ADECUACIÓN Y PUBLICACIÓN DE INSUMOS PARA MANTENIMIENTO CATASTRAL DE LEVANTAMIENTOS A DEMANDA REALIZADOS ENTRE LOS AÑOS 2011 Y 2016 POR LA SUB-DIRECCIÓN DE GEOMÁTICA DEL INSTITUTO DE LA PROPIEDAD DE HONDURAS

Autor

JOAQUÍN LEONARDO REYES AYALA

TRABAJO DE GRADO

ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI

EN CONVENIO CON LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Bogotá D.C., Noviembre de 2017

ADECUACIÓN Y PUBLICACIÓN DE INSUMOS PARA MANTENIMIENTO CATASTRAL DE LEVANTAMIENTOS A DEMANDA REALIZADOS ENTRE LOS AÑOS 2011 Y 2016 POR LA SUB-DIRECCIÓN DE GEOMÁTICA DEL INSTITUTO DE LA PROPIEDAD DE HONDURAS

JOAQUÍN LEONARDO REYES AYALA

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de ESPECIALISTA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA bajo la dirección de:

ING. ESP. MSc. PEDRO ENRIQUE PALACIOS ROBERTO

TRABAJO DE GRADO
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI
EN CONVENIO CON LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Bogotá D.C., Noviembre de 2017

NOTA DE ACEPTACIÓN

_____

_____

_____

Director

PEDRO ENRIQUE PALACIOS ROBERTO

_____

_____

DEDICATORIA

A mi madre que tanto esfuerzo y sacrificio ha hecho para poder darnos una buena educación a mí y a mis hermanos.
A mi padre que me apoya desde el cielo.
A mi esposa que ha sido mi mayor apoyo y me ha transmitido la fortaleza necesaria para cumplir esta meta. Formamos un equipo para toda la vida.
A mi hijo, mi motivación, que ha nacido durante mi estadía en Colombia y que lo único que quiero es poder cargarlo y consentirlo. Al resto de mi familia y a mis amigos que me han apoyado en esta aventura.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la bendición que representa obtener una beca y darme salud para aprovecharla.

A las personas del programa de becas del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), al comité de admisiones del IGAC y demás personas implicadas en el programa de becas BID-IGAC-ICETEX por haberme brindado esta oportunidad única en la vida de poder estudiar la especialización en Sistemas de Información Geográfica en una institución con tanto prestigio a nivel latinoamericano como es el IGAC y su Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica (CIAF).

Al Arquitecto Henry Merriam, al abogado Marco Tulio Padilla Mendoza, al abogado José Noé Cortés Moncada, al Ingeniero Luis Alberto Cruz y al Ingeniero Javier Olivera, funcionarios del Instituto de la Propiedad de Honduras, por el apoyo que me brindaron durante el proceso de aplicación y selección de la beca.

A Golgi Darío Álvarez y Moisés Poyatos por brindarme su confianza y apoyarme con las cartas de recomendación para poder optar a la beca.

Al profesor Juan Carlos Melo, mi asesora de proyecto Adriana María Rojas y al director Pedro Enrique Palacios Roberto por su tiempo, dedicación y su acompañamiento para poder realizar este proyecto y culminarlo con este documento.

A mis compañeros de la especialización, porque no ha sido fácil para ninguno, pero apoyándonos mutuamente hemos llegado a culminar este objetivo que al inicio mirábamos tan lejano.

A los profesores del CIAF, porque durante estos meses he adquirido muchos conocimientos nuevos que pondré en práctica en mi país y que trataré de replicar con la misma voluntad con la que ellos imparten sus clases.

Muchas gracias a todos.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION **10**

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **12**

JUSTIFICACIÓN **14**

OBJETIVOS **15**

OBJETIVO GENERAL 15
OBJETIVOS ESPECIFICOS 15

ÁREA DE ESTUDIO **16**

MARCO TEÓRICO **18**

ANTECEDENTES 18
Marco Histórico *18*
Instituto de la propiedad *19*
Sub-Dirección de Geomática (antes Dirección General de Catastro y Geografía) *19*
Programa de Administración de tierras de Honduras *20*
SINAP y sus subsistemas *21*
ESTADO DEL ARTE 22

METODOLOGÍA **27**

DEPURACIÓN Y PREPARACIÓN DE LOS DATOS 27
DATOS QUE NO FUERON TOMADOS EN CUENTA 31
ADECUACIÓN DE LOS DATOS Y CONSTRUCCIÓN DEL MODELO EN QGIS 33
PUBLICACIÓN WEB 38
VISUALIZACIÓN DE LOS RESULTADOS EN UN GEOVISOR 42

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES **46**

PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES **48**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **49**

ANEXOS **51**

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.Ubicación del municipio de Valle de Ángeles en el contexto de país. 16
Ilustración 2.Ubicación del municipio de Valle de Ángeles en un contexto municipal 17
Ilustración 3. Organigrama de la Sub-Dirección de Geomática 20
Ilustración 4.Organigrama del área de Catastro de la Sub-Dirección de Geomática....20
Ilustración 5. Tareas implícitas en el proceso de Mantenimiento Catastral 23
Ilustración 6. Flujo de trabajo actual de las solicitudes de constancia de situación catastral....24
Ilustración 7. Proceso de trabajo anterior de las constancias de situación catastral....25
Ilustración 8.Vista de la "base de datos de predios" en bruto....27
Ilustración 9.Vista con zoom de la "base de datos de los predios" en bruto 28
Ilustración 10.Vista de la "base de datos de los predios" sobre el mapa municipal de Honduras 28
Ilustración 11.Vista de los predios exportados de Valle de Ángeles....29
Ilustración 12.Secuencia de depuración de niveles para ordenarlos por tipo de elemento....29
Ilustración 13.Imágenes de los tipos de elementos, la selección por atributos, asignación de los elementos a los niveles finales y predios listos para exportarse a QGIS 30
Ilustración 14.Ejemplo de predio no tomado en cuenta por no cumplir el requisito del año de levantamiento. Ejemplo del año 2008....31
Ilustración 15.Ejemplo de predio no tomado en cuenta por no tener un número de expediente asociado 32
Ilustración 16.Visualización del archivo depurado en Qgis 33
Ilustración 17.Opciones para limpieza topológica de la herramienta v.clean de la librería del software GRASS GIS 7 34
Ilustración 18. Herramienta Modelador gráfico de Qgis....34
Ilustración 19. Imagen del modelo construido 36
Ilustración 20.Estructura preliminar de la tabla de atributos....36
Ilustración 21. Ejemplo de configuración de reglas topológicas para polígonos....37
Ilustración 22. Errores topológicos corregidos manualmente. (a) Nodo colgado (dangle), (b) superposición de líneas, (c) Superposición y huecos entre polígonos....37
Ilustración 23. Pestañas de configuración de Geoserver para publicación de capas 38
Ilustración 24. Configuración de AtlasStyler 1 39
Ilustración 25.Configuración de AtlasStyler 2....40
Ilustración 26.Configuración del servicio WMS en el software de escritorio 40
Ilustración 27.Selección de la capa en el servidor de conexión 41
Ilustración 28. Visualización en Qgis de la capa publicada....41
Ilustración 29. Estructura de carpetas de los archivos del Geovisor....42
Ilustración 30.Archivos JavaScript utilizados en el Geovisor....43
Ilustración 31. Referencia a archivos de tipo .js en el HTML 43
Ilustración 32.Archivos css utilizados en el Geovisor 43
Ilustración 33.Referencia a archivos de tipo .css en el HTML....43
Ilustración 34. Resultado del desarrollo del Geovisor....44
Ilustración 35. Resumen de los pasos de la metodología 45
Ilustración 36. Vista en la carpeta del archivo tomado como base del proyecto. Se aprecia que es muy vulnerable a cualquier modificación arbitraria. El archivo seleccionado contiene solo los predios del área de estudio .51
Ilustración 37.Parte 1 del modelo construido....51
Ilustración 38.Parte 2 del modelo construido....52
Ilustración 39.Parte 3 del modelo construido....52
Ilustración 40. Parte 4 del modelo construido....53
Ilustración 41. Parámetros de instalación del Geoserver 53

Ilustración 42.Creación del estilo de la capa a publicar en Geoserver. El estilo como se mencionó se creó con el software AtlasStyler, el archivo XML de la creación del estilo es el que se copia en esta pantalla de Geoserver. 54
Ilustración 43.Archivo HTML para el desarrollo del GeoVisor. Se aprecian las referencias a los archivos de tipo css y js. Tambien se aprecia el cuerpo del HTML con la cabecera y el mapa. 54
Ilustración 44.Parte del archivo de tipo CSS creado para los estilos de los elementos del Geovisor 55
Ilustración 45.Parte del archivo ol.css para los estilos de los widgets (herramientas) proveniente de la librería de OpenLayers. 55
Ilustración 46.Parte 1 del archivo index.js construido para el desarrollo del Geovisor con comentarios en los que se explican las instrucciones del código. 56
Ilustración 47.Parte 2 del archivo index.js construido para el desarrollo del Geovisor con comentarios en los que se explican las instrucciones del código. 56
Ilustración 48.Parte 3 del archivo index.js construido para el desarrollo del Geovisor con comentarios en los que se explican las instrucciones del código. 57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Explicación de las herramientas utilizadas en el modelo....35

GLOSARIO

Catastro: inventario de la totalidad de los bienes inmuebles de un país, que sirve como herramienta para procurar y garantizar la ordenación del espacio geográfico con fines de desarrollo, a través de la adecuada, precisa y oportuna definición de los tres aspectos más relevantes de la propiedad inmobiliaria: descripción física, situación jurídica y valor económico.[1]

Predio: espacio físico que se define por su localización, límites y área, se emplea para designar la tierra o terreno a uno o varios propietarios, bien sea que se encuentre ubicado en el área rural o urbana. El predio es uno de los elementos básicos del Catastro. Mediante el predio se identifican, localizan y registran las particularidades sobre la posesión de la tierra y se suscriben y materializan jurídicamente los derechos que se tengan sobre una propiedad inmobiliaria y sus accesorios. Cada predio en el Catastro es identificado y numerado.

SURE: Sistema Unificado de Registros, que es la herramienta tecnológica que constituye la base de datos de la información catastral y registral del país.

Ficha de Campo: documento en donde se pueden observar los datos de las parcelas que se encuentran en zonas que han sido levantadas por el personal de campo pero que no se encuentran en zonas declaradas catastradas.

Fichas catastrales: documento en donde se pueden observar los datos de las parcelas que se encuentra en zonas que se han declarado catastradas, por la Dirección General de Registros, los datos de sector, bloque y predio corresponden a levantamientos validados por esta institución.

Geo-parcela: se refiere a la unidad mínima de conformación de los datos catastrales de SURE y que posee características como Información general, Geo-referencias, Afectaciones, Colindantes y Descripción técnica de la misma.[2]

Matrícula: número asignado al registro de cada uno de los antecedentes que se encuentran inscritos en cada circunscripción registral del país para poder ser visualizados en el sistema SURE.

Georreferencia: técnica de posicionamiento espacial de una entidad en una localización geográfica única definida en un sistema de coordenadas.

---

1 República de Honduras. (Acuerdo CD-IP 11-2016). Reglamento de mensura Catastral. Tegucigalpa, Honduras.

2 Programa de Administración de Tierras de Honduras,Infotecnologia, F. I. (2015). Guia práctica para resolver los casos que se presentan al realizar la vinculación,

Georreferencia en el SURE: Es la relación que existe en el Sistema Unificado de Registros SURE, entre el asiento o matrícula de un inmueble en el Registro de la Propiedad y la parcela registrada por el Catastro, identificada con una Clave Catastral. La Ley de Propiedad establece como obligatoria la georreferencia, para garantizar la consistencia entre la información jurídica de los inmuebles y la realidad física de las parcelas catastrales.

RESUMEN

Este documento tiene como finalidad presentar y explicar una metodología que se ha desarrollado y cuyo objetivo es poder recuperar un trabajo realizado en años anteriores por el área de Catastro de la Dirección General de Registros (DGR) del Instituto de la Propiedad de Honduras, mediante el uso de herramientas SIG.

Se contextualiza la posición de la DGR dentro de la estructura funcional del Instituto de la Propiedad y se muestra dónde encaja esta metodología dentro de un proceso mucho más grande que es denominado Mantenimiento Catastral.

El enfoque principal de este proyecto fue el de generar una herramienta tecnológica que permita ingresar al módulo catastral del Sistema Unificado de Registros (SURE) los levantamientos catastrales individualizados de predios que se realizaron por solicitud de usuarios interesados entre los años 2011 y 2016, con el fin de obtener una constancia de su situación catastral. Dicha labor requirió un considerable recurso humano y económico y aunque el ejercicio culminó con la entrega de las respectivas constancias catastrales, la información de los levantamientos prediales nunca pasó a formar parte de la capa oficial de predios del país y es precisamente esto lo que se pretende solucionar con este trabajo.

La metodología contempla toda la etapa de depuración de datos, exportación a un formato de datos geoespaciales estandarizado mundialmente, limpieza y validación topológica, adecuación de los datos y su contenido, hasta obtener el producto final el cual es dispuesto a los técnicos mediante servicios de publicación web de datos geoespaciales y para efectos de este trabajo se presentan los resultados en un Geovisor web.

INTRODUCCION

Como lo define el reglamento de mensura catastral[3], el catastro es el inventario de la totalidad de los bienes inmuebles de un país, que sirve como herramienta para procurar y garantizar la ordenación del espacio geográfico con fines de desarrollo, a través de la adecuada, precisa y oportuna definición de los tres aspectos más relevantes de la propiedad inmobiliaria: descripción física, situación jurídica y valor económico. Según el artículo 54 de la Ley de Propiedad[4], el catastro inmobiliario contiene la información sobre las medidas y la georreferenciación de los predios, su forma geométrica, superficie, linderos, colindancias, límites territoriales municipales, departamentales y nacionales y estará a cargo del Instituto de la Propiedad (IP).

El proceso de mantenimiento catastral es la modificación geométrica y de datos alfanuméricos que se realiza a las parcelas en la capa oficial de predios de la base de datos para su actualización en el SURE. Los insumos para el mantenimiento se obtienen mediante una inspección y el llenado de la ficha de datos alfanuméricos levantados en campo. Este levantamiento se realiza debido a una solicitud presentada por el propietario del predio.

En el área de catastro de la Dirección General de Registros del Instituto de la Propiedad se identificó un problema después que terminó la institucionalización del sistema SURE en el año 2016.

El problema es que debido a que el área de Catastro Nacional, que forma parte de la estructura de la Dirección General de Registros, que a su vez forma parte del Instituto de la Propiedad; y por otro lado el Programa de Administración de Tierras de Honduras (PATH) que fue un programa multifase, cuyo objetivo fue fortalecer los derechos de propiedad en Honduras trabajaron por separado muchos años, cada uno ejerciendo sus funciones de manera individual, y ejerciendo el PATH como administrador del Sistema SURE, todo el catastro individualizado que realizó la DGR a demanda de los usuarios (población en general) nunca ingresó al sistema, se entregaron las constancias a los solicitantes, pero esos registros se tienen en un expediente en físico y la geometría de los predios que se levantó en su tiempo, no se refleja en la capa oficial de predios del sistema.

El problema es grande ya que afecta a todos aquellos usuarios que solicitaron una constancia de situación catastral y que se les entregó lo que se levantó pero que posiblemente su predio tenga otras características o simplemente no aparezca en el sistema.

---

3 República de Honduras. (Acuerdo CD-IP 11-2016). Reglamento de mensura Catastral. Tegucigalpa, Honduras.

4 Republica de Honduras. (Decreto No. 82-2004). Ley de Propiedad y su reglamento (Edición 2015 ed.). Honduras: OIM.

Por iniciativa de algunos técnicos catastrales de aquella época, en el año 2008 se creó una especie de base de datos en un archivo de tipo DGN (Bentley systems) en que se recopilaron los levantamientos (geometrías con su número de expediente correspondiente) que pudieron de los años anteriores y se fueron incorporando la mayoría de los levantamientos que se iban realizando.

Lo que se busca en el presente proyecto es poder tomar esa “base de datos de predios” y convertirla en insumos adecuados y publicados, aplicando herramientas SIG modernas, para poder ingresar los predios que cumplan los requisitos a la capa oficial de predios.

El documento consta de varias secciones, en la primera se hace el planteamiento del problema de manera más amplia y se menciona el alcance de este documento, posteriormente viene la justificación de la viabilidad del proyecto en la que se exponen más a fondo los motivos por los que es tan importante desarrollar una metodología y ejecutar el proyecto, luego siguen los objetivos generales y específicos, siguiendo con la definición del área de estudio para el proyecto piloto, el marco teórico en el que se explican los antecedentes del proyecto, se contextualiza la situación actual de la institución en el aspecto catastral y cómo el proyecto encaja en el flujo de trabajo del proceso del mantenimiento catastral. En la siguiente sección se explica la metodología propuesta para la depuración de los datos, exportación, limpieza y validación, requisitos que deben cumplir los predios y su disposición y publicación web. Posterior a la metodología se hace un análisis de los resultados y se sacan conclusiones de la metodología para su implementación. Se incluye una sección para las recomendaciones antes de la implementación, luego se muestran las referencias bibliográficas utilizadas para la construcción del documento y por último se adicionan algunos anexos importantes que llevaron a la culminación del proyecto.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los años anteriores a la institucionalización del sistema, implementación de la mesa de ayuda de Gestión catastral y desarrollo de las otras nuevas herramientas catastrales de SURE, en la DGR (antes llamada Dirección General de Registro, Catastro y Geografía con siglas DGRCG) se hicieron expedientes de Catastro en los que se realizaron inspecciones de campo llenando su respectiva ficha catastral y se entregaron constancias de situación catastral para esos expedientes, pero estos datos recolectados en campo nunca fueron ingresados para alimentar el sistema SURE.
Actualmente muchas de las personas que solicitaron estos servicios de la DGR y pagaron las tarifas respectivas desconocen que su predio presenta características diferentes en el sistema, esto en los casos que existan datos en la zona. En los casos en que las inspecciones se realizaron en zonas del país donde no se cuenta con datos catastrales, estas zonas siguen vacías ya que las mediciones se quedaron solamente como archivo digital y físico sin relevancia.

Al no ser ingresados el trabajo se quedaba almacenado en la computadora del técnico y en expedientes en físico archivados, lo que hace que ese trabajo esté desperdiciado y sin ningún beneficio para la institución debido a que no se utiliza como dato catastral y esa información levantada no se publica a los usuarios del SINAP.
Otra consecuencia del no ingreso de esos expedientes es que no se llevó a cabo el proceso más importante del flujo de trabajo de la sub-Dirección de Geomática (Antes llamada área de Registro Predial de la DGRCG), que es la vinculación de la información registral con la información catastral, internamente llamado “Georreferenciación del documento”. Este proceso es el que garantiza la seguridad jurídica de los predios.

Por iniciativa de los técnicos de levantamiento catastral, en el año 2008 se empezó a llevar un fichero de tipo DGN que contiene las geometrías de los levantamientos realizados en años anteriores y las geometrías a partir de esa fecha, dentro de ellas colocaron el número de expediente a la que corresponde cada medición realizada, este fichero es muy importante por muchas razones, pero principalmente por dos, la primera es consulta, antes de elaborar una constancia de situación catastral los técnicos revisan manualmente si ya se realizó alguna inspección en la zona para relacionar los expedientes implicados. La segunda razón es porque es el insumo para realizar los mantenimientos catastrales que en su debido tiempo se debieron realizar y que por la falta de capacitación del personal de la DGRCG en procesos catastrales relacionados con el SURE y a la falta de herramientas adecuadas, solo quedaron como un expediente en físico y un archivo DGN modificable por cualquiera.

A día de hoy el fichero tiene muchas versiones almacenadas por fecha de actualización y son varios técnicos los que llevan el control de las actualizaciones y de su distribución a todos los compañeros que lo necesita.

Por ser un archivo de suma importancia para los intereses de la Sub-Dirección de Geomática por la importancia de la información que contiene, es urgente tratar de hacerlo menos vulnerable a cualquier modificación arbitraria que pudiera tener, ya que el DGN se distribuye y puede ser alterado por cualquiera que lo tenga. Aparte de esto contiene información confidencial de la institución, es incorrecto que cualquier técnico lo pueda manipular en horas no laborables. Adicionalmente a esto habría que revisar las implicaciones legales de entregar productos con características diferentes a lo que se publica a los usuarios.

Por temas de precisión se definió que como no se puede asegurar que antes del año 2011 se utilizaran los equipos con la precisión requerida y los métodos de levantamiento catastral correctos, para el proyecto se descartarán los polígonos medidos antes de ese año. La finalización de la institucionalización del sistema culminó en el año 2016, debido a esto se definió que los predios a ser tomados en cuenta deben ser los medidos entre los años 2011 al 2016.

Siendo uno de los principales ejes estratégicos del IP el fortalecimiento institucional en el marco del Proyecto de Centros Asociados Municipales[5] (CAM) y siguiendo la línea del desarrollo del complemento QMC (El Módulo Transaccional de Mantenimiento Catastral) para mantenimiento catastral, el presente proyecto será elaborado utilizando el software QGIS por ser un software multiplataforma que opera con una licencia libre GPL y podrá ser utilizado por todos los técnicos de la institución y los técnicos catastrales de las municipalidades que lo necesiten.

Es importante tener en cuenta que el problema solamente se dio en levantamientos a demanda, los levantamientos masivos para proyectos de titulación realizados por la DGRCG sí se ingresaron al sistema y sí se realizaron mantenimientos catastrales producto de vistas públicas administrativas de los predios de estas zonas declaradas catastradas.

La finalidad es que al ejecutarse el proyecto, en una fase posterior se realicen los mantenimientos catastrarles correspondientes para su ingreso a la capa oficial de predios que maneja la sub-dirección de Geomática y que transitoriamente los datos dispuestos en servidores web sirvan para realizar consultas confiables de datos actualizados.

5 Republica de Honduras. (Decreto No. 82-2004). Ley de Propiedad y su reglamento (Edición 2015 ed.). Honduras: OIM.

JUSTIFICACIÓN

Se tiene la obligación de contar con información real, confiable y verídica de quien administra la información predial de un territorio, para a su vez poder suministrarla a los diferentes usuarios, esto hace viable al proyecto y de esto surge la necesidad de corregir el error de no ingresar los datos al sistema SURE de levantamientos catastrales de los que se entregaron productos a los usuarios, siendo la metodología planteada en este documento la primera fase de un proyecto mucho más grande dentro de la Sub-Dirección de Geomática. Todos los implicados están conscientes que ese trabajo de esos años no se puede seguir desperdiciando y que no es justo para los usuarios que pagaron por obtener sus datos catastrales que se les haya brindado información que nunca se registró en la capa oficial de predios del catastro nacional.

Dentro de la Sub-Dirección de Geomática se tiene este proyecto en cartera de formulación y ejecución desde el año 2016 con el nombre “Ingreso al sistema de los polígonos producto de inspecciones que se llevaron a cabo entre los años 2011 y 2015”, pero por motivos de falta de personal exclusivo para esta labor y un plan de ejecución bien elaborado, no se ha llevado a cabo, incluso se comprobó que es necesario también incluir las inspecciones del año 2016 por lo que el alcance del proyecto es un poco mayor. Este documento tiene como objetivo establecer la metodología de trabajo y ser la guía que se utilice para realizar el proyecto, en el que se contemplen todos los aspectos técnicos a tener presentes para llegar a tener un proyecto exitoso.

Siguiendo la línea del desarrollo del complemento QMC (El Módulo Transaccional de Mantenimiento Catastral) para mantenimiento catastral, el presente proyecto será elaborado utilizando el software libre y herramientas libres multiplataforma para que pueda ser utilizado por todos los técnicos de la institución y los técnicos catastrales de las municipalidades que lo necesiten. En la metodología se explican las herramientas utilizadas para cada una de las partes del proceso y se justifica su elección por encima de otras.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar una metodología a través de herramientas tecnológicas SIG que le sirvan a la Sub-Dirección de Geomática para poder alimentar el sistema SURE, preparando los insumos para llevar a cabo los mantenimientos catastrales de los expedientes que se realizaron entre los años 2011 al 2016, para su ingreso a la capa oficial de predios.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Utilizar las herramientas Qgis de construcción de modelos, para estandarizar un proceso que pueda ser replicado en todos los municipios de Honduras que sean centros asociados en materia catastral, y que este proceso incluya herramientas para validación de integridad topológica entre los predios de los levantamientos realizados y sus colindantes.
- Convertir el fichero DGN en una base de datos de capas estructuradas, con una tabla de atributos que muestre información relevante como el número de expediente, el año de levantamiento y el nombre del solicitante.
- Publicar en un repositorio en la web los datos ordenados, estructurados y corregidos para asegurar que los técnicos hagan consultas confiables de datos actualizados y que cuando se empiece el proceso de mantenimiento catastral los insumos estén listos con toda la información del levantamiento de campo requerida.

ÁREA DE ESTUDIO

Honduras cuenta con 298 municipios agrupados en 18 departamentos. El área de Catastro de la Sub-Dirección de Geomática cuenta con tres oficinas regionales en todo el país, la oficina del municipio de Comayagua que se encarga de atender a los usuarios de los departamentos de Comayagua, Intibucá y La Paz; la oficina de San Pedro Sula, en el departamento de Cortés que se encarga de atender a los departamentos del Nor-Occidente del país y la principal ubicada en el municipio del Distrito Central, departamento de Francisco Morazán y que atiende a los usuarios del resto del país.

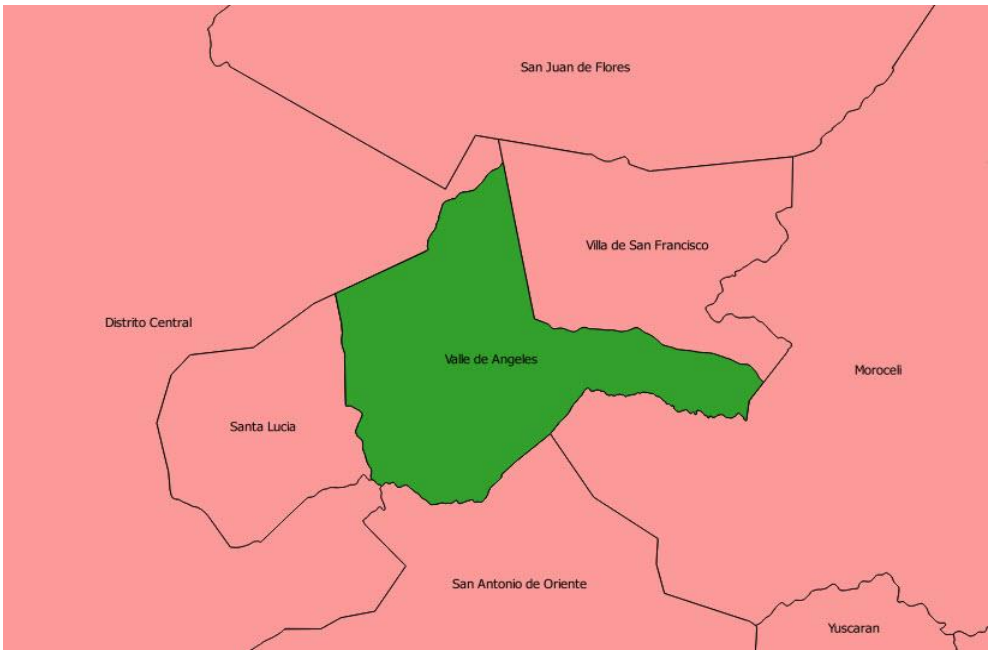
Para realizar el proyecto se ha escogido el municipio de Valle de Ángeles (0826), del departamento de Francisco Morazán como zona piloto.

El municipio es muy cercano al municipio del Distrito Central donde se ubican las oficinas principales de atención al público de la Sub-Dirección de Geomática, por lo que se tiene mayor afluencia de ciudadanos de este municipio que solicitan constancias de situación catastral en comparación con muchos otros municipios.
Adicionalmente es uno de los municipios que cumple con todos los requisitos para ser próximamente un Centro Asociado Municipal en materia Catastral del IP, bajo el eje estratégico de fortalecimiento a los gobiernos locales que tiene el IP. Al inicio del proceso se identificó que el municipio cuenta con aproximadamente 75 polígonos en la “base de datos de predios” que cumplen con el criterio de ubicación y que estarían siendo el objeto de estudio para la finalidad de este proyecto.
En las siguientes imágenes se muestra la ubicación del municipio seleccionado como área piloto.

Ilustración 1.Ubicación del municipio de Valle de Ángeles en el contexto de país.

Fuente: Capas de datos administrativos del SINIT.

Ilustración 2.Ubicación del municipio de Valle de Ángeles en un contexto municipal



Fuente: Capas de datos administrativos del SINIT.

MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES

Marco Histórico

Según nos cuenta la página oficial del Instituto de Propiedad[6], oficialmente la historia del catastro en Honduras se remonta a 1963 cuando el Gobierno de la República aprobó la resolución de los países Centroamericanos de fijar como una de sus metas prioritarias la elaboración de un programa de catastro multifinalitario a nivel nacional. Entre 1964 y 1970 se realizan los primeros catastros en Honduras. En Septiembre del año 1972 se emite el decreto No. 327 mediante el cual se implementa el Programa de Catastro Demostrativo (PCD) orientado al levantamiento de un catastro de usos múltiples, se seleccionó como área piloto los departamentos de Choluteca y Valle. En el año 1975 mediante la emisión del decreto No. 186 se aprueba el convenio de préstamo suscrito entre los gobiernos de Honduras y los Estados Unidos de América para la ejecución de un programa de catastro multifinalitario que se denominó Programa de Catastro Nacional (PCN). Un hecho de gran importancia se dio en 1980 cuando la Junta Militar de Gobierno emite el decreto No. 933 mediante el cual se promulga la Ley de Catastro, la cual estipula la competencia exclusiva de la DEC (Dirección Ejecutiva de Catastro) para la organización, levantamiento y actualización del catastro y establece que el catastro será de usos múltiples.

Después de muchos proyectos ejecutados, en el 2004 el Congreso de la República emite el decreto 82-2004 sobre la Ley de Propiedad, que crea el Instituto de la Propiedad y establece que La Dirección Ejecutiva del Catastro (DEC) que pertenecía al Ministerio de Gobernación y Justicia, El Instituto Geográfico Nacional que pertenecía a SOPTRAVI (Secretaría de obras públicas, transporte y vivienda), los registros de la propiedad que pertenecían a la Corte Suprema de Justicia y Propiedad Intelectual que pertenecía a Industria y Comercio; pasen a formar parte del Instituto de la Propiedad. Con estos cambios el Instituto Geográfico Nacional (IGN) se fusionó con la Dirección Ejecutiva de Catastro y pasó a ser parte del Instituto de la Propiedad, como la Dirección General de Catastro y Geografía.
Adicionalmente con esta fusión de instituciones, el Instituto de la Propiedad crea las siguientes Direcciones Generales:

- La Dirección General de Registros
- La Dirección General de Catastro y Geografía
- La Dirección General de Regularización Predial

6 Instituto de la Propiedad de Honduras. (2017). IP - Disposiciones generales. Recuperado el 20 de Julio de 2017, de http://www.ip.gob.hn/

Posteriormente se hizo la fusión de la Dirección General de Registro y la Dirección General de Catastro y Geografía para convertirse en la Dirección General de Registros, Catastro y Geografía.
En cambios más recientes, la Dirección General de Registros, Catastro y Geográfía paso a ser la Dirección General de Registros y dentro de esta se creó la Sub-Dirección de Geomática.

Instituto de la propiedad

El Instituto de la Propiedad es el ente gubernamental de Honduras encargado de ejecutar y velar por el cumplimiento de la Ley de Propiedad[7], la que tiene por objetivo que la nación cuente con un sistema de la Propiedad incluyente que permita que la población sea partícipe de las actividades económicas reconocidas por el estado como una forma de contribuir a la erradicación de las causas de la pobreza.

Asimismo, el Instituto de la Propiedad, como se estable en su página oficial[8], es el responsable de la administración, implementación y ejecución del Sistema Nacional de Administración de Propiedad (SINAP), el cual es un sistema integrado que constituye la plataforma de telecomunicaciones con cobertura nacional que ofrece acceso a los datos relativos a la propiedad, cartografía y normativas que regulan el ordenamiento del territorio.

Sub-Dirección de Geomática (antes Dirección General de Catastro y Geografía)

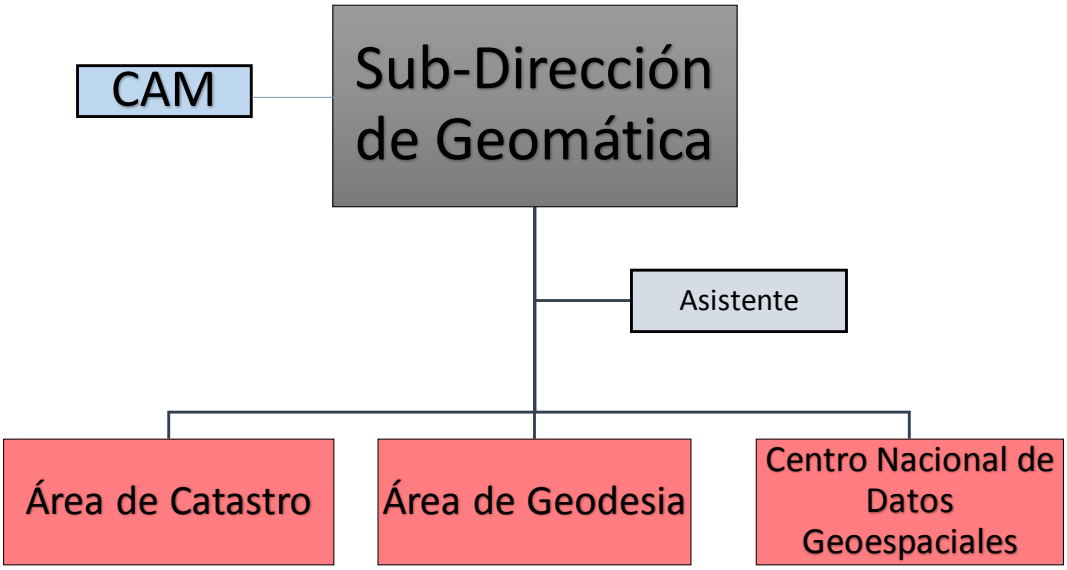
Es el componente del Instituto de la Propiedad que garantiza la seguridad jurídica de la tenencia de la tierra a través de los procesos de modernización, mejora continua de los flujos de procesos y georreferenciación de los predios a través de estaciones de geo-posicionamiento global[9], fortalece la actividad de campo de la unidad de catastro con la finalidad de poder formar los expedientes de los predios a nivel nacional y emitir resoluciones y constancias sobre la situación de la tierra en específico.
Igualmente es la encargada de administrar y reconstruir la red geodésica nacional con la cual se genera y actualiza toda la cartografía básica del país. A continuación se muestran los organigramas de la Sub-Dirección de Geomática y de su área de Catastro.

7 Instituto de la Propiedad de Honduras. (2017). IP - Disposiciones generales. Recuperado el 20 de Julio de 2017, de http://www.ip.gob.hn/disposiciones_generales

8 Instituto de la Propiedad de Honduras. (2017). IP - Disposiciones generales. Recuperado el 20 de Julio de 2017, de http://www.ip.gob.hn/disposiciones_generales

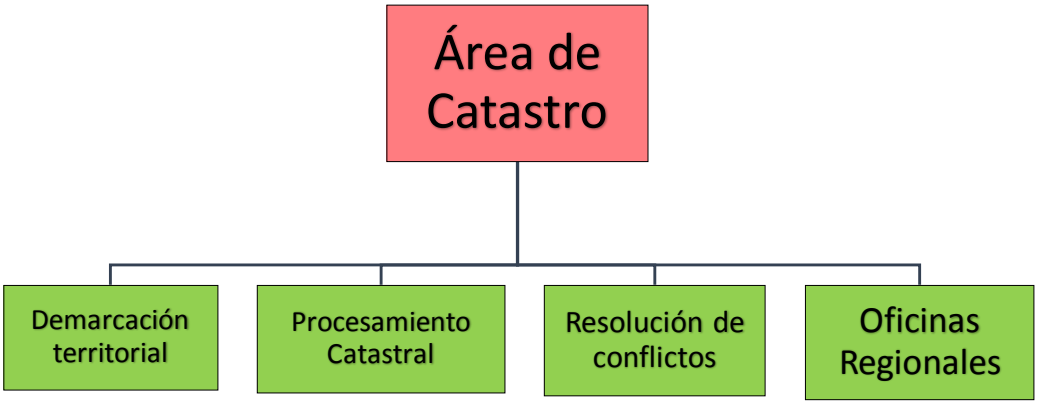
9 Instituto de la propiedad. (Julio de 2017). Instituto de la Propiedad de Honduras. Recuperado el Julio de 2017, de http://www.ip.gob.hn/acerca_registro

Ilustración 3. Organigrama de la Sub-Dirección de Geomática



Fuente: Organigrama de perfiles y puestos de la Sub-Dirección de Geomática

Ilustración 4.Organigrama del área de Catastro de la Sub-Dirección de Geomática



Fuente: Organigrama de perfiles y puestos de la Sub-Dirección de Geomática

Programa de Administración de tierras de Honduras

El Programa de Administración de Tierras de Honduras (PATH)[10] es un programa multifase, cuyo objetivo fue fortalecer los derechos de propiedad en Honduras a través de la modernización del marco de políticas y fortalecimiento institucional y

10 Programa de Administración de Tierras de Honduras. (Julio de 2017). Programa de Administración de Tierras de Honduras. Recuperado el Noviembre de 2016, de PATH II: http://www.path.hn/

desarrollo e institucionalización plena y descentralizada del Sistema Nacional de Administración de la Propiedad (SINAP).

SINAP y sus subsistemas

El SINAP[11] está constituido por tres subsistemas: SINIT (Sistema nacional de información territorial), SURE (Sistema unificado de registros) y el RENOT (Registro de normativas de Ordenamiento territorial). Actualmente el IP es el ente encargado de administrar y operar el SURE, los otros subsistemas (SINIT y RENOT) están siendo operados por la Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT).

El SURE comprende varios módulos entre los que se encuentran el Módulo de Registro Catastral y módulo de Folio Real, la administración y operación de estos compete a la Dirección General de Registros del IP y están muy vinculados con las labores diarias que se ejecutan en la sub-dirección de Geomática. El módulo de Registro Catastral almacena toda la información referente al catastro nacional y el módulo de Folio Real contiene toda la información registral de la tenencia de la tierra en el país. En ambos módulos se realiza y se puede consultar la vinculación que existe entre la información catastral y la información registral de un predio.

El desarrollo del SINAP y específicamente de las herramientas para el área catastral del Programa de Administración de Tierras de Honduras, se realizó entre los años 2004 y 2005, utilizando para ello herramientas disponibles en el mercado en aquel tiempo. Se utilizó para gestión de datos cliente el software MicroStation Geographics 2004, para control de usuarios y ficheros el software Project Wise, para almacenamiento un motor de base de datos Oracle y para publicación web se utilizó GeoWeb Publisher[12]. En el año 2012 se define la migración de datos a un esquema espacial y aplicaciones de herramientas más recientes, que incluye el manejo de datos cartográficos en Oracle Spatial, readecuación de visores de publicación sobre OpenLayers y Geoserver y para la gestión de datos cliente Bentley Map en reemplazo de MicroStation Geographics. En el año 2016 se define el desarrollo e implementación de "El Módulo Transaccional de Mantenimiento Catastral (QMC)[13]" como una funcionalidad adicional del Registro Catastral del SURE, desarrollado sobre Python como un complemento en el software Open Source QGIS, para el reemplazo de Bentley Map en la gestión de datos cliente en la mayor parte de las funciones que realizan los técnicos de mantenimiento catastral.

---

11 Geofumadas. (2016). El Sistema Nacional de Administración de la Propiedad SINAP. Retrieved from http://www.geofumadas.com/sistema-nacional-administracion-la-propiedad-sinap/

12 Programa de Administración de tierras de Honduras. (2015). Manual de procesos de las herramientas desarrolladas para Bentley Map usando base de datos espacial. Programa de Administración de tierras de Honduras, Infotecnología, Tegucigalpa.

13 PATH II. (2016). Módulo Transaccional de Mantenimiento Catastral_Formulación QMC. Programa de administración de tierras de Honduras, Infotecnología, Tegucigalpa.

Desde el desarrollo de las herramientas catastrales, tanto en el IP como en el PATH se realizaron proyectos catastrales de forma simultanea pero separada, el PATH realizó trabajos de levantamientos catastrales masivos en las áreas de influencia del programa, cuya información sí era ingresada al sistema SURE; el IP por medio de su Dirección General de Registros, Catastro y Geografía (ahora Sub-dirección de Geomática) realizó proyectos de levantamiento masivos que fueron ingresados al sistema SURE por medio del personal de PATH, adicionalmente a estos proyectos, la DGRCG siempre realizó labores de catastro individualizado a demanda de los usuarios (población en general). Producto de estas inspecciones a demanda se entregaron muchas Constancias de Situación Catastral, en las que los usuarios pueden encontrar información catastral relevante como: Documentos presentados para hacer la solicitud, Información del proceso de medición, clave catastral, área medida, perímetro medido, colindancias encontradas en campo, naturaleza jurídica primigenia del predio, si se ubica en área urbana o rural e información relevante sobre la zona en que se ubica. Lamentablemente estos levantamientos individualizados nunca alimentaron al sistema y las geometrías entregadas en las constancias son diferentes de las que están ingresadas en el sistema. Nunca se realizó el mantenimiento catastral correspondiente.

ESTADO DEL ARTE

Es muy importante contextualizar sobre el mantenimiento catastral en la actualidad y hacer una comparación sobre cómo los procesos para un mismo fin ha cambiado a lo largo de los años.

El proceso de Mantenimiento Catastral con modificación geométrica[14] es el cambio realizado a las parcelas en el mapa digital al cual pertenecen, en la base de datos y su correspondiente vinculación y actualización en el Sistema Unificado de Registros, los datos se obtienen mediante una inspección y una ficha de información levantados en campo. El levantamiento se realiza debido a una solicitud presentada por el propietario de dicho predio y el mantenimiento se lleva a cabo posterior a un control de calidad para saber si procede o no.

Con el paso del tiempo la tecnología cada día nos ofrece nuevas herramientas para hacer más eficiente y trasparente el trabajo, actualmente se digitaliza todo expediente que ingresa por solicitud de un usuario, se lleva un control del avance (seguimiento) mediante la aplicación web denominada "Mesa de ayuda de gestión catastral" y se cuenta con herramientas desarrolladas para el mantenimiento catastral, con ayudas (wizards) que hacen que exista menos interacción entre usuario y los datos del sistema los que se obtienen de una base de datos espacial.

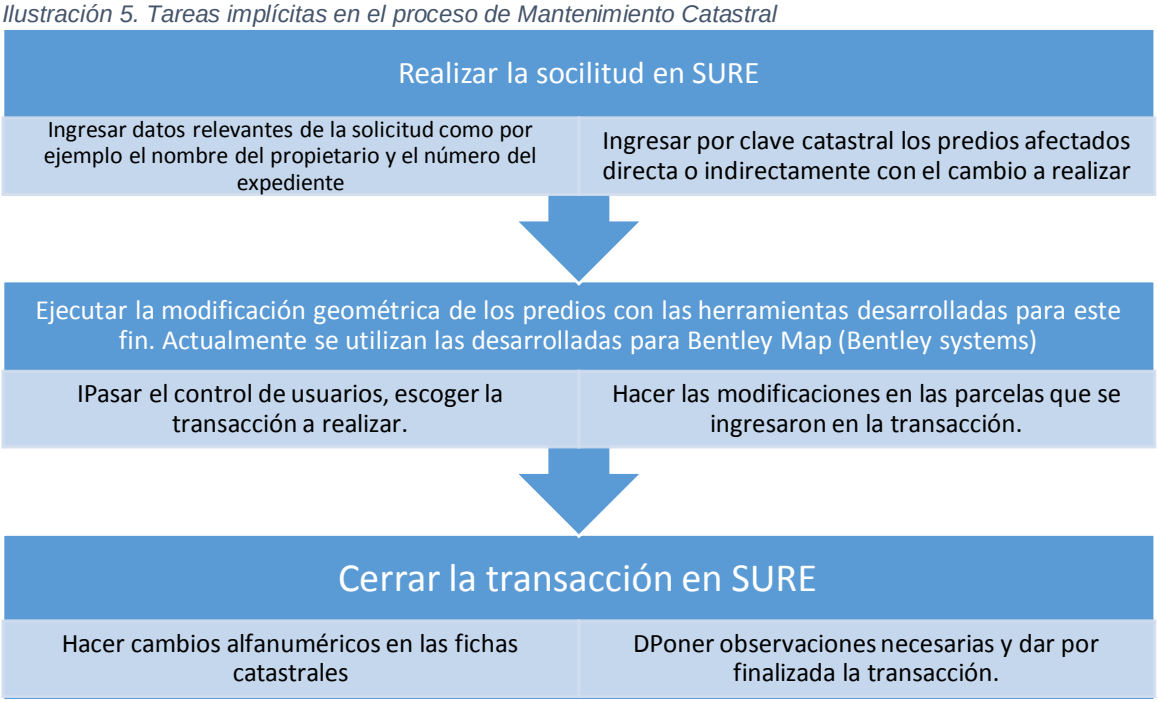
---

14 Programa de Administración de tierras de Honduras. (2015). Manual de procesos de las herramientas desarrolladas para Bentley Map usando base de datos espacial. Programa de Administración de tierras de Honduras, Infotecnología, Tegucigalpa.

El mantenimiento se realiza por varias razones, pero la que nos compete en el proyecto es porque inicialmente hubo una solicitud de una “Constancia de situación catastral” presentada por un usuario interesado, lo que convierte al mantenimiento es una tarea más de la ruta crítica del flujo de trabajo para la evacuación de solicitudes.

Antes de empezar el procedimiento de mantenimiento es necesario tener procesada la transacción en el SURE y el usuario (técnico) debe haber aceptado hacer el mantenimiento por contar con todos los insumos necesarios para hacerlo. Para entender mejor las tareas implícitas dentro de un proceso de mantenimiento catastral se muestra el siguiente diagrama:

Ilustración 5. Tareas implícitas en el proceso de Mantenimiento Catastral

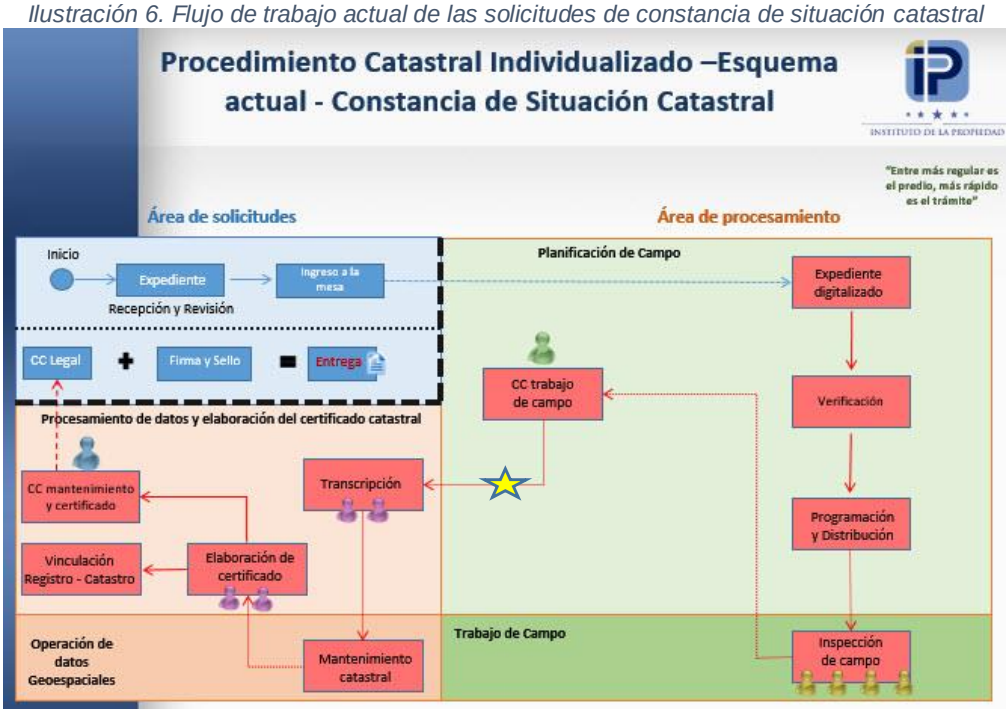


En el proceso que actualmente se lleva a cabo en la Sub-Dirección de Geomática, el mantenimiento catastral se trabaja sobre los datos espaciales de la nube (Oraclespatial), al entrar a la solicitud se hace la petición de lo que se necesite, o sea, solamente la parcela en mantenimiento y sus colindantes directos que sufrirán alguna modificación geométrica a causa del mantenimiento. Se modifica el mapa y se termina el trabajo de mapeo para posteriormente hacer los cambios alfanuméricos, estos pueden ser actualizaciones en las fichas o creación y eliminación de fichas. Todo depende del tipo de mantenimiento que se esté ejecutando.

Como se mencionó anteriormente, los productos del presente proyecto deben ser una fuente confiable de datos para consulta de los técnicos que realizan constancias

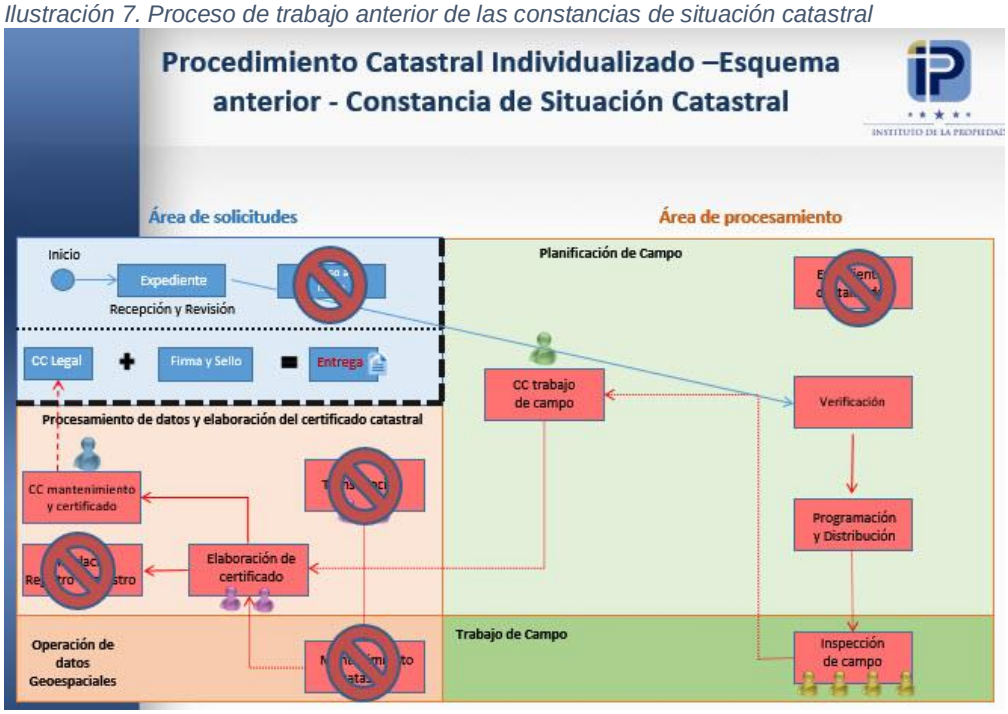
de situación catastral y ser insumos estructurados para realizar los mantenimientos que no se hicieron en el tiempo correspondiente. Este segundo objetivo, como se mencionó antes, entra en un flujo de trabajo establecido para la elaboración de una constancia de situación catastral, encaja específicamente antes de las tareas que imlican ingreso de datos al sistema como ser la tarea de transcripción de ficha catastral la tarea de mantenimiento catastral (ver el ícono en forma de estrella), como se muestra en la siguiente imagen:

Ilustración 6. Flujo de trabajo actual de las solicitudes de constancia de situación catastral



En los años anteriores a la institucionalización del sistema y la implementación de las herramientas nuevas para procesos catastrales y control de solicitudes a demanda, el proceso se realizaba de forma manual y se omitía todo el procedimiento de digitalización de los documentos, ingreso al sistema de los datos catastrales y por consiguiente el proceso final de la vinculación de la información registral con la información catastral del predio. El proceso que se realizaba tenía la siguiente metodología:

Ilustración 7. Proceso de trabajo anterior de las constancias de situación catastral



Si se analiza bien este flujo de trabajo, empezaba con la solicitud, se preparaba el expediente y se pasaba al área de procesamiento, todo se trabajaba con documentos físicos que iban de una oficina a otra. Igualmente se hacía una verificación de los documentos, se programaba la inspección y se asignaba a una cuadrilla de técnicos. Posterior a la inspección se hacía un control de calidad del trabajo realizado. El certificado se elaboraba posterior a la inspección, en el siguiente paso se hacía un control de calidad del certificado, tanto de fondo como de forma, se firmaba y sellaba y se entregaba al usuario. En ningún momento se ingresaban datos al sistema SURE, por lo que no se les asignaba una clave catastral. Esa fue la forma de trabajar los expedientes a demanda por muchos años.

La metodología de trabajo planteada en este documento pretende tomar como datos base estos predios levantados para depurarlos, corregir sus errores, estructurar una tabla de atributos, estandarizar sus campos y publicar los predios a los técnicos designados para que estos los puedan consumir en un software SIG de escritorio.

Para esto se ha decidido utilizar para los primeros procesos de depuración el software en el que se crearon los datos, MicroStation V8i que es un programa de CAD (Diseño Asistido por Computador) desarrollado por Bentley Systems.

Posteriormente de utilizará el software Qgis[15] por ser un software multiplataforma que opera con una licencia libre GPL y podrá ser utilizado por todos los técnicos de

15 qgis.org. (s.f.). qgis.org. Obtenido de http://qgis.org/es/site/about/index.html

la institución y los técnicos catastrales de las municipalidades que lo necesiten. En este se corregirán los datos y se construirá un modelo que pueda ser replicado.

Para publicación web se utilizará Geoserver, es un Servidor Web que permite servir mapas y datos de diferentes formatos para aplicaciones Web, ya sean clientes Web ligeros, o programas GIS desktop[16]. Geoserver está diseñado para la interoperabilidad, publica los datos de cualquier fuente de datos espaciales utilizando estándares abiertos y puede leer de muchas fuentes de datos diferentes, desde archivos guardados en el disco local a bases de datos externas. Geoserver implementa los protocolos estándares[17] open web que establece el Open Geospatial Consortium (OGC).

Para la presentación de resultado se decidió hacer un Geovisor utilizando OpenLayers[18], software libre que se define como una biblioteca de JavaScript pura para mostrar datos de mapas en la mayoría de los navegadores web modernos, sin dependencias del lado del servidor. OpenLayers implementa una API de JavaScript para crear aplicaciones geográficas ricas basadas en la web.

---

16 live.osgeo.org. (Octubre de 2017). Obtenido de live.osgeo.org: https://live.osgeo.org/es/overview/geoserver_overview.html

17 Morales, A. (4 de Abril de 2017). MappingGIS. Obtenido de https://mappinggis.com/2015/09/geoserver-para-novatos-crear-un-wms-a-partir-de-un-shapefile/

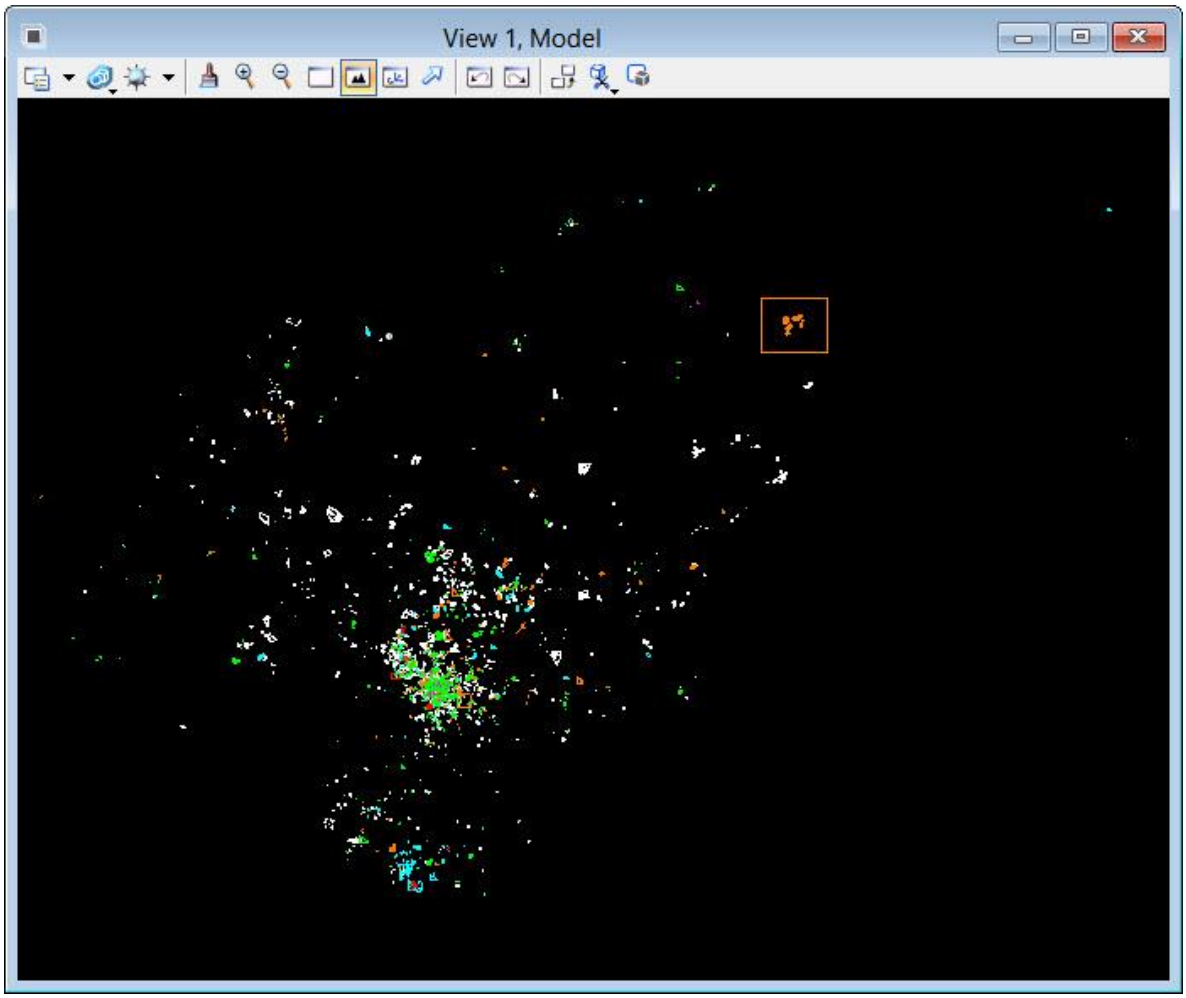
18 openlayers.org. (2008). Openlayers2. Obtenido de http://docs.openlayers.org/

METODOLOGÍA

DEPURACIÓN Y PREPARACIÓN DE LOS DATOS

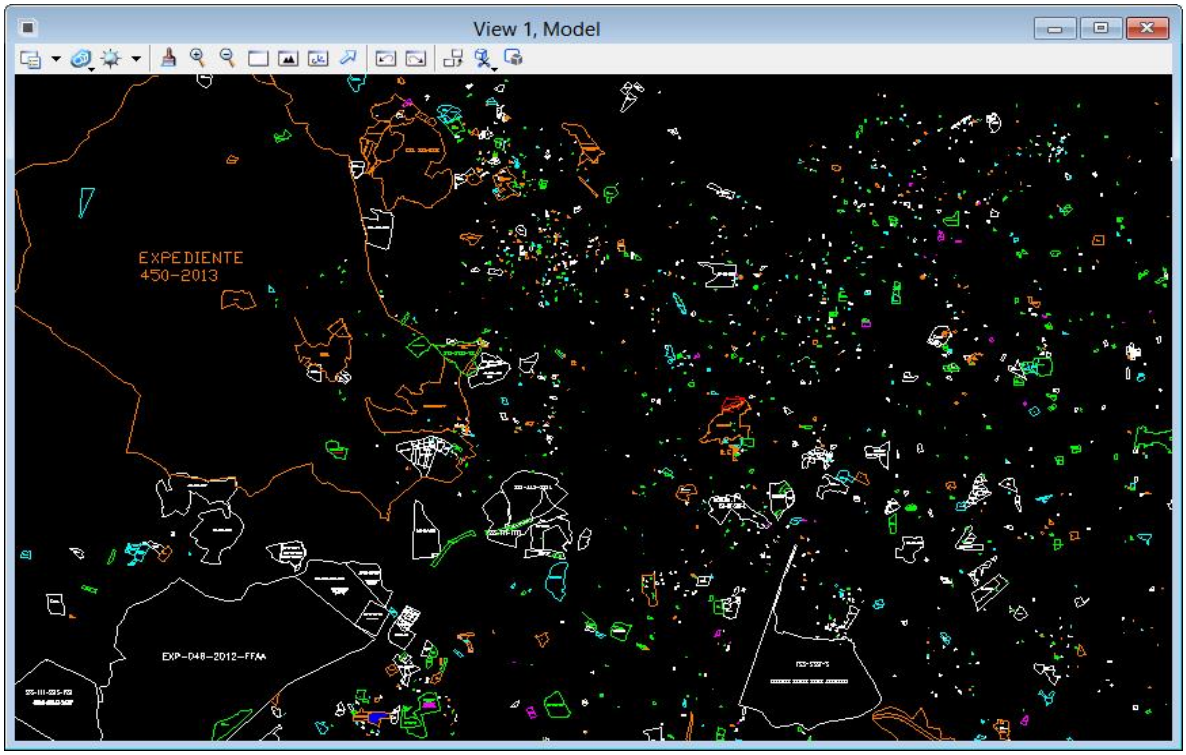
En las primeras versiones de las herramientas catastrales de SURE se trabajó con el software de escritorio MicroStation Geographics 2004[19] para la gestión de datos cliente, por lo que algunos de los técnicos tenían cierto conocimiento y habilidad con este software, por esta razón el fichero que contiene la información de los predios a depurar es de tipo DGN V8 (Bentley Systems). La versión del archivo a fecha 21 de Marzo de 2017 se aprecia de la siguiente manera:

Ilustración 8.Vista de la "base de datos de predios" en bruto



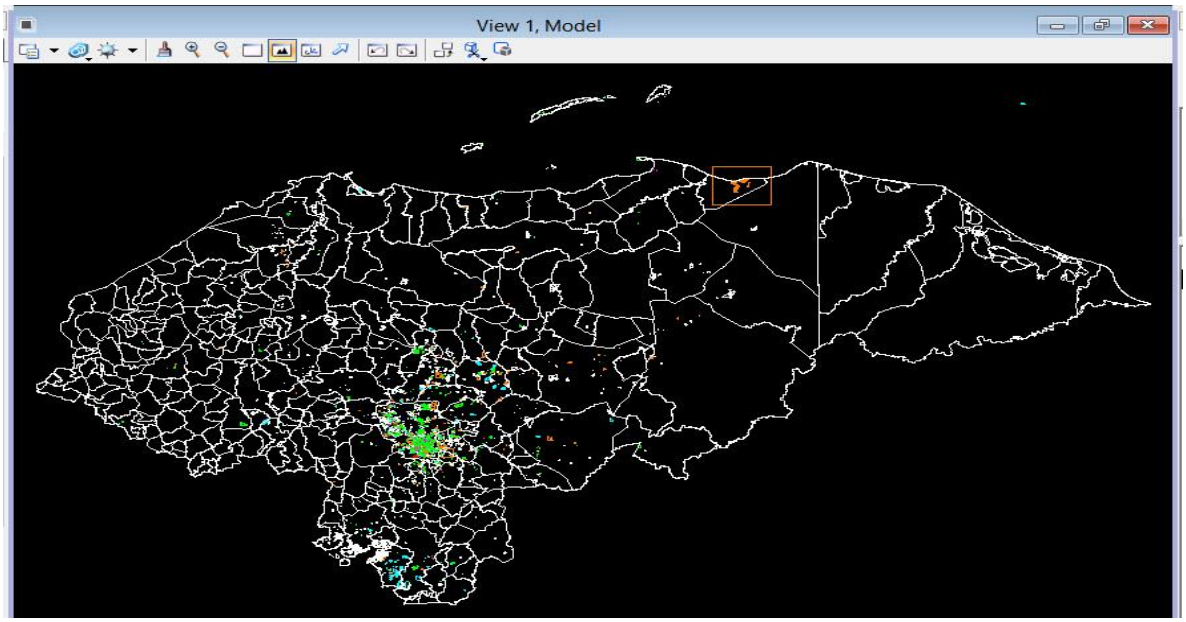
19 Geofumadas. (2015). Migrar una plataforma Geoespacial 10 años después – Microstation Geographics – Oracle Spatial. Retrieved October 19, 2017, from http://www.geofumadas.com/migrar-datos-de-microstation-geographics-a-oracle-spatial/

Ilustración 9.Vista con zoom de la "base de datos de los predios" en bruto



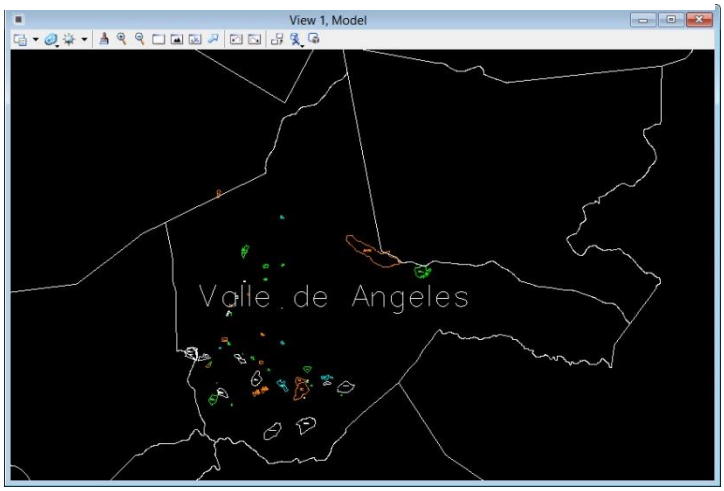
Al colocar el mapa municipal de Honduras sobre la base de datos de los predios, podemos obtener una vista que nos indica superficialmente la distribución de los predios en todo el país.

Ilustración 10.Vista de la "base de datos de los predios" sobre el mapa municipal de Honduras



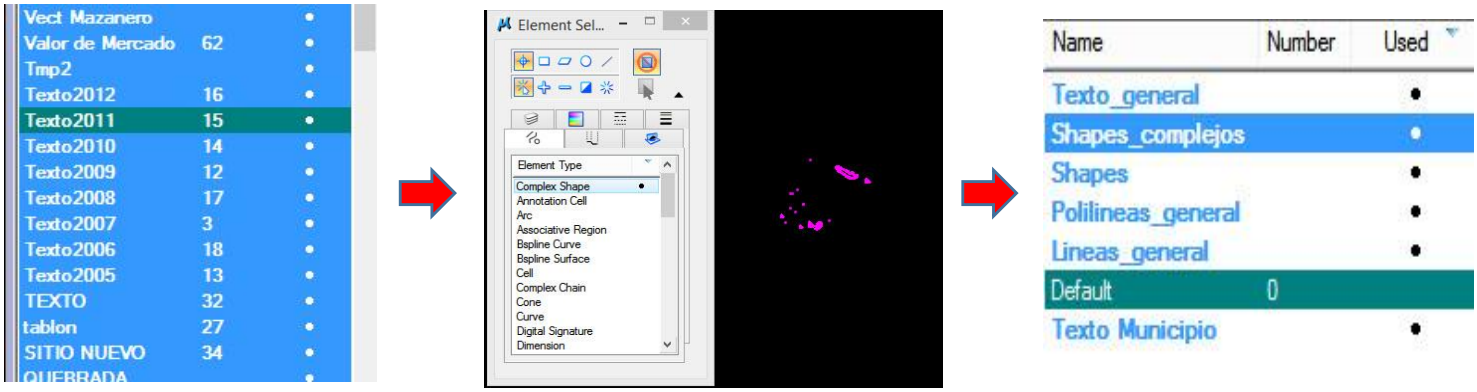
Como se seleccionó al municipio de Valle de Ángeles (0826) como área piloto, el primer paso fue separar los predios de ese municipio del resto de predios, se utilizó una selección de los predios con una ventana de selección, herramienta llamada Fence en MicroStation, al tener seleccionados los predios con sus respectivos textos asociados, se utilizó la línea de comando del software para digitar el comando "Fence File" y un clic dentro de la selección, para poder exportar los archivos contenidos dentro de la ventana de selección a un nuevo archivo DGN V8.

Ilustración 11.Vista de los predios exportados de Valle de Ángeles



Al tener aislados los predios del área de estudio, el siguiente paso de la depuración fue la limpieza de niveles. Los niveles en MicroStation son equivalentes a las capas de un SIG o un Layer en un archivo de Autodesk. El fichero de predios contiene muchísimos niveles diferentes producto de la manipulación sufrida por muchos técnicos en muchos años. La idea de la primera limpieza de niveles fue dejar niveles clasificando los tipos de elementos existentes en los predios del municipio. El archivo aparte de tener muchos niveles posee muchos diferentes tipos de elementos como son: lines, smartlines, shapes, complex shapes, arcs, text, textStrings, etc. El resultado de esta limpieza derivó en tener organizados los niveles creados que describan qué tipo de elementos contienen. Para esto se utilizó la herramienta de selección por tipo de elemento y así cada uno de los tipos se fue asignando a su nivel correspondiente. En las imágenes siguientes se muestran los niveles y la secuencia del proceso para dejarlos de la manera deseada:

Ilustración 12.Secuencia de depuración de niveles para ordenarlos por tipo de elemento

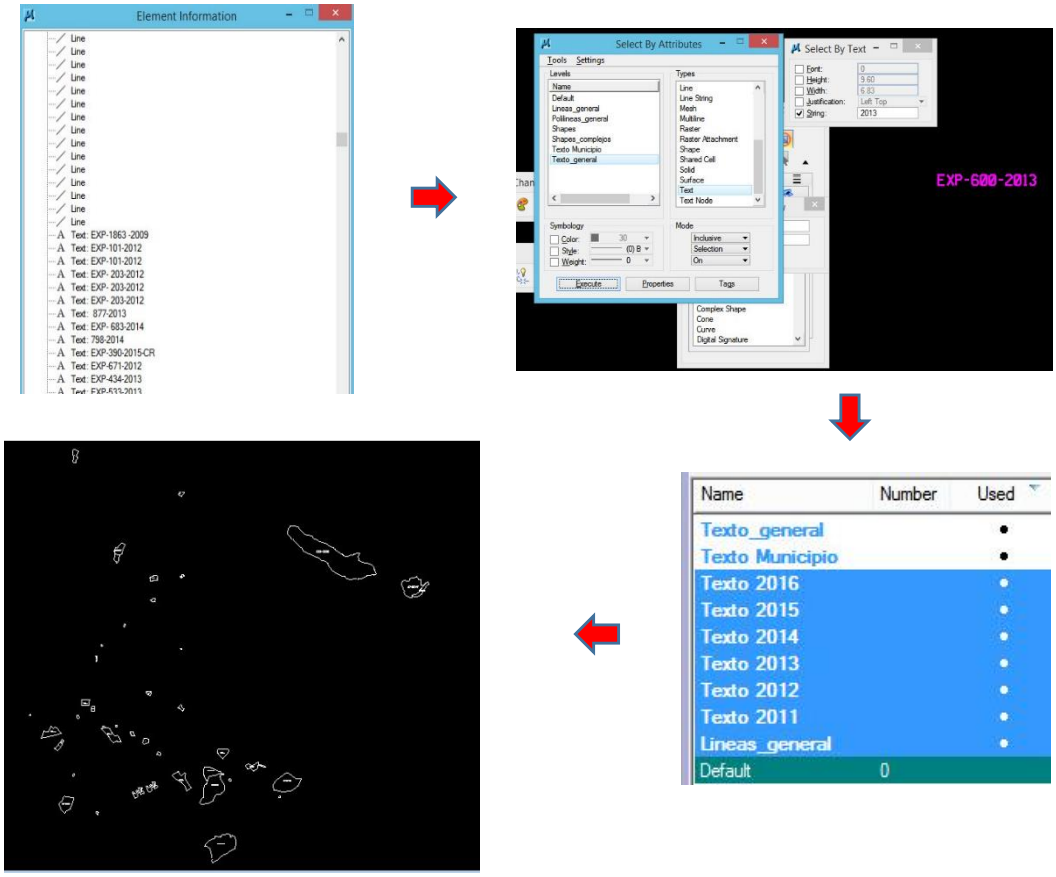


Por ejemplo, en el nivel “Shapes” se dejaron todos los elementos de tipo shape que se encontraron en el municipio, y así sucesivamente para todos los tipos de elementos.

Posteriormente se utilizó la herramienta de “Drop Elements” para cambiar todos los tipos de elementos geométricos (se quitaron las smartlines, shapes, complex shapes y textstrings) y dejarlos todos como tipo línea (Line) y todos los elementos de texto para dejarlos como tipo texto (text).

Al tener solamente elementos líneas y textos, se crearon dos nuevos niveles con el fin de almacenar todas las líneas en un solo nivel y los textos en otro. Con los textos se utilizó la herramienta de selección por atributos, esto para encontrar todos los textos pertenecientes a los años del 2011 al 2016 y se crearon niveles para almacenar cada grupo de textos seleccionados a su nivel correspondiente.

Ilustración 13.Imágenes de los tipos de elementos, la selección por atributos, asignación de los elementos a los niveles finales y predios listos para exportarse a QGIS



La idea de esto fue que los textos que no quedaran asignados a ningún nivel de los años especificados y quedaran en el nivel “Texto general” nos indicarían los predios que NO cumplían el requisito del año de levantamiento, por lo que serían borrados del archivo.

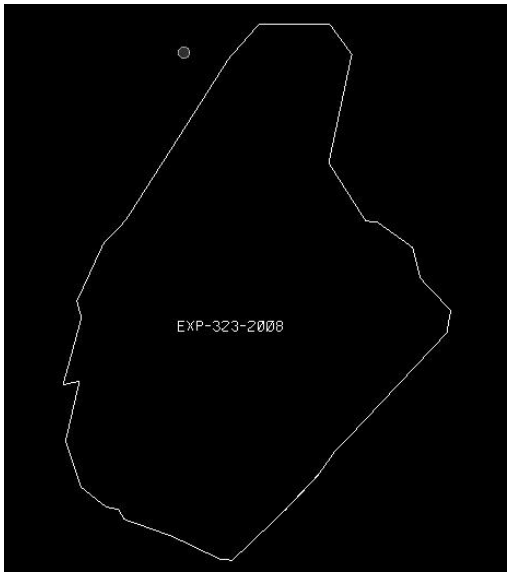
Finalmente se realizó la estandarización de los textos de los nombres de los expedientes, este trabajo se realizó uno por uno de forma manual hasta obtener textos estandarizados. A este punto ya se tenían los predios del municipio piloto listos para ser exportados a Qgis, el último paso a realizar el MicroStation fue guardar el archivo como un archivo de tipo DGN versión 7, debido a que Qgis no reconoce los archivos DGN V8.

DATOS QUE NO FUERON TOMADOS EN CUENTA

Los cuatro requisitos principales que debían cumplir los predios para ser tomados en cuenta, formar parte del proceso y no ser eliminados en la depuración fueron:

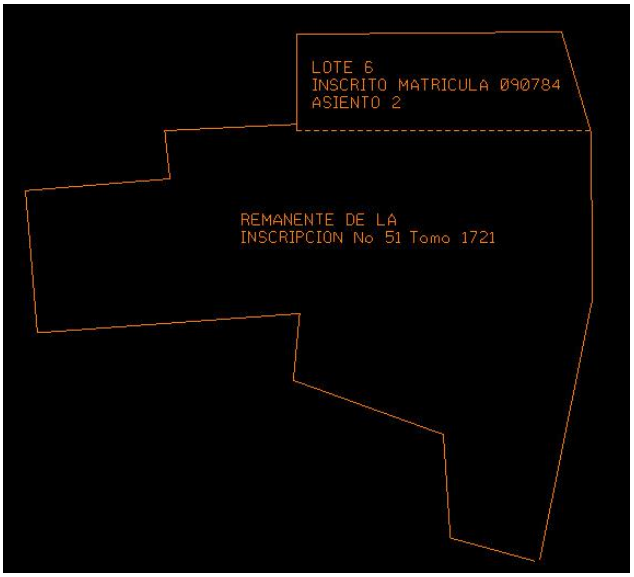
1. Ser de expedientes realizados entre los años 2011 al 2016. Como se mencionó anteriormente, por temas de precisión nuestro año tope es el año 2011, ya que no se puede asegurar que antes de ese año se utilizaran los equipos con la precisión requerida y los métodos de levantamiento catastral correctos.

Ilustración 14.Ejemplo de predio no tomado en cuenta por no cumplir el requisito del año de levantamiento. Ejemplo del año 2008.



2. Tener un número de expediente asociado a la geometría levantada. Los predios que no tenían un expediente por el que se pudieran identificar, ya sea porque no existía ningún texto dentro de ellos o porque el texto que tenían no reflejara el número de expediente fueron eliminados del archivo.

Ilustración 15.Ejemplo de predio no tomado en cuenta por no tener un número de expediente asociado



3. Los predios no deben presentar ningún problema de pretensión o traslape con otros predios de la “base de datos de predios”.

4. Los predios deben estar 100% contenidos en el municipio. Si existe algún predio que se ubica entre dos municipios, se desecha debido a que eso representaría un problema al hacer el mantenimiento catastral, ya que el municipio de ubicación es el que indica el código de ubicación y el sector a que pertenece en la asignación de la clave catastral. Esta validación se explica un poco más adelante con el modelo construido.

Existen otros casos en los que el técnico de mantenimiento en un futuro decidirá si realiza o no el mantenimiento catastral según su criterio, como por ejemplo:

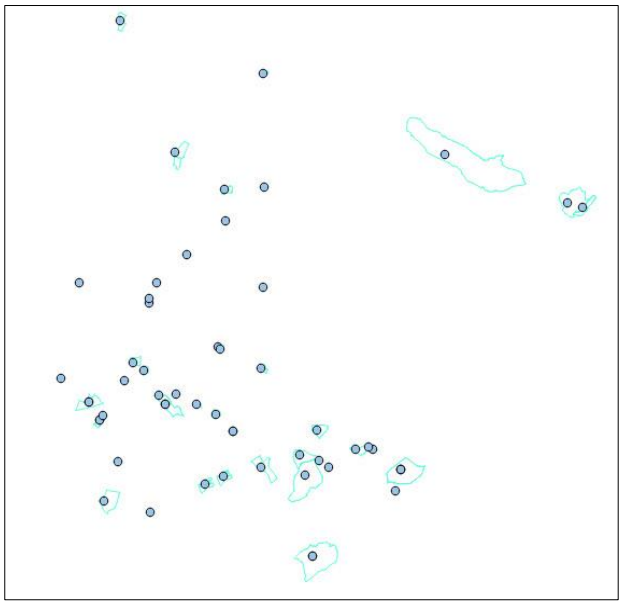
1. Pretensión entre el predio y otro de la capa oficial de predios.
2. Si el levantamiento genera dudas por no concordar con la realidad física de la zona y se necesita una nueva inspección de campo.
3. Si se detectan problemas con la georreferenciación del predio.

4. Si hay un expediente más reciente del mismo predio ya ingresado al sistema y el de la base de datos de los predios quedó obsoleto.

ADECUACIÓN DE LOS DATOS Y CONSTRUCCIÓN DEL MODELO EN QGIS

Se trabajó con Qgis versión 2.14.19 - Essen, al tener listo el archivo DGN V7 se abrió como archivo vectorial, el cual se visualizaba de la siguiente manera:

Ilustración 16.Visualización del archivo depurado en Qgis



La interoperabilidad de Qgis permite poder abrir diferentes tipos de archivos provenientes de distintos software[20], el paso de la depuración de dejar solo elementos de tipo línea y texto fue para que no se dificultara tanto realizar procesos con estos datos y ser más manejables y entendibles por el programa. Los textos se visualizan como elementos vectoriales de tipo punto.
En este punto fue necesario convertir los archivos dgn a archivos .shp (shape) con la herramienta de "guardar como" y así poder ser reconocidos por las herramientas de Qgis.

El siguiente paso de la metodología consistió en la investigación de herramientas que pudieran, entre otras cosas, validar topología, corregir los errores topológicos sencillos que trajeran los datos, disolver líneas, convertir líneas a polígonos y hacer uniones espaciales entre dos capas.

Se consultaron muchas fuentes principalmente foros, videos, blogs y páginas web (principalmente Geofumadas.com y mappinggis.com) sobre las herramientas de Qgis y de las otras librerías que incluye el paquete del software, se deseaba conocer su funcionamiento para encontrar herramientas adecuadas para cada proceso.

Como era de esperarse se encontraban muchas herramientas que supuestamente hacen el mismo proceso pero que vienen de diferentes paquetes de desarrollo, por lo que fue necesario que al encontrar cada una de las herramientas se hicieran muchas pruebas para estar completamente seguro que se estaba eligiendo la herramienta adecuada.

20 MappingGIS. (2017). Los 10 formatos GIS vectoriales más populares. Retrieved from https://mappinggis.com/2013/11/los-formatos-gis-vectoriales-mas-populares/

Con mucha satisfacción se encontraron las herramientas buscadas, una de las más importantes forma parte de la librería del software GRASS[21], su nombre es “v.clean – conjunto de herramientas para limpiar topología vectorial”, y tiene las siguientes funcionalidades:

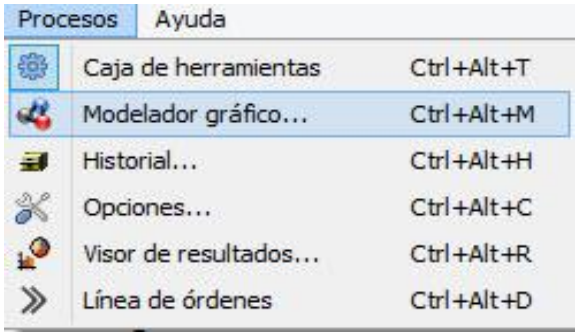
Ilustración 17.Opciones para limpieza topológica de la herramienta v.clean de la librería del software GRASS GIS 7

tool=*string[,string,...]* **[required]**
Cleaning tool
Options: *break, snap, rmdangle, chdangle, rmbridge, chbridge, rmdupl, rmdac, bpol, prune, rmarea, rmline, rmsa*
break: break lines at each intersection
snap: snap lines to vertex in threshold
rmdangle: remove dangles, threshold ignored if < 0
chdangle: change the type of boundary dangle to line, threshold ignored if < 0, input line type is ignored
rmbridge: remove bridges connecting area and island or 2 islands
chbridge: change the type of bridges connecting area and island or 2 islands from boundary to line
rmdupl: remove duplicate geometry features (pay attention to categories!)
rmdac: remove duplicate area centroids ('type' option ignored)
bpol: break (topologically clean) polygons (imported from non topological format, like ShapeFile). Boundaries are broken on each point shared between 2 and more polygons where angles of segments are different
prune: remove vertices in threshold from lines and boundaries, boundary is pruned only if topology is not damaged (new intersection, changed attachment of centroid), first and last segment of the boundary is never changed
rmarea: remove small areas, the longest boundary with adjacent area is removed
rmline: remove all lines or boundaries of zero length, threshold is ignored
rmsa: remove small angles between lines at nodes
threshold=*float[,float,...]*
Threshold in map units, one value for each tool
Default: 0.0[,0.0,...])

Fuente: https://grass.osgeo.org/grass73/manuals/v.clean.html

Con las herramientas adecuadas y las pruebas realizadas se procedió a realizar la construcción del proceso con la herramienta “Modelador Gráfico” de Qgis.

Ilustración 18. Herramienta Modelador gráfico de Qgis



Cabe recordar que las capas de entrada para realizar el modelo fueron:

1. Capa de Predios con tipo de elemento líneas.
2. Capa de textos con tipo de elemento puntos.

[21] David Gerdes, U. S. A. C. E. R. L., Radim Blazek, ITC-irst, Trento, I., & Martin Landa, FBK-irst (formerly ITC-irst), Trento, I. (n.d.). v.clean GRASS. Retrieved from https://grass.osgeo.org/grass73/manuals/v.clean.html

3. Límite municipal.

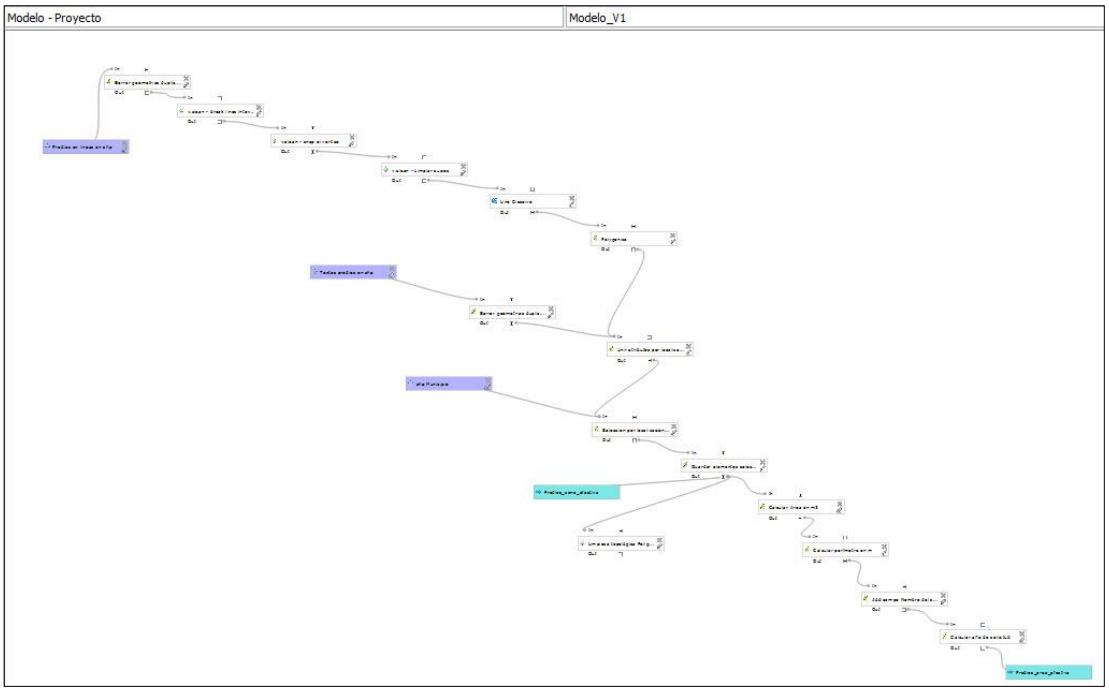
Las herramientas que se utilizaron en el modelo se describen en la siguiente tabla:

Tabla 1. Explicación de las herramientas utilizadas en el modelo

No.	Nombre de la herramienta	Software nativo	Capa(s) de entrada	Función dentro del modelo
1	Delete duplicate geometries	Qgis	Capa de predios con líneas	Eliminar líneas duplicadas de los predios
2	v.clean tool: break	GRASS GIS 7	Capa resultante del proceso 1	Cortar líneas en intersecciones
3	v.clean tool: snap	GRASS GIS 7	Capa resultante del proceso 2	Unir líneas a vertices dentro del rango de tolerancia (0.2 m)
4	v.clean tool: rmdangles	GRASS GIS 7	Capa resultante del proceso 3	Limpiar sucios de la capa (extensiones)
5	Line Dissolve	SAGA 2.3.2	Capa resultante del proceso 4	Dissolver las lineas de los predios
6	Poligonize	Qgis	Capa resultante del proceso 5	Convertir líneas a polígonos
7	Delete duplicate geometries	Qgis	Capa de textos con puntos	Eliminar textos duplicados de los predios
8	Join attributes by location	Qgis	Capa objetivo: capa resultante del proceso 6, Capa de unión: capa resultante del proceso 7	Unir atributos por localizacion, asociar cada texto a su predio correspondiente
9	Select by location (selección por localización)	Qgis	Capa objetivo: capa resultante del proceso 8, Capa de interseccion: capa del límite municipal	Seleccionar los predios 100% contenidos en el municipio, para dejar por fuera los que se ubican entre dos municipios.
10	Save selected features	Qgis	Selección resultante del proceso 9	Guardar en un nuevo archivo los predios "efectivos", contenidos en
11	v.clean tool: bpol	GRASS GIS 7	Capa resultante del proceso 10	Revisar topología de los polígonos
12	Field Calculator	Qgis	Capa resultante del proceso 10	Calcular el área de los predios en m2
13	Field Calculator	Qgis	Capa resultante del proceso 12	Calcular el perímetro de los predios en m2
14	Add field to attributes table	Qgis	Capa resultante del proceso 13	Adicionar un campo para ingresar el nombre del solicitante
15	Field Calculator	Qgis	Capa resultante del proceso 14	Extraer en un campo nuevo elaño de solicitud del expediente del número de expediente con la expresión: substr("Text" ,9,4)

El modelo final con las herramientas antes mencionadas se muestra en la siguiente imagen:

Ilustración 19. Imagen del modelo construido



Nota: Las imágenes legibles del modelo se muestran en los anexos.
La tabla de atributos del shape de datos de salida queda estructurada de la siguiente manera:

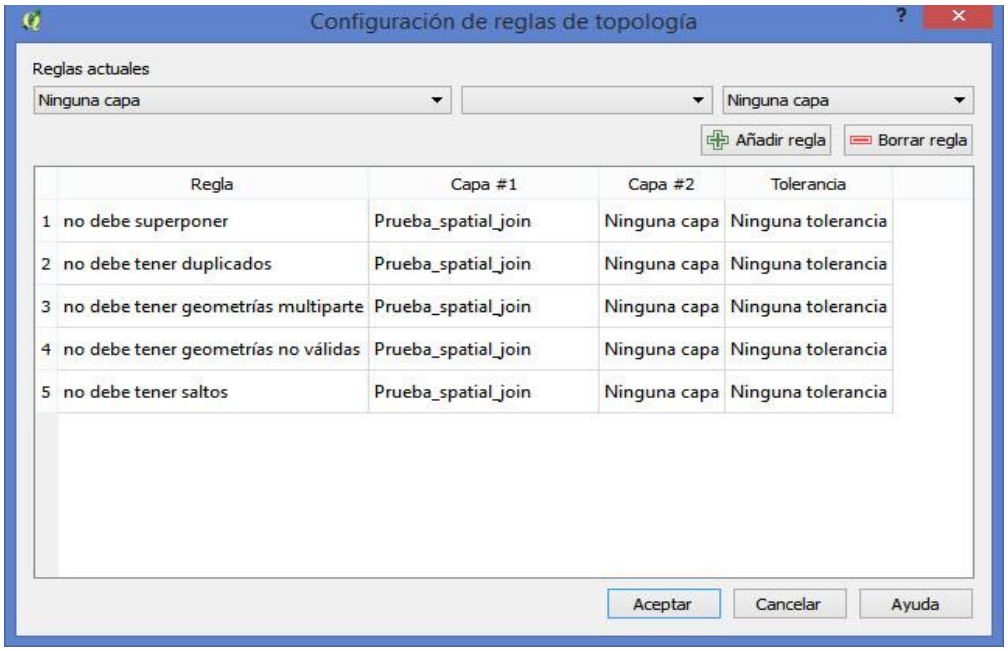
Ilustración 20.Estructura preliminar de la tabla de atributos

	area	perimeter	Text	Nombre_sol	Anio_soli
0	250000.32	2245.30	EXP-101-2012	Ingresar nombre del expediente	2012
1	2003.78	188.18	EXP-055-2016-CR	Ingresar nombre del expediente	2016
2	75583.40	1105.35	EXP-204-2016-CR	Ingresar nombre del expediente	2016
3	214340.67	2078.09	EXP-435-2013-LOT...	Ingresar nombre del expediente	2013
4	21804.62	1270.49	EXP-883-2016-CR	Ingresar nombre del expediente	2016
5	169795.71	1681.57	EXP-203-2012	Ingresar nombre del expediente	2012
6	21510.17	1212.89	EXP-651-2014	Ingresar nombre del expediente	2014
7	63000.48	1390.58	EXP-671-2012	Ingresar nombre del expediente	2012
8	1381.46	150.87	EXP-597-2016-CR	Ingresar nombre del expediente	2016
9	63167.14	1154.60	EXP-435-2013-LOT...	Ingresar nombre del expediente	2013
10	2104.22	179.24	EXP-290-2016-CR-...	Ingresar nombre del expediente	2016
11	1540.34	149.14	EXP-426-2016-CR	Ingresar nombre del expediente	2016
12	28443.55	854.46	EXP-434-2013	Ingresar nombre del expediente	2013
13	2141.83	256.92	EXP-533-2013	Ingresar nombre del expediente	2013
14	36089.77	762.71	EXP-839-2016-CR	Ingresar nombre del expediente	2016
15	4443.58	287.92	EXP-131-2015-CR	Ingresar nombre del expediente	2015

Mostrar todos los objetos espaciales

Es importante mencionar el modelo funcionara perfectamente si los datos son perfectos, pero por lo general no será así por ser un proceso catastral. Si los datos tienen errores topológicos que las herramientas no pueden corregir o que se salen de las tolerancias establecidas, lo recomendable es corregir estos errores afuera del modelo y hacer validaciones topológicas en cada paso del modelo, para esto es necesario utilizar el plugin "Comprobador de Topología"[22], el que se descarga del repositorio de complementos de Qgis. El "Comprobador de Topología" se configuró con las siguientes reglas para encontrar errores a corregir:

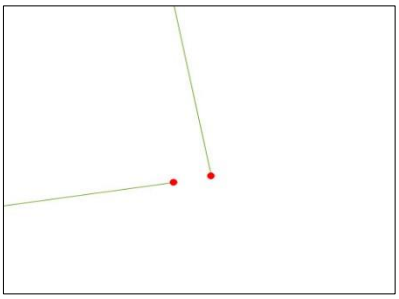
Ilustración 21. Ejemplo de configuración de reglas topológicas para polígonos



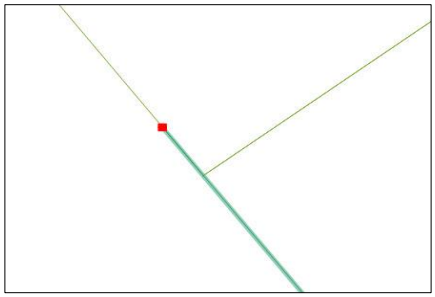
	Regla	Capa #1	Capa #2	Tolerancia
1	no debe superponer	Prueba_spatial_join	Ninguna capa	Ninguna tolerancia
2	no debe tener duplicados	Prueba_spatial_join	Ninguna capa	Ninguna tolerancia
3	no debe tener geometrías multiparte	Prueba_spatial_join	Ninguna capa	Ninguna tolerancia
4	no debe tener geometrías no válidas	Prueba_spatial_join	Ninguna capa	Ninguna tolerancia
5	no debe tener saltos	Prueba_spatial_join	Ninguna capa	Ninguna tolerancia

Algunos de los errores que por ser muy grandes se corrigieron manualmente para poder correr el modelo, a continuación se muestran tres ejemplos:

Ilustración 22. Errores topológicos corregidos manualmente. (a) Nodo colgado (dangle), (b) superposición de líneas, (c) Superposición y huecos entre polígonos



(a)



(b)

(c)

22 Alonso, Diego, M. co. (2017). Corrección de topología en QGIS. Retrieved from https://mappinggis.com/2015/03/correccion-de-topologia-en-qgis/

Por cuestiones de practicidad se corrigieron los datos del área piloto sin tener un levantamiento de campo que nos respaldara el trabajo, por ejemplo para la corrección de la superposición entre polígonos, pero en un ejercicio real se deben corregir los errores teniendo los insumos suficientes para estar seguros que lo que estamos haciendo es correcto. El trabajo de campo aplica sobre todos aquellos mantenimientos en los que el técnico, como responsable considera que es necesaria una inspección más detallada porque los errores de topología son muy grandes y no es posible corregir inconsistencias mediante la fotointerpretación. El caso más común es la superposición.

PUBLICACIÓN WEB

La capa con los datos depurados y validados se publicó en Geoserver, que es un servidor de código abierto para compartir datos geoespaciales[23], que nos permite disponer las capas con los estándares de la OGC[24], en un repositorio personal o institucional y a través del cual los técnicos podrán tener acceso a las capas que le correspondan según su municipio.
Para esto se creó una cuenta, la que se configuró inicialmente con el servidor local "local host" como origen de los datos, pero una vez en la implementación, los datos se deben alojar en un servidor de producción.

Una vez instalado Geoserver, el primer paso es crear un espacio de trabajo llamado "Francisco_Morazan" (departamento donde se encuentra el municipio 0826) y dentro de este se subió la capa predios como un almacén de datos llamado "Predios_area_efectiva_2". La configuración de la capa para su publicación se realizó modificando los parámetros de las pestañas que se muestran a continuación:

Ilustración 23. Pestañas de configuración de Geoserver para publicación de capas

Posteriormente a subir la capa y configurar las pestañas con los parámetros necesarios, se creó un estilo de simbología a la capa. Este estilo se creó utilizando

[23] geoserver.org. (2014a). GeoServer is an open source server for sharing geospatial data. Retrieved October 20, 2017, from http://geoserver.org/

[24] geoserver.org. (2014b). OGC compliant. Retrieved October 20, 2017, from http://geoserver.org/

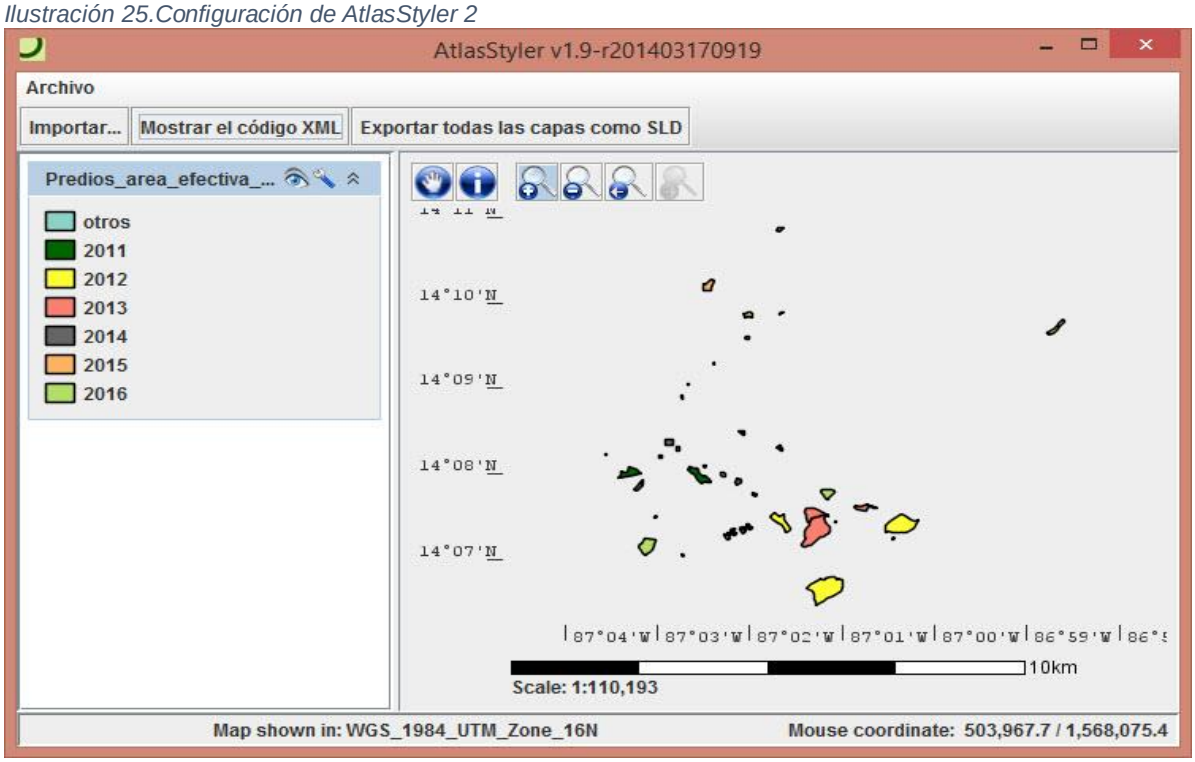
el Software AtlasStyler, especial para crear simbología de tipo SDL para datos Geoespaciales.

Al configurar los parámetros en el AtlasStyler, para nuestro caso, la simbología de los predios según el año de solicitud del expediente y las etiquetas de la capa utilizando el atributo que contienen el número de expediente se obtiene un código XML del estilo que es el que utilizamos en las opciones de estilo de Geoserver para crearlo y asignarlo a la capa de predios, para que al disponerla y publicarla se pueda apreciar la capa con el estilo creado.

En las imágenes que se muestran a continuación se puede apreciar la configuración del AtlasStyler para obtener el código XML del estilo SDL creado.

Ilustración 24. Configuración de AtlasStyler 1

Ilustración 25.Configuración de AtlasStyler 2



Con el estilo asignado a la capa en Geoserver, se realizó la conexión desde el software de escritorio Qgis, para esto utilizamos la herramienta “Añadir capa WMS”, la ventana de la herramienta de conexión se configuró de la siguiente manera:

Ilustración 26.Configuración del servicio WMS en el software de escritorio

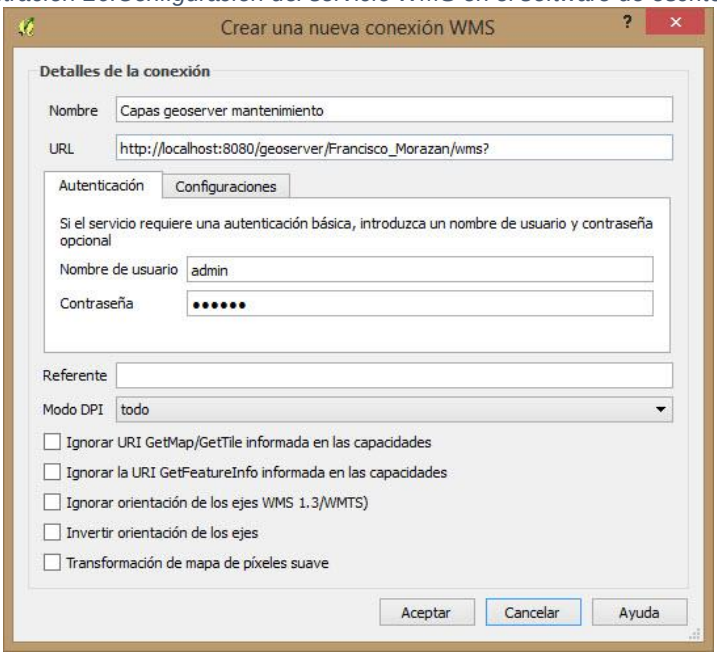
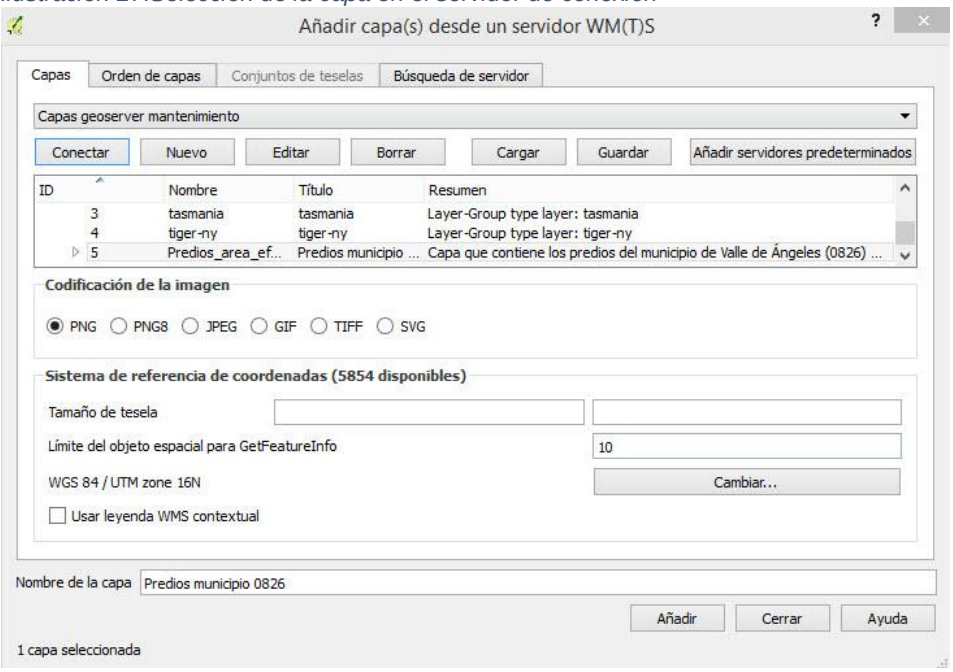
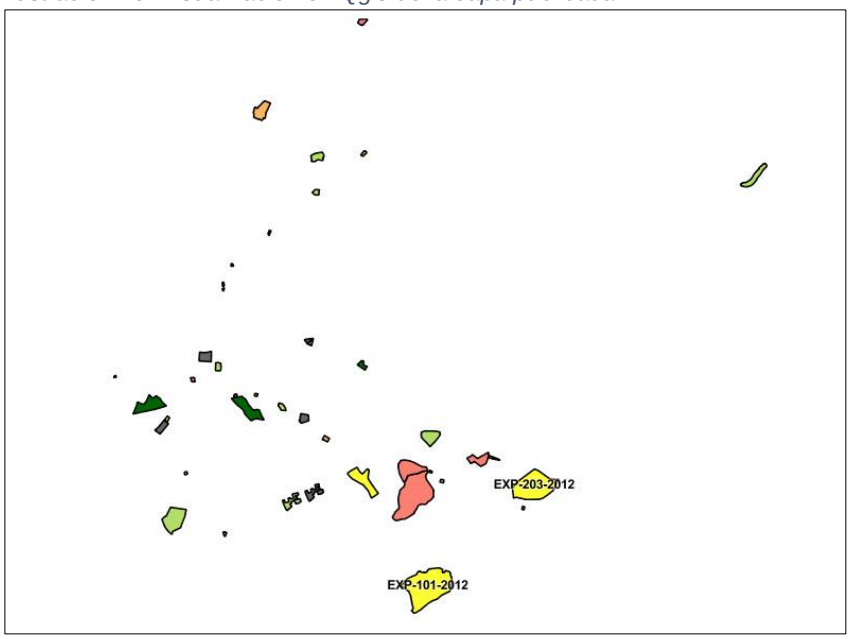


Ilustración 27.Selección de la capa en el servidor de conexión



La capa publicada con sus atributos y el estilo asignado se despliega en la vista del Qgis y puede ser consultada por los técnicos que lo necesiten. La vista previa de la capa se visualiza de la siguiente manera.

Ilustración 28. Visualización en Qgis de la capa publicada



VISUALIZACIÓN DE LOS RESULTADOS EN UN GEOVISOR

El desarrollo del Geovisor para visualización de los resultados se realizó utilizando también software libre, se utilizaron ficheros de tipo HTML, CSS y JavaScript, los que fueron construidos o modificados utilizando el editor de texto “Sublime Text”.

El Geovisor fue montado utilizando la biblioteca de JavaScript de código abierto “OpenLayers” la que incluye los ficheros tipo ol.css (Hoja de estilos de JavaScript) y el ol.js (OpenLayers JavaScript).

Aparte de estos dos ficheros que nos incluye la librería OpenLayers, se construyeron los ficheros antes mencionados de tipo HTML, CSS y Java Script desde cero y se descargaron plugins para funcionalidades adicionales. En la siguiente imagen se aprecia la jerarquía de carpetas y los archivos necesarios para construir el Geovisor:

Ilustración 29. Estructura de carpetas de los archivos del Geovisor

ol3-layerswitcher-master	03/04/2017 02:14 a...	Carpeta de archivos	
ol3-popup-master	08/08/2017 02:16 ...	Carpeta de archivos	
ol4	23/10/2017 10:58 a...	Carpeta de archivos	
proj4js	05/04/2012 09:43 a...	Carpeta de archivos	
Respaldo	30/10/2017 05:06 ...	Carpeta de archivos	
index2	30/10/2017 05:04 ...	Chrome HTML Do...	2 KB
logo_IP	13/09/2017 10:52 ...	Imagen JPEG	63 KB
ol3-layerswitcher-master	23/10/2017 04:20 ...	Archivo ZIP	21 KB
ol3-popup-master	25/10/2017 12:15 ...	Archivo ZIP	11 KB

El archivo “index2” es el HTML que es la fuente principal desde el que se ejecuta la aplicación, es decir se llaman a los archivos JavaScript y hojas de estilos necesarias para el Geovisor.

En la ilustración 30 se pueden apreciar los archivos de tipo js (JavaScript) que contienen las instrucciones a ejecutarse en el Geovisor. El archivo llamado “index2.js” es el que se construyó, los demás son librerías descargadas que contienen instrucciones predefinidas.

En la ilustración 31 se aprecia cómo en el archivo HTML se hace referencia a estos archivos para llamarlos.

Ilustración 30.Archivos JavaScript utilizados en el Geovisor

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
Respaldo	30/10/2017 05:07 ...	Carpeta de archivos	
index2	30/10/2017 05:04 ...	Archivo JavaScript	5 KB
jquery-3.2.1.min	23/10/2017 07:40 ...	Archivo JavaScript	85 KB
jquery-3.2.1.min.map	23/10/2017 07:40 ...	Archivo MAP	129 KB
ol	13/10/2017 05:39 ...	Archivo JavaScript	523 KB
ol-debug	13/10/2017 05:39 ...	Archivo JavaScript	2,593 KB
ol-deps	13/10/2017 05:39 ...	Archivo JavaScript	536 KB
proj4js-1.1.0	23/10/2017 01:06 ...	Archivo ZIP	173 KB

Ilustración 31. Referencia a archivos de tipo .js en el HTML

```
<!--REFERENCIA A LAS INSTRUCCIONES DE LAS ARCHIVOS JAVASCRIPT UTILIZADOS EN EL GEOVISOR-->
<script src="ol4/build/jquery-3.2.1.min.js" type="text/javascript"></script>
<script src="ol4/build/ol-debug.js" type="text/javascript"></script>
<script src="ol4/build/index2.js" type="text/javascript"></script>
<script src="ol3-layerswitcher-master/src/ol3-layerswitcher.js"></script>
```

Lo mismo se hizo con los archivos CSS (Hojas de estilos en cascada), se construyó uno personalizado y se utilizó el que nos brinda la librería de OpenLayers. También se hace la referencia desde el HTML para llamarlos. A continuación se muestran las imágenes:

Ilustración 32.Archivos css utilizados en el Geovisor

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
index	25/10/2017 12:12 a...	Documento de ho...	2 KB
ol	26/10/2017 05:11 ...	Documento de ho...	5 KB

Ilustración 33.Referencia a archivos de tipo .css en el HTML

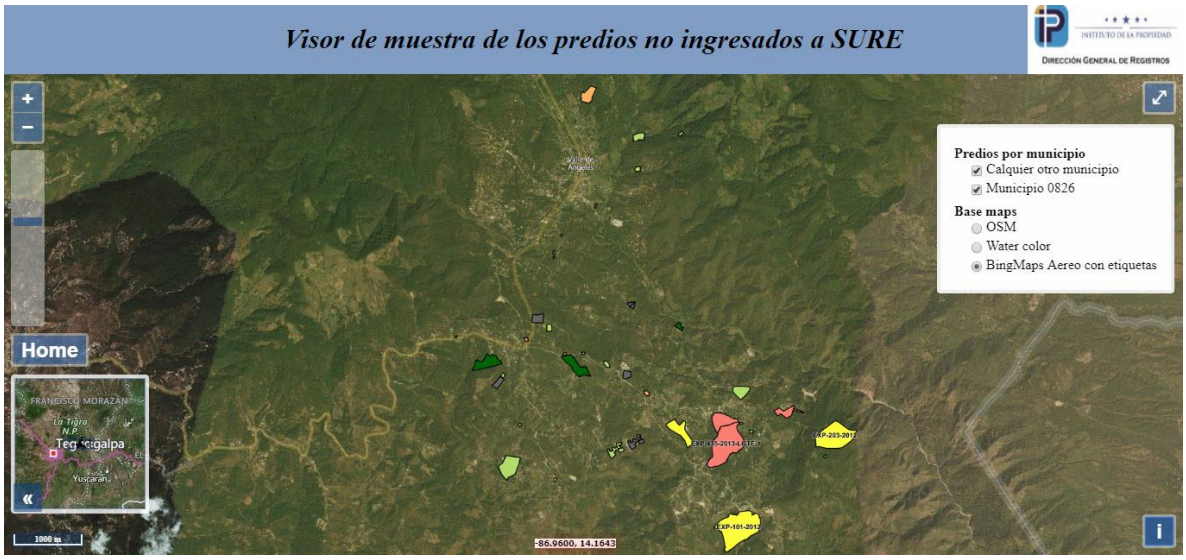
```
<!--REFERENCIA A LAS HOJAS DE ESTILOS UTILIZADAS EN EL GEOVISOR-->
<link rel="stylesheet" href="ol4/css/ol.css" type="text/css">
<link rel="stylesheet" href="ol4/css/index.css" type="text/css">
<link rel="stylesheet" href="ol3-layerswitcher-master/src/ol3-layerswitcher.css" type="text/css">
```

Los archivos ol3-layerswitcher.js y ol3-layerswitcher.css son archivos que corresponden a una librería descargada por aparte para poder hacer el cambio de capas base y capas vectoriales dentro del panel de capas.

Nota: para más detalles del código utilizado ver el apartado de ANEXOS.

A continuación se muestra una imagen del resultado del desarrollo del Geovisor con todos los widgets y las hojas de estilos utilizados.

Ilustración 34. Resultado del desarrollo del Geovisor



En resumen, se utilizó una capa base inicial de una imagen aérea de BingMaps, con capas alternativas de tipo OSM (Open Street Map) y Water Color. Se llamó la capa publicada en Geoserver como WMS para visualización de los resultados de los procesos anteriores sobre la capa base (ubicación real).

Los widgets que se agregaron fueron: Botones de zoom, barra de zoom, botón de zoom extends, Vista general (Overview), Barra de escala, coordenadas de ubicación del cursor, opción para pantalla completa y un panel de capas. Adicionalmente tiene una un botón de información de los términos de uso de OpenLayers y BingMaps y un hipervínculo en el logo del IP hacia la página oficial de la institución.

Es importante mencionar que este Geovisor se desarrolló específicamente con fines académicos para mostrar los resultados de todos los procesos anteriores, la Sub-Dirección de Geomática del Instituto de la Propiedad cuenta con un Geovisor desarrollado por personal experto en estas labores, por lo que en ambiente de producción lo ideal es que se utilicé el Geovisor que ya se tiene desarrollado. El otro escenario sería que se mejore este desarrollo, se pueda hacer más estético y con más funcionalidades para ponerlo a disposición de los técnicos que lo utilizarían, recordando que la finalidad es que los resultados de la adecuación de insumos solo serán publicados a nivel interno, para los técnicos designados a ejecutar estas labores, y no a nivel externo como lo está el Geovisor oficial en el que se dispone la capa oficial de predios a la población en general.

A continuación se muestra un diagrama con el resumen de la metodología utilizada:

Ilustración 35. Resumen de los pasos de la metodología

Posterior a estos pasos se realizó la construcción del Geovisor con OpenLayers y se cargó la capa de predios como un WMS desde el Geoserver.

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados del proceso son los esperados, se obtuvo la capa de predios depurada, con las validaciones topológicas correspondientes (como se mencionó en la metodología, para efectos del proyecto se asumieron las correcciones), con la tabla de atributos estructurada, el modelo del proceso construido, los números de expedientes en formato estandarizado, la capa publicada para ser consumida en diferentes tipos de formatos de información geoespacial según los estándares de la OGC (para esta metodología se utilizó WMS pero puede ser consumida con los tipos de formatos que nos posibilita Geoserver) y el Geovisor desarrollado para visualización de los resultados. La implementación del proyecto con datos que necesiten de correcciones topológicas reales, trabajo de campo y comparar lo de la capa oficial de predios con lo que se obtenga producto de la depuración serán las tareas realmente duras para los técnicos, ya que se trabajará en un ambiente de producción y cada decisión que se tome incurre en responsabilidades para ellos.

Se comprobó que los software libres que se utilizaron en los diferentes procesos son muy potentes, nos brindan muy amplia gama de aplicaciones y que solamente se necesita investigar un poco y comprobar sus funcionalidades. En el caso particular de Qgis, en cuanto a la herramienta de constructor de modelos, después se utilizar las dos, en mi opinión no es tan potente como la de ArcGis, queda muy limitada en aspectos como el uso de herramientas, ingreso de capas de entrada, forma en que se muestran las capas de salida, definición de parámetros para el modelo, establecer características como por ejemplo un “extend” definido, visualmente no es tan atractiva, se demora mucho más en ejecutar los procesos, tiene otra lógica de funcionamiento, pero a pesar de todo no se queda atrás y para procesos no tan extensos responde adecuadamente.

El proceso de adecuación de insumos para el mantenimiento catastral y la publicación de estos es un trabajo duro e intenso, pero solamente es parte de un proyecto mucho más grande que incluye tareas como búsqueda de los expedientes en físico, ingreso de los datos más relevantes de estos, escaneo de estos expedientes para tener sustento digital, trabajo de campo en casos necesarios y el proceso más importante que es el de realizar los mantenimientos catastrales.

Al iniciar el proceso de depuración se identificó que el municipio contaba con aproximadamente 75 polígonos que cumplían el requisito de ubicación y que serían el objeto de estudio para la finalidad de este proyecto. A lo largo del proceso y por los requisitos establecidos para los predios (los que se exponen en el apartado de la Metodología sobre los datos que no fueron tomados en cuenta), se fueron descartando hasta que se obtuvieron los 43 predios efectivos. En total se descartaron 32 predios equivalentes al 42.7% de los predios que iniciaron el proceso. Aunque con una sola muestra es muy poca información para obtener una predicción concreta, asumiremos que esto puede ser una tendencia en los demás municipios y esto nos indicaría que de los aproximadamente 5000 predios que

existen en la base de datos de predios, y con una porcentaje de predios efectivos de 60%, podríamos tener unos 3000 predios que podrían alimentar el sistema SURE, es importante tener en cuenta que el mantenimiento catastral depende en muchos casos del criterio del técnico, él es el que decide si lo hace o no, por lo que también en el proceso de mantenimiento se podrían tener predios descartados.

Los predios que no cumplen los requisitos deben tener un tratamiento especial, buscar otras formas manuales de corregirlos e integrarlos posteriormente, como por ejemplo buscar el expediente al que pertenecen, partir predios de acuerdo a los límites municipales oficiales o cualquiera que sea la solución para el problema particular de cada predio. En cuanto a los que no cumplen el requisito del período de tiempo estipulado, por temas de integridad y precisión de los datos, la mejor opción es que queden fuera del proyecto.

El momento de la implementación del proyecto y la forma en que se debería hacer son decisiones institucionales, porque este se podría realizar por los técnicos de la institución o por los técnicos municipales luego de la implementación de los Centros Asociados en materia catastral. Lo ideal es que los técnicos de la institución trabajen sobre los municipios que no están en el plan de trabajo del proyecto de implementación de Centros asociados, y en el caso contrario sean los técnicos municipales los encargados de construir sus insumos y realizar sus mantenimientos.

Es importante tener en cuenta la magnitud del trabajo para saber que se requiere mucha inversión de tiempo, recursos humanos y recursos tecnológicos, aparte de compromiso y disposición de todos los implicados. No es cuestión de echar culpas o tratar de justificar el error cometido en años anteriores, solamente se debe saber que se cometió un error y que es necesario corregirlo.

PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

Antes de la implementación del proyecto, se debe socializar la propuesta, explicar la metodología a utilizar, escuchar nuevas ideas o sugerencias y analizar si estas pueden mejorar lo que en este documento se propone, posterior a la socialización se propondría a la Sub-Dirección de Geomática la estructuración de una célula dentro del departamento de catastro encargada de la revisión de cada uno de los expedientes, revisión de documentación, análisis de la información legal, control de calidad de la ficha, del levantamiento y del documento emitido y resolver qué expediente califica para ingresarse al sistema y cual no.

Con relación al tema económico, se propone trabajar en conjunto con el área de monitoreo y evaluación para elaborar un presupuesto estimado de implementación, teniendo en cuenta todos los recursos que se necesitarían para ejecutar el proyecto y las capacitaciones que se impartirían al personal interno y al personal de las municipalidades.

En cuanto a temas de logística, la implementación del proyecto incurre en varias actividades que se deben mejorar, como por ejemplo la conexión permanente al sistema en las oficinas y en las municipalidades. En muchos casos se necesitarán datos de campo, por lo que se deberá disponer de personal, equipos y vehículos para poder realizar esta labor, se recomienda reforzar el área de catastro con más equipos de precisión para levantamiento catastral. Se recomienda dotar de toda la logística necesaria y recurso humano capacitado para exigir un trabajo de calidad a nivel nacional.

Se recomienda integrar al personal de las regionales de Comayagua y San Pedro Sula para que se puedan hacer cargo de algunos municipios que les corresponden por su zona de trabajo. También se deben dar capacitaciones al personal en diversas tareas para que cuando alguien que hace un trabajo específico no esté, otro lo pueda hacer de igual forma.

Tener personal exclusivo para las labores del proyecto, evitar la doble función de los técnicos o que hagan el trabajo cuando estén sin mucha carga del día a día, ya que esto llevará a realizar el trabajo muy lento y podrían pasar años antes que se termine.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Instituto de la propiedad. (Julio de 2017). *Instituto de la Propiedad de Honduras*. Recuperado el Julio de 2017, de http://www.ip.gob.hn/acerca_registro

Instituto de la Propiedad de Honduras. (2017). *IP - Disposiciones generales*. Recuperado el 20 de Julio de 2017, de http://www.ip.gob.hn/disposiciones_generales

live.osgeo.org. (Octubre de 2017). Obtenido de live.osgeo.org: https://live.osgeo.org/es/overview/geoserver_overview.html

Morales, A. (4 de Abril de 2017). *MappingGIS*. Obtenido de https://mappinggis.com/2015/09/geoserver-para-novatos-crear-un-wms-a-partir-de-un-shapefile/

openlayers.org. (2008). *Openlayers2*. Obtenido de http://docs.openlayers.org/

PATH II. (2016). *Módulo Transaccional de Mantenimiento Catastral_Formulación QMC.* Programa de administración de tierras de Honduras, Infotecnología, Tegucigalpa.

Programa de Administración de tierras de Honduras. (2015). *Manual de procesos de las herramientas desarrolladas para Bentley Map usando base de datos espacial.* Programa de Administración de tierras de Honduras, Infotecnología, Tegucigalpa.

Programa de Administración de Tierras de Honduras. (Julio de 2017). *Programa de Administración de Tierras de Honduras*. Recuperado el Noviembre de 2016, de PATH II: http://www.path.hn/

qgis.org. (s.f.). *qgis.org*. Obtenido de http://qgis.org/es/site/about/index.html

República de Honduras. (Acuerdo CD-IP 11-2016). *Reglamento de mensura Catastral.* Tegucigalpa, Honduras.

Republica de Honduras. (Decreto No. 82-2004). *Ley de Propiedad y su reglamento* (Edición 2015 ed.). Honduras: OIM.

David Gerdes, U. S. A. C. E. R. L., Radim Blazek, ITC-irst, Trento, I., & Martin Landa, FBK-irst (formerly ITC-irst), Trento, I. (n.d.). v.clean GRASS. Retrieved from https://grass.osgeo.org/grass73/manuals/v.clean.html

geoserver.org. (2014a). GeoServer is an open source server for sharing geospatial data. Retrieved October 20, 2017, from http://geoserver.org/

geoserver.org. (2014b). OGC compliant. Retrieved October 20, 2017, from http://geoserver.org/

Programa de Administración de Tierras de Honduras,Infotecnologia, F. I. (2015). Guia práctica para resolver los casos que se presentan al realizar la vinculación, *1*, 1–16.

David Gerdes, U. S. A. C. E. R. L., Radim Blazek, ITC-irst, Trento, I., & Martin Landa, FBK-irst (formerly ITC-irst), Trento, I. (n.d.). v.clean GRASS. Retrieved from https://grass.osgeo.org/grass73/manuals/v.clean.html

geoserver.org. (2014a). GeoServer is an open source server for sharing geospatial data. Retrieved October 20, 2017, from http://geoserver.org/

geoserver.org. (2014b). OGC compliant. Retrieved October 20, 2017, from http://geoserver.org/

Programa de Administración de Tierras de Honduras,Infotecnologia, F. I. (2015). Guia práctica para resolver los casos que se presentan al realizar la vinculación, *1*, 1–16.

ANEXOS

A continuación se muestran una serie de imágenes de algunos de los procesos que son de suma importancia para la depuración de los datos, configuración de la publicación web en Geoserver y sobre la construcción del Geovisor con las librerías de OpenLayers.

Ilustración 36. Vista en la carpeta del archivo tomado como base del proyecto. Se aprecia que es muy vulnerable a cualquier modificación arbitraria. El archivo seleccionado contiene solo los predios del área de estudio

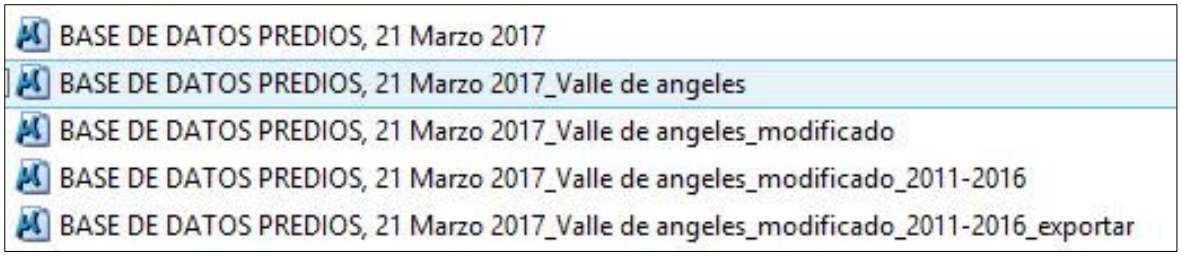


Ilustración 37.Parte 1 del modelo construido

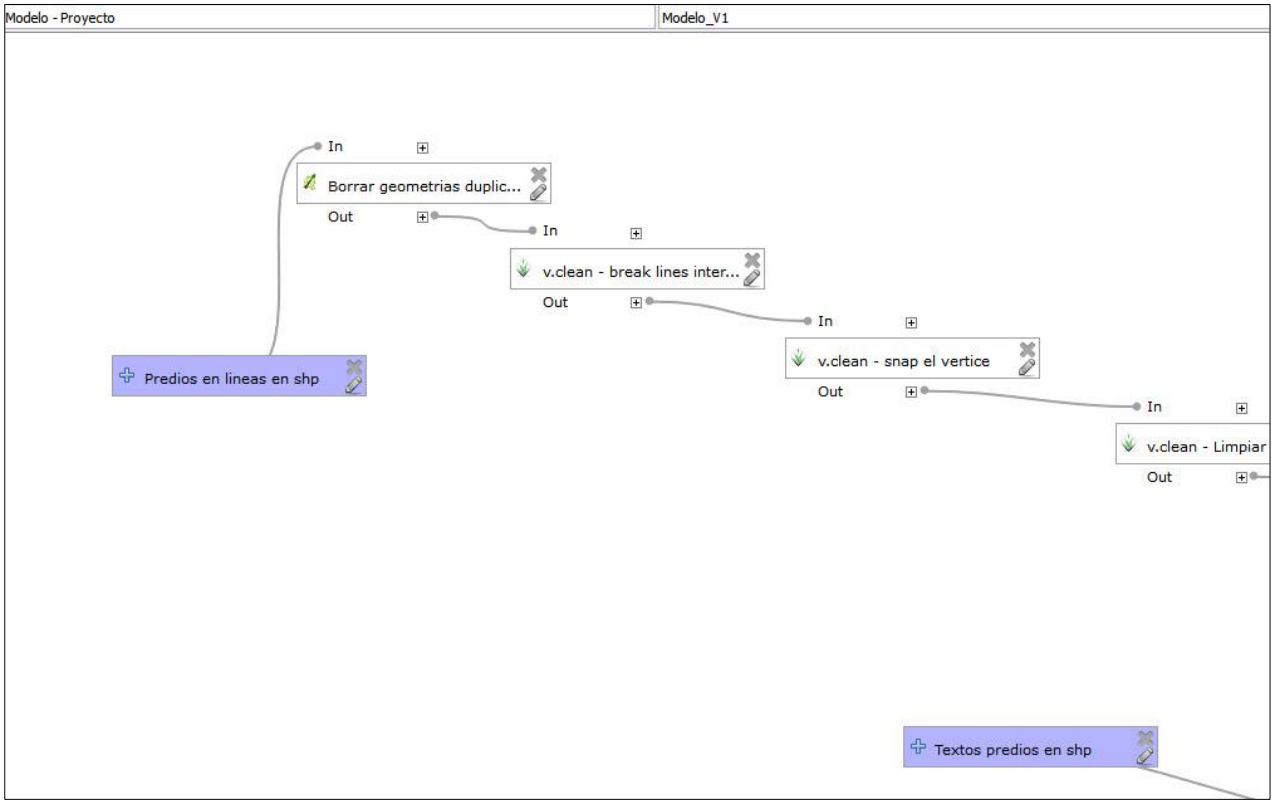


Ilustración 38.Parte 2 del modelo construido

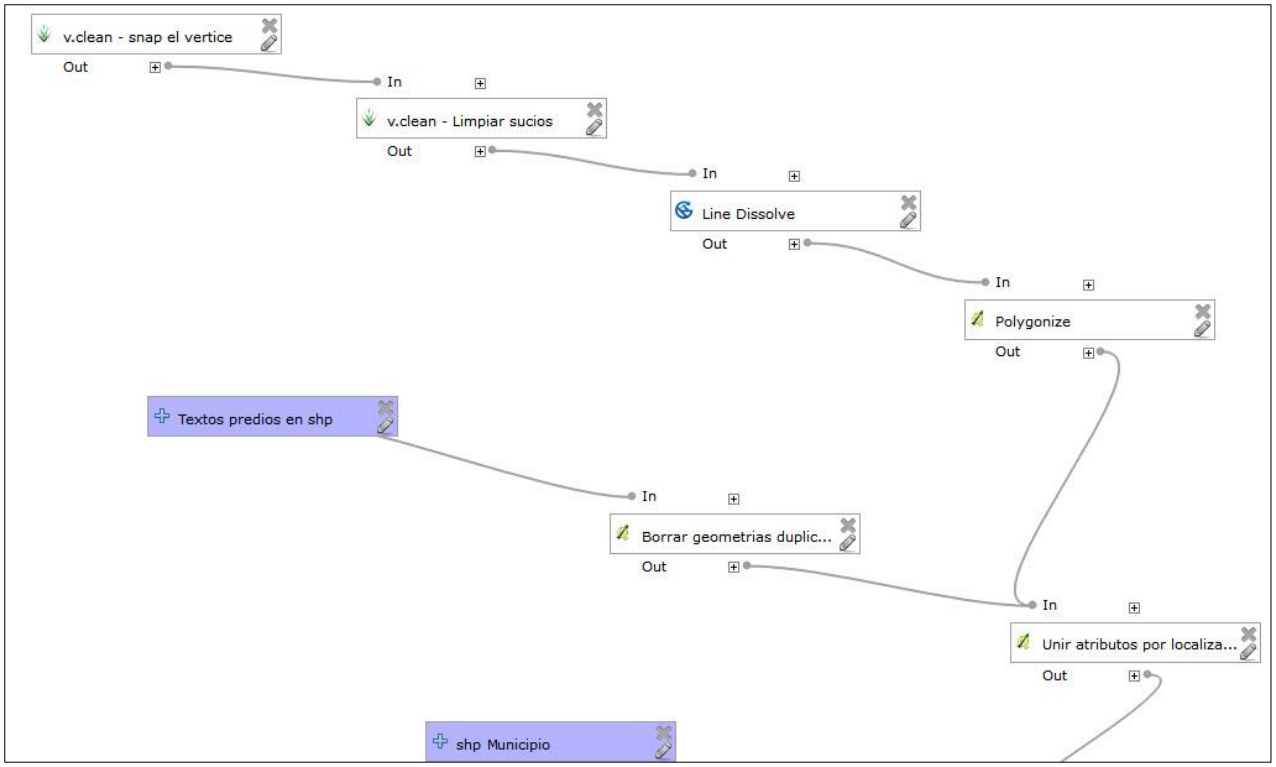


Ilustración 39.Parte 3 del modelo construido

Ilustración 40. Parte 4 del modelo construido

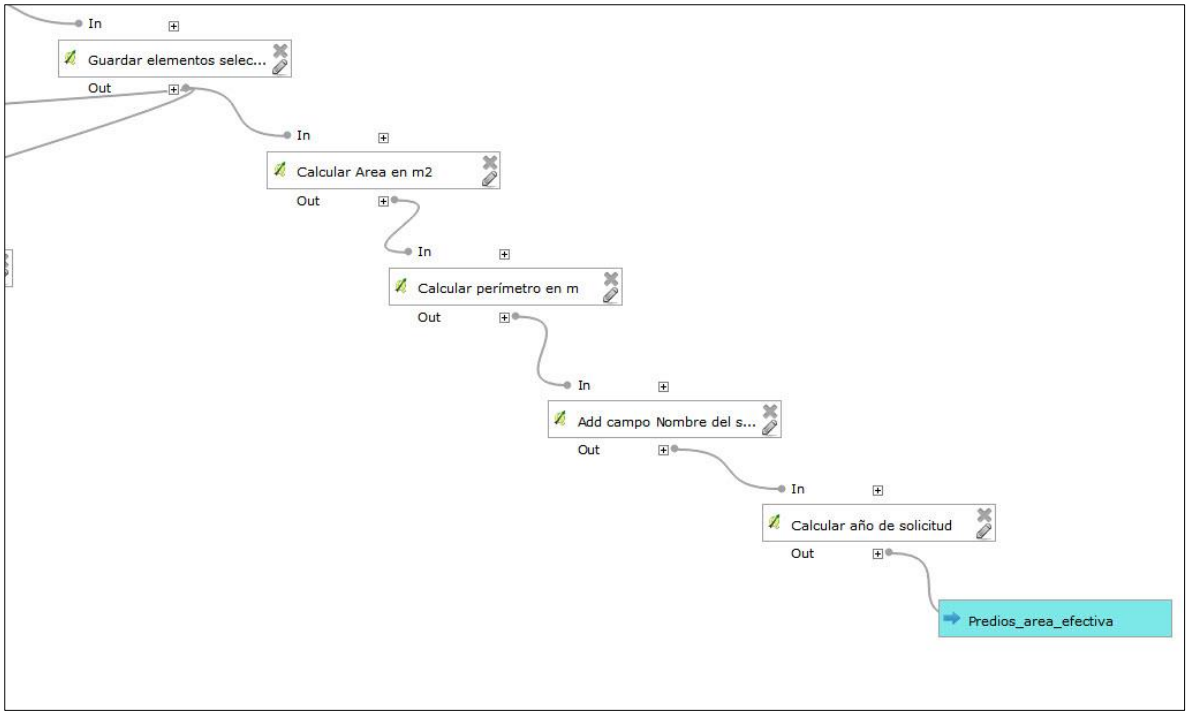


Ilustración 41. Parámetros de instalación del Geoserver

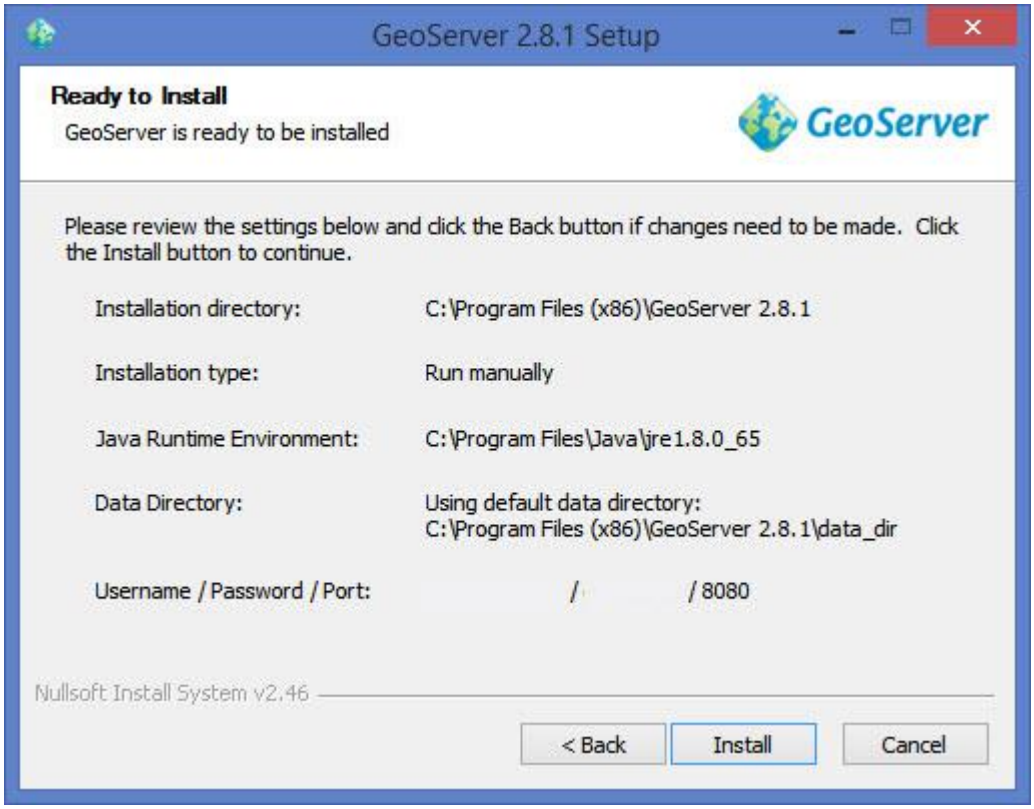


Ilustración 42.Creación del estilo de la capa a publicar en Geoserver. El estilo como se mencionó se creó con el software AtlasStyler, el archivo XML de la creación del estilo es el que se copia en esta pantalla de Geoserver.

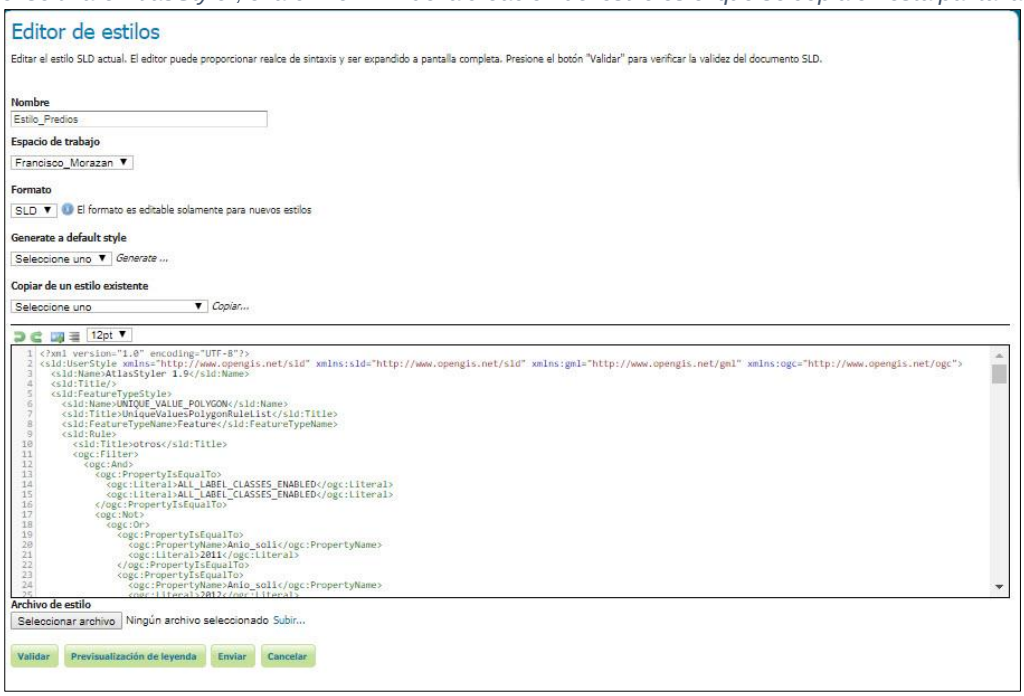
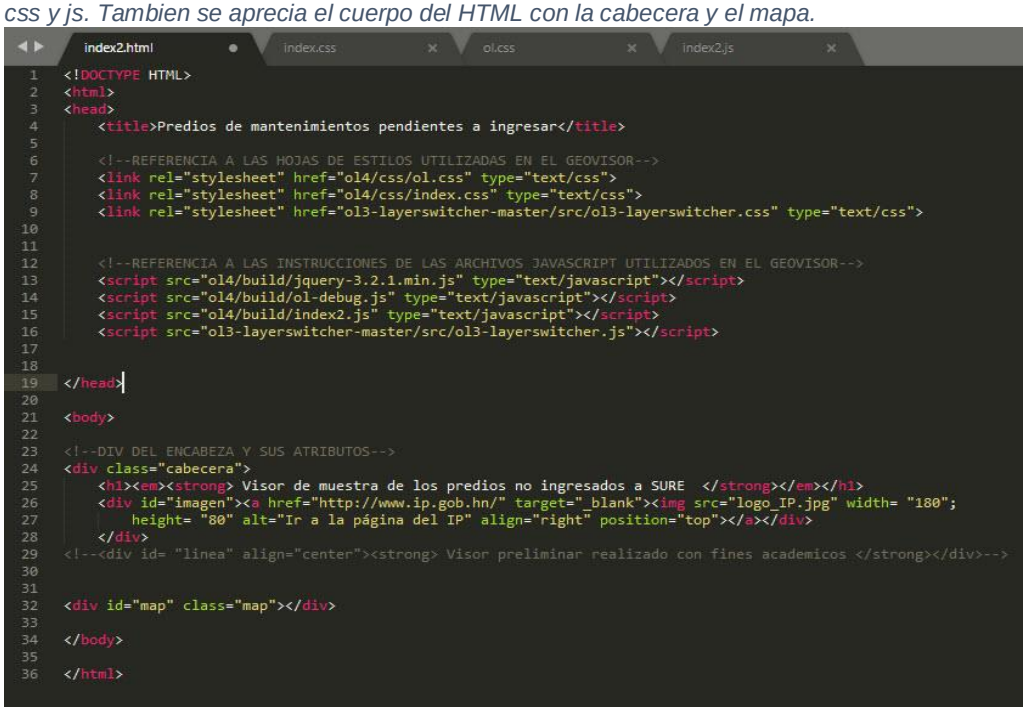


Ilustración 43.Archivo HTML para el desarrollo del GeoVisor. Se aprecian las referencias a los archivos de tipo css y js. Tambien se aprecia el cuerpo del HTML con la cabecera y el mapa.



```
<!DOCTYPE HTML>
<html>
<head>
    <title>Predios de mantenimientos pendientes a ingresar</title>

    <!--REFERENCIA A LAS HOJAS DE ESTILOS UTILIZADAS EN EL GEOVISOR-->
    <link rel="stylesheet" href="ol4/css/ol.css" type="text/css">
    <link rel="stylesheet" href="ol4/css/index.css" type="text/css">
    <link rel="stylesheet" href="ol3-layerswitcher-master/src/ol3-layerswitcher.css" type="text/css">


    <!--REFERENCIA A LAS INSTRUCCIONES DE LAS ARCHIVOS JAVASCRIPT UTILIZADOS EN EL GEOVISOR-->
    <script src="ol4/build/jquery-3.2.1.min.js" type="text/javascript"></script>
    <script src="ol4/build/ol-debug.js" type="text/javascript"></script>
    <script src="ol4/build/index2.js" type="text/javascript"></script>
    <script src="ol3-layerswitcher-master/src/ol3-layerswitcher.js"></script>


</head>

<body>

<!--DIV DEL ENCABEZA Y SUS ATRIBUTOS-->
<div class="cabecera">
    <h1><em><strong> Visor de muestra de los predios no ingresados a SURE  </strong></em></h1>
    <div id="imagen"><a href="http://www.ip.gob.hn/" target="_blank"><img src="logo_IP.jpg" width= "180";
        height= "80" alt="Ir a la página del IP" align="right" position="top"></a></div>
    </div>
<!--<div id= "linea" align="center"><strong> Visor preliminar realizado con fines academicos </strong></div>-->


<div id="map" class="map"></div>

</body>

</html>
```

Ilustración 44.Parte del archivo de tipo CSS creado para los estilos de los elementos del Geovisor

```
index2.html    index.css    ol.css    index2.js

1  html, body {
2      min-height: 100%;
3          width: 100%;
4              margin: 0px;
5  }
6
7
8  .map{
9
10         position: absolute;
11         top: 80px;
12         right: 0;
13         left: 0;
14         bottom: 0;
15         z-index: 1;
16
17                 }
18
19
20 .cabecera{
21
22         text-align: center;
23         width: 100%;
24         left: 0;
25
26         height: 80px;
27
28         background-color: rgba(0, 60, 136, 0.5);
29         border: none;
30         top: 0px;
31         position: fixed;
32         z-index: 2;
33
34         }
35
36
37 #imagen img {
```

Ilustración 45.Parte del archivo ol.css para los estilos de los widgets (herramientas) proveniente de la librería de OpenLayers.

```
index2.html    index.css    ol.css    index2.js

1  .ol-box{
2      box-sizing:border-box;
3      border-radius:2px;
4      border:2px solid #00f;
5  }
6
7  .ol-mouse-position{
8      bottom:8px;
9      left:45%;
10     align-content:bottom-center;
11     font-family: verdana;
12     font-weight: bold;
13     font-size: 9px;
14     position:absolute;
15     background-color: white;
16     text-shadow: 2px 2px 20px red;
17
18
19
20 }
21
22 .ol-scale-line{
23     background:rgba(0,60,136,.3);
24     border-radius:4px;
25     bottom:8px;
26     left:8px;
27     padding:2px;
28     position:absolute;
29 }
30
31 .ol-scale-line-inner{
32     border:2px solid #eee;
33     border-top:none;
34     color:#eee;
35     font-size:10px;
36     font-weight: bold;
37     text-align:center;
38     margin:1px;
39     will-change:contents,width;
40 }
```

Ilustración 46.Parte 1 del archivo index.js construido para el desarrollo del Geovisor con comentarios en los que se explican las instrucciones del código.

```
index2.html    index.css    ol.css    index2.js

//CREACIÓN DE LA VARIABLE MAP, CLASE OL.MAP - COMPONENTE PRINCIPAL DEL VISOR
var map = new ol.Map({
    target: 'map',
    view: new ol.View({

      //ASIGNACIÓN DEL CENTRO DEL GEOVISOR (ORIGEN), DEL ZOOM INICIAL, DEL ZOOM MÁXIMO Y ZOOM M
      center: ol.proj.transform([-87.04, 14.14], 'EPSG:4326', 'EPSG:3857'),
      zoom: 13.5,
      minZoom: 5,
      maxZoom: 19

        }),

    //CREACIÓN DE LOS CONTROLES POR DEFECTO QUE NOS PROPORCIONA LA BIBLIOTECA DE OPENLAYERS
    controls: new ol.control.defaults({

      zoom: true,
      attribution: true

       }),

    //DEFINICIÓN DE LAS CAPAS BASE Y CAPAS VECTORIAL QUE PODREMOS VISUALIZAR
    layers: [


          //CREACIÓN DEL GRUPO DE CAPAS BASE
      new ol.layer.Group({
           'title': 'Base maps',
            layers: [

          //ASIGNACIÓN DE LA CAPA BASE QUE TENDRÁ AL INICIARSE EL GEOVISOR
          //SERÁ UN BINGMAP DE TIPO AERIAL CON ETIQUETAS
          new ol.layer.Tile({

          title: 'BingMaps Aereo con etiquetas',
          type: 'base',
          visible: true,
          source: new ol.source.BingMaps({
                key: 'Ag9zhTH0YVq_SspvzfsTYuR7WZqu39-ORW5fj3s5PgyZszHTpaL39NwzuBi8J1oW',
                imagerySet: 'AerialWithLabels'
```

Ilustración 47.Parte 2 del archivo index.js construido para el desarrollo del Geovisor con comentarios en los que se explican las instrucciones del código.

```
index2.html    index.css    ol.css    index2.js

    //CREACIÓN DEL GRUPO DE CAPAS VECTORIALES
    new ol.layer.Group({
    title: 'Predios por municipio',
    visible: true,

    //DEFINICIÓN DE LAS CAPAS VECTORIALES Y SU ORIGEN
    layers: [

        //DEFINICIÓN DE LA CAPA DE PREDIOS DEL MUNICIPIO 0826
        //EN LA FUENTE DE DATOS SE COLOCA EL SERVICIO WMS QUE SE PUBLICÓ EN GEOSERVER
        new ol.layer.Tile({
        title: 'Municipio 0826',
        source: new ol.source.TileWMS({
        url: 'http://localhost:8080/geoserver/Francisco_Morazan/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=Francisco_Moraza
        params: {'LAYERS': 'Francisco_Morazan', 'TILED': true},
        serverType: 'geoserver'
   })

})),
        //EJEMPLO DE CÓMO SE INGRESARÍAN OTRAS CAPAS QUE SE TUVIERAN LISTAS
        new ol.layer.Tile({
        title: 'Calquier otro municipio',
        source: new ol.source.TileWMS({
        url: ''
        //params: {'LAYERS': 'Francisco_Morazan', 'TILED': true},
        //serverType: 'geoserver'

    })
```

Ilustración 48.Parte 3 del archivo index.js construido para el desarrollo del Geovisor con comentarios en los que se explican las instrucciones del código.

index2.html | index.css | ol.css | index2.js

```
111
112
113  //CREACIÓN DE WIDGETS (ELEMENTOS GRÁFICOS) QUE TENDRÁ EL GEOVISOR
114
115  //CREACIÓN DE LA VARIABLE QUE ALMACENA EL CONTROL DE CAPAS QUE SE DESCARGO COMO PLUGIN APARTE
116  var layerSwitcher = new ol.control.LayerSwitcher({
117    tipLabel: 'Leyenda',
118    descending:false
119  });
120
121    //CREACIÓN DE LA BARRA DE CONTROL DEL ZOOM
122    map.addControl(new ol.control.ZoomSlider());
123
124    //CREACIÓN DE LA ESCALA
125    map.addControl(new ol.control.ScaleLine());
126
127    //CREACIÓN DE LA OPCIÓN DE PANTALLA COMPLETA
128    map.addControl(new ol.control.FullScreen());
129
130    //CREACIÓN DE LAS COORDENADAS DONDE SE UBICA EL MOUSE
131    map.addControl(new ol.control.MousePosition({
132      coordinateFormat: ol.coordinate.createStringXY(4),
133      projection:'EPSG:4326'
134    }));
135
136    //CREACIÓN DEL MAPA MINIATURA DE VISTA GENERAL O UBICACIÓN DEL MAPA
137    map.addControl(new ol.control.OverviewMap());
138
139    //CREACIÓN DE LA OPCIÓN DE DAR ZOOM MÁXIMO
140    map.addControl(new ol.control.ZoomToExtent({
141      'label':"Home",
142      extent: [-87,14,-86,16]
143      }));
144
145    //CREACIÓN DEL CONTROL DE CAPAS QUE SE DESCARGO COMO PLUGIN APARTE
146    map.addControl(layerSwitcher);
147
148    //INTRUCCIÓN PARA MOSTRAR EL PANEL DE CAPAS
149    layerSwitcher.showPanel();
150
151  });
```