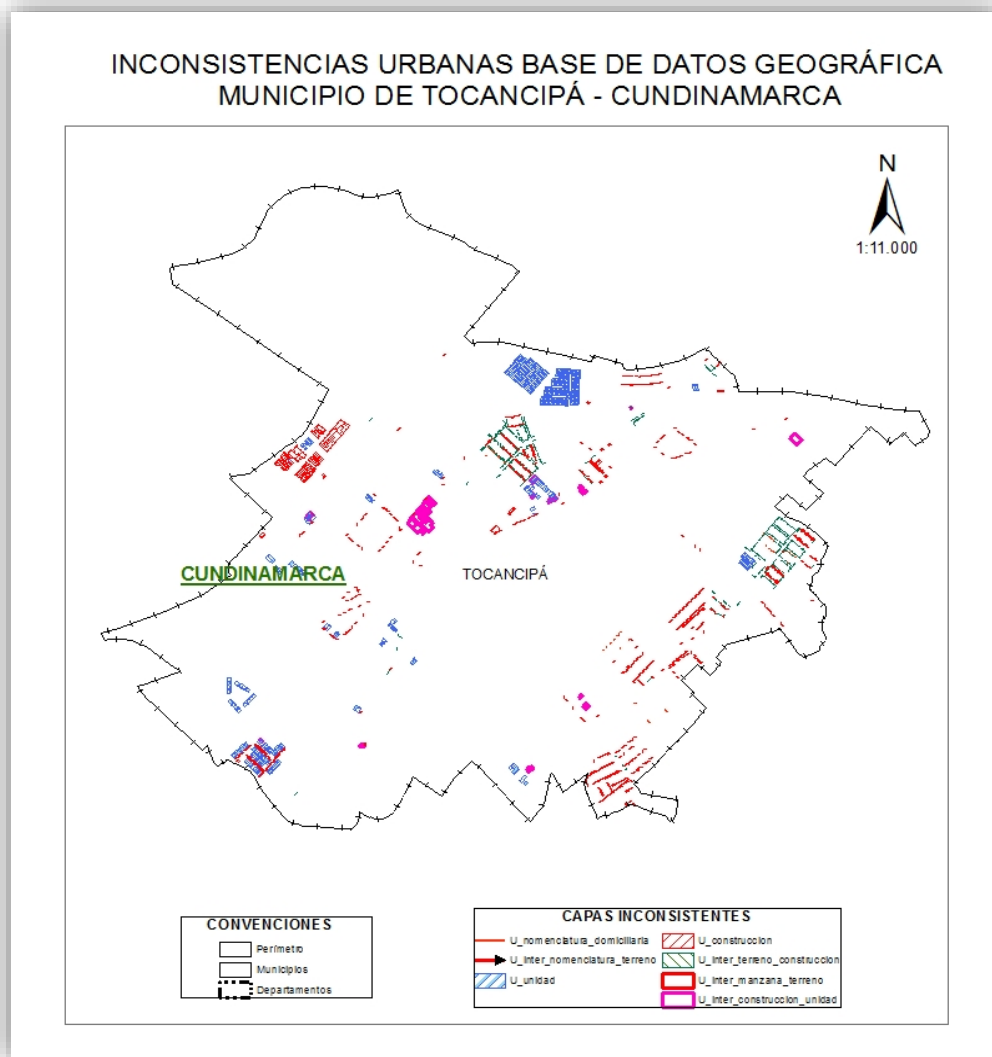


Figura 20: Inconsistencias urbanas – Tocancipá.  
Fuente: Elaboración Propia



#### 6.3.4 Generación de archivos de inconsistencias

La herramienta desarrollada mediante los procesos internos realiza el proceso de control de calidad de la cartografía catastral digital y realiza la generación de inconsistencias en formato Shape File y Excel (versión ArcGis 10.3 y superior), en donde estos se pueden evidenciar a nivel de reportes abriendo los archivos .dbf que contiene el formato shape, a continuación se muestra una imagen que muestra la apertura de los dos tipos de archivos y donde a partir de estas se pueden genera las respectivas estadísticas para los procesos de gestión de la calidad de la información catastral.



## 7. CONCLUSIONES

Se realizó el desarrollo de una herramienta para automatizar el proceso de control de calidad de la cartografía catastral digital en marco a los requerimiento estipulados por la Subdirección de Catastro del IGAC y dando cumplimiento tanto a las metodologías que se tienen a la fecha como a su vez a los respectivos requerimientos que se estipularon.

Se realizó el establecimiento de la totalidad de las variables a analizar respectivamente de acuerdo a las distintas dinámicas que existe sobre la cartografía catastral digital, ya que esta es producto de los procesos catastrales los cuales están enmarcados dentro de la normatividad vigente.

Acorde a los requerimientos se diseñó la generación de objetos geográficos al igual que reportes, los cuales son los objetos inconsistentes que existen en la base de datos geográfica analizada, de igual manera se dio cumplimientos a los requerimientos de compatibilidad de la infraestructura de software que se tiene y se diseñó una versión con el fin de permitir que esta herramienta se convierta en la gestora de la calidad de la cartografía catastral digital de los Feature Dataset Urbano y Rural; ya que una versión genera el reporte de objetos geográficos en Excel, con este se pueden realizar los respectivos análisis y cuantificación respectivas para así mismo reportar el estado actual de la información gráfica a la coordinación respectiva.

Se generó una herramienta para realizar el control de calidad de manera masivo, es decir, analizar una cantidad de bases de datos geográficas pertinente, esto debido a que se evidenció la necesidad de realizar el proceso para muchos municipios y garantizando tanto la automatización como la medición de la calidad respectivamente.

Mediante la herramienta de Model Builder se generaron los respectivos modelos, los cuales realizan tanto geo procesos como consultas SQL para detectar las inconsistencias de los objetos que se encuentren en las bases de datos geográficas.

## 7 RECOMENDACIONES

De acuerdo al alcance que se especificó al momento de realizar el diseño y desarrollo del presente proyecto, se debe realizar la validación de los Feature Dataset de Zonas Homogéneas, pues aunque estas no tienen un alto volumen en cuanto a edición de dichas capas se debe verificar cumplimiento de la calidad de estar acorde a la metodología y modelo de datos establecido previamente por el Instituto.

Generar una herramienta que especifique el tipo de error por objeto geográfico, esto con el fin de brindar un reporte mucho más particular por objeto principalmente para funcionarios que no tengan conocimiento y destreza en la edición de información geográfica.

Diseñar una herramienta que permita realizar el control de calidad para los distintos tipos de bases de datos geográfica (Personal Geodatabase, File Geodatabase y Base de datos corporativa).

Diseñar mecanismos de cuantificación automáticos y de estadísticas con el fin de brindar las mismas a nivel gerencial y poder tomar decisiones en marco a los procesos catastrales que se ejecuten tanto en las Direcciones Territoriales como a su vez en la Subdirección De Catastro.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

- Carmona, A., & Monsalve, J. J. (1999). *SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS*. Retrieved from [http://dds.cepal.org/infancia/guia-para-estimar-la-pobreza-infantil/bibliografia/capitulo-IV/Carmona%20Alvaro%20y%20Monsalve%20Jhon%20\(1999\)%20Sistemas%20de%20informacion%20geografica.pdf](http://dds.cepal.org/infancia/guia-para-estimar-la-pobreza-infantil/bibliografia/capitulo-IV/Carmona%20Alvaro%20y%20Monsalve%20Jhon%20(1999)%20Sistemas%20de%20informacion%20geografica.pdf)
- CASTAÑEDA LOAIZA, C. E., PEÑA ROJAS, J. J., PEREZ PINEDA, O. A., & RAMOS GASCA, G. H. (2010). *CONTROL DE CALIDAD DE LA INFORMACIÓN ALFANUMÉRICA Y GEOGRÁFICA PARA EL SISTEMA DE INFORMACIÓN CATASTRAL MUNICIPAL "SIC@M" DE LOS MUNICIPIOS DE ALBANIA, MORELIA, SAN JOSÉ DEL FRAGUA Y SAN VICENTE DEL CAGUÁN DEL DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ*. Florencia - Caquetá: Universidad de la Amazonía convenio Universidad Distrital "Fransico José de Caldas".
- ESRI - Arcgis - Environmental Systems Research Institute, Inc. (2016). *Calidad de datos y validación*. Retrieved from <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/data/validating-data/data-quality-and-validation-in-arcgis-professional.htm>
- ESRI - Environmental Systems Research Institute, Inc. (2016). *Datasets de entidades en una geodatabase en SQL Server*. Retrieved from <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/gdbs-in-sql-server/feature-dataset-storage-sqlserver.htm>
- ESRI - Environmental Systems Research Institute, Inc. (2016). *¿Qué es ModelBuilder?* Retrieved from <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/analysis/geoprocessing/modelbuilder/what-is-modelbuilder-.htm>
- ESRI - Environmental Systems Research Institute, Inc. (2016). *¿Qué es Workflow Manager?* Retrieved from <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/workflow-manager/what-is-workflow-manager.htm>
- ESRI - Environmental Systems Research Institute, Inc. (2016). *DATA REVIEWER - ESRI*. Retrieved from *¿Qué es el Revisor de datos?:* <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/extensions/data-reviewer/what-is-data-reviewer.htm>
- ESRI. (2017). *¿Qué es una geodatabase?* Retrieved from <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/gdb-architecture/what-is-a-geodatabase.htm>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (2011). *Instructivo Control de Calidad de la Información Cartográfica Catastral*. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (4 de Febrero de 2011). RESOLUCIÓN NÚMERO 0070 DE 2011. *RESOLUCIÓN NÚMERO 0070 DE 2011*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.



- Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (2012). *Instructivo de depuración de información catastral*. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (2015). *INSTRUCTIVO - CONTROL DE CALIDAD DE LA INFORMACIÓN CARTOGRAFICA*. Bogotá D.C.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (2016, Noviembre 10). *Nuestra Entidad*. Retrieved from [http://www.igac.gov.co:10040/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/nuestraentidad/!ut/p/c5/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hHT3d\\_JydDRwN3t0BXA0\\_vUKMwf28PlwNHc6B8JG55T1MCur30o9Jz8pOA9oSdbMaj1gi\\_PMgmkLwBDuBooO\\_nkZ-bqh-pH2WOMMUCYopHkLufHzHQFkP9yJzU9MTkSv2C3ljKYE9dNw](http://www.igac.gov.co:10040/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/nuestraentidad/!ut/p/c5/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hHT3d_JydDRwN3t0BXA0_vUKMwf28PlwNHc6B8JG55T1MCur30o9Jz8pOA9oSdbMaj1gi_PMgmkLwBDuBooO_nkZ-bqh-pH2WOMMUCYopHkLufHzHQFkP9yJzU9MTkSv2C3ljKYE9dNw)
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (n.d.). *Catastro Latino - Foro*.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (n.d.). *Nuestra entidad - IGAC*. Retrieved from [www.igac.gov.co](http://www.igac.gov.co)
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2011). *Instructivo para la digitalización de la cartografía catastral*. Bogotá.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). *Estructura de la Geodatabase del INEC*. Retrieved from Censos población y viviendas : [http://www.inec.gob.ec/nuevo\\_inec/items/gestion\\_eficiente/cartografia/anexos/CAPACITACIONES/DEPURACION/02\\_ESTRUCTURA%20DE%20LA%20GEODATABASE/ESTRUCTURA%20GEODATABASE1.pdf](http://www.inec.gob.ec/nuevo_inec/items/gestion_eficiente/cartografia/anexos/CAPACITACIONES/DEPURACION/02_ESTRUCTURA%20DE%20LA%20GEODATABASE/ESTRUCTURA%20GEODATABASE1.pdf)
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (2012). *Modelo de datos de la base geográfica - IGAC*. Bogotá. Retrieved 2017
- Olaya, V. (n.d.). *Introducción a los sistemas de información geográfica*. Retrieved from Base de datos: [http://volaya.github.io/libro-sig/chapters/Bases\\_datos.html](http://volaya.github.io/libro-sig/chapters/Bases_datos.html)
- Pérez Garcés, H. (2008, Abril). *APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA*. Retrieved from Base de Datos Geográfica o Geodatabase: <http://sigaplicado.blogspot.com.co/2008/04/base-de-datos-geografica-o-geodatabase.html>
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. (1983). *DECRETO 3496 DE 1983*. Bogotá D.C.
- Sánchez, M. A. (2004, Junio). *Metodologías de desarrollo de software*. Retrieved from [www.informatizate.net/metodologias\\_de\\_desarrollo\\_de\\_software.html](http://www.informatizate.net/metodologias_de_desarrollo_de_software.html)
- SOMMERVILLE, I. (2005). *Ingeniería de Software*. Madrid.
- Universidad Nacional de Colombia. (n.d.). *Que hace un SIG con la información*. Retrieved from <http://www.unal.edu.co/siamac/sig/publica/SIG1.pdf>