



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS

ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS

INGENIERÍA EN CIENCIAS GEOGRÁFICAS Y PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO GEÓGRAFO EN PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

“CONTROL DE CALIDAD TOPOLÓGICO DE LOS OBJETOS ESPACIALES
A TRAVÉS DE LA AUTOMATIZACIÓN CON PYTHON EN EL
PROCESO DE VALIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN.”

ZÚÑIGA GUIDO

DIRECTORA: MTR. ALEXANDRA MENA

Quito, marzo de 2019

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermanos, personas que han estado junto a mí en este proceso de principio a fin brindándome todo su apoyo y siempre dándome ánimos para continuar adelante por más difícil que fuera el camino a recorrer.

A mi querida Directora Alexandra Mena, que supo guiarme, primero como docente y ahora como responsable de mi trabajo de grado, también deseo agradecer a mis lectores, Daniela Marino y Galo Manrique quienes en las aulas supieron impartir el conocimiento suficiente y que con sus acertadas sugerencias el presente trabajo ha dado los frutos esperados

Agradezco a mis compañeros de trabajo, Tania Herrera, Diego Cofre y Javier Espinosa, personas muy importantes en la consecución de este logro.

Finalmente a todos los compañeros que supieron brindarme su amistad y cariño a lo largo de todo este proceso académico.

Un agradecimiento especial a Daniela Troya, querida y entrañable amiga.

DEDICATORIA

*Quiero dedicar el presente trabajo a una persona
que por azares del destino no puede
acompañarme en este logro
a mi querido hermano
Javier Delgado Vallejos*

INDICE

CAPITULO I	9
<i>1.1 Justificación</i>	9
<i>1.2 Planteamiento del problema</i>	9
<i>1.3 Objetivos General</i>	10
<i>1.3.1 Objetivos Específicos</i>	10
1.2 MARCO REFERENCIAL	10
<i>1.2.1 ESRI</i>	10
<i>1.2.2 Crear una topología utilizando herramientas de geoprocésamiento</i>	10
<i>1.2.3 MappinGis</i>	12
<i>1.2.4 Herramienta Crear topología</i>	12
<i>1.2.5 Añadir clases de entidad a la topología</i>	12
<i>1.2.6 Añadir regla a la topología</i>	12
<i>1.2.7 Validar topología</i>	13
<i>1.2.8 Script completo</i>	14
1.3 MARCO TEÓRICO	14
<i>1.3.1 Primera ley de Tobler</i>	14
<i>1.3.2 Conectividad</i>	15
<i>1.3.3 Áreas</i>	15
<i>1.3.4 Proximidad o contigüidad</i>	15
<i>1.3.5 Python Arcpy</i>	15
<i>1.3.6 Reglas topológicas de las Geodatabases</i>	16
<i>1.3.7 Reglas para el control topológico en coberturas de tipo polígono</i>	16
a) Must Not Overlap (Area):	16
Must Not Have Gaps (Area):	16
<i>1.3.8 Reglas para el control topológico en coberturas de tipo línea</i>	16
b) Must Not Overlap (Line):	16
c) Must Not Intersect (Line):.....	17
d) Must Not Have Dangles (Line):.....	17
e) Must Not Have Pseudo Nodes (Line):	17
f) Must Not Self-Overlap (Line):.....	17
g) Must Not Self-Intersect (Line):.....	17
h) Must Not Intersect Or Touch Interior (Line):	18
i) Must Be Single Part (Line):	18
1.4 MARCO CONCEPTUAL	18

1.4.1 Modelo Semántico.....	18
1.4.2 Clasificación de los objetos del Catálogo del IGM.....	18
1.4.3 Objetos de Cobertura Terrestre (CT).....	19
1.4.4 Objetos de Actividad (AC).....	19
1.4.5 Objetos Complementarios (CP).....	19
1.4.6 Objeto isla (IS).....	20
1.4.7 Base de datos geográficos.....	20
1.4.8 Entidad/objeto espacial.....	20
1.4.9 Vector.....	20
1.4.10 Script.....	20
1.4.11 Python.....	20
1.4.12 Topología.....	20
1.5 MARCO METODOLÓGICO.....	21
1.5.1 Metodología del trabajo.....	21
1.5.2 Bloques de Programación.....	21
1.5.3 Bloque N° 1 Definición de variables locales y de objetos espaciales que se encuentran dentro de la Cobertura Terrestre o Land Cover.....	21
1.5.4 Bloque N° 2 Definición del trabajo por elementos espaciales.....	22
1.5.5 Bloque N° 3 Proceso Topológico.....	22
1.5.6 Bloque N° 4 Depuración de Errores.....	22
1.5.7 Establecimiento de la relación de los elementos espaciales.....	22
1.5.8 Cobertura Terrestre.....	22
1.5.9 Hidrografía.....	24
1.5.10 Vialidad.....	24
1.5.11 Planimetría.....	25
CAPITULO II.....	27
2.1 Análisis del proceso actual de control de calidad de elementos vectoriales mediante la topología.....	27
2.2 Tamaño de la muestra.....	27
2.3 Encuestas.....	28
2.3.1 Pregunta Número 1.....	28
2.3.2 Pregunta Número 2.....	29
2.3.3 Pregunta Número 3.....	30
2.3.4 Pregunta Número 4.....	30
2.3.5 Pregunta Número 5.....	31
2.3.6 Pregunta Número 6.....	32
CAPITULO III.....	33
3.1 Proceso de validación de trabajo por objetos planimétricos, viales, hidrográficos y de cobertura.....	

<i>terrestre</i>	33
3.1.1 <i>Bloque de inicio</i>	33
3.1.2 <i>Bloque 1 Definición de entidades que se encuentran dentro de la Cobertura Terrestre o Land Cover</i>	33
3.1.3 <i>Bloque 2 Definición de elementos de trabajo y geoprocesos en variables locales</i>	34
3.1.4 <i>Bloque 3 Proceso Topológico</i>	35
3.1.5 <i>Topología de Cobertura Terrestre</i>	35
3.1.7 <i>Crear topología de cobertura terrestre</i>	36
3.1.8 <i>Añadir Feature Class a la Topología</i>	36
3.1.9 <i>Validar el proceso topológico de cobertura terrestre</i>	36
3.1.10 <i>Exportar errores de cobertura terrestre</i>	36
3.2 <i>Topología de Planimetría</i>	36
3.2.1 <i>Definición de variables Planimetría</i>	37
3.2.2 <i>Crear topología de Planimetría</i>	37
3.2.3 <i>Añadir Feature Class a la Topología de Planimetría</i>	37
3.2.4 <i>Validar el proceso topológico de planimetría</i>	37
3.2.5 <i>Exportar potenciales errores de Planimetría</i>	38
3.3 <i>Topología de Hidrografía</i>	38
3.3.1 <i>Definición de variables Hidrografía</i>	38
3.3.2 <i>Crear topología de Hidrografía</i>	38
3.3.3 <i>Añadir Feature Class a la Topología de Hidrografía</i>	38
3.3.4 <i>Validar el proceso topológico de hidrografía</i>	39
3.3.5 <i>Exportar potenciales errores de Hidrografía</i>	39
3.4 <i>Topología de Vialidad</i>	39
3.4.1 <i>Definición de variables de Vialidad</i>	39
3.4.2 <i>Crear topología de Vialidad</i>	39
3.4.3 <i>Añadir Feature Class a la Topología de Vialidad</i>	40
3.4.4 <i>Validar el proceso topológico de vialidad</i>	40
3.4.5 <i>Exportar potenciales errores de Vialidad</i>	40
3.5 <i>Bloque 4 Depuración de Errores</i>	40
3.5.1 <i>Depuración de errores hidrografía</i>	40
3.5.2 <i>Depuración de errores vialidad</i>	43
3.5.3 <i>Depuración de errores planimetría</i>	47
Capítulo IV	52
4.1 <i>Implementación del proceso de validación en las bases de datos geográficas a escala 1:5000</i>	52
4.1.1 <i>Resultados de Cobertura Terrestre</i>	52
4.1.2 <i>Resultados de elementos hidrográficos</i>	53

4.1.3 Resultados de elementos viales	54
CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES	57
BIBLIOGRAFIA	58
ANEXOS	60
<i>Anexo 1 Mapa de Cobertura de Uso de Suelo del Cantón Santa Lucía</i>	60
<i>Anexo 2 Encuesta del proceso topológico</i>	61
<i>Anexo 3 Resultados Cobertura Terrestre</i>	63
<i>Anexo 4 Resultados hidrografía convencional</i>	64
<i>Anexo 4.1 Resultados hidrografía depurada</i>	65
<i>Anexo 5 Resultado vialidad convencional</i>	66
<i>Anexo 5.1 Resultado vialidad depurada</i>	67
<i>Anexo 6 Resultado planimetría convencional</i>	68
<i>Anexo 6.1 Resultado planimetría depurada</i>	69
<i>Anexo 7. Manual de uso de la aplicación</i>	70
<i>Anexo 8. Solicitud de permiso de uso de información</i>	75
<i>Anexo 9. Acta de entrega y recepción de información - IGM</i>	76
Cronograma de actividades.....	78
Operacionalización de las Variables	78

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Topología ArcGis	11
Figura 2. Topología MappinGis.....	14
Figura 3. Ley de Tobler Auto correlación espacial año 1970.....	14
Figura 4. Must Not Overlap (Area).....	16
Figura 5. Must Not Have Gaps (Area).....	16
Figura 6. Must Not Overlap (Línea)	17
Figura 7. Must Not Intersect (Línea)	17
Figura 8. Must Not Have Dangles (Línea).....	17
Figura 9. Must Not Have Pseudo Nodes (Línea)	17
Figura 10. Must Not Must Not Self-Overlap (Línea)	17
Figura 11. Must Not Must Not Self-Intersect (Línea).....	18
Figura 12. Must Not Intersect Or Touch Interior (Línea)	18
Figura 13. Must Be Single Part (Línea)	18
Figura 14. Formulario Script.....	70
Figura 15. Ingresar nombre.....	70
Figura 16. Cargar script en formulario.....	71
Figura 17. Definir parámetros de entrada	71
Figura 18. Añadir información de uso de la aplicación	73

Figura 19. Ejecutar aplicación	73
Figura 20. Flujo de proceso de trabajo.....	74

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cobertura Terrestre	23
Tabla 2. Elementos hidrográficos	24
Tabla 3. Elementos viales	25
Tabla 4. Elementos Planimétricos.....	25
Tabla 5. Resultados Cobertura Terrestre.....	52
Tabla 6. Resultados hidrografía	53
Tabla 7. Resultados vialidad	54
Tabla 8. Elementos planimétricos.....	55

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Escoja la opción que más se acerque al proceso topológico que usted realiza	28
Gráfico 2. Usted realiza control topológico:	29
Gráfico 3. De acuerdo a su experiencia, ¿Cuánto tiempo le toma realizar el control topológico en una base escala 1:5000 en promedio?.....	30
Gráfico 4. De acuerdo a su experiencia, ¿Cuál es el tipo de error que se presenta con más frecuencia en el control topológico?	30
Gráfico 5. De acuerdo a la respuesta anterior, por favor estime el tiempo de revisión del o los errores escogidos.....	31
Gráfico 6. Cree usted, que un proceso de automatización de la topología ayudaría a mejorar el control en:	32
Gráfico 7. Resultados de Cobertura Terrestre.....	52
Gráfico 8. Resultados de elementos hidrográficos.....	53
Gráfico 9. Resultados de elementos viales.....	54
Gráfico 10. Resultados de elementos planimétricos	55

INDICE DE DIAGRAMA

Diagrama 1. Flujos de Proceso	26
-------------------------------------	----

CAPITULO I

1.1 Justificación

El Instituto Geográfico Militar (IGM) es una entidad gubernamental encargada de realizar el levantamiento de la cartografía base oficial del Ecuador. Las bases de datos geográficas generadas pasan por un sistema de estandarización, revisión y finalmente control de calidad. Este último paso tiene dos fases: en la primera se realiza una revisión visual de elementos que no se encuentren capturados (omisiones), otros que pueden estar fuera del tamaño mínimo de representación (comisiones) y exactitud temática.

En la segunda fase se realiza el control topológico, el cual nos permite establecer las relaciones que tienen los elementos entre sí, sean estos puntos, líneas y polígonos. Esto permite determinar posibles errores entre los elementos vectoriales. Este proceso se lo realiza utilizando las reglas establecidas para elementos lineales y poligonales mediante la revisión de elementos de forma individual.

En este contexto, generar un proceso automatizado para optimizar el tiempo es una necesidad institucional y el objetivo de este trabajo de investigación, el mismo que se enfocó en automatizar el proceso de control topológico. Con esto se pretende reducir el tiempo empleado y aumentar la productividad. Adicionalmente, se espera que se convierta en punto de partida para futuros análisis técnicos y desarrollo de nuevas aplicaciones.

Con la implementación de esta aplicación, la Sección de Control de Calidad del IGM, que es la encargada de llevar estos procesos se verá beneficiada, mejorando resultados y favoreciendo a su personal técnico supervisores y jefes directos.

1.2 Planteamiento del problema

Al momento, la Sección de Control de Calidad del Instituto Geográfico Militar se encuentra realizando la revisión de bases de datos geográficos a escala 1:5000 con el fin de depurar la información existente con datos precisos. Estas bases de datos constan de información vectorial: puntos, líneas y polígonos que representan elementos del espacio, dependiendo de la escala, como edificaciones, vías y lagos, respectivamente.

Tomando en cuenta que el IGM es la institución que regula y norma la cartografía básica oficial nacional, necesita que la información que entrega pase por una revisión de calidad exhaustiva. Es así que se debe realizar un control topológico entre entidades (elementos) que conforman las bases de datos, que en la actualidad se lo hace de forma automática individual de elementos, produciendo demora en la revisión.

Para agilizar el control de calidad, se ha propuesto la automatización mediante una secuencia de comandos (scripts) realizados en lenguaje de programación Python, para con esto evitar la ejecución de procesos repetitivos. Con estos antecedentes la pregunta que guió esta investigación fue:

¿Por qué la automatización la topología puede mejorar la calidad de la información?

1.3 Objetivos General

Realizar un sistema de control topológico de objetos espaciales a escala 1:5000 generadas por El Instituto Geográfico Militar (IGM) a través de procesos de automatización mediante lenguaje de programación Python.

1.3.1 Objetivos Específicos

- Analizar el proceso actual de control de calidad de elementos vectoriales mediante la topología.
- Establecer un proceso de validación de trabajo por objetos planimétricos, viales, hidrográficos y de cobertura terrestre.
- Implementar el proceso de validación en las bases de datos geográficas a escala 1:5000

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 ESRI

El tipo de trabajo propuesto por Environmental Systems Research Institute (ESRI) es una empresa fundada por Jack Dangermond en 1969 que en sus inicios se dedicaba a trabajos de consultoría del territorio, propone la forma estándar al momento realizar el proceso topológico, detallado a través de geoprocursos, con una breve explicación y posterior creación del script que ejecutara las líneas de programación de forma automática, utilizando un bucle de repetición para el ingreso de las reglas, así como también de las variables que intervendrán en el trabajo.

1.2.2 Crear una topología utilizando herramientas de geoprocuremento

ArcToolbox contiene una serie de herramientas de geoprocuremento para la topología. El conjunto de herramientas Topología se encuentra en el toolbox Administración de datos.

Estas herramientas se pueden utilizar para generar scripts a fin de crear y modificar las topologías de la geodatabase. Los scripts se pueden utilizar para automatizar una serie de tareas y generar flujos de trabajo repetibles.

Los pasos para crear la topología son los siguientes:

1. Elegir las clases de entidad que van a formar parte de la topología. Agregar estas clases de entidad a la topología usando la herramienta de geoprocuremento Agregar clase de entidad a la topología.

Ejecutar esta herramienta varias veces hasta que se haya agregado todas las clases de entidad que deban participar en la topología.

2. Agregar las reglas usando la herramienta de geoprocuremento Agregar regla a la topología. Las reglas de topología ayudan a estructurar las relaciones espaciales entre las entidades y a controlar y validar la forma en que las entidades comparten la geometría.

Es posible que se tenga que ejecutar esta herramienta varias veces hasta que haya agregado todas las reglas topológicas deseadas a la topología.

3. Se ha obtenido una nueva topología en el dataset de entidades con las clases de entidad participantes y las reglas topológicas. Si dispone de datos en las clases de entidad, usar la herramienta de geoprocamiento Validar topología para validar la topología.

Este script de Python independiente crea una topología, agrega varias reglas y clases de entidad y valida la topología.

```
import arcpy
import os
# Input variables
input_dataset = r"C:\MyProjects\MyProject.gdb\fds"
topo_name = "Topology"
cluster_tol = 0.001
input_fc = r"C:\MyProjects\MyProject.gdb\fds\fc1 1 1;C:\MyProjects\MyProject.gdb\fds\fc2 1 1"
rules = r'"Must Not Overlap (Area)' C:\MyProjects\MyProject.gdb\fds\fc1 # C:\MyProjects\MyProject.gdb\fds\fc2'
validate = "true"
# Create the topology
out_topo = arcpy.CreateTopology_management(input_dataset, topo_name, cluster_tol)
print("Created topology.")
# Loop through the list of feature classes and add them to the topology
input_fcL = input_fc.split(";")
for fc in input_fcL:
    param = fc.rsplit(" ", 2)
    in_fc = param[0]
    xy_rank = param[1]
    z_rank = param[2]
    arcpy.AddFeatureClassToTopology_management(out_topo, in_fc, xy_rank, z_rank)
    print(arcpy.GetMessages())

# Loop through the list of rules and add rules to the topology
rulesL = rules.split(";")
for rule in rulesL:
    r = rule.rsplit(" ", 4)
    rule_type = r[0].replace("'", "")
    in_fc1 = r[1]
    subtype1 = r[2]
    in_fc2 = r[3]
    subtype2 = r[4]
    arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, rule_type, in_fc1, subtype1, in_fc2, subtype2)
    print(arcpy.GetMessages())

# Validate the topology
if validate == "true":
    try:
        arcpy.ValidateTopology_management(out_topo)
    except:
        print(arcpy.GetMessages())
```

Figura 1. Topología ArcGis

ESRI. (s.f.). Crear topología. Recuperado 12 marzo, 2018, de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/data-management/create-topology.htm>

1.2.3 *MappinGis*

Otra metodología es la que propone mappingis, la cual va describiendo paso a paso el proceso para realizar este control de relación de objetos espaciales que se detallan a continuación.

1.2.4 *Herramienta Crear topología*

Creación de una topología. En un primer momento la topología no contendrá clases de entidad ni reglas. Esta es la sintaxis de Python:

`CreateTopology_management (in_dataset, out_name, {in_cluster_tolerance})`

- *in_dataset*: el Feature Dataset donde se crea la topología.
- *out_name*: Nombre que se le dará a la topología creada.
- *in_cluster_tolerance*: la tolerancia clúster que se establecerá en la topología, parámetro opcional. En caso de no rellenarse o ser cero, se usará la tolerancia xy del Dataset.

El resultado de esta herramienta es la topología vacía y sin reglas.

Una vez creada la topología se debe agregar las clases de entidad (los objetos geográficos) a la topología y agregar las reglas a la topología.

1.2.5 *Añadir clases de entidad a la topología*

Añadir una clase de entidad (objeto geográfico) a la topología. La nueva clase de entidad debe estar en el mismo dataset de entidad que la topología.

Sintaxis de Python:

`AddFeatureClassToTopology_management (in_topology, in_featureclass, xy_rank, z_rank)`

- *in_topology*: topología a la que se añadirá la clase de entidad.
- *in_featureclass*: la entidad que se añade a la topología. Se ha de encontrar en el mismo Dataset que la topología.
- *xy_rank*: el grado relativo de precisión asociado a los vértices. Un valor más pequeño (1) el tipo de dato de entrada es numérico tipo Long.
- *z_rank*: Si la clase de entidad posee valores Z incorporados, cuando se establece la clasificación, se puede influenciar que los vértices con valores Z más exactos se agrupen con los que lo son menos.

El resultado es la agregación de dicha entidad a la topología.

1.2.6 *Añadir regla a la topología*

Agregar una regla nueva a una topología. Las reglas topológicas varían en función del tipo de geometría que se utilice. Pueden ser:

- Reglas del polígono
- Reglas de línea
- Reglas de punto

La sintaxis de Python es la siguiente:

```
AddRuleToTopology_management (in_topology, rule_type, in_featureclass, {subtype},
{in_featureclass2}, {subtype2})
```

- *in_topology*: topología a la que se añadirá la clase de entidad.
- *rule_type*: la regla topológica que se agrega, parámetro tipo string. Link a las diferentes reglas topológicas.
- *in_featureclass*: clase de entidad de entrada u origen a la que se aplica dicha regla.
- *subtype*: subtipo de la clase de entidad de entrada u origen. Se ha de introducir la descripción del subtipo no el código. Parámetro string opcional.
- *In_featureclass2*: Clase de entidad de destino para la regla topológica. Parámetro opcional puesto que no todas las reglas topológicas necesitan de una segunda entidad.
- *subtype2*: subtipo de la clase de entidad de destino. Se ha de introducir la descripción del subtipo no el código. Parámetro string opcional.

1.2.7 Validar topología

Validar una topología de geodatabase. La herramienta Validar topología realiza las siguientes operaciones (documentación de ESRI):

- Generación y clustering de vértices de entidad para buscar las entidades que comparten geometría (tienen coordenadas en común).
- Inserción de vértices de coordenada comunes en las entidades que comparten geometría.
- Ejecución de un conjunto de comprobaciones de integridad para identificar cualquier infracción de las reglas definidas para la topología.

Esta es la sintaxis de Python:

```
ValidateTopology_management (in_topology, {visible_extent})
```

- *in_topology*: topología que será validada.
- *visible_extent*: parámetro booleano opcional que determina si se ha de usar la extensión completa o la visible en el mapa. En caso de ejecutarlo con Python o en ArcCatalog, será validada toda la extensión independientemente del parámetro seleccionado.

El resultado es la validación de la topología.

1.2.8 Script completo

El siguiente script te muestra cómo aplicar las diferentes herramientas de topología para crear un script personalizado de Python. Esta es la forma más básica de realizar el proceso, pero en lenguaje de programación podrá ser personalizarlo, ampliado o aumentado según su complejidad.

```
143 #definimos el workspace como el dataset
•144 wks=arcpy.env.workspace=r"C:\ArpyAvan\Unidad2\Ejercicio2.gdb\Topologia"
•145 arcpy.env.overwriteOutput = True
146 #Creamos la topologia, recordar que estara vacia tanto de entidades como de reglas
•147 arcpy.CreateTopology_management(wks,"Topology",0.0001)
•148 desc=arcpy.Describe(wks)
149 # esta es una forma rapida de insertar las features clas dentro de la topologia
150 # con children obtenemos la lista de sub elementos del WKS que iteraremos con for,
151 #(recordar que las entidades a validar han de estar en el mismo dataset que la topologia creada)
•152 for features in desc.children:
•153     ftype= features.dataType
•154     name=features.name
•155     if ftype=="FeatureClass":
•156         arcpy.AddFeatureClassToTopology_management("Topology",name,1)
157 #insertamos las reglas de topologia
•158 arcpy.AddRuleToTopology_management("Topology","Must Not Have Gaps (Area)","Level1A")
159 #por ultimo validamos la topologia
•160 arcpy.ValidateTopology_management("Topology")
```

Figura 2. Topología MappinGis

MappingGis. (2019). Como crear topología en Arcpy. 2019, de mappingGis Sitio web: http://www.cva.itesm.mx/biblioteca/pagina_con_formato_version_oct/apaweb.html

1.3 MARCO TEÓRICO

Para la realización del marco teórico se consideraron los temas que se detallan a continuación.

1.3.1 Primera ley de Tobler

Tobler (1970), en la cual “todo está relacionado con todo lo demás, pero las cosas cercanas están más relacionadas que las cosas distantes”. El autor considera las siguientes relaciones.

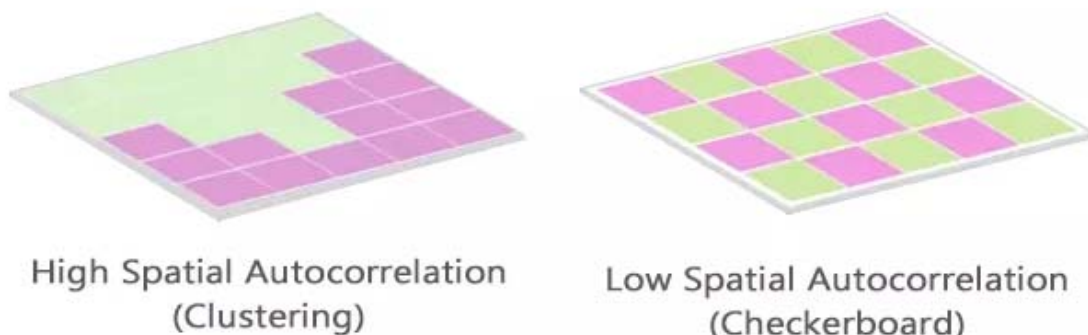


Figura 3. Ley de Tobler Auto correlación espacial año 1970

1.3.2 Conectividad

Unión de arcos a través de nodos, esto incluye el concepto de sentido de flujos, virajes etc.

1.3.3 Áreas

Conjunto de líneas o arcos conectados a través de un punto, cuenta con dos dimensiones, área y perímetro.

1.3.4 Proximidad o contigüidad

Se basan en el análisis de las características de entidades geoméricamente contiguas. Permiten determinar características como la pendiente o las direcciones de flujo.

1.3.5 Python Arcpy

ArcGis presenta la posibilidad de utilizar Python (Python TM) como lenguaje script para la creación de nuevas herramientas de geoprocésamiento personalizadas. Esta opción está disponible a través de la utilización de ArcPy. Es un paquete de Python que incluye y mejora el módulo ArcGis scripting que se introdujo en ArcGIS 9.2. Ofrece la finalización de código y una documentación integrada para cada función, módulo y clase.

La potencia adicional del uso de ArcPy en Python la constituye el hecho de que Python es un lenguaje de programación de uso general que es fácil de aprender y utilizar. Es interpretado y dinámicamente tapeado, lo que le proporciona la capacidad de realizar prototipos rápidamente y probar las secuencias de comandos en un entorno interactivo, al mismo tiempo que es suficientemente potente para admitir la escritura de aplicaciones grandes.

Para desarrollo de este trabajo se emplea el Software ArcGis v 10.2 de la casa ESRI, el mismo que permite el trabajo bajo un enfoque de Geodatabases “un modelo para el modelo de objetos geográficos, sus atributos, relaciones y comportamiento entre sus elementos” definida así por Zeiler (1999).

Python es un lenguaje de programación orientado a objetos “libre” que se ha posicionado como un estándar en el área geomática (Van Rossum, 2009); con base a esto ESRI ha desarrollado la librería ArcPy con el propósito de la elaboración de “scripts” que no demandan mayor complicación en su elaboración, simplificando las tareas que demanda mayor cantidad de líneas de procesos, tareas recursivas mediante el uso de esta librería.

La librería Arcpy contiene un conjunto de elementos desarrollados por ArcGis donde la principal función es el manejo de la información geoespacial. Así lo menciona (Pimpler, 2013) ArcPy se organiza en módulos, funciones y clases que invocan los comandos presentes en la caja de herramientas “Toolbox” del mencionado SIG.

De acuerdo a Ciampagna (2010) "las computadoras y el software desconocen los problemas topológicos. Es decir, nuestra mente los tiene implícitos en sus razonamientos, pero cuando los queremos plasmar en una computadora los tenemos que explicitar". Es decir, determinar las

relaciones topológicas implica un ejercicio de razonamiento para generar una información vectorial válida.

Para VTSsystem (2016) la topología es importante porque asegura la calidad de los datos y con ello la relación espacial existente entre objetos, esto a su vez porque garantiza la información vectorial que se está generando. Esto por un lado genera a los administradores de los datos un manejo eficiente y asegura a los usuarios información de calidad (Documentación de QGIS 2.8).

1.3.6 Reglas topológicas de las Geodatabases

Las reglas topológicas de las geodatabases permiten definir las relaciones entre las entidades de la misma clase o subtipo de entidad o entre dos clases o subtipos de entidad. El estado de una topología, incluidos los errores y excepciones, se guarda en la geodatabase de origen. En el panel Contenido, las reglas topológicas de la geodatabase aparecen como capas de grupo que contienen subcapas que simbolizan áreas modificadas y errores organizados por tipo de geometría.

A continuación, se presentan cuáles son las reglas de topología utilizadas para el propósito este programa:

1.3.7 Reglas para el control topológico en coberturas de tipo polígono.

- a) Must Not Overlap (Area): Esta regla corrige la superposición entre polígonos

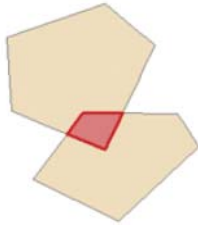


Figura 4. Must Not Overlap (Area)

- b) Must Not Have Gaps (Area): Esta regla muestra los vacíos dentro de un polígono simple o entre polígonos adyacentes.

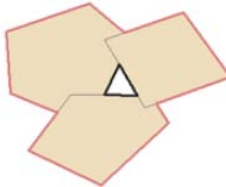


Figura 5. Must Not Have Gaps (Area)

Establecidas las redes de trabajo de tipo línea lo que se realiza es la aplicación de las reglas correspondientes a la topología de este tipo de geometría.

1.3.8 Reglas para el control topológico en coberturas de tipo línea.

- c) Must Not Overlap (Line): esta regla muestra aquellas líneas que se superponen con otras

líneas en la misma capa.



Figura 6. *Must Not Overlap (Línea)*

d)

Must Not Intersect (Line): esta regla muestra cuando las líneas desde la misma capa se crucen o se superpongan entre sí.

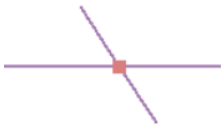


Figura 7. *Must Not Intersect (Línea)*

e) **Must Not Have Dangles (Line):** esta regla muestra cuando una línea no toca en su extremo a otra línea de la misma capa, esta es muy útil en cuanto a la conexión entre drenajes de tipo línea.



Figura 8. *Must Not Have Dangles (Línea)*

f) **Must Not Have Pseudo Nodes (Line):** esta regla requiere que una línea se conecte, por lo menos, con otras dos líneas en cada extremo



Figura 9. *Must Not Have Pseudo Nodes (Línea)*

g) **Must Not Self-Overlap (Line):** Las líneas no deben sobreponerse dentro de una clase o subtipo de sí misma. Las líneas pueden tocar, intersectar y superponer líneas en otra clase de entidad o subtipo.

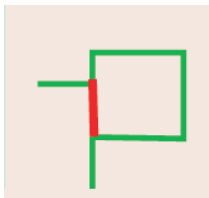


Figura 10. *Must Not Must Not Self-Overlap (Línea)*

h) **Must Not Self-Intersect (Line):** esta regla muestra los cruces de una línea consigo misma.

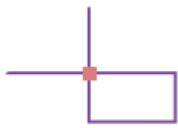


Figura 11. *Must Not Self-Intersect (Línea)*

- i) **Must Not Intersect Or Touch Interior (Line)**: las líneas solo pueden tocar en sus extremos y no deben sobrepasar a otras dentro de una clase o subtipo.

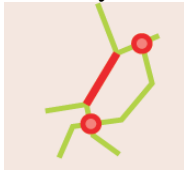


Figura 12. *Must Not Intersect Or Touch Interior (Línea)*

- j) **Must Be Single Part (Line)**: esta regla muestra cuando una línea no es una única parte, es decir no están conectadas, pero son una misma línea.



Figura 13. *Must Be Single Part (Línea)*

ESRI. (s.f.). Reglas topológicas. Recuperado 12 marzo, 2018, de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/data-management/rules-topology.htm>

1.4 MARCO CONCEPTUAL

1.4.1 Modelo Semántico.

La finalidad del Modelo Semántico, es definir las relaciones fundamentales existentes entre los objetos del catálogo del Instituto Geográfico Militar (IGM), que se almacenaran en la respectiva Base de Datos Geográficas. El Modelo Semántico sirve para comprender las estructuras y dependencias implícitas de y entre objetos, que no aparecen representadas en los datos ni en sus atributos.

Del Modelo Semántico se derivan un conjunto de normas de las relaciones entre los objetos, para su aplicación obligatoria en la Base de Datos Geográfica.

La utilización del Modelo Semántico es obligatoria a todos los productos de información geográfica y cartográfica del Instituto Geográfico Militar y todas aquellas instituciones que en un momento dado produjeran información geográfica para el instituto.

1.4.2 Clasificación de los objetos del Catálogo del IGM.

Las relaciones geométricas y topológicas que plantea el Modelo Semántico se aplican a todos los objetos de tipo área, definidos en el Catálogo. Los objetos lineales y puntuales se sobrepondrán libremente a los areales, guardando coherencia y criterio cartográfico entre ellos.

Para comprender las posibilidades y limitaciones existentes a la hora de manejar los datos, los objetos areales se dividen de acuerdo al siguiente detalle:

- Objetos de Cobertura Terrestre (CT)
- Objetos de Actividad (AC)
- Objetos Complementarios (CP)
- Objeto Isla (IS)

1.4.3 Objetos de Cobertura Terrestre (CT)

Constituyen la capa base sobre la cual se podrá sobreponer la cantidad de objetos que se considere necesario.

Para efectos cartográficos y de elaboración de un mapa electrónico, es necesario contar con una cubierta completa de polígonos (Cobertura Terrestre CT), que constituya la referencia de diversas aplicaciones. Es óptimo que esta cobertura de base, se la obtenga en la toma inicial de datos (cuando las fuentes originales están disponibles), para no dar lugar a que el usuario de la información tenga que rellenar los huecos, muchas veces a través de métodos poco técnicos.

Los objetos provenientes del Catálogo de objetos IGM que conforman la capa de Cobertura Terrestre (CT), forman una red de parches contiguos sin solapes (salvo contadas excepciones que se detallan más adelante), que cubren por completo en primera instancia el área de cada proyecto fotogramétrico y que posteriormente abarcaran toda el área del proyecto de inversión. Estos objetos, básicamente de origen natural, se basan en las particularidades principales del terreno (con vegetación, con cuerpos de agua, características del terreno, etc.)

Dos objetos de Cobertura Terrestre no pueden solaparse (salvo excepciones), ni tampoco es posible que haya huecos sin cubrir entre ellos; es posible que cualquier objeto de Actividad o Complementario se sobreponga o elimine de la CT conforme a la necesidad, y la Cobertura Terrestre siga estando siempre completa.

1.4.4 Objetos de Actividad (AC)

Un objeto de actividad puede describirse como una característica transparente de la que sólo se ven sus límites. Se aplica en una zona donde se realiza una actividad concreta como por ejemplo un complejo comercial, parque de diversión, etc. El terreno de donde se extrae dicho objeto, puede estar parcial o totalmente ocupado por otros objetos como vías de comunicación, edificios, etc.

Los Objetos de Actividad (AC), permiten en general la sobreposición entre ellos y a su vez su solape con los Objetos Complementarios (CP); siempre estarán sobrepuestos sobre objetos de Cobertura Terrestre.

1.4.5 Objetos Complementarios (CP)

Objeto Complementario es por lo general aquel de dimensiones definidas que se representa como un polígono, que está colocado sobre el terreno, como “puesto sobre algo” que lo rodea. Por ejemplo, un edificio que se ve sobre una zona verde, en un parque o en una zona edificada, etc.

Un objeto complementario siempre se solapa con uno o varios Objetos de Cobertura Terrestre y puede también solaparse si se desea, en todo o en parte, con Objetos de Actividad y con otros Objeto Complementarios y siempre se encontrarán sobre la capa base que constituyen los de CT.

1.4.6 Objeto isla (IS)

El objeto Isla (BA030) está por definición completamente rodeado de agua.

En general, el objeto Isla (BA030) está completamente cubierto por objetos de Cobertura Terrestre, Actividad y/o Complementarios; constituye al igual que los objetos de CT, parte de la cobertura base.

1.4.7 Base de datos geográficos

“Es una colección de datos organizados de tal manera que sirvan efectivamente a una o varias aplicaciones SIG. Esta base de datos comprende la asociación entre sus dos principales componentes: datos espaciales y atributos o datos no espaciales. [ESRI, 1998]”

1.4.8 Entidad/objeto espacial

El termino entidad es empleado comúnmente en los círculos de bases de datos para referirse a cualquier objeto distinguible que va a ser representado en la base de datos. [C.J. Date].

1.4.9 Vector

Un sistema vectorial es aquel en el que el territorio se representa a partir de vectores, éstos se localizan en el espacio mediante pares de coordenadas coincidentes con su origen y destino (en el caso de los puntos es el mismo). Las características del objeto representado por el vector van asociadas al mismo en forma de atributos. La representación de objetos lineales (carreteras, ríos, etc.) se realiza definiendo igualmente su origen y su destino ["GIS and Cartography: An Introductory Overview"]

1.4.10 Script

Conjunto de instrucciones que se ejecutan paso a paso, instrucción a instrucción.[Daladier Jabba Molinares *, Adalgisa Alcocer Olaciregui **, Carmenza Rojas Morales ***]

1.4.11 Python

Lenguaje de programación que soporta multiplataforma como Windows, Linux, fácil utilización, programación línea a línea. [Marc Vallory]

1.4.12 Topología

La topología es el campo de las matemáticas que estudia las relaciones de los elementos en el espacio. La existencia de estas relaciones es la clave para diferenciar entre sistemas de cartografía automática (A.M.) y SIG. ["GIS and Cartography: An Introductory Overview"].

1.5 MARCO METODOLÓGICO.

Para cumplir con la pregunta de investigación, este trabajo se basó en el método cuantitativo, porque para la automatización de los procesos topológicos en lenguaje de programación Python esto permitió la detección y cuantificación de errores que se presentaron en la base de datos geográfica.

El método utilizado fue el deductivo, porque fueron consideradas la aplicación de reglas topológicas generales a un conjunto de coberturas espaciales estructuradas por redes, las mismas que facilitaron la comprensión del proceso a ser automatizado.

El tipo de investigación que se planteó para la realización de este trabajo, fue el teórico aplicado, porque partiendo de teorías se propuso una aplicación práctica utilizando como temática central la topología en las bases de datos geoespaciales.

1.5.1 Metodología del trabajo.

Para el cumplimiento del objetivo número uno, se propondrá la recopilación de información primaria mediante la aplicación de entrevista semiestructurada a cada uno de las personas que laboran en la sección de Control de Calidad de Bases de Datos Geográficas.

El siguiente objetivo considero el planteamiento de elementos espaciales, que facilitaron el proceso topológico de las bases de datos y posterior automatización en lenguaje de programación python.

Para finalizar, se empleó el script (conjunto de secuencia de comandos) realizado en las bases de datos a escala 1:5000 del IGM.

Para el desarrollo de la aplicación de control topológico, se ha utilizado el lenguaje de programación Python con su Framework PythonWin utilizando la librería Arcpy desarrollada por ESRI, la forma de programación realizada es la de tipo procedimental, es decir que cada línea cumple una función específica y tiene relación con la tarea anterior, esto significa que las tareas siguientes no se van a ejecutar si la anterior no se ha cumplido.

Una vez entendido lo anterior, la estructura del programa, es decir el conjunto de líneas de programación, consta de cuatro bloques de proceso que se detallan a continuación.

1.5.2 Bloques de Programación.

1.5.3 Bloque N° 1 Definición de variables locales y de objetos espaciales que se encuentran dentro de la Cobertura Terrestre o Land Cover

Definición de variables locales

Los objetos espaciales que intervinieron en la topología han sido creados forma automática, y la denominación está de acuerdo a los elementos a procesarse.

Cobertura terrestre: Feature Dataset = CT_ERIALES, Feature Class = Cobertura_Topologia

Vialidad: Feature Dataset = IT_TRANSPORTE_TERRESTRE, Feature Class = Vialidad_Topologia

Planimetría: Feature Dataset = GS_ASOCIADO_A_POBLADOS, Feature Class = Planimetría_Topologia

Hidrografía: Feature Dataset =HO_AGUAS_INTERIORES, Feature Class = Hidrografía_Topologia

En segundo lugar, se establecen de acuerdo al documento correspondiente al Modelo Semántico las coberturas que van a intervenir en el proceso de control topológico. Además, se creó de forma automática un campo en común para las coberturas “Cobertura_Topologia”, denominado “layer”, donde se almacenaron con el nombre de la misma, logrando con esto que el proceso de consulta e identificación sea mucho más rápido y funcional.

1.5.4 Bloque N° 2 Definición del trabajo por elementos espaciales

Esta sección del programa consta de los procesos dinámicos que establecen las relaciones de los elementos espaciales, vial, planimétrico e hidrográfico que intervinieron en el control automático de la topología.

1.5.5 Bloque N° 3 Proceso Topológico

A continuación, el programa realizó la automatización de la topología en las entidades de tipo área correspondiente a las de Cobertura Terrestre, así como también a las de tipo línea compuesta por las relaciones de los elementos espaciales, vial, planimétrica e hidrográfica, aplicando las reglas de control establecidas de acuerdo a las necesidades del trabajo.

1.5.6 Bloque N° 4 Depuración de Errores

El último bloque de programación comprende una última fase de depuración de errores, donde la principal tarea fue la de localizar las excepciones generadas por el programa y dejar solamente los potenciales errores, los mismos que serán sujetos a revisión de forma manual.

1.5.7 Establecimiento de la relación de los elementos espaciales.

Se han definido cuatro relaciones de elementos principales, Cobertura Terrestre, Hidrografía, Vialidad, y Planimetría, las que contienen los elementos de acuerdo a la clasificación de los objetos del Catálogo del IGM.

1.5.8 Cobertura Terrestre

Está conformada por todas las coberturas definidas en el modelo semántico, a excepción de los siguientes elementos: albufera, desmonte y claro de bosque, previa consulta al personal técnico; sin embargo, de ser necesario incluirlas en la aplicación no significaría problema alguno. Ver Tabla N°1.

Para la implementación de la topología de tipo área se creó el Feature Class “Cobertura_Topologia” dentro del Feature Dataset CT_ERIALES. Cabe mencionar que, el target puede ser cualquier entidad de tipo polígono que se encuentre vacía en la base de datos.

Coberturas Tipo Area	
tierra_sin_vegetacion_a	embalse_a
zona_sin_informacion_a	mina_a
cultivo_a	glaciar_a
matorral_a	estrato_rocoso_a
pastizal_a	zona_manglar_a
bosque_a	Salitral_a
pozo_agua_a	canal_navegacion_a
zona_edificada_a	cienaga_a
acequia_a	pantano_a
acueducto_canal_a	grieta_a
estanque_a	roca_a
lago_laguna_a	limite_nieve_a
rio_a	anteplaya_a
cantera_a	zanja_a
caracteristica_suelo_a	cauce_a

Tabla 1. Cobertura Terrestre

Previo a la definición de las relaciones de elementos espaciales de trabajo hidrográfica y planimétrica los elementos de geometría área que constan en las tablas, fueron transformados a línea, con la finalidad de que se pueda trabajar de mejor manera con las reglas topológicas utilizadas en este programa, esto se evita que se realice un control topológico con las reglas área – línea de manera individual entre cada una de las coberturas, de esta premisa se desprende la determinación de las redes de trabajo.

1.5.9 Hidrografía

Se entiende por, todas las coberturas hidrográficas de tipo polígono y línea que mantienen relación directa entre sí, detalladas a continuación. Ver Tabla N° 2

Para este propósito, se creó el Feature Class “Hidrografia_Topolgia” dentro del Feature Dataset “HO_AGUAS_INTERIORES” donde se realizará un proceso APPEND de las coberturas definidas en la red hidrográfica, entendiéndose que servirá como objetivo o target para el proceso topológico.

Coberturas Tipo Area	Coberturas Tipo Línea
acequia_a	acueducto_canal_l
acueducto_canal_a	zanja_l
cienaga_a	rio_l
estanque_a	
lago_laguna_a	
zanja_a	
pantano_a	
embalse_a	
pozo_agua_a	
rio_a	

Tabla 2. Elementos hidrográficos

1.5.10 Vialidad

En este componente espacial comprende las coberturas viales tipo polígono y línea que tienen relación directa entre sí. Ver Tabla 3

Para el segundo proceso, se creó el Feature Class “Vialidad_Topolgia” dentro del Feature Dataset IT_TRANSPORTE_TERRESTRE, donde se realizará un proceso APPEND de las coberturas definidas en la red vial, entendiéndose que servirá como objetivo o target para el proceso topológico.

Coberturas Tipo Línea
rodera_l
sendero_l
via_ruta_l

Tabla 3. Elementos viales

1.5.11 Planimetría

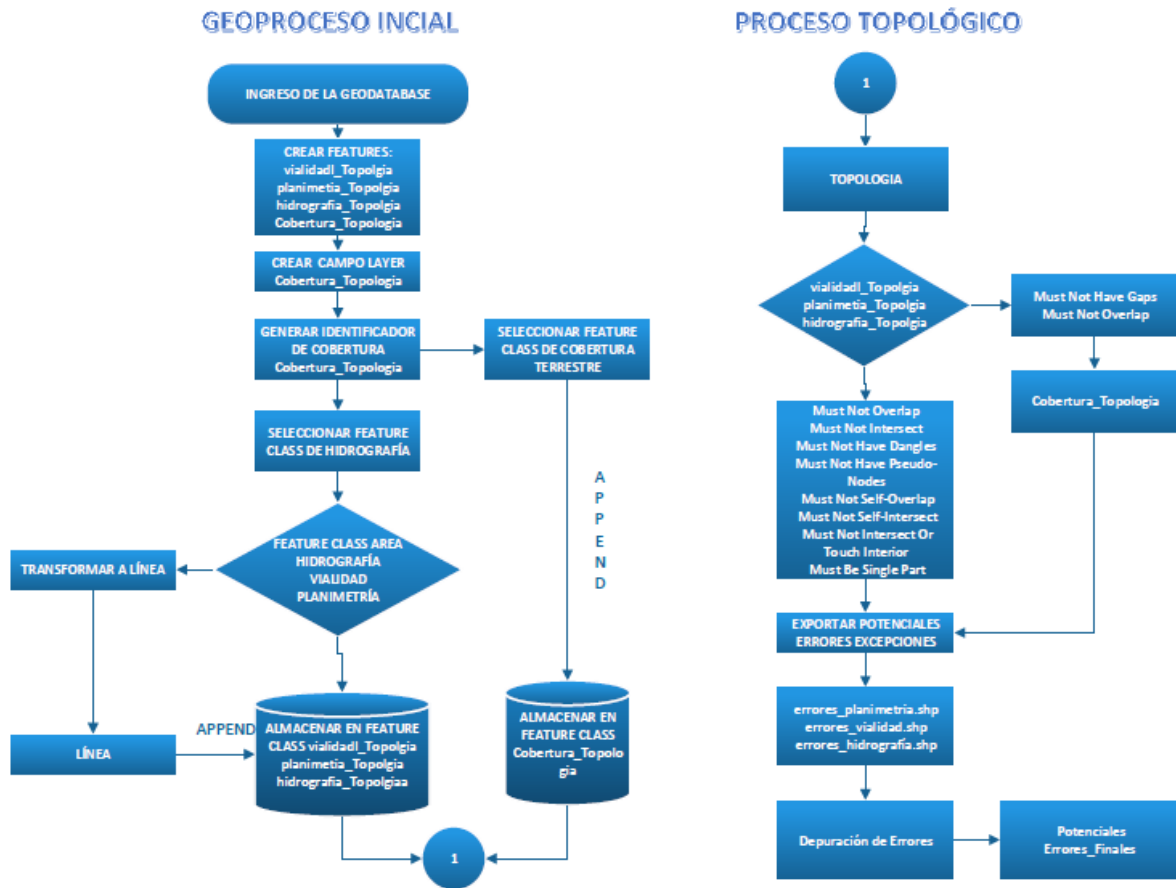
Finalmente, y previo análisis se eligieron las coberturas pertenecientes a la planimetría con geometrías de tipo polígono y línea que tienen conexión entre sí. Ver Tabla N° 4

En esta red y al igual que las anteriores se creó el Feature Class “Planimetria_Topologia” dentro del Feature Dataset “GS_ASOCIADO_A_POBLADOS”, donde se realizará un proceso APPEND de las coberturas definidas en la red planimétrica, entendiéndose que servirá como objetivo o target para el proceso topológico.

Coberturas Tipo Área	Coberturas Tipo Línea
choza_a	cerca_l
edificio_a	muro_l
corral_a	
establo_a	

Tabla 4. Elementos Planimétricos

Diagrama 1. Flujos de Proceso



CAPITULO II

2.1 Análisis del proceso actual de control de calidad de elementos vectoriales mediante la topología.

El segundo capítulo comprende el análisis del proceso de control topológico por parte de la sección de control de calidad, todo esto con el fin de determinar la manera de cómo se lleva a cabo este trabajo.

Para el análisis del proceso se ha establecido la recopilación de información mediante la aplicación de una encuesta, entendiéndose la misma como, un cuestionario previamente diseñado, que no modifica el entorno ni el fenómeno donde se recoge la información, la misma que permite analizar el comportamiento y la determinación de patrones, para este caso en el flujo de trabajo y procedimientos aplicados al control topológico en una base de datos geográfica. (Martin, 2004)

2.2 Tamaño de la muestra

La determinación del tamaño de la muestra se realizó con la fórmula general, la cual se aplica cuando conoce el universo o total de personas.

$$n = \frac{N * p * q}{(N - 1)(e^2 / 4) + (p * q)}$$

En donde:

N = tamaño de la población

p = probabilidad de éxito

q = probabilidad de fracaso

e = error general aceptable

Se ha determinado un total de 8 personas que laboran en la sección, la probabilidad de éxito será del 75% y la de fracaso del 25%, el error aceptable es del 0.05%

Reemplazando los valores tenemos:

$$n = \frac{8 * 75 * 25}{(8 - 1)(0.05^2 / 4) + (75 * 25)} = \mathbf{8 \text{ encuestas}}$$

De acuerdo a los cálculos realizados el tamaño de la muestra determina que se deben realizar 8 encuestas, las mismas coinciden con el número de personas, si bien el universo es reducido, se debe realizar este procedimiento para obtener los datos precisos, debido a que esta sección es el último filtro, y es importante que se determine la metodología utilizada para realizar el control topológico.

2.3 Encuestas

Una de las maneras más eficientes para aplicar las encuestas es a través de las herramientas que se encuentran en línea, estas ayudan a realizar encuestas desde cualquier lugar, sin importar el día o la hora, es por esto que se ha diseñado el cuestionario por medio de Google docs, que es una herramienta donde permite crear un banco de preguntas de acuerdo a las necesidades del usuario, y para el caso del tema relacionado al control topológico, se ha estructurado un encuesta con 6 preguntas de opción múltiple, con la finalidad de determinar el estado del flujo de trabajo al realizar esta operación, así como también determinar tiempos de ejecución y una aproximación a la cuantificación de errores frecuentes que determina este proceso. Ver Anexo 1

A continuación, se analizarán los resultados obtenidos de las encuestas realizadas.

2.3.1 Pregunta Número 1.

1. Escoja la opción que más se acerca al proceso topológico que usted realiza

8 respuestas

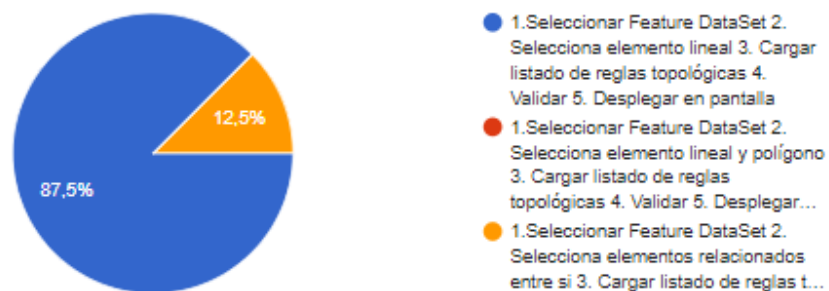


Gráfico 1. Escoja la opción que más se acerca al proceso topológico que usted realiza

Para la primera pregunta, se observa que el 87.5% de los encuestados han escogido la opción número 1 que corresponde al proceso:

1. Seleccionar Feature DataSet
2. Selecciona elemento lineal
3. Cargar listado de reglas topológicas
4. Validar
5. Desplegar en pantalla

Esto nos indica que se está realizando la topología de forma convencional, es decir se conoce una sola forma de realizar este control.

Por otro lado, sólo el 12.5% han escogido la opción tres corresponde al proceso:

1. Seleccionar Feature DataSet
2. Selecciona elementos relacionados entre si
3. Cargar listado de reglas topológicas
4. Validar
5. Desplegar en pantalla.

Aquí se observa que el procedimiento es similar, con diferencia de que se escogen elementos relacionados, esto nos indica que un bajo porcentaje utiliza otro método de realizar el proceso de control topológico.

2.3.2 Pregunta Número 2.

2.Usted realiza el control topológico:

8 respuestas

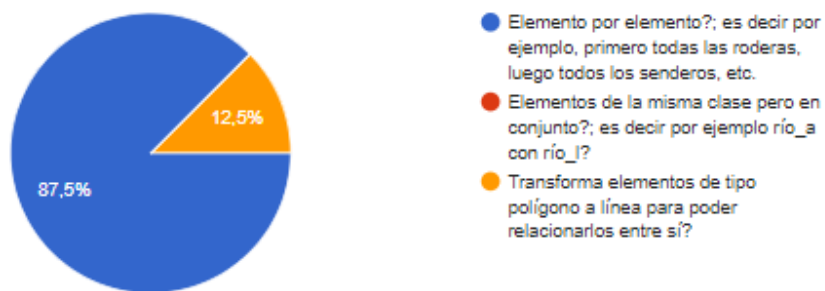


Gráfico 2. Usted realiza control topológico:

En lo que se refiere a la pregunta número 2 el 87,5% de las personas encuestadas han escogido la opción 1, que corresponde a:

¿Elemento por elemento?; es decir, por ejemplo, primero todas las roderas, luego todos los senderos, etc.

Esto nos indica que se está realizando la topología de forma convencional, lo que significa que se analizan los elementos de forma individual, sin tomar en cuenta las relaciones con otras entidades las cuales normalmente se tienen.

Por el contrario, el 12.5% de los encuestados han escogido la opción número 3, la cual nos dice:

¿Transforma elementos de tipo polígono a línea para poder relacionarlos entre sí?

Un reducido porcentaje de los encuestados realiza este control tomando en cuenta las relaciones de los objetos que tienen entre sí.

2.3.3 Pregunta Número 3.

3. De acuerdo a su experiencia, cuánto tiempo le toma realizar el control topológico en una base escala 1:5000 en promedio?

8 respuestas

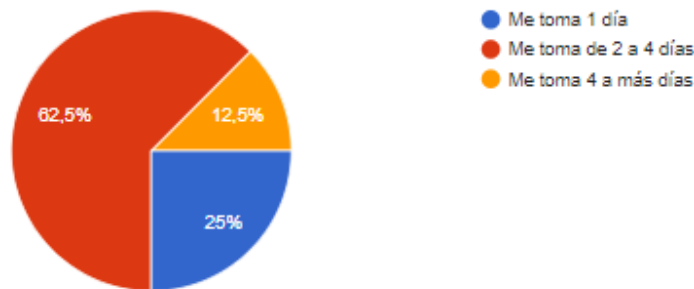


Gráfico 3. De acuerdo a su experiencia, ¿Cuánto tiempo le toma realizar el control topológico en una base escala 1:5000 en promedio?

Este gráfico nos indica que el 62.5% de las personas encuestadas realizan el control topológico de 2 a 4 días, el 25% lo realiza en un día, y solamente el 12.5% de las personas les toma más de 4 días la ejecución de este proceso. Todo esto se traduce en que el proceso requiere de por lo menos dos días de trabajo.

2.3.4 Pregunta Número 4.

4. De acuerdo a su experiencia, cual es el tipo de error que se presenta con más frecuencia en el control topológico?

8 respuestas

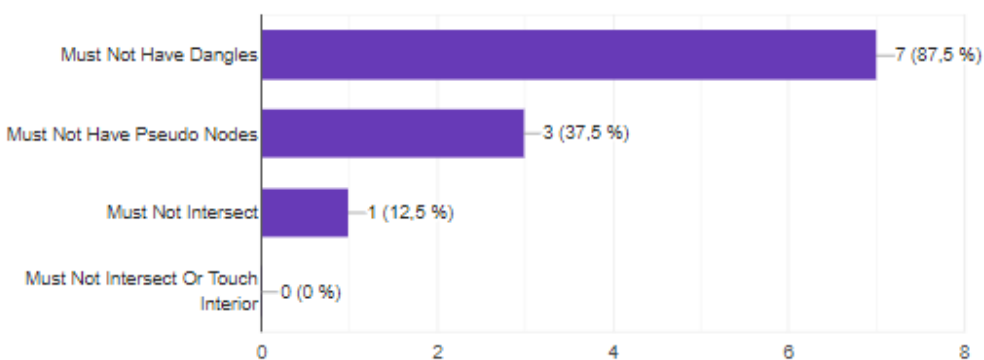


Gráfico 4. De acuerdo a su experiencia, ¿Cuál es el tipo de error que se presenta con más frecuencia en el control topológico?

En esta pregunta 7 personas encuestadas correspondiente al 87% coinciden que la mayor cantidad de errores que genera el proceso corresponde a los de tipo Must Not Have Dangles, esto se debe a

que la mayoría de entidades por su composición cuentan con nodo de inicio y de fin, es aquí donde usualmente suelen presentarse este tipo de errores, el 37.5% indican que existen errores de tipo Must Not Have Pseudo Nodes, esto puede deberse a fraccionamientos de líneas que deben ser continuas, como por ejemplo un río.

Y, por último, el 12.5% indica que existen errores de tipo Must Not Intersect, esto quiere decir que existan líneas del mismo tipo que se crucen entre sí, sin que exista un vértice de conexión

2.3.5 Pregunta Número 5.

5. De acuerdo a la respuesta anterior, por favor estime el tiempo de revisión del, o los errores escogidos

8 respuestas

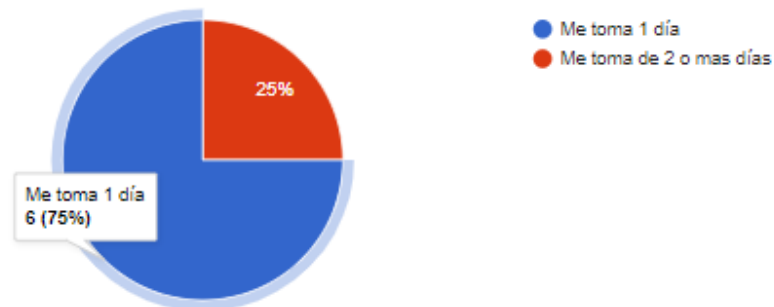


Gráfico 5. De acuerdo a la respuesta anterior, por favor estime el tiempo de revisión del o los errores escogidos

Esta pregunta determina el tiempo estimado en función a tipo de error anterior, donde al 75% de los encuestados les toma por lo menos un día la revisión de los errores, en este caso Must Not Have Dangles, y al 25% les toma más de un día, hay que tomar en cuenta que depende mucho de la destreza de los procesos para poder optimizar el tiempo de revisión.

2.3.6 Pregunta Número 6.

6. Cree usted, que un proceso de automatización de la topología ayudaría a mejorar el control en:

8 respuestas

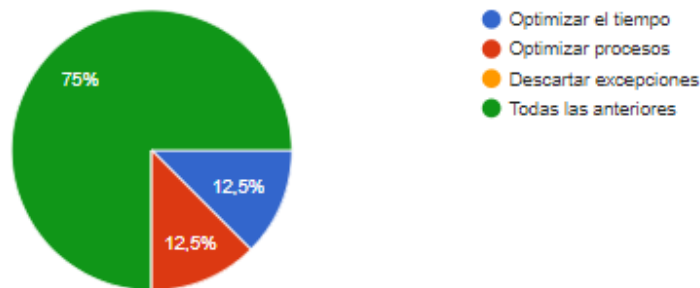


Gráfico 6. Cree usted, que un proceso de automatización de la topología ayudaría a mejorar el control en:

Para finalizar el 75% de los encuestados coinciden que un proceso de automatización ayudaría a optimizar el tiempo, procesos y también a descartar las excepciones, y el 12.5% tienen opiniones que pueden ayudar a optimizar solo tiempos o procesos.

La aplicación de la encuesta fue una actividad dinámica, de fácil comprensión y rápida de realizar, las personas evaluadas tuvieron una gran apertura y predisposición a efectuarla, no se presentaron inconvenientes en lo que a la contestación de las preguntas se refiere.

Es interesante este método de obtención de información, ya que con el análisis de los resultados se ha podido tener un diagnóstico de cómo el proceso realiza el control topológico, y esto nos ha permitido constatar que es necesario aplicar la automatización de la topología.

CAPITULO III

3.1 Proceso de validación de trabajo por objetos planimétricos, viales, hidrográficos y de cobertura terrestre.

Este capítulo comprende el entender como fue estructurado el programa de automatización del control topológico, detallando las principales funciones que realiza cada instrucción, en algunos casos, como en la creación de layer en los elementos de cobertura terrestre y su respectivo cálculo de identificador, se mencionará la parte medular de la función, ya que es un proceso repetitivo que se realiza a cada uno de los elementos que la conforman.

3.1.1 Bloque de inicio

```
import arcpy
import os

# Definicion del espacio de trabajo
arcpy.overwriteOutput = True
ruta = arcpy.env.workspace = arcpy.GetParameterAsText(0)
```

En un inicio, al momento de realizar el script, se deben llamar o activar las librerías de Arcpy, y también las de sistema operativo, esto es un requisito básico al momento de realizar un script en este lenguaje de programación, entonces tenemos las siguientes secuencias de comandos.

Luego de esto se procede a definir cómo funcionará el script a medida que vaya ejecutándose, esto quiere decir que si se ejecuta más de una vez los datos se vayan sobrescribiendo, luego se definirá el espacio de trabajo mediante la creación de una variable local, donde será almacenado de forma dinámica y no estática, esto será visualizado el momento de realizar el formulario de ejecución en el ArcToolBox.

3.1.2 Bloque 1 Definición de entidades que se encuentran dentro de la Cobertura Terrestre o Land Cover

El primer bloque de programación se definen las variables locales y el espacio de trabajo dentro de un Feature Dataset específico donde se va a realizar el proceso topológico de los cuatro elementos que se encuentran dentro de la base de datos geográficos, cobertura terrestre, vialidad, Planimetría e hidrografía.

```
#Definicion de Variables Locales
arcpy.CreateFeatureclass_management(os.path.join(ruta, "CT_ERIALES"), "Cobertura_Topologia", "POLYGON")
arcpy.CreateFeatureclass_management(os.path.join(ruta, "IT_TRANSPORTE_TERRESTRE"), "Vialidad_Topologia", "POLYLINE")
arcpy.CreateFeatureclass_management(os.path.join(ruta, "GS_ASOCIADO_A_POBLADOS"), "Planimetria_Topologia", "POLYLINE")
arcpy.CreateFeatureclass_management(os.path.join(ruta, "HO_AGUAS_INTERIORES"), "Hidrografia_Topologia", "POLYLINE")
```

Luego de haber definido, se debe hacer un trabajo de listado de todos los Feature Dataset y de los Feature Class existentes, los mismos que puedan o no contener información, para luego realizar un recorrido por cada uno de estos utilizando el comando “for”.

```
# Listar Feature dataset y Feature Class
# Fuente de Consulta https://pro.arcgis.com/es/pro-app/arcpy/functions/listfeatureclasses.htm
datasets = arcpy.ListDatasets(feature_type='feature')
datasets = [''] + datasets if datasets is not None else []
for ds in datasets:
    for fc in arcpy.ListFeatureClasses(feature_dataset=ds):
```

A continuación, corresponde reducir el tiempo de búsqueda de feature class, para poder optimizar la velocidad de proceso y centrarse solamente en los elementos geográficos que van a intervenir en los geoprocursos posteriores, todo esto a través del comando condicional “if”,

```
if fc == "tierra_sin_vegetacion_a" or fc == "zona_sin_informacion_a" or fc == "cultivo_a"
```

Seguidamente, se contempló la creación de un campo layer, dentro los elementos de cobertura terrestre y el cálculo con su nombre respectivamente, esto para facilitar la localización de forma visual a través de características de color que se podrán definir posteriormente (arcpy.AddField_management, arcpy.CalculateField_management)

```
if fc == "tierra_sin_vegetacion_a":
    arcpy.CalculateField_management(fc, "Layer", "Tierra_sin_vegetacion_a", "PYTHON_9.3")
elif fc == "zona_sin_informacion_a":
    arcpy.CalculateField_management(fc, "Layer", "Zona_sin_informacion_a", "PYTHON_9.3")
```

Finalmente continuando con la secuencia de comandos, se realizó una selección de todos los elementos que intervienen en el land Cover, para posteriormente realizar un append, dentro de la variable local anteriormente creada "Cobertura_Topologia", esto permitió realizar posteriores geoprocursos dentro de la base de datos

```
if fc == "tierra_sin_vegetacion_a" or fc == "zona_sin_informacion_a" or fc == "cultivo_a"
    arcpy.Append_management(fc, "Cobertura_Topologia" , "NO_TEST", " ", " ")
```

Este es un proceso automático y continuo de igual forma para todos los 19 elementos correspondiente a cobertura terrestre.

3.1.3 Bloque 2 Definición de elementos de trabajo y geoprocursos en variables locales

Tras un análisis del proceso de trabajo se ha definido que es conveniente transformar los elementos de tipo área a línea, especialmente los que tengan relación con los elementos lineales, por ejemplo, un muro_l que va a tener conexión con una edificación, o un rio_l que deba unirse a una rio_a, entonces en este bloque se realizaron los geoprocursos necesario para lograr trabajar un mismo tipo de elemento y además tomando en cuenta la relación espacial que existe entre sí.

El primer proceso en el script de este bloque corresponde a la selección de los feature class correspondientes a la vialidad, para luego integrarlos mediante el geoprocuro append a la variable "Vialidad_Topologia".

```
elif fc == "rodera_l" or fc == "sendero_l" or fc == "via_ruta_l":
    arcpy.Append_management(fc, "Vialidad_Topologia" , "NO_TEST", " ", " ")
```

En segundo lugar, se procedió a realizar la selección de los feature class de tipo área correspondientes a la hidrografía, para luego integrarlos mediante el geoproceto append a la cobertura “rio_a”.

```
if fc == "acequia_a" or fc == "acueducto_canal_a" or fc == "cienaga_a":
    arcpy.Append_management(fc, "rio_a", "NO_TEST", " ", " ")
```

Una vez que todos estos features se encuentran dentro de “rio_a”, se transformaron a elementos de tipo línea, para posteriormente integrarlos todos a través del geoproceto append a la cobertura "Hidrografia_Topologia".

```
for ds in datasets:
    for fc in arcpy.ListFeatureClasses(feature_dataset=ds):
        if fc == "rio_a":
            arcpy.FeatureToLine_management(fc, "rio_a_l")

for ds in datasets:
    for fc in arcpy.ListFeatureClasses(feature_dataset=ds):
        if fc == "acequia_l" or fc == "acueducto_canal_l" or fc == "zanja_l" or fc == "rio_a_l" or fc == "rio_l":
            arcpy.Append_management(fc, "Hidrografia_Topologia", "NO_TEST", " ", " ")
```

A continuación, se procedió de la misma forma con los features que intervienen en los elementos correspondientes a la planimetría.

Una vez identificados los features de tipos área se realizó la selección, para posteriormente integrarlos todos a través del geoproceto append a la cobertura "edificio_a"

```
if fc == "choza_a" or fc == "corral_a" or fc == "establo_a":
    arcpy.Append_management(fc, "edificio_a", "NO_TEST", " ", " ")
```

Luego de que todos estos features se encuentran dentro de “edificio_a”, se transformaron a elementos de tipo línea, para luego integrarlos todos a través del geoproceto append a la cobertura "Planimetria_Topologia".

```
if fc == "muro_l" or fc == "edificio_a_l" or fc == "cerca_l":
    arcpy.Append_management(fc, "Planimetria_Topologia", "NO_TEST", " ", " ")
```

3.1.4 Bloque 3 Proceso Topológico

Este bloque corresponde a la ejecución del proceso topológico en los elementos de cobertura terrestre, Planimetría, hidrografía y vialidad.

3.1.5 Topología de Cobertura Terrestre

Para poder realizar este proceso, se trabajó en un Feature Dataset, que para este caso es el "CT_ERIALES", y en el Feature Class "Cobertura_Topologia". Luego se definieron las variables de entrada y de salida (input_dataset = ds, input_Fclass = fc), definir el nombre de la topología (topo_name), la tolerancia de clúster (cluster_tol), que para este propósito se conservó el valor por default, definir las reglas de la topología a través de la creación de una lista que posteriormente será utilizada topoReglas [], para finalmente validar la topología (validate)

3.1.6 Definición de variables cobertura terrestre

```
if ds == "CT_ERIALES" and fc == "Cobertura_Topologia":
    input_dataset = ds
    input_Fclass = fc
    topo_name = "Cobertura_Terrestre_Topologia"
    cluster_tol = 0.001
    topoReglas = ["Must Not Overlap (Area)", "Must Not Have Gaps (Area)"]
    validate = "true"
```

3.1.7 Crear topología de cobertura terrestre

Definir en una variable local out_topo la ruta donde se creará la topología

```
out_topo = arcpy.CreateTopology_management(input_dataset, topo_name, cluster_tol)
```

Tomar en consideración de las variables definidas con anterioridad, ya que, para la creación de la topología, se necesita el input_dataset, topo_name y cluster_tol en la sintaxis del comando.

3.1.8 Añadir Feature Class a la Topología

Añade el feature class a la topología tomando en cuenta la creación que se realizó en el proceso anteriormente, topología de salida, feature class y se conservan los valores por default.

```
arcpy.AddFeatureClassToTopology_management(out_topo, fc, 1, 1 )
```

A continuación, se añadieron las reglas a la topología, las mismas que se habían establecido en el proceso de definición de variables dentro de la lista, es decir si la lista cuenta con una regla topológica al momento de añadir los valores empezaran con 0, de existir dos o más se irá incrementando en 1,2, etc. En este caso para este elemento contamos con las reglas de tipo área.

```
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[0], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[1], fc, "", "", "")
```

3.1.9 Validar el proceso topológico de cobertura terrestre

Validar información de elementos contiguos, integridad de los datos, que cada regla pertenezca a la entidad donde va a realizarse el proceso

```
arcpy.ValidateTopology_management(out_topo)
```

3.1.10 Exportar errores de cobertura terrestre

Finalmente se procedió a exportar los potenciales errores generados al formato shapefile y para este propósito con la denominación de "Errores_Cobertura_Terrestre".

```
arcpy.ExportTopologyErrors_management(out_topo, ds, "Errores_Cobertura_Terrestre")
```

3.2 Topología de Planimetría

Para poder realizar este proceso, se ha trabajado en el Feature Dataset, que para este caso es el "GS_ASOCIADO_A_POBLADOS", y en el Feature Class "Planimetria_Topologia. Luego se definieron las variables de entrada y de salida (input_dataset = ds, input_Fclass = fc), se ha definido

el nombre de la topología (topo_name), la tolerancia de clúster (cluster_tol), que para este caso se conservó el valor por default, definir las reglas de la topología a través de la creación de una lista que posteriormente será utilizada topoReglas [], para finalmente validar la topología (validate)

3.2.1 Definición de variables Planimetría

```
elif ds == "GS_ASOCIADO_A_POBLADOS" and fc == "Planimetria_Topologia":
    input_dataset = ds
    input_Fclass = fc
    topo_name = "Planimetria_Topology"
    cluster_tol = 0.001
    topoReglas = ["Must Not Overlap (Line)", "Must Not Intersect (Line)",
    validate = "true"
```

3.2.2 Crear topología de Planimetría

Definir en una variable local out_topo la ruta donde se creará la topología

```
out_topo = arcpy.CreateTopology_management(input_dataset, topo_name, cluster_tol)
```

Tomar en consideración de las variables definidas con anterioridad, ya que, para la creación de la topología, se necesita el input_dataset, topo_name y cluster_tol en la sintaxis del comando.

3.2.3 Añadir Feature Class a la Topología de Planimetría

Añade el feature class a la topología tomando en cuenta la creación que se realizó en el proceso anteriormente, topología de salida, feature class y se conservan los valores por default.

```
arcpy.AddFeatureClassToTopology_management(out_topo, fc, 1, 1 )
```

Lo siguiente es añadir las reglas a la topología, las mismas que se habían establecido en el proceso de definición de variables dentro de la lista, es decir si la lista cuenta con una regla topológica al momento de añadir los valores empezaran con 0, de existir dos o más se irá incrementando en 1,2, etc. En este caso para este elemento contamos con las reglas de tipo línea que van del 0 hasta el 7.

```
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[0], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[1], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[2], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[3], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[4], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[5], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[6], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[7], fc, "", "", "")
```

3.2.4 Validar el proceso topológico de planimetría

Validar información de elementos contiguos e ingresa coordenadas en los mismos, verifica la integridad de los datos y de que cada regla pertenezca a la entidad donde va a realizarse el proceso

```
arcpy.ValidateTopology_management(out_topo)
```

3.2.5 Exportar potenciales errores de Planimetría

Finalmente se procedió a exportar los potenciales errores generados al formato shapefile y para este caso con la denominación de "Errores_Planimetria".

```
arcpy.ExportTopologyErrors_management(out_topo, ds, "Errores_Planimetria")
```

3.3 Topología de Hidrografía

Para poder realizar este proceso, es necesario que se trabaje en un Feature Dataset, que para este caso es el "HO_AGUAS_INTERIORES" y en el Feature Class "Hidrografia_Topologia". Luego se definen las variables de entrada y de salida (input_dataset = ds, input_Fclass = fc), definir el nombre de la topología (topo_name), la tolerancia de clúster (cluster_tol), que para este propósito se mantendrá el valor por default, definir las reglas de la topología a través de la creación de una lista que posteriormente será utilizada topoReglas [], para finalmente validar la topología (validate)

3.3.1 Definición de variables Hidrografía

```
elif ds == "HO_AGUAS_INTERIORES" and fc == "Hidrografia_Topologia":
    input_dataset = ds
    input_Fclass = fc
    topo_name = "Hidrografia_Topology"
    cluster_tol = 0.001
    topoReglas = ["Must Not Overlap (Line)", "Must Not Intersect (Line)",
    validate = "true"
```

3.3.2 Crear topología de Hidrografía

Definir en una variable local out_topo la ruta donde se creará la topología

```
out_topo = arcpy.CreateTopology_management(input_dataset, topo_name, cluster_tol)
```

Tomar en consideración de las variables definidas con anterioridad, ya que, para la creación de la topología, se necesita el input_dataset, topo_name y cluster_tol en la sintaxis del comando.

3.3.3 Añadir Feature Class a la Topología de Hidrografía

Añade el feature class a la topología tomando en cuenta la creación que se realizó en el proceso anteriormente, topología de salida, feature class y se conservan los valores por default.

```
arcpy.AddFeatureClassToTopology_management(out_topo, fc, 1, 1 )
```

Luego, se han añadido las reglas a la topología, las mismas que se habían establecido en el proceso de definición de variables dentro de la lista, es decir si la lista cuenta con una regla topológica al momento de añadir los valores empezaran con 0, de existir dos o más se irá incrementando en 1,2, etc. En este caso para este elemento contamos con las reglas de tipo línea que van del 0 hasta el 7.

```

arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[0], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[1], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[2], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[3], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[4], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[5], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[6], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[7], fc, "", "", "")

```

3.3.4 Validar el proceso topológico de hidrografía

Valida la información de elementos contiguos e ingresa coordenadas en los mismos, verifica la integridad de los datos y de que cada regla pertenezca a la entidad donde va a realizarse el proceso

```
arcpy.ValidateTopology_management(out_topo)
```

3.3.5 Exportar potenciales errores de Hidrografía

Finalmente se procedió a exportar los potenciales errores generados al formato shapefile y para este caso con la denominación de "Errores_Hidrografia".

```
arcpy.ExportTopologyErrors_management(out_topo, ds, "Errores_Hidrografia")
```

3.4 Topología de Vialidad

Para poder realizar este proceso, se trabajó en el Feature Dataset, que para este caso es el "IT_TRANSPORTE_TERRESTRE" y en el Feature Class "Vialidad_Topologia" Luego se definen las variables de entrada y de salida (input_dataset = ds, input_Fclass = fc), definir el nombre de la topología (topo_name), la tolerancia de clúster (cluster_tol), que para este propósito se mantendrá el valor por default, definir las reglas de la topología a través de la creación de una lista que posteriormente será utilizada topoReglas [], para finalmente validar la topología (validate)

3.4.1 Definición de variables de Vialidad

```

if ds == "IT_TRANSPORTE_TERRESTRE" and fc == "Vialidad_Topologia":
    input_dataset = ds
    input_Fclass = fc
    topo_name = "Vialidad_Topology"
    cluster_tol = 0.001
    topoReglas = ["Must Not Overlap (Line)", "Must Not Intersect (Line)"]
    validate = "true"

```

3.4.2 Crear topología de Vialidad

Definir en una variable local out_topo la ruta donde se creará la topología

```
out_topo = arcpy.CreateTopology_management(input_dataset, topo_name, cluster_tol)
```

Tomar en consideración de las variables definidas con anterioridad, ya que, para la creación de la topología, se necesita el input_dataset, topo_name y cluster_tol en la sintaxis del comando.

3.4.3 Añadir Feature Class a la Topología de Vialidad

Añade el feature class a la topología tomando en cuenta la creación que se realizó en el proceso anteriormente, topología de salida, feature class y se conservan los valores por default.

```
arcpy.AddFeatureClassToTopology_management(out_topo, fc, 1, 1 )
```

A continuación, se han añadido las reglas a la topología, las mismas que se habían establecido en el proceso de definición de variables dentro de la lista, es decir si la lista cuenta con una regla topológica al momento de añadir los valores empezaran con 0, de existir dos o más se irá incrementando en 1,2, etc. En este caso para este elemento contamos con las reglas de tipo línea que van del 0 hasta el 7.

```
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[0], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[1], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[2], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[3], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[4], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[5], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[6], fc, "", "", "")
arcpy.AddRuleToTopology_management(out_topo, topoReglas[7], fc, "", "", "")
```

3.4.4 Validar el proceso topológico de vialidad

Valida la información de elementos contiguos e ingresa coordenadas en los mismos, verifica la integridad de los datos y de que cada regla pertenezca a la entidad donde va a realizarse el proceso

```
arcpy.ValidateTopology_management(out_topo)
```

3.4.5 Exportar potenciales errores de Vialidad

Finalmente se procedió a exportar los potenciales errores generados al formato shapefile y para este propósito con la denominación de "Errores_Vialidad".

```
arcpy.ExportTopologyErrors_management(out_topo, ds, "Errores_Vialidad")
```

3.5 Bloque 4 Depuración de Errores

Finalmente, en esta parte del script se implementó un bloque de depuración de errores, que en su gran mayoría corresponde a excepciones generadas por la unión de varios elementos en uno sola al momento de realizar el geoprocso append, el objetivo de esta sección es la de reducir al mínimo estos supuestos errores para poderlos revisar de forma manual ya en una cantidad importantemente reducida.

3.5.1 Depuración de errores hidrografía

En principio se selecciona el feature class que se creó al inicio del script, correspondiente al elemento de hidrografía, "Hidrografia_Topologia".

1. El primer paso es listar el feature class "Hidrografia_Topologia"

```
if fc == "Hidrografia_Topologia":
```

- Una vez ubicado aplicamos el geoproceso de transformar los vértices a puntos, pero que solamente indique donde existen dangles, es decir que realice esta operación donde los elementos no tengan conexión. (rio_Dangle)

```
arcpy.FeatureVerticesToPoints_management(fc,"rio_Dangle","DANGLE")
```



- Luego realizar un buffer de 5m (este valor depende de la escala de trabajo) del resultado anterior (rio_Dangle) se realizará únicamente de los elementos colgantes (Buffer_D).

```
arcpy.Buffer_analysis("rio_Dangle","Buffer_D", "5 Meters")
```



- Realizamos un Intersect entre Buffer_D e Hidrografia_Topologia cuyo resultado sea Inter_B_R de tipo línea (LINE)

```
arcpy.Intersect_analysis("Buffer_D ; Hidrografia_Topologia","Inter_B_R","ALL","","LINE")
```



Las líneas de color rojo representan la intersección del proceso antes realizado

- En Arcpy, es necesario trabajar con Layers en algunos geoprocenos, es por eso que antes de empezar se va a transformar Buffer_D y a Inter_B_R, obteniendo el siguiente resultado.

```
arcpy.MakeFeatureLayer_management("Buffer_D","Buffer_D_lyr")
```

```
arcpy.MakeFeatureLayer_management("Inter_B_R","Inter_B_R_lyr")
```

- Realizar una selección por localización entre Inter_B_R_lyr y Buffer_D_lyr, con esto se van a seleccionar todos los elementos que se intersecten.

```
arcpy.SelectLayerByLocation_management("Inter_B_R_lyr", "INTERSECT", "Buffer_D_lyr")
```



7. De acuerdo a esta selección realizamos el mismo proceso, Intersect Inter_B_R_lyr pero con rio_Dangle.lyr, se van a seleccionar únicamente los elementos que cumplan con esta condición luego de esto removemos la selección, este proceso es realizado en memoria así que han sido removidos lógicamente mas no físicamente.

```
arcpy.SelectLayerByLocation_management("Inter_B_R_lyr","INTERSECT","rio_Dangle","", "REMOVE_FROM_SELECTION")
```



8. Del anterior proceso que ha quedado en memoria, se exportan los resultados a la capa Intersect_fin, obteniendo los siguientes resultados.

```
arcpy.FeatureClassToFeatureClass_conversion("Inter_B_R_lyr" , os.path.join(ruta,"HO_AGUAS_INTERIORES") ,"Intersect_fin")
```



9. Ahora realizamos una selección por localización entre Buffer_D_lyr e Intersect_fin.lyr, con esto aseguraremos de que se seleccionen únicamente los elementos de Buffer_D_lyr que cumplan con la condición.

```
arcpy.SelectLayerByLocation_management("Buffer_D_lyr", "INTERSECT" ,"Intersect_fin_lyr" )
```



10. Una vez seleccionados los exportamos como una nueva cobertura denominada Buffer_D_fin.

```
arcpy.FeatureClassToFeatureClass_conversion("Buffer_D_lyr" , os.path.join(ruta,"HO_AGUAS_INTERIORES") ,"Buffer_D_fin")
```



11. Realizamos una selección por localización entre "Errores_Hidrografia_point_lyr, obtenida al momento de exportar los errores en formato shapefile y Buffer_D_fin_lyr.

```
arcpy.SelectLayerByLocation_management("Errores_Hidrografia_point_lyr","INTERSECT","Buffer_D_fin_lyr")
```



12. Y finalmente a partir de esa última selección exportar los potenciales errores con la denominación de "Errores_Hidrografia_Final"

```
arcpy.FeatureClassToFeatureClass_conversion("Errores_Hidrografia_point_lyr" , os.path.join(ruta,"HO_AGUAS_INTERIORES") ,"Errores_Hidrografia_Final")
```



Cabe mencionar que estos resultados finales hay que revisarlos de manera individual, porque aún podrían considerarse como excepciones o puede el error estar dentro de las tolerancias de escala

3.5.2 Depuración de errores vialidad

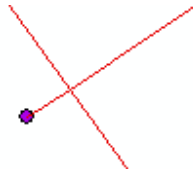
En principio se selecciona el feature class que se creó al inicio del script, correspondiente al elemento de vialidad, "Vialidad_Topologia".

1. El primer paso es listar el feature class "Vialidad_Topologia"

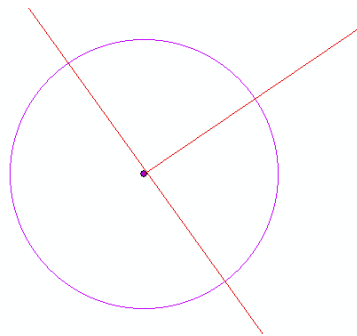
```
elif fc == "Vialidad_Topologia":
```

2. Una vez ubicado aplicamos el geoproceto de transformar los vértices a puntos, pero que solamente indique donde existen dangles, es decir que realice esta operación donde los elementos no tengan conexión. (via_Dangle)

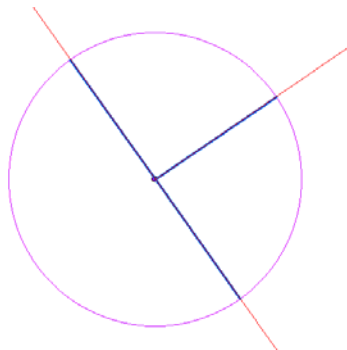
```
arcpy.FeatureVerticesToPoints_management(fc,"via_Dangle","DANGLE")
```



3. Luego realizar un buffer de 2m (este valor depende de la escala de trabajo) del resultado anterior (via_Dangle) se realizara únicamente de los elementos colgantes.(Buf_V_D)
`arcpy.Buffer_analysis("via_Dangle","Buf_V_D", "2 Meters")`



4. Realizamos un Intersect entre Buf_V_D y Vialidad_Topologia cuyo resultado sea Inter_B_V de tipo línea (LINE)
`arcpy.Intersect_analysis("Buf_v_D ; Vialidad_Topologia","Inter_B_V","ALL","","LINE")`



Las líneas de color azul representan la intersección del proceso antes realizado

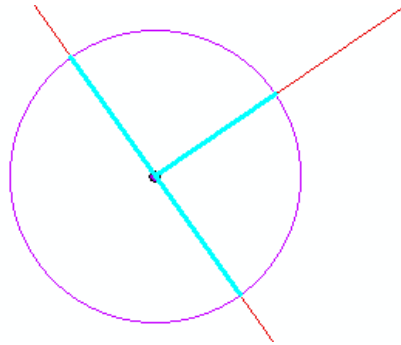
5. En Arcpy, es necesario trabajar con Layers en algunos geoprocursos, es por eso que antes de empezar se va a transformar Buffer_D y a Inter_B_R, obteniendo el siguiente resultado.

```
arcpy.MakeFeatureLayer_management("Buf_V_D","Buf_V_D_lyr")
```

```
arcpy.MakeFeatureLayer_management("Inter_B_V","Inter_B_V_lyr")
```

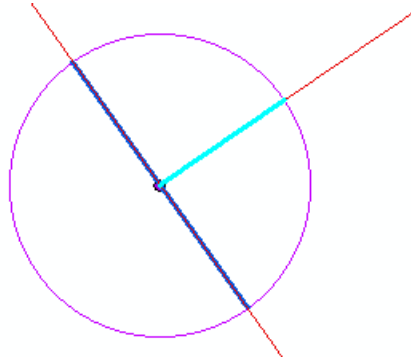
6. Realizar una selección por localización entre Inter_B_V_lyr y Buf_V_D_lyr, con esto se van a seleccionar todos los elementos que se intersecten.

```
arcpy.SelectLayerByLocation_management("Inter_B_V_lyr", "INTERSECT", "Buf_V_D_lyr")
```



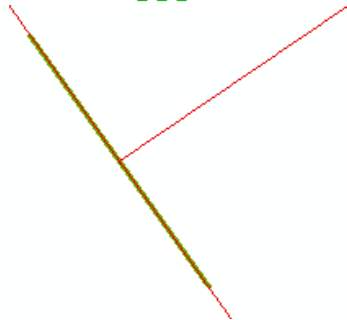
- De acuerdo a esta selección realizamos el mismo proceso, Intersect Inter_B_V_lyr pero con via_Dangle, se van a seleccionar únicamente los elementos que cumplan con esta condición luego de esto removemos la selección, este proceso es realizado en memoria así que han sido removidos lógicamente mas no físicamente.

```
arcpy.SelectLayerByLocation_management("Inter_B_V_lyr", "INTERSECT", "via_Dangle", "", "REMOVE_FROM_SELECTION")
```



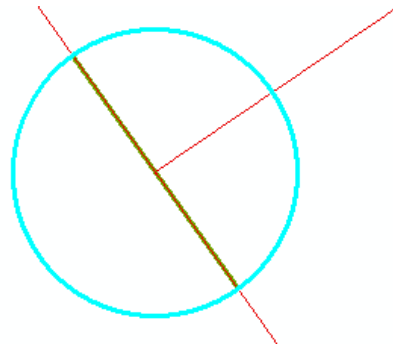
- Del anterior proceso que ha quedado en memoria, se exportan los resultados a la capa Inte_B_V_fin, obteniendo los siguientes resultados.

```
arcpy.FeatureClassToFeatureClass_conversion("Inter_B_V_lyr" , os.path.join(ruta, "IT_TRANSPORTE_TERRESTRE") , "Inte_B_V_fin")
```



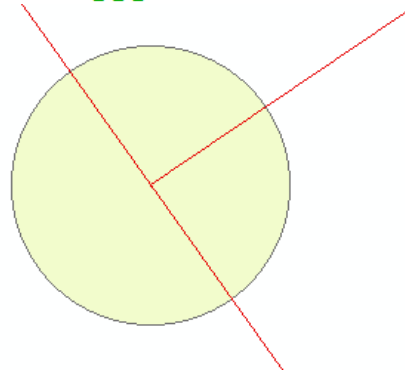
- Ahora realizamos una selección por localización entre Buf_V_D_lyr e Inte_B_V_fin, con esto aseguraremos de que se seleccionen únicamente los elementos de Buf_V_D_lyr que cumplan con la condición.

```
arcpy.SelectLayerByLocation_management("Buf_V_D_lyr", "INTERSECT" ,"Inte_B_V_fin_lyr" )
```



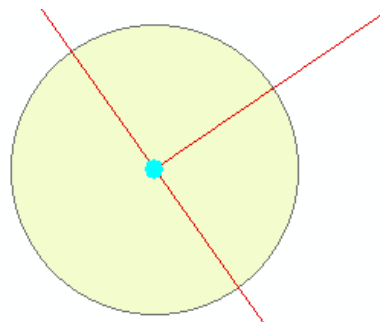
10. Una vez seleccionados los exportamos como una nueva cobertura denominada Buffer_D_V_fin.

```
arcpy.FeatureClassToFeatureClass_conversion("Buf_V_D_lyr" , os.path.join(ruta,"IT_TRANSPORTE_TERRESTRE") ,"Buffer_D_V_fin")
```



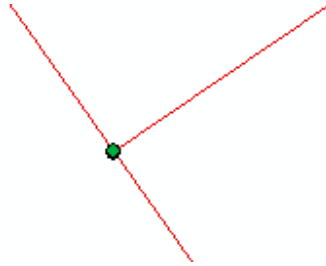
11. Realizamos una selección por localización entre Errores_Vialidad_point_lyr obtenida al momento de exportar los errores en formato shapefile y Buffer_D_V_fin.

```
arcpy.SelectLayerByLocation_management("Errores_Vialidad_point_lyr","INTERSECT","Buffer_D_V_fin_lyr")
```



12. Y finalmente a partir de esa última selección exportar los potenciales errores con la denominación de "Errores_Vialidad_Final"

```
arcpy.FeatureClassToFeatureClass_conversion("Errores_Vialidad_point_lyr" , os.path.join(ruta,"IT_TRANSPORTE_TERRESTRE") , "Errores_Vialidad_Final")
```



Cabe mencionar que estos resultados finales hay que revisarlos de manera individual, porque aún podrían considerarse como excepciones o puede el error estar dentro de las tolerancias de escala

3.5.3 Depuración de errores planimetría

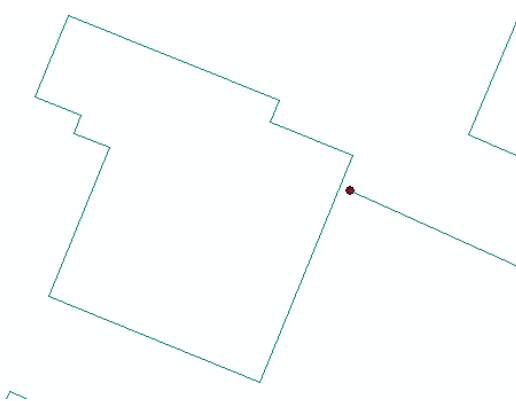
En principio se selecciona el feature class que se creó al inicio del script, correspondiente al elemento de planimetría, "Planimetria_Topologia"

1. El primer paso es listar el feature class "Planimetria_Topologia"

```
elif fc == "Planimetria_Topologia":
```

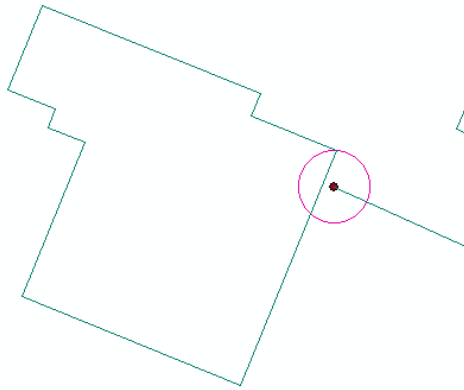
2. Una vez ubicado aplicamos el geoproceto de transformar los vértices a puntos, pero que solamente indique donde existen dangles, es decir que realice esta operación donde los elementos no tengan conexión. ("cerca_Dangle")

```
arcpy.FeatureVerticesToPoints_management(fc,"cerca_Dangle","DANGLE")
```



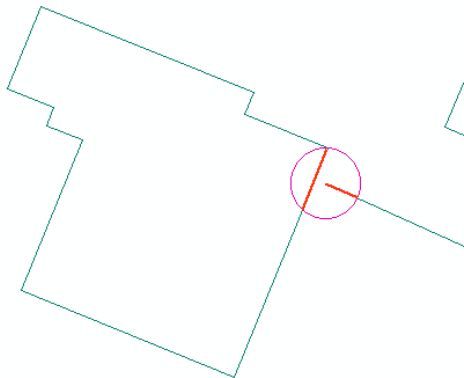
3. Luego realizar un buffer de 2m (este valor depende de la escala de trabajo) del resultado anterior (cerca_Dangle) se realizara únicamente de los elementos colgantes.(Buf_C_D)

```
arcpy.Buffer_analysis("cerca_Dangle","Buf_C_D", "2 Meters")
```



- Realizamos un Intersect entre Buf_C_D y Planimetria_Topologia cuyo resultado sea Inter_B_C de tipo línea (LINE)

```
arcpy.Intersect_analysis("Buf_C_D ; Planimetria_Topologia","Inter_B_C","ALL","","LINE")
```



Las líneas de color rojas representan la intersección del proceso antes realizado

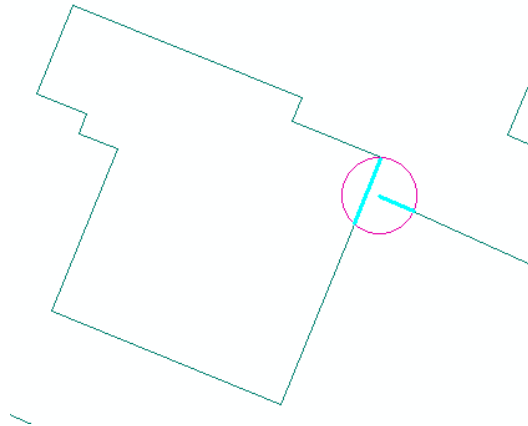
- En Arcpy, es necesario trabajar con Layers en algunos geoprocetos, es por eso que antes de empezar se va a transformar Buf_C_D y a Inter_B_C, obteniendo el siguiente resultado.

```
arcpy.MakeFeatureLayer_management("Buf_C_D","Buf_C_D_lyr")
```

```
arcpy.MakeFeatureLayer_management("Inter_B_C","Inter_B_C_lyr")
```

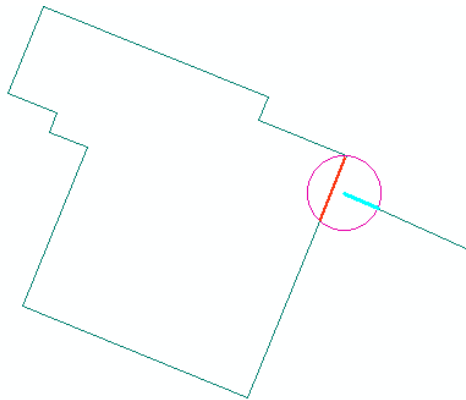
- Realizar una selección por localización entre Inter_B_C_lyr y Buf_C_D_lyr, con esto se van a seleccionar todos los elementos que se intersecten.

```
arcpy.SelectLayerByLocation_management("Inter_B_C_lyr", "INTERSECT", "Buf_C_D_lyr")
```



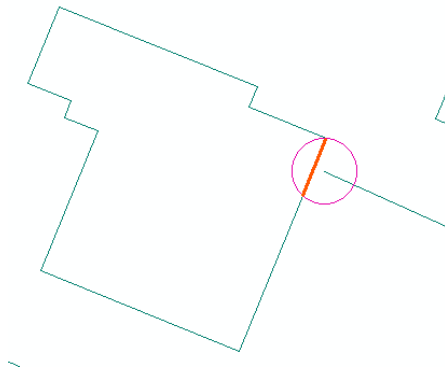
- De acuerdo a esta selección realizamos el mismo proceso, Intersect Inter_B_C_lyr pero con cerca_Dangle, se van a seleccionar únicamente los elementos que cumplan con esta condición luego de esto removemos la selección, este proceso es realizado en memoria así que han sido removidos lógicamente mas no físicamente.

```
arcpy.SelectLayerByLocation_management("Inter_B_C_lyr", "INTERSECT", "cerca_Dangle", "", "REMOVE_FROM_SELECTION")
```



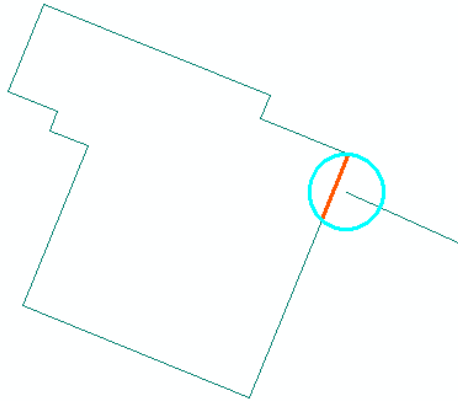
- Del anterior proceso que ha quedado en memoria, se exportan los resultados a la capa Inte_B_C_fin, obteniendo los siguientes resultados.

```
arcpy.FeatureClassToFeatureClass_conversion("Inter_B_C_lyr" , os.path.join(ruta, "GS_ASOCIADO_A_POBLADOS") , "Inte_B_C_fin")
```



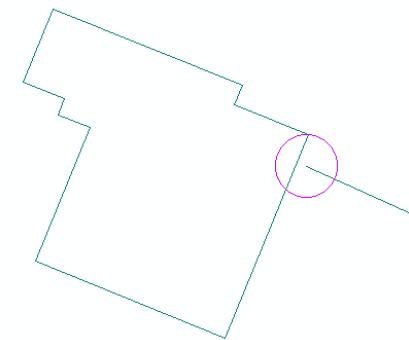
9. Ahora realizamos una selección por localización entre Buf_C_D_lyr e Inte_B_V_fin, con esto aseguraremos de que se seleccionen únicamente los elementos de Inte_B_V_fin_lyr que cumplan con la condición.

```
arcpy.SelectLayerByLocation_management("Buf_C_D_lyr", "INTERSECT" ,"Inte_B_C_fin_lyr" )
```



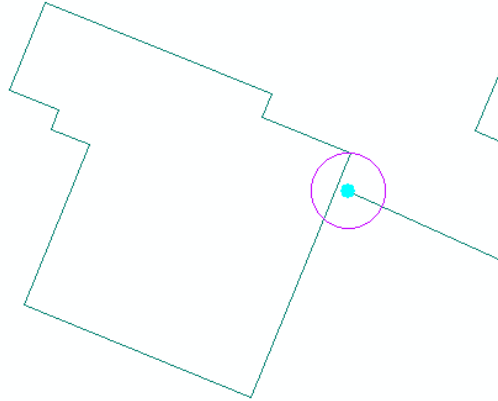
10. Una vez seleccionados los exportamos como una nueva cobertura denominada Buffer_D_C_fin.

```
arcpy.FeatureClassToFeatureClass_conversion("Buf_C_D_lyr" , os.path.join(ruta,"GS_ASOCIADO_A_POBLADOS") ,"Buffer_D_C_fin")
```



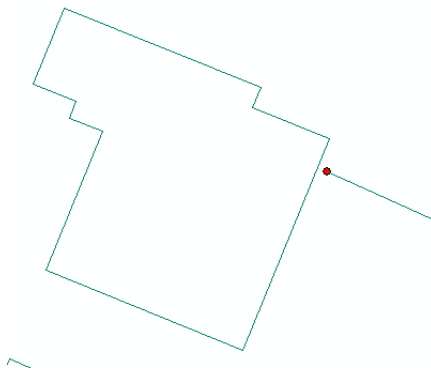
11. Realizamos una selección por localización entre Errores_Planimetria_point_lyr, obtenida al momento de exportar los errores en formato shapefile. y Buffer_D_C_fin_lyr,

```
arcpy.SelectLayerByLocation_management("Errores_Planimetria_point_lyr","INTERSECT","Buffer_D_C_fin_lyr")
```



12. Finalmente, a partir de esa última selección exportar los potenciales errores con la denominación de "Errores_Planimetria_Final"

```
arcpy.FeatureClassToFeatureClass_conversion("Errores_Planimetria_point_lyr" , os.path.join(ruta,"GS_ASOCIADO_A_POBLADOS") ,"Errores_Planimetria_Final")
```



Cabe mencionar que estos resultados finales hay que revisarlos de manera individual, porque aún podrían considerarse como excepciones o puede el error estar dentro de las tolerancias de escala.

CAPITULO IV

4.1 Implementación del proceso de validación en las bases de datos geográficas a escala 1:5000

Al ser un trabajo teórico práctico, en este capítulo se realizó un análisis de los datos obtenidos tras el procesamiento de validación de los datos y como ejemplo se ha tomado la base de datos Santa Lucía perteneciente a la provincia del Guayas que fue generado por el Instituto Geográfico Militar del Ecuador. Ver Anexo 1

4.1.1 Resultados de Cobertura Terrestre

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el proceso de validación de la información de tipo área. (Anexo 2 Resultados Cobertura Terrestre)

<i>N° Elementos</i>	<i>Gaps</i>	<i>Overlaps</i>	<i>Total</i>
6510	4	19	23
Porcentaje	17%	83%	100%

Tabla 5. Resultados Cobertura Terrestre

De 6510 elemento que forman parte de la cobertura terrestre, se han podido identificar 4 errores donde existe la ausencia de coberturas identificados técnicamente con la palabra GAP, además se han localizado 19 potenciales errores de sobreposición u Overlap, los mismo que deben ser verificados de manera manual, debido a que deben cumplir las reglas establecidas en el modelo semántico definido para la cobertura terrestre. Al final se contabilizaron 23 potenciales errores en este proceso.

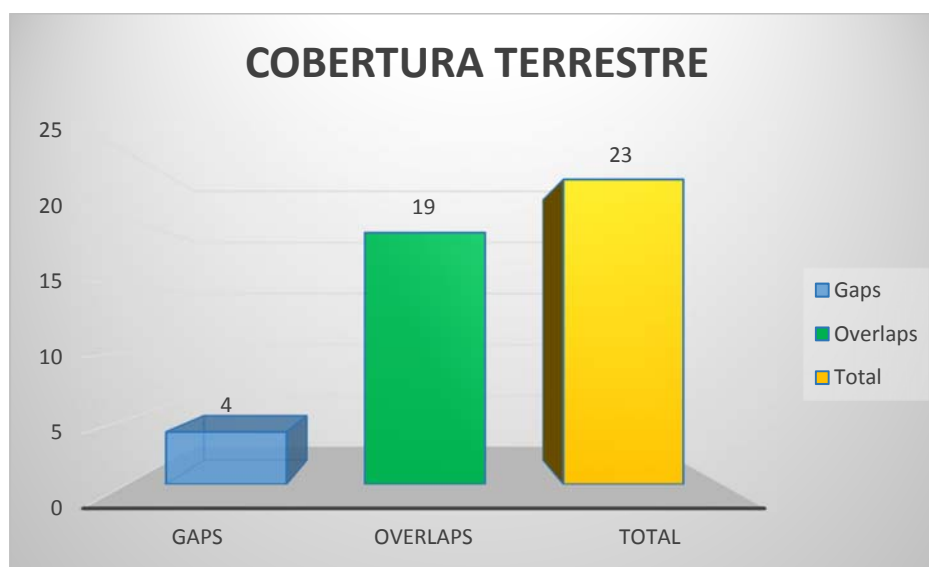


Gráfico 7. Resultados de Cobertura Terrestre

Para el proceso de control topológico en los elementos de cobertura terrestre, en el caso de la base de Santa Lucía existe un predominio de errores de tipo Overlap con el 83%, lo que significa que se debe poner atención en las reglas establecidas en el modelo semántico, por otro lado, existe un

17% de errores de tipo Gap, esto se puede evitar al momento de la captura de la información de tipo polígono, verificando que existan nodos de conexión entre las mismas.

4.1.2 Resultados de elementos hidrográficos

En segundo lugar, se presentan los resultados del proceso de control topológico en las coberturas de hidrografía. (Anexo 3 Resultados hidrografía)

N° Elementos		Must Not Have Dangles	Must Not Have Pseudo Nodes	Must Not Intersect	Must Not Intersect Or Touch Interior	Total
1490	Convencional	479	79	39	295	892
	Depurada	33	8	11	11	63
Porcentaje		7%	10%	28%	4%	7%

Tabla 6. Resultados hidrografía

En 1490 elementos donde se realizaron los procesos de control topológico convencional, se han encontrado 479 errores identificados con Must Not Have Dangles, 79 de tipo Must Not Have Pseudo Nodes, 39 correspondientes a Must Not Intersect y 295 de tipo Must Not Intersect Or Touch Interior.

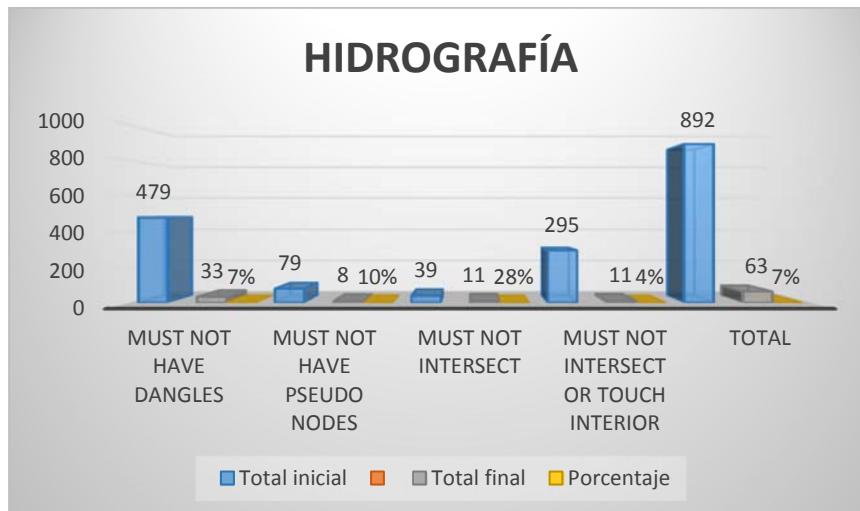


Gráfico 8. Resultados de elementos hidrográficos

Por otro lado con el proceso de depuración propuesto, en lo que se refiere a Must Not Have Dangles se han reducido a un valor de 33 errores los mismos que corresponden a un 7% de su correspondiente, en los de tipo Must Not Have Pseudo Nodes ha disminuido hasta 8, lo que significa el 10% con relación a su correspondiente en el proceso convencional, para Must Not Intersect pasa de 39 a 11 errores lo que corresponde al 28% finalmente para Must Not Intersect Or Touch Interior le corresponde el valor de 11 potenciales errores y con relación a su par tiene un 4%, en total se han contabilizado 63 errores con la propuesta que en conjunto le corresponde el 7% del total con relación al proceso convencional.

En conclusión, el tipo de error que más predomina en esta cobertura corresponde a los de tipo Must Not Have Dangles, estos generalmente corresponden a elementos colgantes, los mismos que no en su mayoría se encuentran en el inicio de los elementos hidrográficos o también los elementos que se encuentran en los bordes, se puede también observar que el porcentaje de error final tiene un valor de 7% con esto se podría decir que se han depurado la mayor cantidad de excepciones, obteniendo así solamente los potenciales errores.

4.1.3 Resultados de elementos viales

En tercer lugar, se presentan los resultados del proceso de control topológico en las coberturas de vialidad. (Anexo 4 Resultados vialidad)

N° Elementos		Must Not Have Dangles	Must Not Have Pseudo Nodes	Must Not Intersect	Must Not Intersect Or Touch Interior	Total
4974	Convencional	1456	638	84	2275	4453
	Depurada	57	22	22	22	123
Porcentaje		4%	3%	26%	1%	3%

Tabla 7. Resultados vialidad

Con un total de 4974 elementos donde se realizaron los procesos de control topológico convencional, se han encontrado 1456 errores identificados con Must Not Have Dangles, 638 de tipo Must Not Have Pseudo Nodes, 84 correspondientes a Must Not Intersect y 2275 de tipo Must Not Intersect Or Touch Interior.

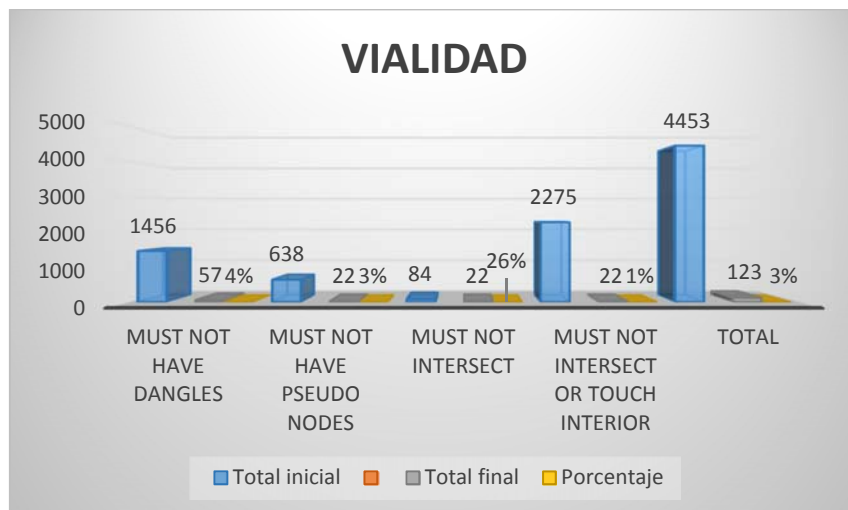


Gráfico 9. Resultados de elementos viales

Aplicando el proceso de depuración en esta cobertura, en lo que se refiere a Must Not Have Dangles se han reducido a un valor de 57 errores los mismos que corresponden a un 4% de su correspondiente, en los de tipo Must Not Have Pseudo Nodes ha disminuido hasta 22 lo que indica un 10% con relación a su correspondiente en el proceso convencional, para Must Not Intersect

pasa de 84 a 22 errores lo que corresponde al 26% finalmente para Must Not Intersect Or Touch Interior le corresponde el valor de 22 potenciales errores y con relación a su par tiene un 1%, en total se han contabilizado 123 errores con la propuesta que en conjunto le corresponde el 3% del total con relación al proceso convencional.

Se concluye que el tipo de error más predominante en esta cobertura corresponde a los de tipo Must Not Intersect Or Touch Interior, estos generalmente corresponden a elementos del mismo tipo, es decir un sendero no puede sobreponerse con otro de su misma clase, lo mismo aplica a los elementos viales, de verificarse estos casos se deben segmentar entre sí, creando un nodo de conexión para evitar este tipo de errores , se puede también observar que el porcentaje de error final tiene un valor de 3% con esto se podría decir que se han depurado la mayor cantidad de excepciones, obteniendo así solamente los potenciales errores.

4.1.4 Resultados de elementos planimétricos

Finalmente se presentan los resultados del proceso de control topológico en las coberturas de planimetría. (Anexo 5 Resultado planimetría)

N° Elementos		Must Not Have Dangles	Must Not Have Pseudo Nodes	Must Not Intersect	Must Not Intersect Or Touch Interior	Total
7327	Convencional	530	70	33	146	779
	Depurada	70	13	24	24	131
Porcentaje		13%	18%	72%	16%	16%

Tabla 8. Elementos planimétricos

De 7327 elementos donde se realizaron los procesos de control topológico convencional, se han encontrado 530 errores identificados con Must Not Have Dangles, 70 de tipo Must Not Have Pseudo Nodes, 33 correspondientes a Must Not Intersect y 146 de tipo Must Not Intersect Or Touch Interior.

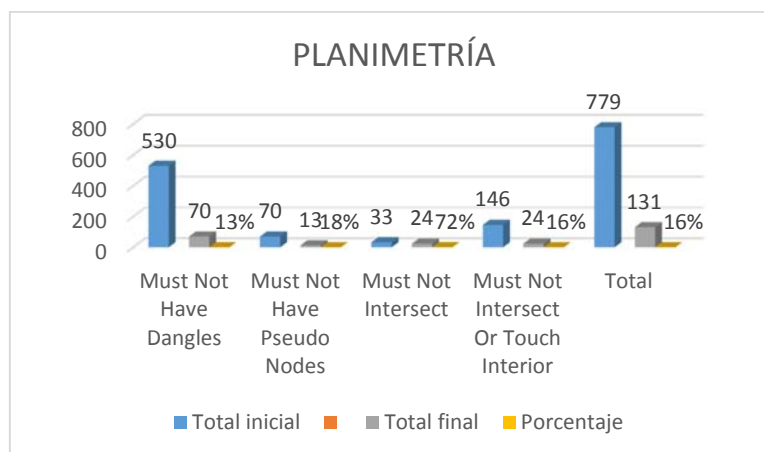


Gráfico 10. Resultados de elementos planimétricos

Finalmente los resultados del proceso de depuración en esta cobertura nos dan los siguientes resultados, en lo que se refiere a Must Not Have Dangles se han reducido a un valor de 70 errores los mismos que corresponden a un 13% de su correspondiente, en los de tipo Must Not Have Pseudo Nodes ha disminuido hasta 13 lo que indica un 18% con relación a su correspondiente en el proceso convencional, para Must Not Intersect pasa de 33 a 24 errores lo que corresponde al 72% finalmente para Must Not Intersect Or Touch Interior le corresponde el valor de 24 potenciales errores y con relación a su par tiene un 16%, en total se han contabilizado 131 errores con la propuesta que en conjunto le corresponde el 16% del total con relación al proceso convencional.

En conclusión, el tipo de error que más predomina en esta cobertura corresponde a los de tipo Must Not Have Dangles, estos generalmente corresponden a elementos colgantes, los mismos que no en su mayoría se encuentran en el inicio de los elementos hidrográficos o también los elementos que se encuentran en los bordes, se puede también observar que el porcentaje de error final tiene un valor de 16% con esto se podría decir que se han depurado la mayor cantidad de excepciones, obteniendo así solamente los potenciales errores.

CONCLUSIONES

- Se ha determinado que, en el proceso de control de calidad, un gran porcentaje utiliza un solo método al momento de realizar la topología, así como también se observa que se aplica la forma convencional, esto significa trabajar los elementos uno a uno, sin tomar en cuenta las relaciones espaciales con otros elementos de diferente tipo y, por último, al realizar este proceso, a la mayoría de personas le toma por lo menos dos días la revisión de los resultados generados.
- Se ha propuesto un control topológico, desarrollado con lenguaje de programación Python, involucrando todos los elementos del mismo tipo y además los que se relacionan entre sí, es decir se ha realizado un control más pormenorizado, evitando con estos posibles errores que no pueden ser detectados al momento de trabajar individualmente, todo esto aplicado a los elementos de cobertura terrestre, y especialmente a los elementos de vialidad, hidrografía y planimetría.
- La validación de la información ha dado resultados en el control de excepciones, dejando con esto los posibles errores, se puede observar que, para este caso, en la Base de Datos de Santa Lucía, en general han existido una reducción de errores de al menos un 80%, es decir la metodología es potencialmente útil en la optimización de procesos, así como también de tiempos de ejecución.

RECOMENDACIONES

- Al ser una propuesta de control topológico, se deben continuar realizando pruebas para que pueda entrar en fase de producción.
- La versión de este control, debe ser utilizado en ArcGis desde la versión 10.2 en adelante, ya que las versiones anteriores no cuentan con herramientas de geoprocreso que están incluidas en esta aplicación
- Es muy importante realizar una copia de la base de datos, debido a que el proceso modifica los datos originales.
- La denominación de la base de datos, no debe contener ningún carácter especial, tales como la letra “ñ” o “Ñ” ya que por razones de codificación las detecta como error.
- Si se detecta algún error de mal funcionamiento o que no realice todas las tareas establecidas, comunicar inmediatamente al encargado del desarrollo de la misma.

BIBLIOGRAFIA

Albert Botella Plana, Anna Munoz Bollas, Rosa Olibella Gonzalez, Joan Carles Olmedillas Hernandez, Jesus Rodriguez Lloret. (2011). Introducción a los Sistemas de Información Geográfica y Telemática. Barcelona: UOC.

Bautista Bulla, Eduard Enrique. (2017). Aplicaciones SIG para la Validación de Modelo de Datos. 2018, de Tesis de grado Sitio web: <http://hdl.handle.net/11349/6523>

C. J. Date. (2001). Introducción a los sistemas de bases de datos. U.S.A: Pearson Educación.

Correa Ortiz, Luis Carlos Cáceres González, Carlos Eduardo Asesor. (2015). Sistema de información geográfica para la evaluación regional del agua en el departamento del Huila. 2018, de Especialización en Sistema de Información Geográfica Sitio web: <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/handle/6789/3214>

ESRI. (s.f.). Crear topología. Recuperado 12 marzo, 2018, de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/data-management/create-topology.htm>

ESRI. (s.f.). Reglas topológicas. Recuperado 12 marzo, 2018, de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/data-management/rules-topology.htm>

ESRI. (s.f.). Validar topología. Recuperado 12 marzo, 2018, de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/data-management/validate-topology.htm>

Introducción a los Sistemas de Información geográfica SIG Cees van Westen y Ruben D. Vargas. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), Enschede, The Netherlands.

Jabba Molinares, Daladier, Alcocer Olaciregui, Adalgisa, Rojas Morales, Carmenza, Análisis comparativo de las herramientas de programación Web: PHP, ASP y JSP, bajo los sistemas operativos Linux y Windows. Ingeniería y Desarrollo [en línea] 2004, [Fecha de consulta: 13 de noviembre de 2018] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85216007>> ISSN 0122-3461

Marc Vallory. (2015-2016). Creació d'eines per a la gestió de la ventilació en arcgis. Catalunya: Editorial Catalana.

Domínguez Bravo Javier. (1995). "Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)". Madrid (Spain).: CIEMAT.

Jorge Falla Gamboa. (2012). Geoprocesamiento. 2018, de -- Sitio web: http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-3/complementarias/GeoProcesamiento_nov_2012.pdf

López Goez, Luz Natalia Pineda Álvarez, Laura Victoria. (2015). Integración de un SIG y un modelador hidráulico aplicado al diseño de alcantarillado. 2018, de Ingenierías USB Medellín Sitio web: <http://hdl.handle.net/10819/3915>

MappingGis. (2019). Como crear topología en Arcpy. 2019, de mappingGis Sitio web: http://www.cva.itesm.mx/biblioteca/pagina_con_formato_version_oct/apaweb.html

Python UnicodeEncodeError [Publicación en un blog]. (s.f.). Recuperado 12 marzo, 2018, de <https://www.saltycrane.com/blog/2008/11/python-unicodeencodeerror-ascii-codec-cant-encode-character/>

Rodríguez Franco, Luis Santiago Parra Jiménez, Juan David. (2014). Herramienta para la gestión y bases de datos y mapas en ARCGIS. 2018, de -- Sitio web: <http://hdl.handle.net/10819/4115>

Sistemas de información Geográfica. Aplicación en ingeniería y medio ambiente con ArcView. (2003).

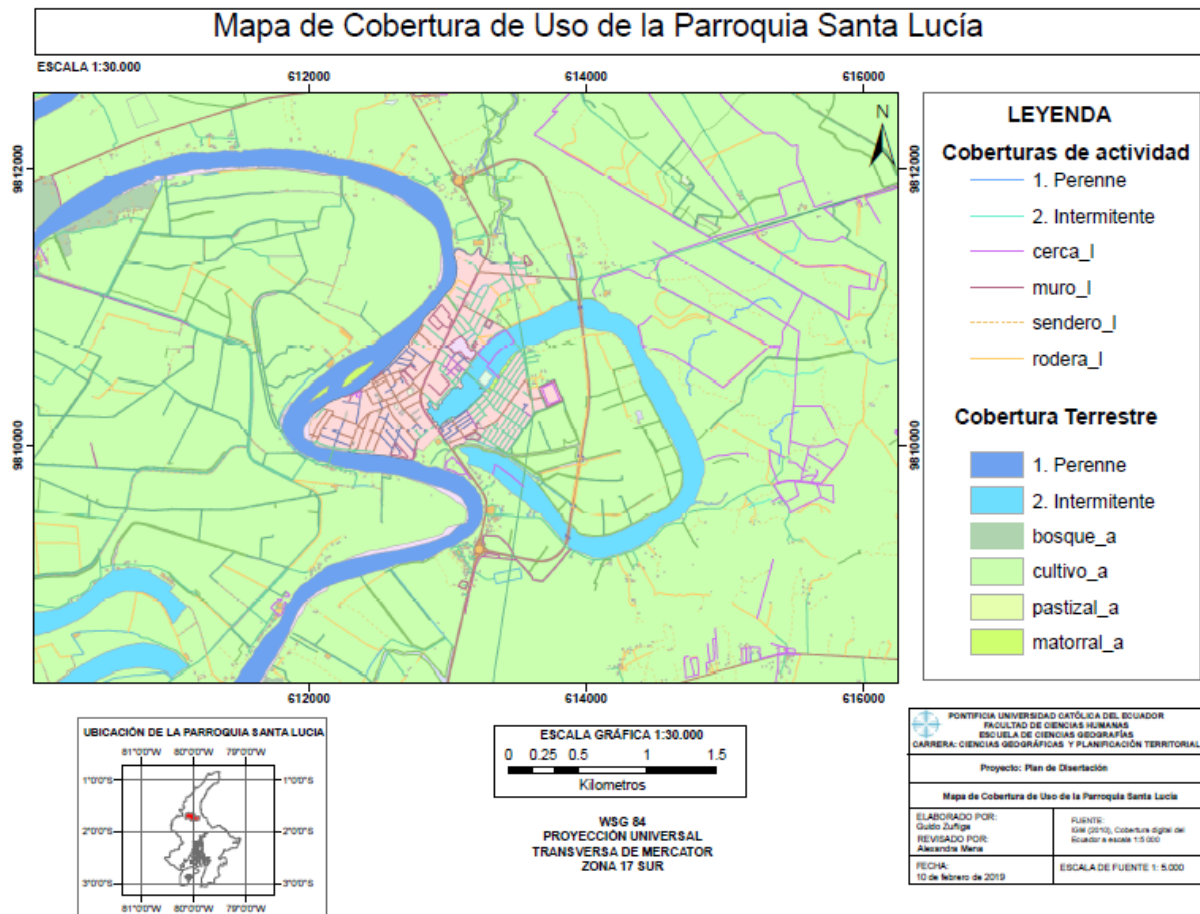
Victoriano Martínez Álvarez y Justo Hernández Blanco. Ed. Moralea.

Spatial and Spatio-Temporal Data Models for GIS. B t K i j L i b U i i t i C t Bart Kuijpers. Limburgs Universitair Centrum <http://alpha.luc.ac.be/~lucp1265/bart.kuijpers@luc.ac.be>

Yair Rivera Julio. (2014). Bases De Datos Geograficas Y Autocorrelación Espacial Para Identificar Patrones De Distribuciones Espaciales. 2018, de Corporación Universitaria Americana. Sitio web: <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/innovacioning/article/view/2054>

ANEXOS

Anexo 1 Mapa de Cobertura de Uso de Suelo del Cantón Santa Lucía



Anexo 2 Encuesta del proceso topológico

Cuestionario de opción múltiple

1. Escoja la opción que más se acerque al proceso topológico que usted realiza *

- 1. Seleccionar Feature DataSet 2. Selecciona elemento lineal 3. Cargar listado de reglas topológicas 4. Validar 5. De...
- 1. Seleccionar Feature DataSet 2. Selecciona elemento lineal y polígono 3. Cargar listado de reglas topológicas 4. V...
- 1. Seleccionar Feature DataSet 2. Selecciona elementos relacionados entre sí 3. Cargar listado de reglas topológica...

2. Usted realiza el control topológico: *

- Elemento por elemento?; es decir por ejemplo, primero todas las roderas, luego todos los senderos, etc.
- Elementos de la misma clase pero en conjunto?; es decir por ejemplo río_a con río_l?
- Transforma elementos de tipo polígono a línea para poder relacionarlos entre sí?

3. De acuerdo a su experiencia, cuanto tiempo le toma realizar el control topológico en una base escala 1:5000 en promedio?

- Me toma 1 día
- Me toma de 2 a 4 días
- Me toma 4 a más días

4. De acuerdo a su experiencia, cual es el tipo de error que se presenta con más frecuencia en el control topológico?

- Must Not Have Dangles
- Must Not Have Pseudo Nodes
- Must Not Intersect
- Must Not Intersect Or Touch Interior

5. De acuerdo a la respuesta anterior, por favor estime el tiempo de revisión del, o los errores escogidos

- Me toma 1 día
- Me toma de 2 o mas días

6. Cree usted, que un proceso de automatización de la topología ayudaría a mejorar el control en:

- Optimizar el tiempo
- Optimizar procesos
- Descartar excepciones
- Todas las anteriores

Anexo 3 Resultados Cobertura Terrestre

Table

Cobertura_Topologia

OBJECTID *	Shape *	Shape_Length	Shape_Area	Layer
6500	Polygon	626.907596	846.02707	Zanja_a
6501	Polygon	417.447361	665.777791	Zanja_a
6502	Polygon	1244.992038	1688.047763	Zanja_a
6503	Polygon	1943.691528	2603.66171	Zanja_a
6504	Polygon	1033.127976	1930.308804	Zanja_a
6505	Polygon	1012.955046	14577.879829	Cantera_a
6506	Polygon	611.101729	17300.114279	Cantera_a
6507	Polygon	766.279859	11733.3281	Cantera_a
6508	Polygon	428.516415	5511.977007	Cantera_a
6509	Polvaon	408.54506	10957.59519	Cantera a

6510 (0 out of 6510 Selected)

Cobertura_Topologia

Table

Errores_Cobertura_Terrestre_line

Rule Description	Exception	S
Must Not Have Gaps	0	
Must Not Have Gaps	0	
Must Not Have Gaps	0	
Must Not Have Gaps	0	

1 (0 out of 4 Selected)

Table

Errores_Cobertura_Terrestre_poly

Rule Description	Exception	S
Must Not Overlap	0	
Must Not Overlap	0	
Must Not Overlap	0	
Must Not Overlap	0	
Must Not Overlap	0	

1 (0 out of 19 Selected)

Anexo 4 Resultados hidrografía convencional

OBJECTID *	Shape *	Shape_Length
1	Polyline	75.190406
2	Polyline	366.094434
3	Polyline	105.388015
4	Polyline	9.297757
5	Polyline	9.297757
6	Polyline	105.6252
7	Polyline	1.127438
8	Polyline	12.484353
9	Polyline	4.979507
10	Polyline	4.979507
11	Polyline	1090.092713
12	Polyline	12.054274
13	Polyline	3.393707

(0 out of 1490 Selected)

Rule Description
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles

(479 out of 892 Selected)

Rule Description
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes

(79 out of 892 Selected)

Rule Description
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect

(39 out of 892 Selected)

Rule Description
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior

(295 out of 892 Selected)

Anexo 5 Resultado vialidad convencional

OBJECTID *	Shape *	Shape_Length
1	Polyline	68.947731
2	Polyline	456.813615
3	Polyline	200.94678
4	Polyline	492.747927
5	Polyline	408.49164
6	Polyline	53.884301
7	Polyline	11.242875
8	Polyline	33.581458
9	Polyline	274.981871
10	Polyline	10.08156
11	Polyline	12.602339
12	Polyline	12.334298
13	Polyline	12.615004

4794 (0 out of 4794 Selected)

Rule Description
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles

4453 (1456 out of 4453 Selected)

Rule Description
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes

1 (638 out of 4453 Selected)

Rule Description
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect

1 (84 out of 4453 Selected)

Rule Description
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior

1 (2275 out of 4453 Selected)

Anexo 5.1 Resultado vialidad depurada

Table

Errores_Vialidad_Final

	Rule Description
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Dangles
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Dangles
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Dangles
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Dangles
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Dangles
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Dangles
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Dangles
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Dangles
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Dangles
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Dangles
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Dangles
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Dangles

(57 out of 123 Selected)

Table

Errores_Vialidad_Final

	Rule Description
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Pseudo Nodes
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Pseudo Nodes
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Pseudo Nodes
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Pseudo Nodes
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Pseudo Nodes
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Pseudo Nodes
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Pseudo Nodes
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Pseudo Nodes
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Pseudo Nodes
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Pseudo Nodes
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Pseudo Nodes
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Have Pseudo Nodes

(22 out of 123 Selected)

Table

Errores_Vialidad_Final

	Rule Description
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect

(22 out of 123 Selected)

Table

Errores_Vialidad_Final

	Rule Description
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect Or Touch Interior
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect Or Touch Interior
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect Or Touch Interior
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect Or Touch Interior
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect Or Touch Interior
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect Or Touch Interior
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect Or Touch Interior
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect Or Touch Interior
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect Or Touch Interior
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect Or Touch Interior
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect Or Touch Interior
<input checked="" type="checkbox"/>	Must Not Intersect Or Touch Interior

(22 out of 123 Selected)

Anexo 6 Resultado planimetría convencional

OBJECTID *	Shape *	Shape_Length
7318	Polyline	180.408745
7319	Polyline	174.453307
7320	Polyline	181.982788
7321	Polyline	126.108402
7322	Polyline	301.108508
7323	Polyline	184.579489
7324	Polyline	273.032173
7325	Polyline	115.334795
7326	Polyline	59.296725
7327	Polyline	73.511517

(0 out of 7327 Selected)

OID *	Shape *	Class 1
1	Point	Planimetria_Topolgia
3	Point	Planimetria_Topolgia
4	Point	Planimetria_Topolgia
5	Point	Planimetria_Topolgia
6	Point	Planimetria_Topolgia
7	Point	Planimetria_Topolgia
8	Point	Planimetria_Topolgia
9	Point	Planimetria_Topolgia
10	Point	Planimetria_Topolgia

(530 out of 779 Selected)

Rule Description
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes

(70 out of 779 Selected)

Rule Description
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect

(33 out of 779 Selected)

Rule Description
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior

(146 out of 779 Selected)

Anexo 6.1 Resultado planimetría depurada

Table

Errores_Planimetria_Final

Rule Description
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles
Must Not Have Dangles

70 out of 131 Selected

Table

Errores_Planimetria_Final

Rule Description
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes
Must Not Have Pseudo Nodes

13 out of 131 Selected

Table

Errores_Planimetria_Final

Rule Description
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect
Must Not Intersect

24 out of 131 Selected

Table

Errores_Planimetria_Final

Rule Description
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior
Must Not Intersect Or Touch Interior

24 out of 131 Selected

Anexo 7. Manual de uso de la aplicación

Crear Formulario

Para implementar el proceso de validación, es necesario crear un formulario, donde se va a cargar el script que cuenta con el programa que realizara el proceso topológico, para esto es necesario crearlo dentro de un toolbox, Ver Figura 14.

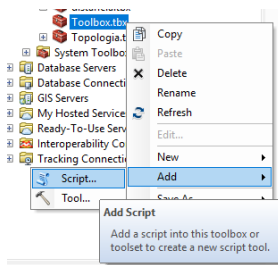


Figura 14. Formulario Script

Nombre de la aplicación

En el campo name del formulario, ingresar la denominación que va a tener la aplicación, lo mismo se puede realizar en el campo label, dejándola como un alias, de aquí en adelante es como se podrá identificar la aplicación dentro de la herramienta de trabajo o toolbox, para este propósito, Topología. Ver Figura 15

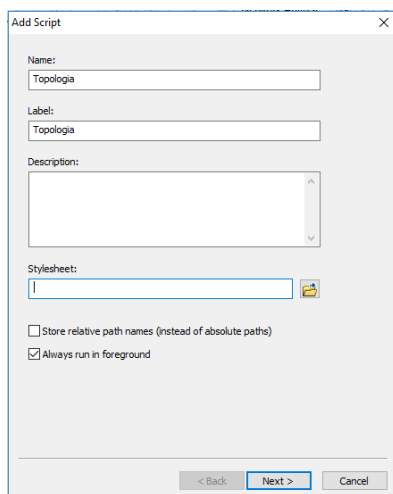


Figura 15. Ingresar nombre

Cargar Script

Una vez definida la denominación, se debe escoger la aplicación y añadirla dentro del formulario, esto puede ser de forma permanente o temporal, es decir que puede ser ingresado para poder ser modificado, en el caso de presentarse algún tipo de inconsistencia al momento de ejecutarse. Ver Figura 16

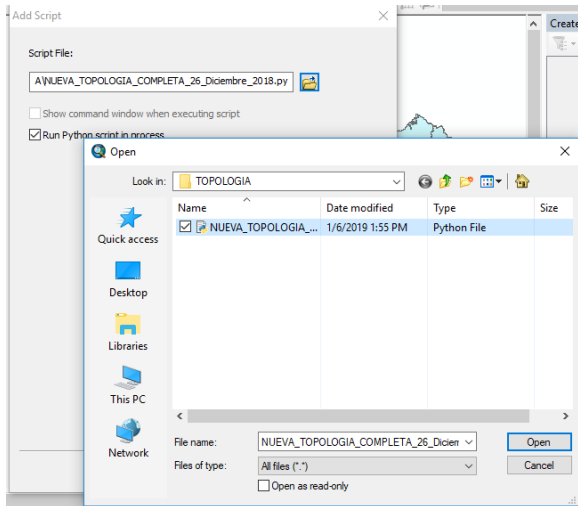


Figura 16. Cargar script en formulario

Definir parámetros de entrada

Aquí se realizara la configuración de cómo va a aparecer los avisos en el formulario, y que tipo de datos con los que el formulario va a trabajar, existen varias funciones al momento de desplegar el tipo de dato, para trabajar con bases de dato se debe escoger la función Data element, esta permitirá seleccionar datos desde la matriz de almacenamiento, es decir sin direccionar a un Feature class o Data set específico. Ver Figura 17.

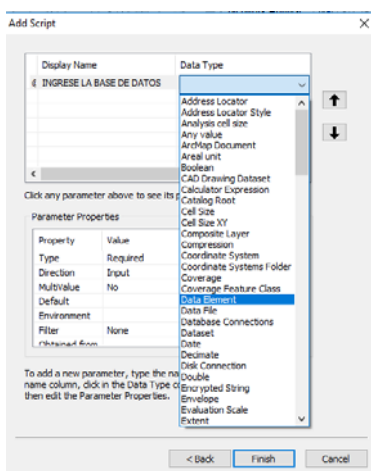


Figura 17. Definir parámetros de entrada

Añadir información de uso de la aplicación

Una vez definidos los parámetros de entrada, se procede a ubicarse en el submenú Item Description, en el cual se ingresará la información que aparecerá en la venta emergente de ayuda al momento de ejecutarse la aplicación de acuerdo a las siguientes consideraciones. Ver Figura 18.

Información general en el formulario de ejecución

IMPORTANTE

Ejecutar el proceso en una base de datos de respaldo

La denominación de la Base de Datos no debe contener caracteres especiales, puntualmente la letra " Ñ ", " ñ "

ELEMENTOS DE TRABAJO TOPOLOGICO

HIDROGRAFIA

Coberturas que intervienen en el proceso:

- acequia_a
- acueducto_canal_l
- rio_l
- zanja_l
- acueducto_canal_a
- area_inundacion_a
- estanque_a
- cienaga_a
- embalse_a
- granja_acuatica_a
- lago_laguna_a
- pantano_a
- pozo_agua_a
- rio_a
- zanja_a

VIALIDAD

Coberturas que intervienen en el proceso:

- rodera_l
- sendero_l
- via_ruta_l

PLANIMETRIA

Coberturas que intervienen en el proceso:

- choza_a
- cerca_l

- edificio_a
- muro_l
- corral_a
- establo_a

COBERTURA TERRESTRE

Coberturas que intervienen en el proceso:

- acequia_a
- acueducto_canal_a
- anteplaya_a
- bosque_a
- canal_navegacion_a
- cantera_a
- caracteristica_suelo_a
- cauce_a
- cienaga_a
- cultivo_a
- embalse_a
- estanque_a
- estrato_rocoso_a
- glaciar_a
- grieta_a
- lago_laguna_a
- limite_nieve_a
- matorral_a
- mina_a
- pantano_a
- pastizal_a
- pozo_agua_a
- rio_a
- roca_a
- Salitral_a
- tierra_sin_vegetacion_a
- zanja_a
- zona_edificada_a
- zona_manglar_a
- zona_sin_informacion

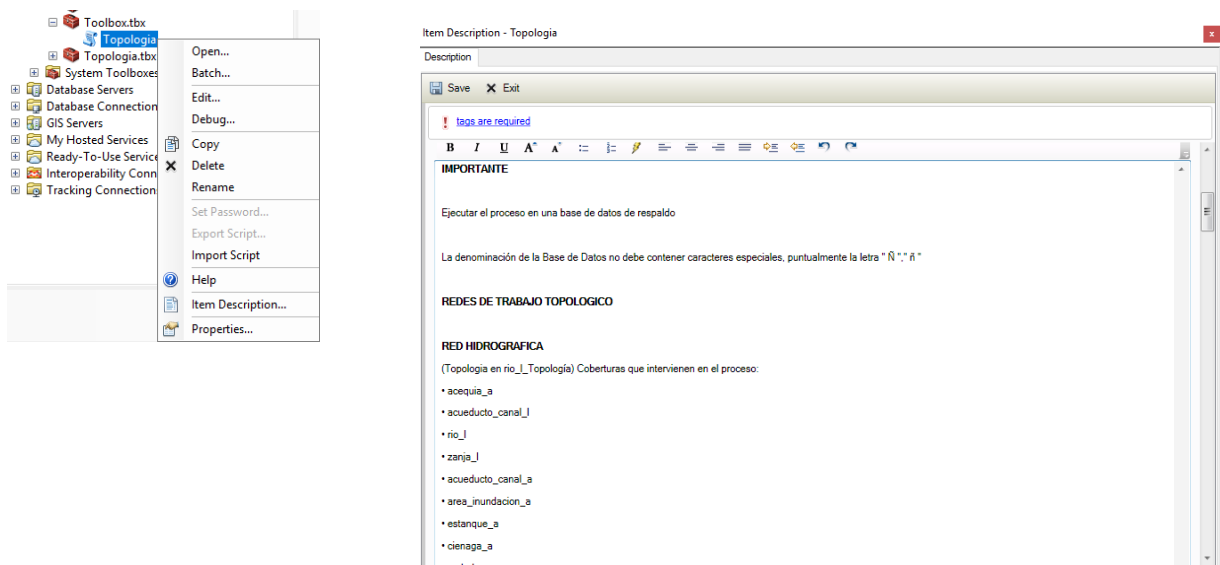


Figura 18. Añadir información de uso de la aplicación

Ejecutar la aplicación

El formulario de ingreso de datos cuenta con la función específica a realizar, es decir está diseñada para trabajar en una base de datos específicamente. Ver figura 19

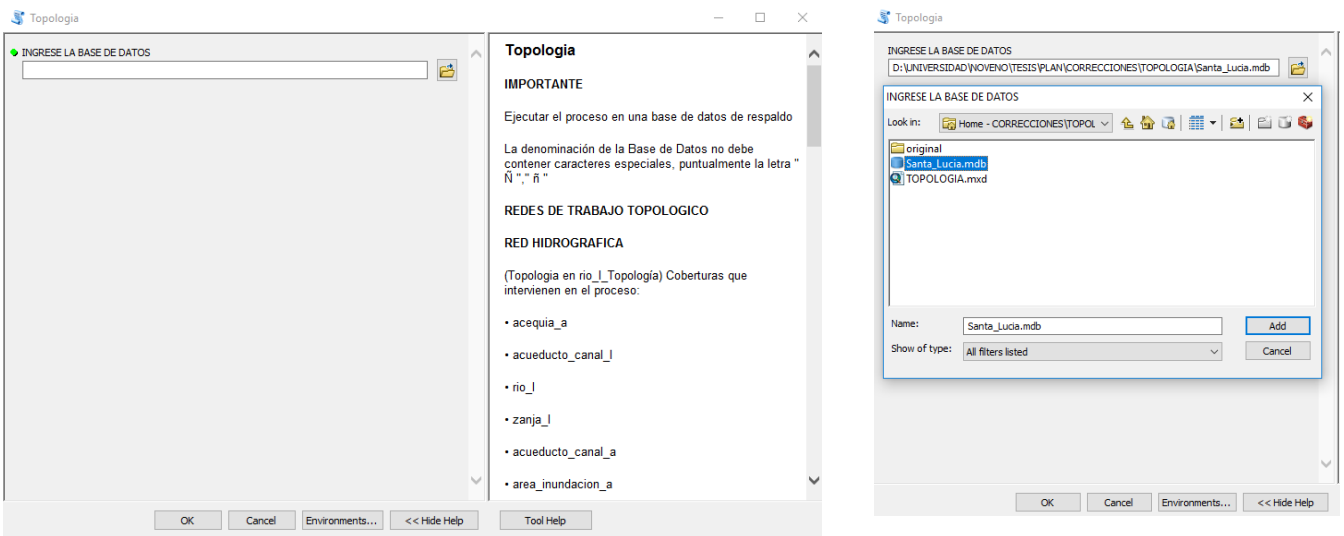


Figura 19. Ejecutar aplicación

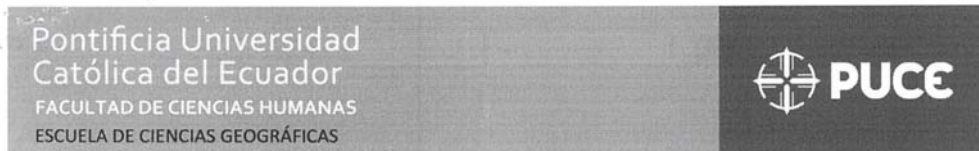
Flujo procesos en el control topológico

Al ejecutar el programa, en la ventana de consola aparecen los procesos para la cual fue diseñada, es decir realiza la topología de elementos de cobertura terrestre, planimetría, hidrografía y vialidad, así como también exporta los errores en formato shape file, y finalmente se muestra el proceso de depuración de cada uno de los elementos lineales. Ver Figura 20.

```
Topologia
Completed
Close
<< Details
 Close this dialog when completed successfully
Executing: Topologia D:\UNIVERSIDAD\NOVENO\TESIS\PLAN\CORRECCIONES\TOPOLOGIA
\Santa_Lucia.mdb
Start Time: Sun Jan 06 14:32:55 2019
Running script Topologia...
Iniciando Topologia de Cobertura Terrestre
Validando Topologia
Topologia de Cobertura Terrestre Finalizada.
Finalizado
EL Proceso Topológico ha Finalizado con éxito.
Exportando Errores
Iniciando Topologia de Planimetria.
Validando Topologia de Planimetria
Topologia de Planimetria Finalizada.
Finalizado.
Iniciando Topologia de Hidrografia.
Validando Topologia de Hidrografia
Topologia de Hidrografia Finalizada.
Finalizado.
Iniciando Topologia de Vialidad.
Validando Topologia de Vialidad
Topologia de Vialidad Finalizada.
Finalizado.
=====
Desarrollado por: Guido Zúfiga
Exportando Errores de Planimetria
=====
Desarrollado por: Guido Zúfiga
Exportando Errores de Hidrografia
=====
Desarrollado por: Guido Zúfiga
Exportando Errores de Vialidad
Depuración Finalizada
=====
Desarrollado por: Guido Zúfiga
Completed script Topologia...
Succeeded at Sun Jan 06 14:37:17 2019 (Elapsed Time: 4 minutes 22 seconds)
```

Figura 20. Flujo de proceso de trabajo

Anexo 8. Solicitud de permiso de uso de información



Quito, 15 de enero de 2019
Oficio-No. 043 – GE – 19

Señor Crnl. De E.M.C.
Frank Landázuri
DIRECTOR
INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR
Presente

De mi consideración:

Por el presente le comunico a usted que, el señor Guido Rubén Zuñiga Vallejos, C.I. 1713493078, alumno de la Escuela de Ciencias Geográficas de la Facultad de Ciencias Humanas, está desarrollando la disertación intitulada: **“CONTROL DE CALIDAD TOPOLÓGICO DE LOS OBJETOS ESPACIALES A TRAVÉS DE LA AUTOMATIZACIÓN CON PHYTON EN EL PROCESO DE VALIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN”**.

Con este antecedente, solicito a usted de la manera más comedida, se sirva autorizar a quien corresponda, se le permita al alumno antes mencionado:

- utilización del script que realiza el proceso de automatización de la topología
- Base de datos a escala 1:5000 del cantón Santa Lucía de la provincia del Guayas para realizar la demostración en la defensa, de acuerdo a las siguientes coordenadas
 - 1) 605254, 9813479
 - 2) 620848, 9813479
 - 3) 620848, 9800964
 - 4) 605254, 9800964

Debo señalar a usted que toda la información solicitada será confidencial y usada únicamente como material didáctico para la elaboración de la disertación antes señalada.

Sin más por el momento, me es grato suscribir, no sin antes reiterarle a Usted mis sentimientos de consideración y estima.

Atentamente,

MSc Olga Mayorga
DIRECTORA
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS

Av. 12 de Octubre 1076 y Ramón Roca
Apartado postal 17-01-2184
Telf.: (593) 2 299 17 00 ext. 1979
Quito – Ecuador www.puce.edu.ec

Pontificia Universidad Católica del Ecuador FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
VISTO BUENO

Dra. Andrea Muñoz B.
DECANA



Anexo 9. Acta de entrega y recepción de información - IGM



ACTA ENTREGA - RECEPCIÓN

SOLICITANTE: Guido Rubén Zúñiga Vallejos

PROVEEDOR: Instituto Geográfico Militar

En la ciudad de Quito, a los 28 días de enero de 2019, comparecen:

- Delegado autorizado: Guido Rubén Zúñiga Vallejos

- Responsable Técnico del Proceso de Control de Calidad: Ing. Alexander Vinueza

Conviene en celebrar la presente ACTA ENTREGA - RECEPCIÓN de la Base de Datos Geográfica perteneciente al Cantón Santa Lucía, de acuerdo a las siguientes coordenadas

Base de Datos "Santa Lucía"	
X	Y
605254	9813479
620848	9813479
620848	9800964
605254	9800964

Además del Script, el cual que realiza la automatización del proceso topológico, solicitado mediante oficio No. 043 - GE - 19, redactado por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y respaldado por el órgano regular presentado por el Servidor Público Guido Zúñiga, el mismo que resultó favorable por las autoridades del IGM.

El producto que por éste instrumento se entrega no podrá ser cedido, ni difundido a terceros por ningún medio conocido, entendiéndose como terceros a personas ajenas a la Institución solicitante.

Por temas de estudio o realización de tesis en el cual se utilice la información de los productos entregados, el representante de la Institución solicitante, podrá entregar dichos productos exclusivamente a funcionarios de la misma.

Se deja constancia que el material que recibe el SOLICITANTE es de su entera satisfacción; ya que cumple con las características técnicas requeridas para el efecto.

Para ratificar de lo actuado, las partes firman el presente recibo, en dos ejemplares del mismo tenor y finalidad, en el lugar y fecha indicados.



Quito: Av. Seniergues E4-676 y Gral. T. Paz y Miño
El Dorado - código postal: 170403
e-mail: igm@igm.gob.ec
Teléfono: (593 2) 3 975 100 al 130
Guayaquil: Av. Guillermo Pareja #402
Ciudadela La Garzota
Teléfono: (593 4) 2 243 909 - 2 242 797
Ecuador
RUC: 1768007200001

Instituto Geográfico Militar
www.igm.gob.ec / www.geportaligm.gob.ec
 <https://www.facebook.com/GeograficoMilitarEcuador>
 https://twitter.com/IGM_Ecuador

Imp-IGM-01/18

ENTREGA:

Instituto Geográfico Militar



Ing. Alexander Vinueza
EVALUADOR CARTOGRÁFICO

RECIBE:

Delegado Autorizado



Guido Zúñiga
Asistente Esp. Cartografía I

AUTORIZADO POR:

Instituto Geográfico Militar



Ing. José Lincango
JEFE TÉCNICO DEL PROCESO DE CARTOGRAFÍA

Cronograma de actividades

Actividades	Tiempo (Meses)					
	1	2	3	4	5	6
Aprobación del Plan de Disertación						
Fase 1 Investigación de fuentes bibliográficas						
Fase 2 sistematización de la información						
Fase 3 redacción del informe						
Entrega y corrección del borrador por el director						
Corrección del borrador						
Entrega de disertación						

Operacionalización de las Variables

Categoría	Variable	Indicadores	Herramientas
Objetos espaciales	Control de calidad de elementos tipo área	Potenciales Errores Excepciones	Reglas topológicas de tipo área. 1. Must Not Overlap (Area) 2. Must Not Have Gaps (Area)
	Control de calidad de elementos tipo línea	Potenciales Errores Excepciones	Reglas topológicas de tipo línea 1. Must Not Overlap (Line) 2. Must Not Intersect (Line) 3. Must Not Have Dangles (Line) 4. Must Not Have Pseudo Nodes (Line)