

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



**METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE INCONSISTENCIAS EN LA
DEPURACIÓN DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA CATASTRAL HACIENDO USO DE
HERRAMIENTAS SIG**

PRESENTADO POR

CLAUDIA ALEJANDRA BELTRÁN FERNÁNDEZ

TRABAJO DE GRADO COMO

ARTÍCULO

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

CAMILO ALEXANDER LEÓN SÁNCHEZ

TÍTULO PROFESIONAL OBTENIDO

ESPECIALISTA EN GEOMÁTICA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESPECIALIZACIÓN EN GEOMÁTICA

BOGOTÁ

2015

METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE INCONSISTENCIAS EN LA DEPURACIÓN DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA CATASTRAL HACIENDO USO DE HERRAMIENTAS SIG

Claudia Alejandra Beltrán Fernández
Ingeniera Topográfica
Gestora de Información y Análisis Catastral
Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, Colombia
mariaalejafer@hotmail.com

RESUMEN

Debido a los diferentes procesos de captura de la información catastral tanto en la digitalización como en la grabación, los diferentes formatos de almacenamiento, modelos de datos, sistemas de referencia y la falta de personal idóneo, la información catastral se ha visto afectada de tal forma que se ha perdido no solo la calidad en los datos sino la correspondencia entre la información gráfica y alfanumérica, es por esto que es necesario hacer uso de la tecnología y de las herramientas SIG para llegar a obtener una información con mayor calidad.

Es por esto, que surge la necesidad de realizar una metodología donde a partir de dichas herramientas se puedan establecer procedimientos, cruces y análisis de información que permitan identificar de una forma estandarizada las inconsistencias presentadas en las bases de datos gráficas y registrales del país.

ABSTRAC

Because different capture processes cadastral information both scanning and recording, different storage formats, data models, reference systems and lack of qualified staff, cadastral information has been affected so that has lost not only the quality of the data but the correspondence between the graphical and alphanumeric information, is why it is necessary to use technology and GIS tools to get to obtain higher quality information.

It is for this, reason that arises the need for a methodology where from these tools can be established procedures, crosses and analysis to identify in a standardized manner the inconsistencies presented on the basis of the country charts and registry data.

PALABRAS CLAVE: Identificación de Inconsistencias, Depuración, Información Cartográfica, Catastro.

KEYWORDS: Identify Inconsistencies, Depuration, Cartographic Information, Cadastre

INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de la civilización, el catastro ha tenido como objetivo formar, actualizar y conservar la información de los predios en su geometría, posesión y valor económico; dicho propósito ha ido evolucionando a la par con la tecnología; sin embargo, en Colombia las estrategias y procedimientos aplicados no han sido los más acertados, ya que no han permitido responder a la necesidad de interrelacionar las bases de datos catastrales y registrales, generando información duplicada, inconsistente, “separada” e insegura. (“Uso de Herramientas de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TICs en Catastro,” 2011)

En este sentido, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, como ente rector del Catastro en Colombia, se vio en la necesidad de romper con los mecanismos poco prácticos que se venían manejando, implementando un sistema que con las nuevas tecnologías y

herramientas SIG permitiera manejar de manera unificada la información catastral del país.

Es así, como surge el Sistema Nacional Catastral que integra la información gráfica y alfanumérica de todos los predios del territorio nacional; bajo esta idea, toda la información catastral que sería migrada debía tener un dato único y depurado por predio para ser admitida por dicho sistema.(IGAC, 2013)

Debido a esto, se han venido desarrollando planes que mitiguen, corrijan y/o eliminen dichas inconsistencias, uno de ellos es el plan de depuración de la información cartográfica catastral a nivel nacional, el cual se llevará a cabo en todas las Direcciones Territoriales y Unidades Operativas de Catastro del país.(IGAC, 2015)

Por lo anterior, es conveniente documentar los procedimientos que se realizan en oficina para llevar a cabo dicha depuración, realizando una metodología que muestre los lineamientos, herramientas SIG empleadas y los diferentes cruces y análisis de información necesarios para tal fin.

Esta metodología será entonces, uno de los insumos base para que las Territoriales que se encuentran dentro del plan de Depuración realicen de manera estandarizada la identificación de inconsistencias para lograr el saneamiento de la información predial.

1. MATERIALES Y METODOS

1.1. ALCANCE Y ZONA DE TRABAJO

Los insumos utilizados para este proyecto corresponden a la información catastral del municipio de Mocoa, Putumayo; y las actividades descritas en la metodología corresponden al trabajo netamente de oficina mediante la utilización de los diferentes insumos y fuentes de la información catastral. A continuación se observa la localización general de la zona de estudio. Figura 1:

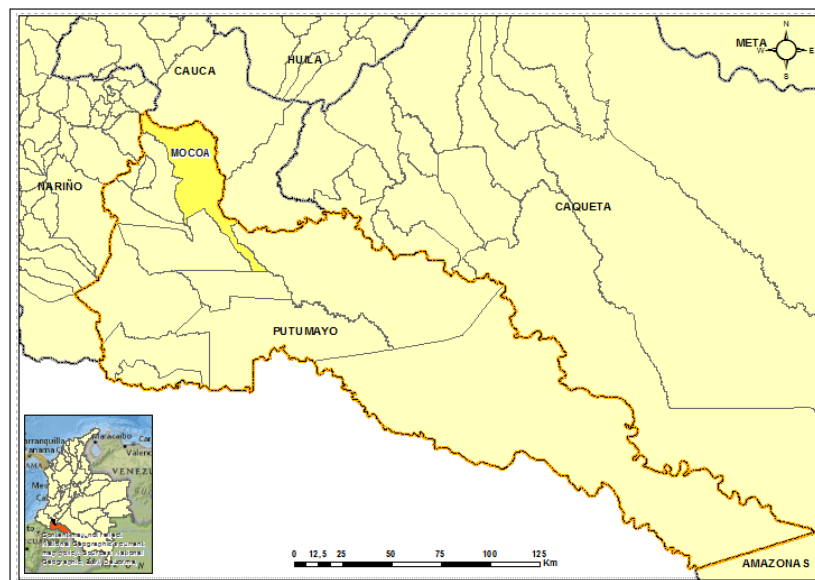


Figura 1. Localización General

1.2. HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS

- Software ArcGis 10.0
- Herramientas de análisis y procesamiento espacial

1.3. DATOS

Para realizar el proceso se requiere contar con la información cartográfica catastral y con los insumos de referencia dispuestos para la respectiva verificación:

- **Información Cartográfica Catastral Digital:** Base de datos geográfica del municipio de Mocoa, Putumayo.
- **Ficha predial:** Documento con la información física, jurídica cada uno de los predios.
- **Registros 1 y Registro 2:** Información física, jurídica y económica registrada en la base de datos catastral de Mocoa.
- **Información de Referencia:** Insumo para la georeferenciación y ubicación espacial de los elementos que componen la base de datos geográfica, para este caso se hará uso de una ortofoto.(IGAC, 2011b)

1.4. METODOLOGÍA

La metodología para llevar a cabo la identificación de inconsistencias de la depuración de la información cartográfica catastral se realizará en cuatro etapas principalmente, las cuales se describen a continuación:

1.5.1. Alistamiento de la Información

Para el alistamiento, se solicitó a la Subdirección de Catastro del IGAC al Grupo de Trabajo de Información y Análisis Catastral la cartográfica catastral digital del municipio de Mocoa, Putumayo; los datos alfanuméricos del municipio (Registro 1 y 2) y la Ortofoto del municipio, la cual es del año 2011.

1.5.2. Identificación de las Inconsistencias

Para garantizar la consistencia de la Información y hacer una correcta identificación de inconsistencias es necesario realizar una tipificación de las mismas de acuerdo a los elementos de calidad de información cartográfica utilizados por el IGAC. Tabla 1.(IGAC, 2011)

Tabla 1. Tipificación de Inconsistencias a partir de elementos de calidad

ELEMENTO:	CONSISTENCIA LÓGICA
Subelemento	CONSISTENCIA TOPOLÓGICA
Descriptor	Reglas que cumplen los elementos geográficos de un mismo objeto y/o entre elementos de diferentes objetos en cuanto a proximidad, intersección, adyacencia, etc.
Procedimiento	Aplicación de Reglas Topológicas a los ítems especificados concernientes a la geometría y características de cada elemento (Sobreposición, huecos, contención y tolerancia)
Subelemento	CONSISTENCIA DE DOMINIO
Descriptor	Describe el grado de certidumbre con el cual un determinado conjunto de datos cumple con las especificaciones en lo que respecta a la estructura interna de los datos.
Procedimiento	Aplicación de consultas SQL de consistencia de dominio a la intersección de los Feature Class especificados.
ELEMENTO:	EXACTITUD TEMÁTICA
Subelemento	EXACTITUD DEL VALOR DADO A UN ATRIBUTO CUANTITATIVO
Descriptor	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.
Procedimiento	Aplicación de consultas SQL de exactitud temática a los ítems especificados, concernientes a Información mal calculada, repetida y/o vacía.
ELEMENTO:	TOTALIDAD
Subelemento	COMPLETITUD DE LA INFORMACIÓN
Descriptor	Describe el nivel de correspondencia existente entre la información análoga (Carta Catastral) y la información capturada a través del proceso de digitalización.
Procedimiento	Verificar que todas las planchas catastrales análogas del municipio estén digitalizadas.

Subelemento	OMISIÓN Y COMISIÓN
Descriptor	Predios Omitidos: Son aquellos predios que no están dibujados en la base de datos gráfica, pero sí se encuentran digitados en la base de datos alfanumérica (Registros 1 y 2). Predios en Comisión: Son los predios que se encuentran digitalizados en la base de datos gráfica, pero no se encuentran digitados en la base de datos alfanumérica.
Procedimiento	Diferencia entre los elementos del universo abstracto (Registros uno y dos) y los elementos incorporados en la Base de Datos del municipio de Mocoa - Putumayo.
ELEMENTO:	EXACTITUD DE POSICIÓN
Subelemento	EXACTITUD RELATIVA O INTERNA
Descriptor	Describe las sobreposiciones (traslapes) entre elementos de la base geográfica.
Procedimiento	Intersección espacial entre la información urbana VS rural y se evalúa la cantidad de predios que presentan traslape.

- **IDENTIFICACIÓN DE INCONSISTENCIAS POR CONSISTENCIA LÓGICA**

a) **Consistencia Topológica:** Este proceso debe hacerse entre los Feature Class de un mismo Feature Dataset de la base de datos.

➤ **Validación Topológica:** Utilizando las Herramientas de ArcCatalog seleccionar la Geodatabase a validar, dar clic derecho sobre el Dataset Urbano y/o Dataset Rural, seleccionar *New* y luego *Topology*. Una vez abierta la ventana de inicialización del proceso de creación de nueva topología dar Click en siguiente. Figura 2:

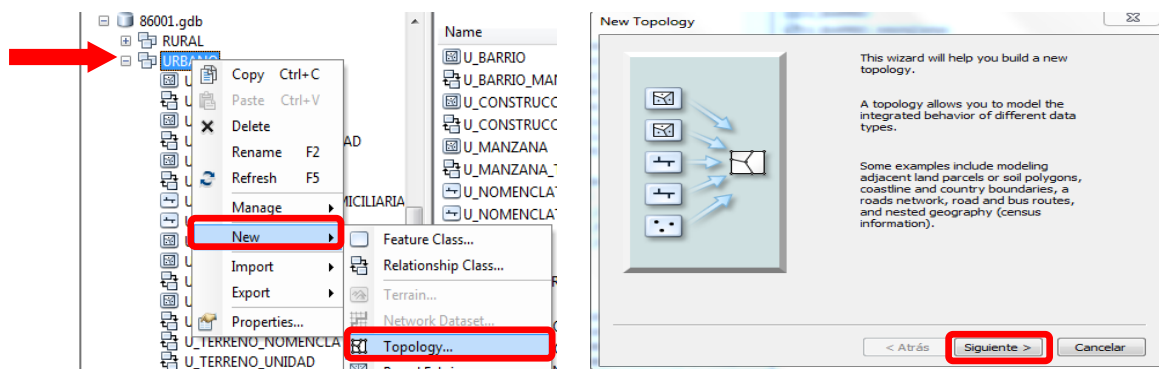


Figura 2. Creación de Topología

Se despliega una ventana donde por defecto sale el nombre del objeto que será creado, en la siguiente casilla se solicita la tolerancia, es decir, donde todos los vértices son considerados idénticos, se debe asignar el valor de 0,002 manualmente. Por último dar Click en Siguiente. Figura 3:

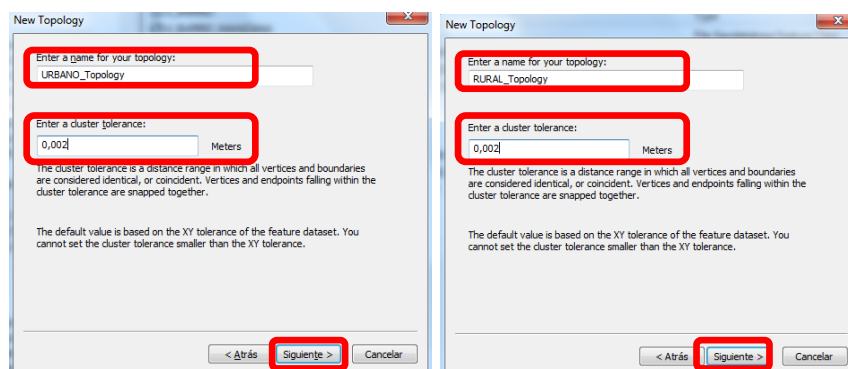


Figura 3. Definición de Nombre y Tolerancia

A continuación se escogen los Feature Class que se tendrán en cuenta para la validación topológica. Se deben activar todos y luego, Click en Siguiente. Figura 4:

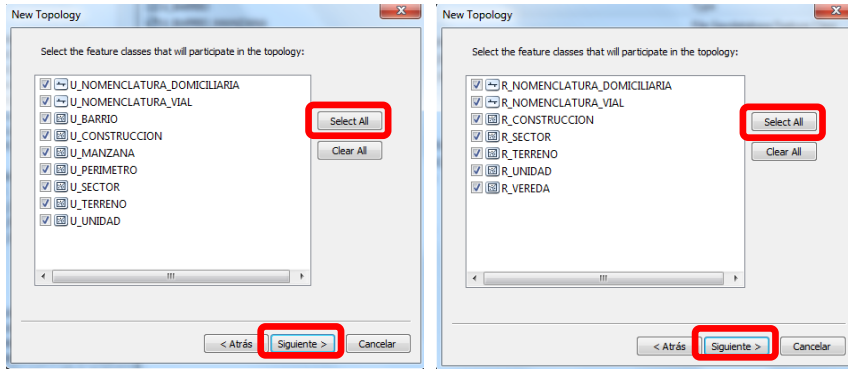


Figura 4. Feature Class a tener en cuenta en la validación

Una vez se solicite el número de rangos se debe digitar el valor de 1. Dar Click en Siguiete. Figura 5:

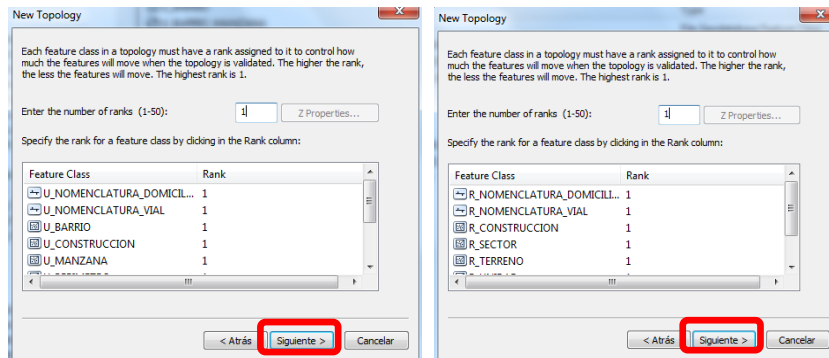


Figura 5. Selección de Rangos

En la siguiente ventana, se asignan las reglas topológicas, ya sea adicionándolas de forma manual (Add Rule) o cargándolas (Load Rules) desde una ruta determinada, para este caso se hará de la última forma (Load Rules), ya que se cuenta con los archivos. Click en Siguiete. Figuras 6:

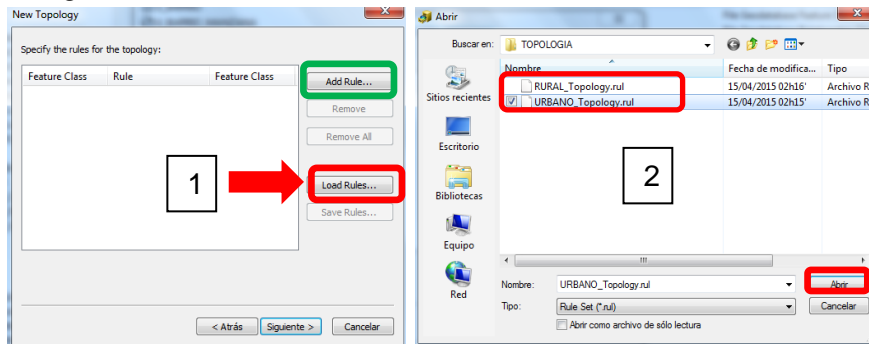


Figura 6. Asignación de reglas topológicas

En la Tabla 2 se describen las reglas topológicas que se validan tanto en el Dataset Urbano como en el Rural.

FEATURE CLASS	REGLA	DESCRIPCIÓN	
U_PERIMETRO	Must Not Overlap	No deben superponerse ninguno de los elementos de un mismo Feature Class.	
U_SECTOR			
U_BARRIO			
U_MANZANA			
U_TERRENO			
U_TERRENO	Must Not Have Gaps	No deben existir huecos topológicos entre los elementos del mismo Feature Class.	
U_UNIDAD	Must Be Covered By Feature Class Of	Ciertos elementos de un Feature Class deben estar contenidos dentro de un elemento de otro Feature Class.	
U_CONSTRUCCION			
U_CONSTRUCCION			
U_TERRENO			
U_TERRENO			
U_MANZANA			
U_TERRENO			
U_TERRENO	Tales como U_TERRENO dentro de U_MANZANA, ó U_CONSTRUCCION dentro de U_TERRENO con la excepción de los voladizos.		

FEATURE CLASS	REGLA	DESCRIPCIÓN	
R_VEREDA	<i>Must Not Overlap</i>	No se debe sobreponer ningunos de los elementos del mismo Feature Class.	
R_SECTOR		Por ejemplo no deben sobreponerse elementos del Feature R_VEREDA entre sí.	
R_TERRENO			
R_TERRENO	<i>Must Not Have Gaps</i>	No deben existir huecos topológicos entre los elementos del mismo Feature Class. Tales como R_TERRENO. Se exceptúan vías e hidrografía.	
R_UNIDAD	<i>Must Be Covered By Feature Class Of</i>	Ciertos elementos de un Feature Class deben estar contenidos dentro de un elemento de otro Feature Class.	
R_CONSTRUCCION			
R_TERRENO			
R_VEREDA			
R_CONSTRUCCION		Tales como R_TERRENO dentro de R_VEREDA.	
R_TERRENO		Como R_TERRENO dentro de	

Tabla 2. Reglas Topológicas a validar

Una vez cargadas las reglas se da Click en OK y luego en Siguiente y por ultimo finalizar. Figuras 7:

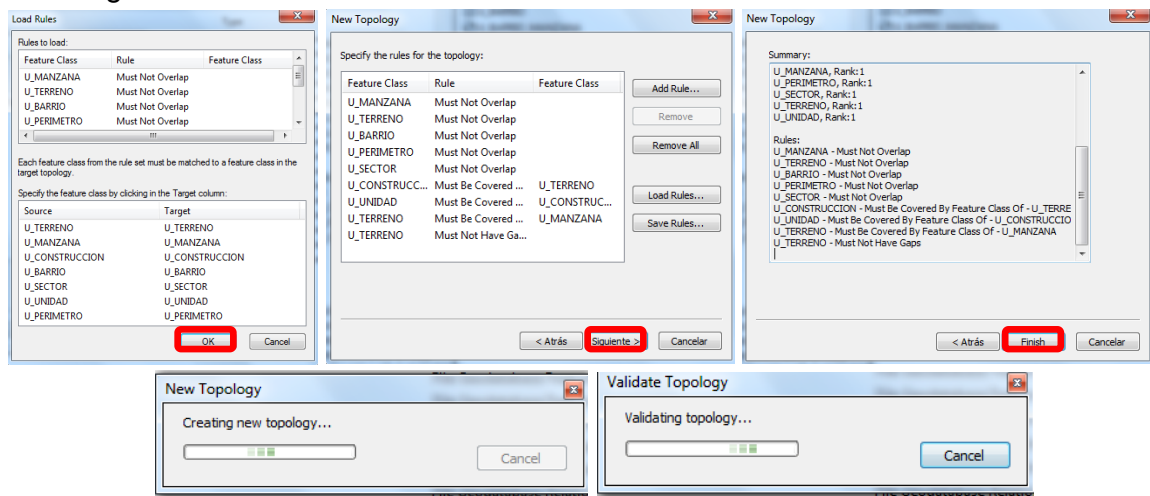


Figura 7. Resumen del proceso de cargue

El software crea una nueva topología, entonces se despliega un cuadro de mensaje que pregunta si se desea validar la topología, se debe escoger la opción "Si". De esta manera, se culmina con el procedimiento para la validación topológica.

➤ **Verificación de los errores topológicos:**

Iniciar ArcMap, activar la barra de herramientas "Topology", desde el menú de herramientas y cargar la topología creada U_TOPOLOGIA y R_TOPOLOGIA junto con los Feature Class relacionados en la validación. Iniciar edición de los niveles de información, involucrados en la topología. Figura 8.

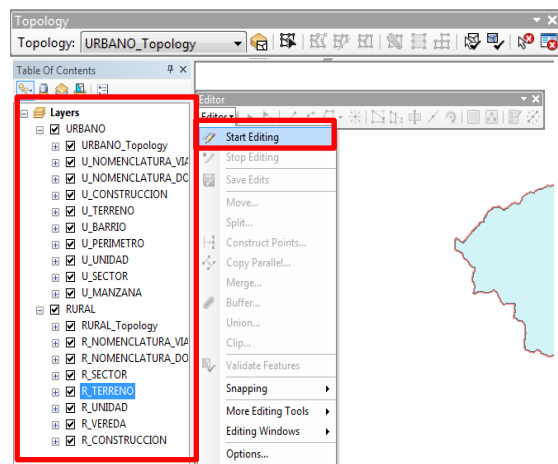


Figura 8. Cargue y edición de la Topología

De la barra de herramientas "Topology", seleccionar el icono **Error inspector** , para abrir la lista de errores detectados durante el proceso de validación. Figura 9.

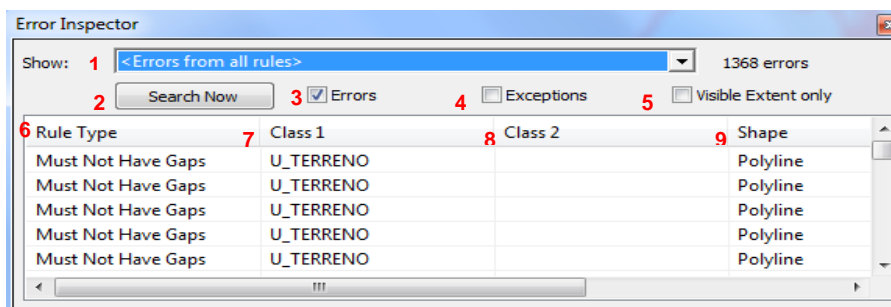


Figura 9. Listado de errores Topológicos

La tabla de errores desplegada tiene las siguientes opciones:

1. **Show:** Muestra los errores de todas las reglas topológicas o una por una según las reglas que estén predefinidas.
2. **Search Now:** Busca los errores de acuerdo a las opciones Errors, Exceptions, Visible Extent only.
3. **Errors:** Activado permite ver los errores topológicos.
4. **Exceptions:** Activado permite ver los errores que han sido marcados como excepciones de las reglas topológicas.
5. **Visible Extent Only:** Activado permite ver únicamente los errores topológicos de los elementos ubicados en el extend actual.
6. **Rule Type:** Muestra el tipo de regla topológica predefinida.
7. **Class1:** Indica el primer Feature Class de la geodatabase participe en la regla predefinida.
8. **Class2:** Indica el segundo Feature Class de la geodatabase participe en la regla predefinida.
9. **Shape:** Geometría del Feature Class de la geodatabase.

Para ubicar espacialmente cada una de las inconsistencias y verificar si éstas son errores o excepciones, es necesario ubicarse sobre el error específico, dar clic derecho y hacer **Zoom To** a la opción deseada. Figura 10.

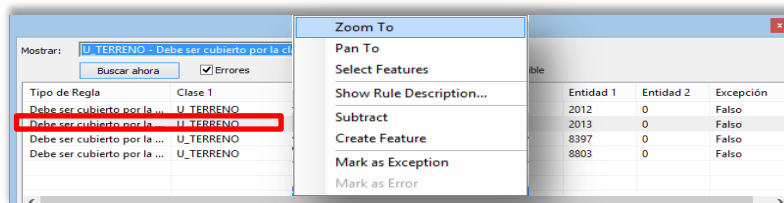


Figura 10. Ubicación espacial de los errores

Si al realizar zoom sobre la inconsistencia se detecta que si es un error, debe realizarse la corrección con base en la carta catastral de la manzana o vereda respectiva y siguiendo el manual de Control de Calidad Gráfico del IGAC; en caso contrario que la inconsistencia sea considerada una excepción de las reglas topológicas debe marcarse como tal. Figura 11.

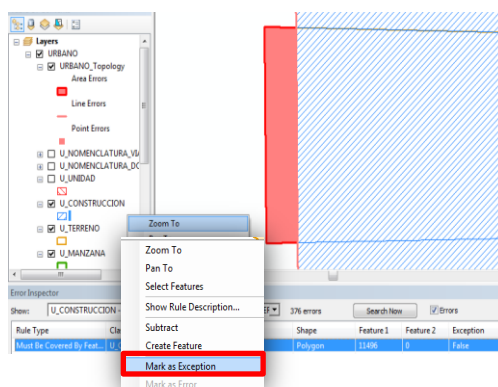
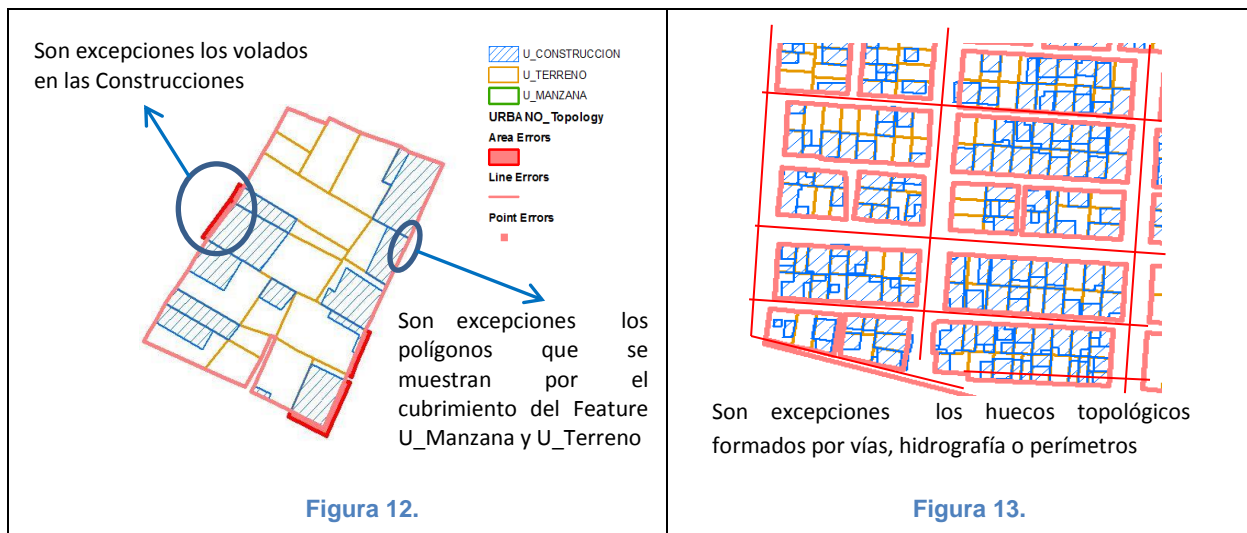


Figura 11. Excepción de las reglas topológicas

Una inconsistencia se considera como “EXCEPCION” de las reglas topológicas si cumple alguno de los siguientes casos:

- En el área urbana, la sobreposición de los voladizos de las construcciones en los predios urbanos. Figura.12
- Los polígonos de error que se forma entre los Feature U_MANZANA y U_TERRENO, por la regla Must Be Covered By Feature Class Of. Figura.12
- Los polígonos de error que se forma entre los Feature R_VEREDA y R_TERRENO, por la aplicación de la regla Must Be Covered By Feature Class Of. Figura.12
- Los huecos topológicos que se forman por los casos de vías, hidrografía o perímetros en la aplicación de la regla topológica Must Not Have Gaps. Figura.13



Para seleccionar los Feature Class que se van corregir mediante la edición topológica de los errores, seleccionar el icono **Select Topology** de la barra de herramientas **Topology** y activar los Feature Class a editar. La tolerancia de edición debe ser coincidente con la definida en el proceso de generación de la topología, es decir de 0.002 metros. Figura 14.

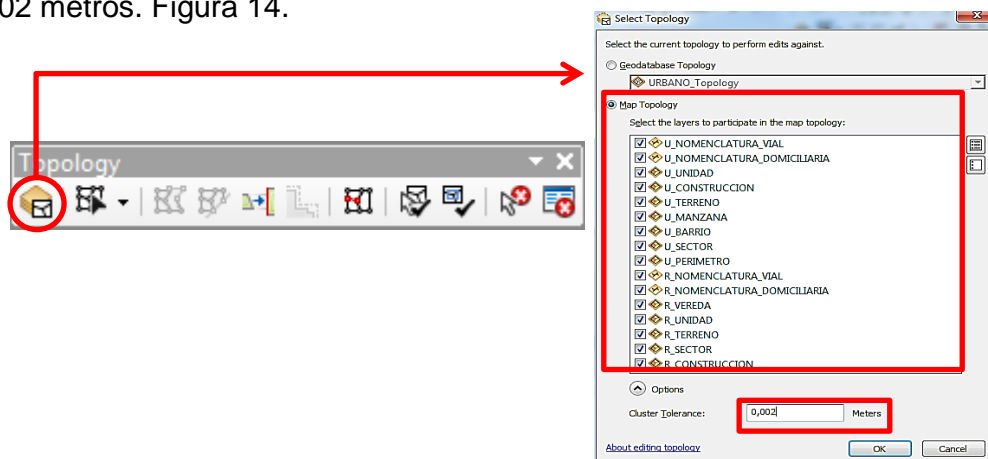


Figura 14. Selección de los Feature Class que se van corregir

Para iniciar con la edición de errores, utilizar la herramienta **Topology Edit Tool**. A continuación se muestra un breve ejemplo de cómo realizar la corrección topológica:

1. Para para observar y poder corregir el error topológico por la regla "Must Be Covered by Feature Class Of" (predio que no está totalmente cubierto por la manzana), apagar el layer U_TOPOLOGIA.
2. Se ve el desplazamiento entre la línea verde Manzana y la línea negra Terreno.
3. Luego seleccionar el Feature manzana.
4. Seleccionar los vértices de manzana y eliminarlos en relación al borde del polígono de Terreno.
5. La manzana queda editada; salvar edición.

Mediante el icono "Validate Topology in Specified Area" seleccionar el area editada para verificar si quedo corregida la inconsistencia, de lo contrario aparece seleccionado de nuevo el error en el layer U_TOPOLOGIA.

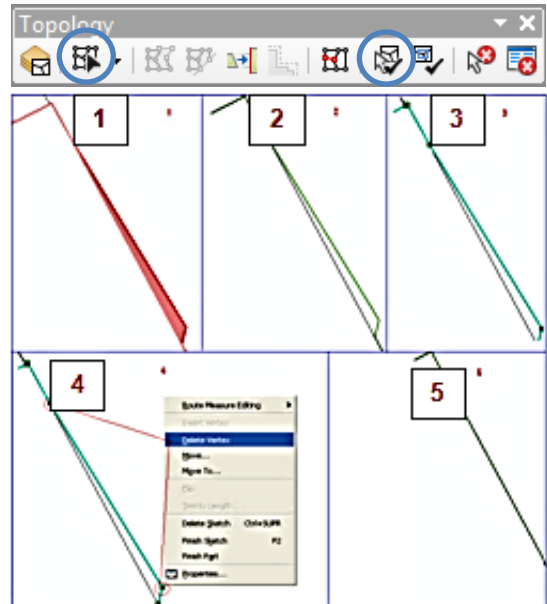


Figura 15.

b) Consistencia de Dominio: La identificación de inconsistencias por Consistencia de Dominio se realiza mediante una serie de intersecciones espaciales y consultas SQL, donde se establecen los elementos que presentan inconsistencias en cuanto a los atributos heredados de un Feature Class a otro y al interior de los mismos elementos.

Esta revisión se realiza sobre la totalidad de la información capturada y se verifica la congruencia de la información consignada entre los diferentes Feature Class.

➤ **Para la Validación de la Consistencia de Dominio** se debe realizar las siguientes intersecciones espaciales y aplicar las sentencias SQL correspondientes.

INTERSECCIÓN MANZANA-U_TERRENO: Desde el proyecto de ArcMap, a través de las herramientas de Geoprocesamiento seleccionar la opción Intersect. En la caja de dialogo Intersect en el Input Feature ingresar las capas U_Manzana y luego U_Terreno, en el Output Feature Class guardar el nombre de la intersección y en la opción Join Attributes seleccionar ALL. Ejecutar la intersección dando clic en OK. Figura 16.

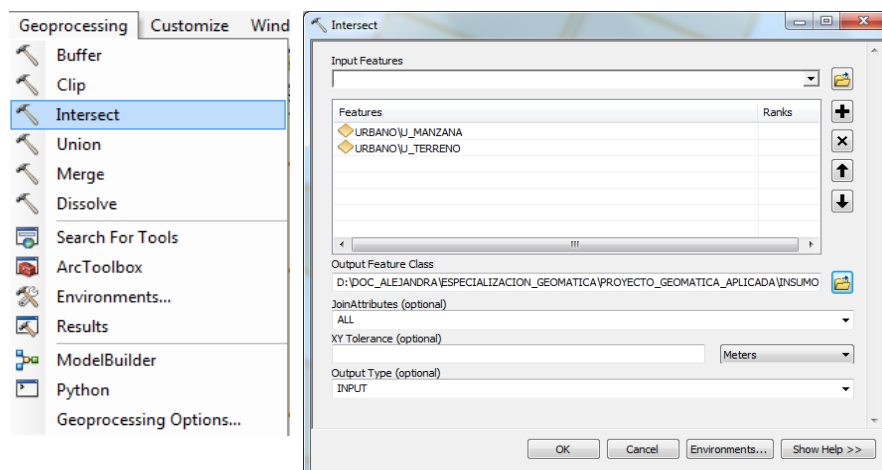


Figura 16. Intersección de Feature Class

Posteriormente abrir la tabla de atributos de la intersección creada y mediante una selección por atributos realizar una consulta SQL que muestre los registros que no tienen correspondencia entre los códigos de manzana. Figura 17.

```
[codigo] <> LEFT ([codigo_1],17) OR [codigo] <> [manzana_codigo] OR [barrio_codigo] <> LEFT ([codigo_1],13) OR [codigo_anterior] <> LEFT ([codigo_anterior_1],13)
```

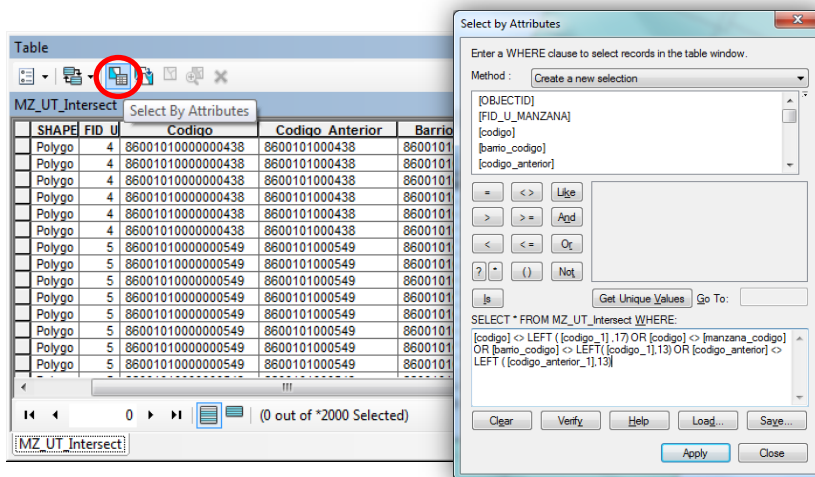


Figura 17. Consulta SQL para detectar inconsistencias

Una vez ejecutada la consulta SQL, en la tabla de atributos de la intersección generada aparecen seleccionados los registros que presentan inconsistencias o diferencias en los códigos de manzana de los Feature relacionados, para el caso de estudio no se presentó errores (Figura 18); sin embargo en caso de encontrar diferencias realizar los ajustes respectivos (ver Tabla 3).

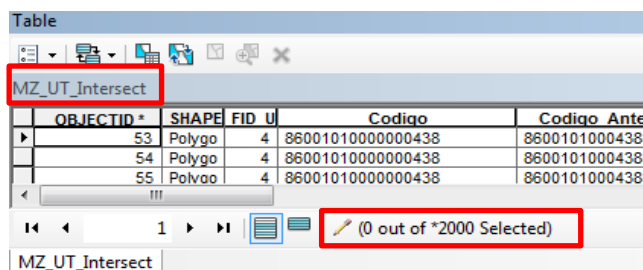


Figura 18. Tabla de Atributos con la Inconsistencias Encontradas

EJEMPLO DE ERROR	CORRECIÓN
MANZANA: 8600101020000 <u>0438</u>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar los códigos de departamento, municipio, zona, sector, comuna, barrio, manzana según sea el caso, de la cabecera municipal o corregimiento, de acuerdo al código que figura en la carta catastral. 2. Verificar que no existan diferencias en los códigos de manzana de ambas tablas de atributos relacionadas. Si existen diferencias verificar la estructura de los códigos de manzanas en ambas tablas de acuerdo al código que figura en la carta catastral para realizar la corrección correspondiente.
TERRENO: 8600101020000 <u>0528</u>	

Tabla 3. Ejemplo de error y corrección para la intersección entre manzana y terreno

INTERSECCIÓN U_TERRENO – U_CONSTRUCCION: Hacer una intersección espacial (siguiendo los pasos explicados en el literal a) entre los Feature Class U_Terreno y U_Construccion para verificar las diferencias existentes entre los códigos de identificación del Terreno.

Abrir la tabla de atributos de la intersección creada y mediante una selección por atributos realizar una consulta SQL (siguiendo los pasos explicados en el literal a) que muestre los registros que no tienen correspondencia entre los códigos de terreno y construcción.

```
LEFT([codigo_anterior],17) <> LEFT([codigo_anterior_1],17) OR [codigo] <> [terreno_codigo] OR [manzana_codigo] <> LEFT ([codigo_1], 17)
```

Una vez ejecutada la consulta SQL, en la tabla de atributos de la intersección generada aparecen seleccionados los registros que presentan inconsistencias en los códigos de los Feature relacionados, para el caso de estudio se presentaron 34 errores (Figura 19); por lo tanto se deben realizar los ajustes respectivos (ver Tabla 4).

Figura 19. Tabla de Atributos con la Inconsistencias Encontradas

EJEMPLO DE ERROR	CORRECIÓN
TERRENO: 86001010000000049 <u>0019</u> 0000000000	Verificar los códigos de departamento, municipio, zona, sector, comuna, barrio, manzana, terreno o construcción, según sea el caso, de acuerdo al código que figura en la carta catastral para realizar la corrección correspondiente.
CONSTRUCCIÓN: 86001010000000049 <u>0008</u> 0000000000	

Tabla 4. Ejemplo de error y corrección para la intersección entre manzana y terreno

INTERSECCIÓN U_CONSTRUCCION – U_UNIDAD: Hacer una intersección espacial (siguiendo los pasos explicados en el literal a) entre los Feature Class U_CONSTRUCCION y U_UNIDAD para verificar las diferencias existentes entre los códigos de Construcción respecto a los de Unidad.

Abrir la tabla de atributos de la intersección creada y mediante una selección por atributos realizar una consulta SQL (siguiendo los pasos explicados en el literal a) que muestre los registros que no tienen correspondencia entre los códigos de Construcción y Unidad.

```
[codigo] <> [construccion_codigo] OR [terreno_codigo] <> [terreno_codigo_1] OR MID ([codigo],22,1) <> MID ([codigo 1],22,1)
```

Una vez ejecutada la consulta SQL, en la tabla de atributos de la intersección generada aparecen seleccionados los registros que presentan inconsistencias en los códigos de los Feature relacionados, para el caso de estudio se presentaron 557 errores (Figura 20); por lo tanto se deben realizar los ajustes respectivos (ver Tabla 5).

Figura 20. Tabla de Atributos con la Inconsistencias Encontradas

EJEMPLO DE ERROR	CORRECIÓN
CONSTRUCCIÓN: 860010100 <u>0000049409010000000000</u>	Verificar los códigos de departamento, municipio, zona, sector, comuna, barrio, manzana, terreno o construcción, según sea el caso, de acuerdo al código que figura en la carta catastral para realizar la corrección correspondiente.
UNIDAD: 860010100 <u>0176090100000000000000</u>	

Tabla 5. Ejemplo de error y corrección para la intersección entre construcción y unidad

INTERSECCIÓN U_TERRENO – U_UNIDAD: Hacer una intersección espacial (siguiendo los pasos explicados en el literal a) entre los Feature Class U_TERRENO – U_UNIDAD para verificar las diferencias existentes entre los códigos de Terreno respecto a los de Unidad.

Abrir la tabla de atributos de la intersección creada y mediante una selección por atributos realizar una consulta SQL (siguiendo los pasos explicados en el literal a) que muestre los registros que no tienen correspondencia entre los códigos de Construcción y Unidad.

```
[codigo] <> [terreno_codigo] OR [manzana_codigo] <> LEFT ( [codigo_1],17) OR
[manzana_codigo] <> LEFT ( [terreno_codigo],17) OR [manzana_codigo] <> LEFT (
[construccion_codigo],17)
```

Una vez ejecutada la consulta SQL, en la tabla de atributos de la intersección generada aparecen seleccionados los registros que presentan inconsistencias en los códigos de los Feature relacionados, para el caso de estudio se presentaron 466 errores (Figura 21); por lo tanto se deben realizar los ajustes respectivos (ver Tabla 6).

Figura 21. Tabla de Atributos con la Inconsistencias Encontradas

EJEMPLO DE ERROR	CORRECIÓN
TERRENO: 860010100 <u>00000136002500000000</u>	Verificar los códigos de departamento, municipio, zona, sector, comuna, barrio, manzana, terreno o construcción, según sea el caso, de acuerdo al código que figura en la carta catastral para realizar la corrección correspondiente.
UNIDAD: 860010100 <u>01360901000000000000</u>	

Tabla 6. Ejemplo de error y corrección para la intersección entre construcción y unidad

INTERSECCIÓN MZ – U_CONSTRUCCION: Hacer una intersección espacial (siguiendo los pasos explicados en el literal a) entre los Feature Class U_MANZANA y U_CONSTRUCCION para verificar las diferencias existentes entre los códigos de manzana respecto a los de construcción.

Abrir la tabla de atributos de la intersección creada y mediante una selección por atributos realizar una consulta SQL (siguiendo los pasos explicados en el literal a) que muestre los registros que no tienen correspondencia entre los códigos de Construcción y Unidad.

```
[codigo] <> LEFT( [codigo_1],17) OR [codigo] <> LEFT( [terreno_codigo],17) OR [barrio_codigo]
<> LEFT ( [codigo_1],13) OR [barrio_codigo] <> LEFT( [terreno_codigo],13)
```

Una vez ejecutada la consulta SQL, en la tabla de atributos de la intersección generada aparecen seleccionados los registros que presentan inconsistencias en los códigos de los Feature relacionados, para el caso de estudio se presentaron 3 errores (Figura 22); por lo tanto se deben realizar los ajustes respectivos (ver Tabla 7).

Figura 22. Tabla de Atributos con la Inconsistencias Encontradas

EJEMPLO DE ERROR	CORRECIÓN
MANZANA: 86001 <u>010000000158004100000000</u>	Verificar los códigos de departamento, municipio, zona, sector, comuna, barrio, manzana, terreno o construcción, según sea el caso, de acuerdo al código que figura en la carta catastral para realizar la corrección correspondiente.
CONSTRUCCIÓN: 86001 <u>0000000000000000000000</u>	

Tabla 7. Ejemplo de error y corrección para la intersección entre construcción y unidad

INTERSECCIÓN MZ – U_UNIDAD: Hacer una intersección espacial (siguiendo los pasos explicados en el literal a) entre los Feature Class U_MANZANA y U_UNIDAD para verificar las diferencias existentes entre los códigos de manzana respecto a los de la unidad.

Abrir la tabla de atributos de la intersección creada y mediante una selección por atributos realizar una consulta SQL (siguiendo los pasos explicados en el literal a) que muestre los registros que no tienen correspondencia entre los códigos de manzana y Unidad.

```
[codigo] <> LEFT ( [codigo_1],17) OR [codigo] <> LEFT( [terreno_codigo],17) OR [codigo] <> LEFT ( [construccion_codigo],17) OR [barrio_codigo] <> LEFT( [codigo_1],13) OR [barrio_codigo] <> LEFT ( [terreno_codigo],13) OR [barrio_codigo] <> LEFT ( [construccion_codigo],13)
```

Una vez ejecutada la consulta SQL, en la tabla de atributos de la intersección generada aparecen seleccionados los registros que presentan inconsistencias en los códigos de los Feature relacionados, para el caso de estudio se presentaron 461 errores (Figura 23); por lo tanto se deben realizar los ajustes respectivos (ver Tabla 8).

Figura 23. Tabla de Atributos con la Inconsistencias Encontradas

EJEMPLO DE ERROR	CORRECIÓN
<p>MANZANA: 86001<u>010000000158004100000000</u></p> <p>UNIDAD: 86001<u>010000000134004100000000</u></p>	<p>Verificar los códigos de departamento, municipio, zona, sector, comuna, barrio, manzana, terreno o construcción, según sea el caso, de acuerdo al código que figura en la carta catastral para realizar la corrección correspondiente.</p>

Tabla 8. Ejemplo de error y corrección para la intersección entre construcción y unidad

INTERSECCIÓN VEREDA – R_TERRENO: Hacer una intersección espacial (siguiendo los pasos explicados en el literal a) entre los Feature Class R_VEREDA y R_TERRENO para verificar las diferencias existentes entre los códigos de vereda respecto a los del terreno. Abrir la tabla de atributos de la intersección creada y mediante una selección por atributos realizar una consulta SQL (siguiendo los pasos explicados en el literal a) que muestre los registros que no tienen correspondencia entre los códigos de vereda y terreno.

```
[codigo] <> LEFT ( [codigo_1] ,17) OR [codigo] <> [vereda_codigo] OR [sector_codigo] <> LEFT( [codigo_1],9) OR [codigo_anterior] <> LEFT ( [codigo_anterior_1],13)
```

Una vez ejecutada la consulta SQL, en la tabla de atributos de la intersección generada aparecen seleccionados los registros que presentan inconsistencias en los códigos de los Feature relacionados, para el caso de estudio se presentaron 18 errores (Figura 24); por lo tanto se deben realizar los ajustes respectivos (ver Tabla 9).

Figura 24. Tabla de Atributos con la Inconsistencias Encontradas

EJEMPLO DE ERROR	CORRECCIÓN
VEREDA: 8600100040000 <u>0024</u> TERRENO: 8600100040000 <u>0000</u>	Verificar los códigos de departamento, municipio, zona, sector, comuna, barrio, manzana, terreno o construcción, según sea el caso, de acuerdo al código que figura en la carta catastral para realizar la corrección correspondiente.

Tabla 9. Ejemplo de error y corrección para la intersección entre construcción y unidad

• IDENTIFICACIÓN DE INCONSISTENCIAS POR EXACTITUD TEMÁTICA

a) **Exactitud del Valor Dado a un Atributo Cuantitativo:** Para identificar este tipo de inconsistencias, es necesario ejecutar algunas consultas SQL en las tablas de los elementos que componen los Feature Class de los Dataset Urbano y Rural. Con dichas consultas se identificarán los códigos de los elementos que no cumplen con la longitud, que se encuentran mal calculados, duplicados, nulos, vacíos y/o mal diligenciados. Tabla 10.

FEATURE CLASS	CONSULTA SQL
Urbano	
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"
U_TERRENO	[codigo] LIKE not "#" OR [manzana_codigo] LIKE NOT "#" OR [codigo_anterior] LIKE NOT "#" OR [codigo] is null OR [manzana_codigo] IS NULL OR [numero_subteraneos] IS NULL OR [codigo_anterior] IS NULL or [codigo] = " " OR [manzana_codigo] = " " OR [codigo_anterior] = " " OR LEN ([codigo]) <>30 OR LEN ([manzana_codigo]) <>17 OR LEN ([codigo_anterior]) <>20
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 [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"
U_UNIDAD	[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]) <>30 OR LEN ([terreno_codigo]) <>30 OR LEN ([construccion_codigo]) <>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"
Rural	
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 [nombre] LIKE "#" OR [nombre] IS NULL
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_subteraneos] 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

Tabla 10. Consultas SQL para Exactitud Temática

➤ **Validación de la Exactitud Temática:** Para realizar la validación se debe trabajar sobre una personal geodatabase (.mdb) para que las consultas puedan ser ejecutadas. Cargar en ArcMap los Features Dataset Urbano y Rural con sus respectivos Feature Class; abrir la tabla de atributos de cada uno de los Feature Class mencionados en la Tabla 3 y mediante una selección por atributos ejecutar la consulta SQL correspondiente, de tal forma que se obtengan los registros que no cumplen con el estándar establecido. En la Figura 25 se observa un ejemplo de cómo realizar el proceso, teniendo en cuenta que para todos será la misma metodología.

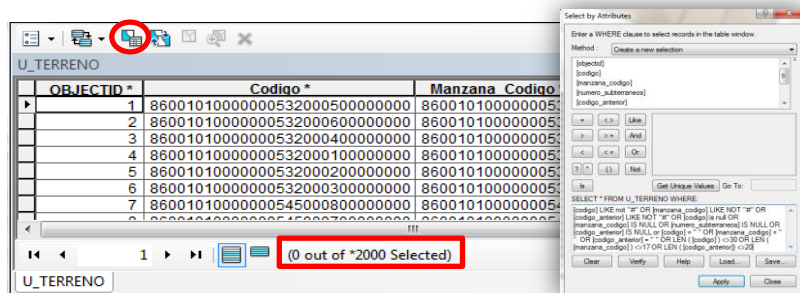


Figura 25. Validación de la Exactitud del valor dado a un atributo

En caso de encontrar diferencias realizar los ajustes respectivos verificando los códigos de departamento, municipio, zona, sector, comuna, barrio, manzana según sea el caso, de acuerdo al código que figura en la carta catastral.

• IDENTIFICACIÓN DE INCONSISTENCIAS POR TOTALIDAD

a) Completitud de la Información: Para garantizar la completitud de la información y la correspondencia existente entre la información análoga (Carta Catastral) y la información capturada a través del proceso de digitalización, se verifica que todas las planchas catastrales en formato análogo del municipio se encuentren digitalizadas.

b) Predios en Omisión y Comisión: El propósito de esta revisión es establecer un procedimiento para realizar la depuración catastral, basado en la comparación de la información cartográfica catastral y sus correspondientes registros uno y dos, con el fin de determinar las omisiones (información que existe en registro pero no está en la base de datos geográfica) - y/o comisiones (Información que no existe en registros 1 y 2 pero si está en la base de datos geográfica) de la información. Para realizar ésta revisión se utiliza el aplicativo GisTool MedirGis. El procedimiento a seguir es el siguiente:

Ejecutar el aplicativo MedirGis_AG10_addin. Iniciar ArcMap y activar la barra de herramientas "ToolBar Gis Tool". (Figura 26 y 27).

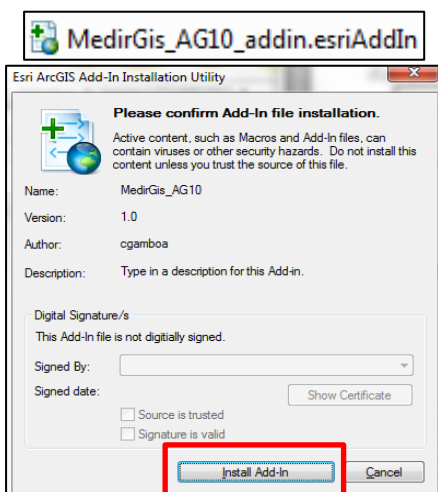


Figura 26. Aplicativo MedirGis_AG10_addin

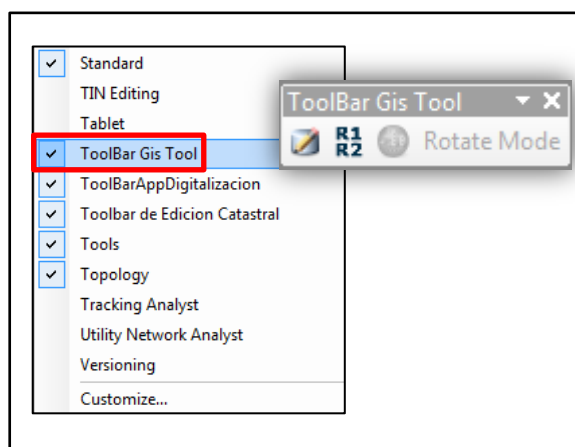


Figura 27. Aplicativo MedirGis_AG10_addin

Al instalar el aplicativo, este crea por defecto en la unidad de disco C, las carpetas "Datos y MedirGis". Dentro de la carpeta "Datos", se deben crear otras dos, una que se nombre con el "código del municipio" (ejemplo: 86001) y otra que se llame "Secuenciales"; en la carpeta "Datos" se almacena una copia de la geodatabase del municipio y una copia de la geodatabase GisTool (esta última se encuentra dentro de la carpeta que contiene el aplicativo); y en la carpeta "Secuenciales" se crea una carpeta con el "código del municipio" (para este caso, 86001) y allí se almacenan los archivos planos de los Registros 1 y 2 del mismo.

Nota: En los archivos planos de los registros, se deben borrar los espacios iniciales y finales que se puedan presentar. Esto con el fin de que el cargue no tenga ningún inconveniente.

Una vez creado el esquema de trabajo se procede a ejecutar el aplicativo GisTool, oprimiendo el botón **“cargar R1 R2 a GisTool”** de la barra de herramientas **“ToolBar Gis Tool”**; este desplegará una ventana en donde se deben cargar los archivos de los Registro 1 y 2, al igual que la base de datos del GisTool, posteriormente aceptar la conexión establecida y por ultimo nuevamente dar aceptar para hacer el cargue de los registros 1 y 2 a la base de datos del GisTool. Figura 28.

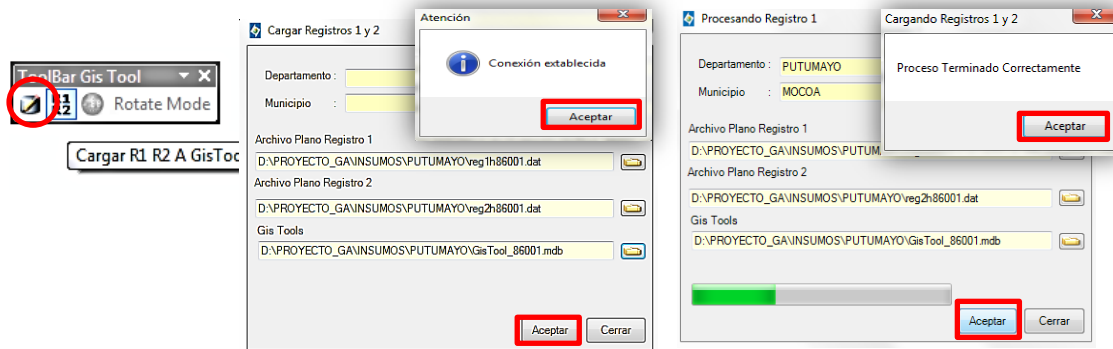


Figura 28. Cargue de registros 1 y 2 a la base de datos del GisTool

Una vez cargados los registros uno y dos, se deben ejecutar una a una las siguientes consultas en la base de datos GisTool, con el fin de homologar los Códigos de los predios en Propiedad Horizontal (PH) respecto a los que se encuentran en la base de datos gráfica. Este proceso se realiza desde Access desde los módulos de **“Diseño de Consulta”** y **“Vista SQL”**. Figura 29.

```
ALTER TABLE Predio ADD COLUMN condicion_propiedad TEXT(3);
ALTER TABLE Predio ADD COLUMN cod_ph TEXT(20);
update Predio SET condicion_propiedad=right(codpropiedad,3);
update Predio SET cod_ph=left(pre_cod,14)&condicion_propiedad;
update Predio SET pre_cod=cod_ph WHERE condicion_propiedad>'900';
```

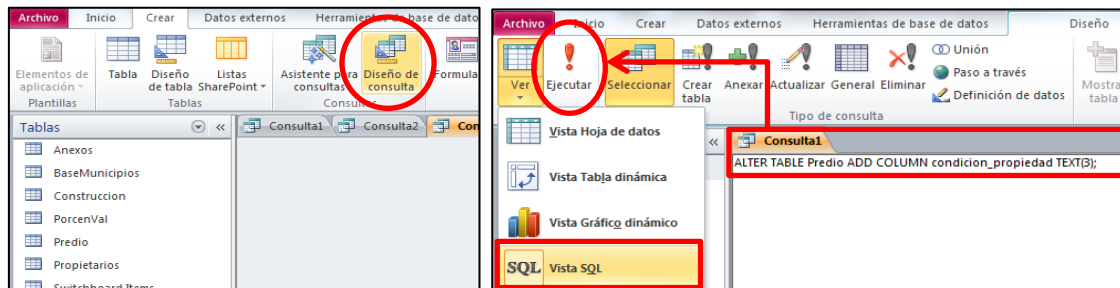


Figura 29. Ejecución de Consultas SQL en la BD GisTool

Luego de homologar los códigos se ejecuta el aplicativo MedirGis para obtener los resultados de omisiones y comisiones. Este proceso se realiza oprimiendo el botón **“MedirGis”** de la barra de herramientas **“ToolBar Gis Tool”**; éste desplegará una ventana en donde se debe cargar la base del GisTool y la Geodatabase del municipio en formato .mdb, se activan las casillas de las unidades orgánicas Urbana y Rural y los niveles de Manzana/Vereda y Predios; por último se activa la opción de exportar los resultados a Excel. Finalmente se oprime aceptar para iniciar la ejecución del aplicativo Figura 30.

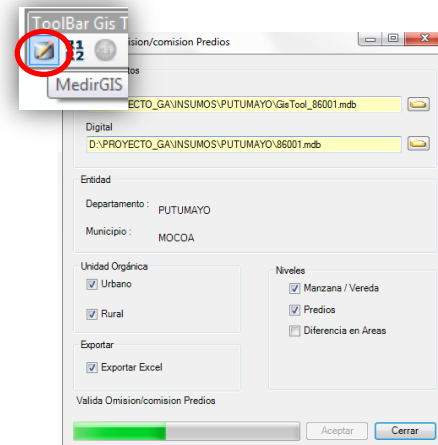


Figura 30. Ejecución del Medir Gis

Después de ejecutar el anterior proceso, el aplicativo genera trece (13) reportes, los cuales son almacenados en la carpeta “MedirGis” (Figura 31). A continuación se muestra el archivo “Estadística” que muestra el resumen de las inconsistencias encontradas por predios en omisión, comisión y repetidos. Figura 32.

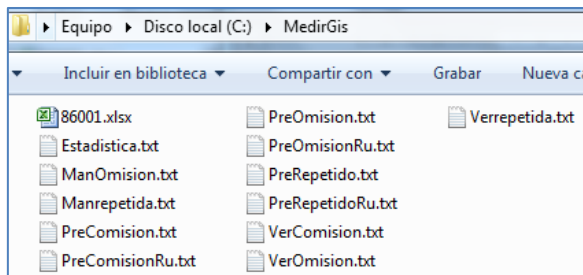


Figura 31. Reportes arrojados por el aplicativo GisTool

ZONA-NIVEL	INCONSISTENCIAS	REGISTROS	% ERROR
URBANO-MANZANA REPETIDOS	0	437	
URBANO-MANZANA OMISION	2	437	0,46
URBANO-MANZANA COMISION	0	437	
URBANO-PREDIO REPETIDOS	2	8164	0,02
URBANO-PREDIO OMISION	232	8164	2,84
URBANO-PREDIO COMISION	162	8164	1,98
RURAL-VEREDAS REPETIDOS	1	374	0,27
RURAL-VEREDA OMISION	27	374	7,22
RURAL-VEREDA COMISION	6	374	1,60
RURAL-PREDIO REPETIDOS	7	7309	0,10
RURAL-PREDIO OMISION	695	7309	9,51
RURAL-PREDIO COMISION	79	7309	1,08

Figura 32. Estadística generada

• IDENTIFICACIÓN DE INCONSISTENCIAS POR EXACTITUD DE POSICIÓN

a) **Exactitud Interna O Relativa:** Para realizar los empalmes de la información catastral digital, se debe iniciar ArcMap y realizar una selección por localización de los Feature U_Terreno y R_Terreno, esto para saber cuáles predios urbanos se traslapan con los rurales (Figura 33).

Posteriormente desde el módulo ArcToolbox de ArcGis se debe generar una intersección espacial con los Feature Class U_Terreno y R_Terreno, con el fin de conocer los vértices en donde se encuentran los traslapes de los predios y poderlos corregir (Figura 34). Para este último proceso se debe iniciar el módulo ArcToolbox, y desplegar el conjunto de herramientas de análisis “**Analysis Tools**”, dentro de las opciones que se despliegan seleccionar “**OVERLAY**” (superposición) y luego escoger “**Intersect**”, en la ventana desplegada en la opción de elementos de entrada “**Input Features**” se escogen los Feature urbano y rural y en los elementos de salida “**Output Feature Class**” se escoge la ubicación y nombre del shape resultante de la intersección, por último se oprime OK para finalizar el proceso (Figura 34).

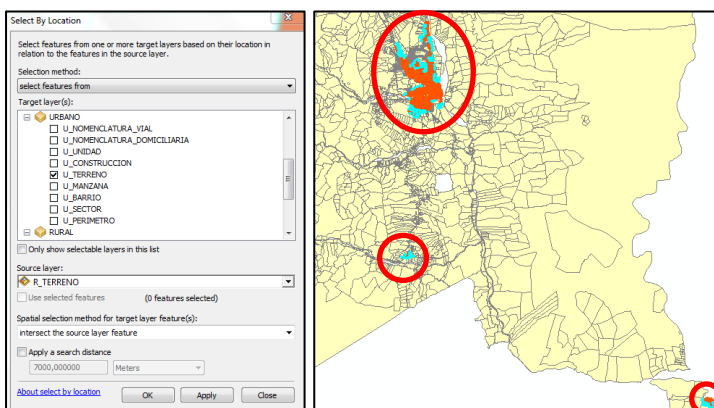


Figura 33. Selección por localización - predios Urbanos y Rurales

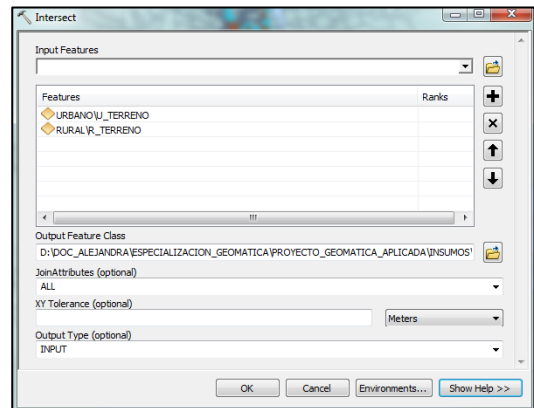


Figura 34. Intersect

Al realizar el proceso se detectó que para este caso existen 213 predios urbanos traslapados con 80 rurales.

Una vez identificados los traslapes, se recomienda que junto al shape obtenido del Intersect se use una ortofoto actualizada del municipio que pueda servir de apoyo para solucionar los traslapes que se detectaron en este proceso.



1.5.3. Pasos a Seguir para la corrección y/o eliminación de las Inconsistencias

Para realizar este proceso se debe tener en cuenta que cada una de las inconsistencias tiene un tratamiento independiente y debe resolverse haciendo uso de las fichas prediales ya que estas representan un insumo básico para aclarar dudas acerca de la forma y ubicación del predio, además para resolver inquietudes acerca de los trámites catastrales realizados y por otra parte el aplicativo de “servicio catastrales” con el que cuenta cada una de las territoriales, de igual forma se debe hacer uso de los insumos de referencia existentes, ya sean ortofotos, cartografía básica, fotografías aéreas entre otros que puedan ayudar a corregir las inconsistencias. A continuación se describe brevemente el orden que debe seguirse para corregir las inconsistencias:

Paso 1. Verificar que las planchas catastrales análogas se encuentren digitalizadas, de no ser así se debe digitalizar esta información de acuerdo a los lineamientos establecidos en el Instructivo de Digitalización, de tal manera que se pueda garantizar un dato único y consistente entre la base de datos gráfica y la alfanumérica.

Paso 2. Se debe realizar la corrección de inconsistencias por Exactitud Temática revisando, completando y corrigiendo todos los códigos nulos, vacíos y/o mal diligenciados que hayan sido detectados al correr la exactitud temática.

Paso 3. Se debe realizar la corrección de inconsistencias por Consistencia Lógica revisando, completando y corrigiendo todos los códigos mal diligenciados que hayan sido detectados al correr la consistencia lógica.

Paso 4. Realizar la corrección de inconsistencias de predios repetidos, garantizando la existencia de un solo elemento por cada predio que aparece en las bases de datos.

Paso 5. Realizar la corrección de inconsistencias de predios en omisión y comisión, teniendo en cuenta que lo que no se pueda resolver en oficina deberá verificarse y corregirse en campo.

Paso 6: Posteriormente se procederá a recodificar aquellos predios que están numerados con **9999**, es decir, aquellos que en algún momento se dejaron con una codificación provisional por factores como que no tenían un código asignado o que no era legible. La recodificación se realizará por manzana o vereda comenzando con el número 8001 hasta llegar al 9999 si fuera necesario.

Paso 7. Luego se debe corregir los traslapes Urbanos y Rurales, basándose en los insumos de referencia (planos del P.O.T., Ortofotomapas, imágenes satelitales, fotografías aéreas, levantamientos topográficos, etc.). En los casos donde existan dudas que no se puedan resolver en oficina los linderos de los predios urbanos y/o rurales, se debe generar un listado con el código predial de los polígonos que no se pudieron ajustar para enviarlos a campo, lo cual irá sustentado y avalado por el personal de control de calidad y el funcionario responsable del área.

Paso 8. Por último, se corregirán las inconsistencias presentadas por Topología.

Durante la corrección de inconsistencias se debe llevar un control de todas las modificaciones cartográficas digitales realizadas, las cuales deben estar justificadas y avaladas por el control de calidad y el funcionario responsable del área (generalmente el Jefe de Conservación), de igual forma se hará con aquellos predios que no pudieron ser depurados en oficina y deben resolverse en campo, esto con el fin de que la depuración se realice con mecanismos que garanticen la idoneidad y eficiencia de todo el proceso.

1.5.4. Validación

La validación de la información se debe realizar cuantas veces sea necesario, de tal manera que se garantice la corrección de todas las inconsistencias, siguiendo el instructivo de control de calidad gráfico.

2. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se obtuvo un documento con la metodología que muestra los procedimientos y lineamientos necesarios para llevar a cabo la identificación de inconsistencias en la depuración cartográfica catastral a partir de herramientas SIG.

A partir de los mapas realizados que muestran el análisis espacial de las inconsistencias de la base catastral digital (Figuras 35 y 36), se pudo determinar las zonas con mayor afectación, las cuales serán las que primero se intervengan en la depuración.

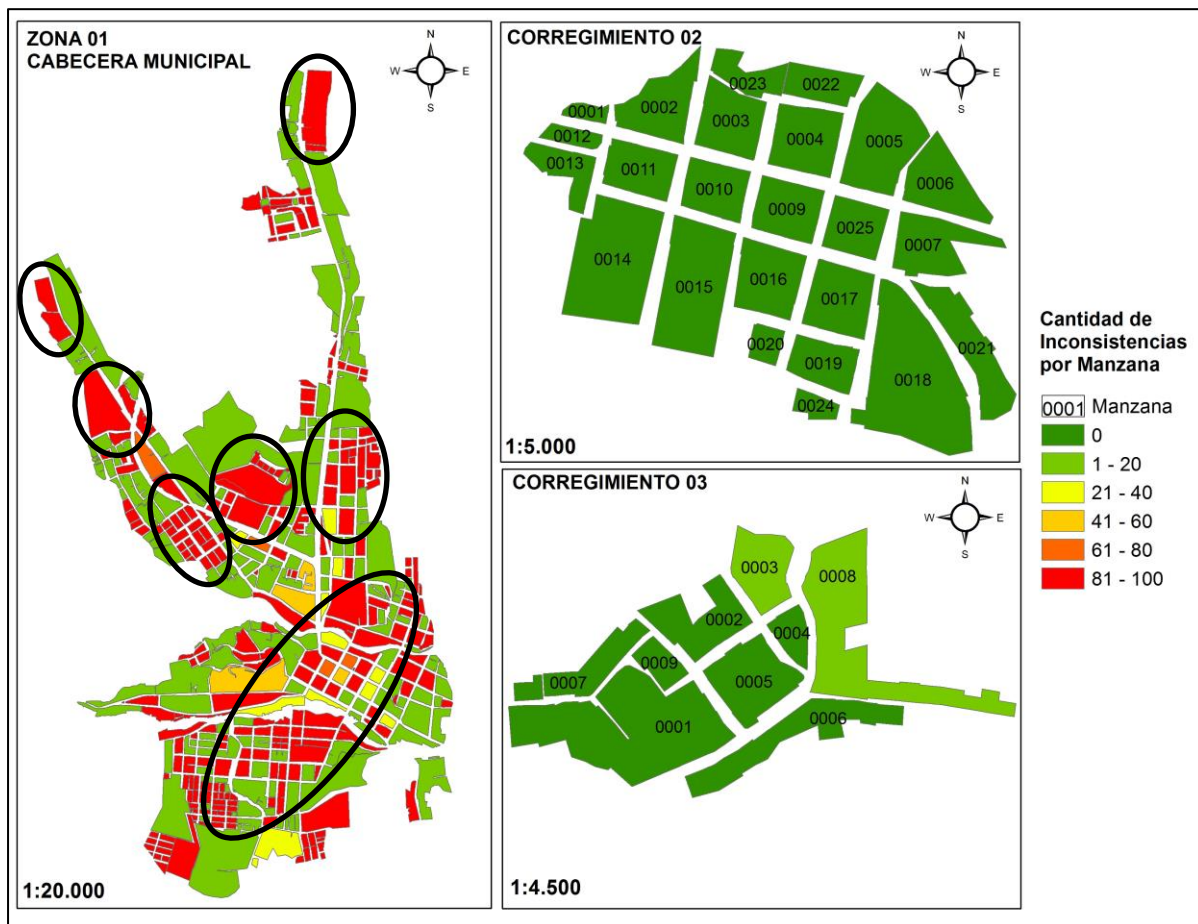


Figura 35. MAPA URBANO DE INCONSISTENCIAS POR MANZANA - MUNICIPIO DE MOCOA

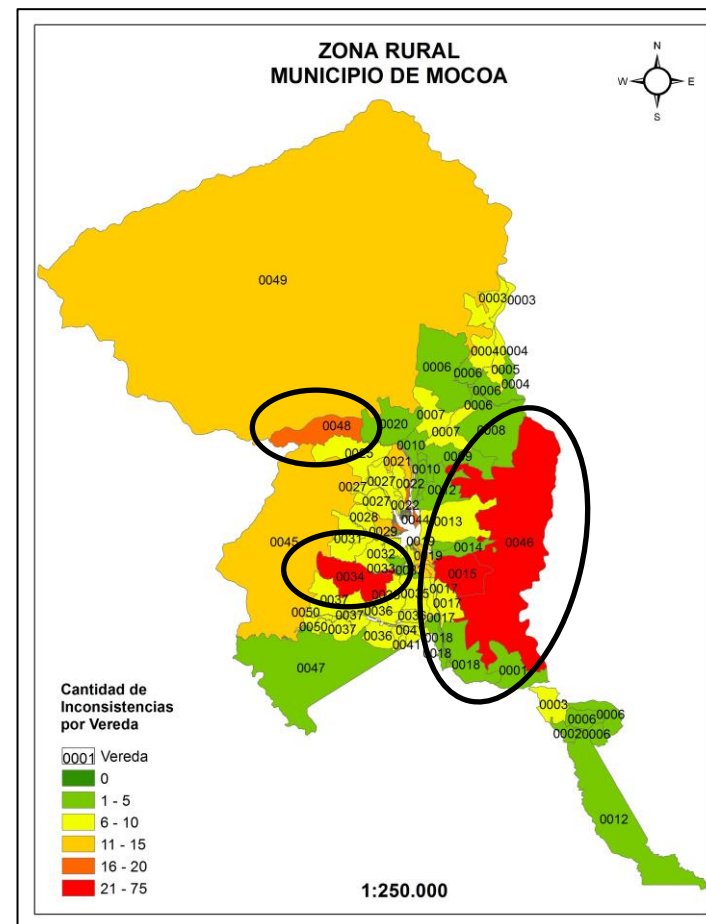


Figura 36. MAPA RURAL DE INCONSISTENCIAS POR VEREDA MUNICIPIO DE MOCOA

3. CONCLUSIONES

Se definió una metodología donde a partir de herramientas SIG se realizó la identificación de inconsistencias para la depuración de la información cartográfica catastral digital.

Con la metodología planteada es posible no solo diagnosticar y evaluar la calidad de la información catastral con la que cuenta el IGAC en cada una de las 22 Direcciones Territoriales, sino tipificar y mapear las inconsistencias presentadas en las bases de datos catastrales.

Mediante el análisis espacial de las inconsistencias realizado, es posible planear y coordinar las actividades necesarias para llevar a cabo la solución de las inconsistencias presentadas, de tal forma que se pueda hacer no solo una rápida identificación de las zonas con más problemas sino también un mejor uso de los recursos en la labores de depuración.

Con análisis espacial de las inconsistencias urbanas y rurales, se pudo detectar que la zona que primero se debe atacar en la depuración es la cabecera municipal, ya que es la que más errores presenta (252 manzanas inconsistentes); por otra parte se observa que en el corregimiento 02 no hay errores, sin embargo se debe realizar las validaciones cada vez que se incorporen predios a este corregimiento con el fin de evitar futuras inconsistencias.

4. LISTA DE REFERENCIAS

IGAC. (2011a). INSTRUCTIVO DE CONTROL CALIDAD GRÁFICO V5, 81.

IGAC. RESOLUCIÓN 070 DE 2011 (2011). Bogotá: Dirección General del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

IGAC. (2013). Linamientos de Depuración SNC (p. 2). Bogotá.

IGAC. (2015). Anexo Taller 3 Subdirección de Catastro (p. 16). Santa Marta.

Uso de Herramientas de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TICs en Catastro. (2011). Retrieved March 7, 2015, from http://www.catastrolatino.org/documentos/bogota2011/presentaciones/IGAC_Captura_de_Informacion_catastral.pdf