

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN GEOVISOR PARA LA GESTIÓN  
Y ADMINISTRACIÓN DE TRÁMITES DE VISADO DE PLANOS DE  
AGRIMENSURA EN LA MUNICIPALIDAD DE ACOSTA PARA EL AÑO 2021

Trabajo Final de investigación aplicada sometida a la consideración de la  
Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Geografía para optar al  
grado y título de Maestría Profesional en Sistemas de Información Geográfica y  
Teledetección

ANDREINA VÁSQUEZ CASTRO

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Montes de Oca

2023

## **DEDICATORIA**

A mis abuelitos, mamá Eneida y papá Mario, en especial, a papá quien siempre expresaba a cualquiera su orgullo por mis logros académicos y profesionales, los tendré siempre en mi pensamiento.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia.

A Juan Picado Salvatierra, ex director de la Escuela de Topografía, por decirme hace varios años atrás: No se preocupe... ¡Ocúpese!

A mis excompañeros de la Municipalidad de Acosta quienes permitieron que realizara el Trabajo Final de Graduación en el Departamento de Catastro.

Al tutor y lectores del proyecto: Alex Cerdas, Juan Gabriel McGregor y Paul Vega por el tiempo empleado en la lectura del documento y por sus valiosas recomendaciones para mejorarlo.

A mis compañeros de maestría Johan, Carolina, Gabriel, Marcelo, Ana Lucía, Francini, Maureen, Mauricio, Monserrat, Marco y Victoria, siempre estaré agradecida por su apoyo y compañerismo para lograr en conjunto la meta de culminación de esta etapa académica.

“Este trabajo final de investigación aplicada fue aceptado por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Geografía de la Universidad de Costa Rica y Universidad Nacional, como requisitos parciales para optar al grado y título de Maestría Profesional en Sistema de Información Geográfica y Teledetección”

---

MSc. Luis Francisco Rodríguez Soto  
**Coordinador del Programa de Maestría en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección**

---

MSc. Alexander Cerdas Hernández  
**Tutor**

---

MSc. Juan Gabriel McGregor Sanabria  
**Lector**

---

MSc. Paul Vega Salas  
**Lector**

---

Andreina Vásquez Castro  
**Sustentante**

## TABLA DE CONTENIDO

### DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN GEOVISOR PARA LA GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE TRÁMITES DE VISADO DE PLANOS DE AGRIMENSURA EN LA MUNICIPALIDAD DE ACOSTA PARA EL AÑO 2021 i

Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos.....	ii
Resumen .....	viii
Lista de Tablas.....	ix
Lista de Figuras.....	ix
Lista de Abreviaturas.....	xv
Licencia de Publicación.....	xvi
<b>CAPITULO I. INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
1.1 Problema.....	1
1.2 Justificación .....	2
1.3 Objetivos .....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivo especifico.....	4
1.4 Delimitaciones.....	4
1.5 Alcance del proyecto.....	5
<b>CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>7</b>
2.1 Trámite de Visado Municipal para planos de agrimensura y planos catastrados e importancia del visado municipal en la actividad catastral.....	7
2.2 Implementación de Geovisores en los procesos de digitalización gubernamental para mejorar la simplificación de trámites y transparencia.....	9
2.3 Sistema de Información Geográfica: Definición y breve reseña histórica de los SIG. ....	10

2.4 Composición de un SIG, modelo de datos geográfico y estandarización de la información geográfica. ....	13
2.4.1 Componentes de un SIG .....	13
2.4.2 Modelo de datos geográfico.....	15
2.4.3 Estandarización de los datos en Costa Rica.....	17
2.5 Componentes del software en la arquitectura de un SIG.....	18
2.5.1 Base de datos geográfica y repositorios de datos geográficos local..	19
2.5.2 Servidor de datos espaciales.....	24
2.5.3 Publicación de Geovisores web.....	26
<b>CAPITULO 3. METODOLOGÍA .....</b>	<b>28</b>
3.1 Alcance .....	28
3.2 Tipo de Investigación .....	29
3.3 Zona de estudio .....	29
3.4 Actores.....	30
3.5 Instrumentos y Datos .....	30
3.6 Flujo de Trabajo .....	31
3.6.1 Diagnóstico .....	33
3.6.2 Requerimientos funcionales y no funcionales.....	38
3.6.3 Fuente de datos.....	40
3.7 Limitaciones .....	41
3.8 Diseño y desarrollo del Geovisor .....	42
3.8.1 Establecimiento de la tabla de atributos de trámites de visado municipal.....	42
3.8.2 División de la tabla de trámites de visado municipal y almacenamiento de los datos. ....	52

3.8.3 Conversión de las tablas de trámites de visado municipal en capas de información geográfica.....	55
3.8.4 Importación de las capas auxiliares y modificación de la simbología.	64
3.8.5 Uso del complemento qgis2web. ....	76
3.8.6 Diseño y personalización de la interfaz gráfica del Geovisor.....	87
3.8.6.1 Modificación de la barra de filtros. ....	88
3.8.6.2 Modificación en la presentación de los datos, realce de objetos y atribuciones. ....	91
3.8.6.3 Modificaciones en las herramientas de acercar/alejar, geolocalización, medición, búsqueda de lugares y búsqueda por número de finca. ....	95
3.8.6.4 Creación del menú de navegación y título. ....	103
3.8.7 Publicación en GitHub. ....	116
<b>CAPITULO 4. RESULTADOS .....</b>	<b>119</b>
4.1 Diagnóstico de los datos. ....	119
4.1.1 Revisión del Registro de trámites de Visado Municipal. ....	119
4.1.2 Revisión de capas auxiliares. ....	121
4.1.3 Información cuantitativa obtenida a partir de la tabla de atributos creada de trámites de visado municipal.....	122
4.2 Cumplimiento de requisitos del Geovisor de Trámites de Visado Municipal. ....	125
4.2.1 Título y Menú de enlaces.....	125
4.2.2 Herramientas de posicionamiento y medición. ....	128
4.2.3 Panel de capas e iconos informativos.....	130
4.2.4 Mapa web y barra de filtros.....	133
4.3 Implementación de las capas vectoriales de trámites de visado municipal, capas auxiliares y el Geovisor. ....	135

4.3.1 Filtro de búsqueda por número de trámite. ....	135
4.3.2 Filtro de búsqueda por número de plano inscrito y capas de planos inscritos.....	138
4.3.3 Filtro de búsqueda por número de presentación y capas de presentaciones a catastrar.....	140
4.3.4 Filtro por tipo de plano o razón de inscripción. ....	143
<b>CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>146</b>
5.1 Conclusiones.....	146
5.2 Recomendaciones .....	148
<b>CAPITULO 6. BILIOGRAFIA.....</b>	<b>150</b>

## RESUMEN

El Gobierno de Costa Rica ha formulado un conjunto de normas para preparar a la administración pública hacia la transformación a un Gobierno Digital, actualmente, el MICITT es el ente encargado de este proyecto y ha formulado el plan estratégico llamado “Estrategia de la Transformación Digital hacia la Costa Rica del Bicentenario 4.0” en el cual establece que los municipios como actores deben implementar en su función pública soluciones digitales que potencien la disponibilidad de los trámites y la interacción con los usuarios mediante herramientas digitales.

La Municipalidad de Acosta ha implementado acciones para digitalizar todos los trámites que reciben diariamente a través de la recepción de solicitudes vía correo electrónico y la inclusión de la firma digital con el fin de evitar el rezago en el desarrollo e implementación de soluciones tecnológicas que cumplan con las disposiciones del plan estratégico del MICITT, en el ámbito de la información geoespacial y la potenciación del uso de los Sistemas de Información Geográfica, (SIG).

Para colaborar con los objetivos del MICITT se propone el desarrollo e implementación de un Geovisor para la gestión y administración de los trámites de visado municipal, esta herramienta cumple con el papel del medio tecnológico para lograr la interacción con el usuario.

Para lograr el desarrollo del Geovisor, primeramente, se realiza un diagnóstico de los datos que se van a incluir en el repositorio de datos, posteriormente, se reconocen los requisitos funcionales y no funcionales de los usuarios involucrados, para el diseño del Geovisor y la disposición de los datos utilizando software libre y de código abierto.

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Desventajas y ventajas del modelo vectorial sobre el modelo ráster. .	17
<b>Tabla 2.</b> Listado de posibles inconsistencias en los datos del Registro de Trámites de Visado Municipal. ....	35
<b>Tabla 3.</b> Inventario de datos de las capas de información geográfica. ....	36
<b>Tabla 4.</b> Requisitos funcionales del Geovisor. ....	39
<b>Tabla 5.</b> Requerimientos no funcionales. ....	40
<b>Tabla 6.</b> Configuración de la tabla de atributos de trámites de visado. ....	43
<b>Tabla 7.</b> Inconsistencias encontradas en los datos del Registro de Trámites.	120
<b>Tabla 8.</b> Cantidad de planos rechazados y aprobados por mes del año 2021. ....	123
<b>Tabla 9.</b> Tipos de propuestas de planos rechazadas y aprobadas del año 2021. ....	124
<b>Tabla 10.</b> Cantidad de presentaciones y planos inscritos rechazados y aprobados del año 2021. ....	124
<b>Tabla 11.</b> Resumen de cumplimiento de requisitos funcionales y no funcionales. ....	134

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Componentes de un SIG. ....	14
<b>Figura 2.</b> Modelo de datos vectorial a) y modelo de datos ráster b) ....	16
<b>Figura 3.</b> Esquema de la posición de un Sistema Gestor de Base de Datos entre la BD y los usuarios. ....	22
<b>Figura 4.</b> Esquema del flujo de trabajo para el desarrollo del Geovisor y publicación web. ....	32
<b>Figura 5.</b> Expedientes digitales de cada solicitud de visado municipal por número de trámite. ....	34
<b>Figura 6.</b> Documentos contenidos en una carpeta digital de visado municipal.	35
<b>Figura 7.</b> Vista de las capas de información geográfica auxiliares en QGIS. ...	37
<b>Figura 8.</b> Celdas vacías en la fila correspondiente al trámite 203-2021 del Registro de trámites de Visado Municipal. ....	44

<b>Figura 9.</b> Presentación para catastrar 2020-85631-C contenida en el expediente digital N° 203-2021.....	45
<b>Figura 10.</b> Ubicación geográfica en la proyección Lambert Norte. ....	46
<b>Figura 11.</b> Interfaz del visor cartográfico del SIRI para el ingreso de coordenadas Este y Norte.....	46
<b>Figura 12.</b> Ubicación de la coordenada en Lambert Norte y ubicación del lote descrito en la presentación 2020-85631-C.....	47
<b>Figura 13.</b> Archivo EML correspondiente a la solicitud digital mediante correo electrónico.....	48
<b>Figura 14.</b> Resoluciones de trámites por oficio sobre la presentación 2020-85631-C.....	49
<b>Figura 15.</b> Reemplazo de espacio entre palabras por guiones bajos en la columna de tipos de trámite. ....	50
<b>Figura 16.</b> Configuración del número de plano iniciando con el número de provincia.....	51
<b>Figura 17.</b> Filtro aplicado en la columna de número de plano para filtrar presentaciones iniciadas con "20".....	53
<b>Figura 18.</b> Filtro para obtener las presentaciones aprobadas.....	54
<b>Figura 19.</b> Opción para añadir capa de texto delimitado. ....	55
<b>Figura 20.</b> Configuración para la importación de los archivos CSV correspondientes a los trámites de visado municipal. ....	56
<b>Figura 21.</b> Definición de la geometría de los datos a importar a QGIS.....	57
<b>Figura 22.</b> Capas de trámites de visado municipal. ....	57
<b>Figura 23.</b> Opción de exportación de una capa en QGIS. ....	58
<b>Figura 24.</b> Configuración de exportación de la capa vectorial de puntos. ....	59
<b>Figura 25.</b> Campos de la tabla de atributos.....	60
<b>Figura 26.</b> Consulta de los atributos de un punto de la capa de planos inscritos aprobados. ....	61
<b>Figura 27.</b> Ubicación espacial de los datos sobre el mapa base de Open Street Maps. ....	62
<b>Figura 28.</b> Configuración de la simbología de la capa.....	63

<b>Figura 29.</b> Simbología de las capas de trámites de visado municipal. ....	64
<b>Figura 30.</b> Añadir capas vectoriales en QGIS.....	65
<b>Figura 31.</b> Configuración para la importación de la capa vectorial de vías municipales. ....	65
<b>Figura 32.</b> Columnas vacías eliminadas en la tabla de atributos de la capa de vías municipales.....	66
<b>Figura 33.</b> Capa de vías municipales del cantón de Acosta. ....	67
<b>Figura 34.</b> Consulta de un objeto de la capa de la Red Vial Cantonal.....	68
<b>Figura 35.</b> La ruta nacional N° 209 es la línea con sentido Este - Noroeste y la ruta ° 301 con sentido Noreste – Suroeste.....	69
<b>Figura 36.</b> Consulta de un objeto de la capa de vías nacionales.....	70
<b>Figura 37.</b> Herramienta para simplificar las geometrías de una capa.....	70
<b>Figura 38.</b> Configuración de la herramienta de simplificación de geometrías. .	71
<b>Figura 39.</b> Simbología de la capa de predios. ....	72
<b>Figura 40.</b> Consulta de un objeto de la capa de predios. ....	73
<b>Figura 41.</b> Simbología de la capa de distritos.....	74
<b>Figura 42.</b> Consulta de un objeto de la capa de distritos.....	74
<b>Figura 43.</b> Capas de información geográfica incorporadas en QGIS. ....	75
<b>Figura 44.</b> Ubicación del instalador de complementos de QGIS versión 3.22.15. .....	76
<b>Figura 45.</b> Administrador e instalador de complementos en QGIS.....	77
<b>Figura 46.</b> Crear un mapa web utilizando el complemento qgis2web versión 3.16.0. ....	78
<b>Figura 47.</b> Gestión de las capas a importar como mapa web.....	79
<b>Figura 48.</b> Configuración de la apariencia del mapa web.....	80
<b>Figura 49.</b> Elección de filtros por atributos propuestos por qgis2web.....	81
<b>Figura 50.</b> Configuración de la ruta de exportación de los archivos del mapa web, la ruta por defecto se localiza en la carpeta de archivos temporales de la Unidad de disco principal del sistema. ....	83
<b>Figura 51.</b> Configuraciones adicionales en la exportación del mapa web. ....	83
<b>Figura 52.</b> Pre visualización del mapa web a exportar. ....	84

<b>Figura 53.</b> Exportación exitosa del mapa web. ....	85
<b>Figura 54.</b> Archivos que componen el mapa web generado con qgis2web. ....	85
<b>Figura 55.</b> Visualización del mapa al ejecutar el archivo HTML "index" .....	86
<b>Figura 56.</b> Diseño de la interfaz gráfica del Geovisor. ....	87
<b>Figura 57.</b> Modificación del tamaño de la barra de filtros en el script de la función de filtrado. ....	89
<b>Figura 58.</b> Modificación de la cantidad de datos de muestra en el filtro por número de trámite. ....	89
<b>Figura 59.</b> Modificación de etiquetas del filtro por número de trámite. ....	90
<b>Figura 60.</b> Modificación de la etiqueta "Eliminar filtro" desde el archivo CSS...	91
<b>Figura 61.</b> Filtro para la búsqueda de trámite de visado por número de trámite. .....	91
<b>Figura 62.</b> Modificación del nombre de etiqueta para la capa de vías nacionales. ....	92
<b>Figura 63.</b> “popup” modificado sobre un objeto de la capa de la Red Vial Nacional. ....	93
<b>Figura 64.</b> Modificación en del nivel de transparencia en la función para resaltar objetos.....	94
<b>Figura 65.</b> “highlight” o resaltador de objetos en color amarillo con un nivel de transparencia.....	94
<b>Figura 66.</b> Modificación en la fuente y atribuciones del Geovisor.....	95
<b>Figura 67.</b> Modificación en las etiquetas de la herramienta de Zoom.....	96
<b>Figura 68.</b> Ejemplo del cambio realizado en el idioma en el botón de alejar. ...	96
<b>Figura 69.</b> Modificación en las etiquetas de la herramienta de geolocalización. .....	97
<b>Figura 70.</b> Etiquetas en el idioma español utilizando la herramienta de geolocalización.....	97
<b>Figura 71.</b> Módulo del idioma en español de la herramienta de medición.....	98
<b>Figura 72.</b> Herramienta de medición de Leaflet en el idioma español. ....	99
<b>Figura 73.</b> Modificación del valor de Z en el mapa base de Open Streets Maps. .....	100

<b>Figura 74.</b> Modificación en el color de las geometrías generadas por la herramienta de medición.....	100
<b>Figura 75.</b> Geometría en color rojizo generada con la herramienta de medición. ....	101
<b>Figura 76.</b> Modificación de las etiquetas en ingles en la herramienta de búsqueda de lugares.....	102
<b>Figura 77.</b> Aplicación de la modificación de la etiqueta en la herramienta de búsqueda lugares.....	102
<b>Figura 78.</b> Modificación del script de Java leaflet-search.js y ejemplo de la aplicación de la modificación.....	103
<b>Figura 79.</b> Implementación del elemento <nav> y un encabezado <h3> en el Geovisor.....	104
<b>Figura 80.</b> Título y Menú de navegación en el Geovisor. ....	104
<b>Figura 81.</b> Programación del estilo del título y la barra de navegación del Geovisor, archivo “geovisor.css”.....	106
<b>Figura 82.</b> Título y menú de navegación personalizados para el Geovisor. ...	107
<b>Figura 83.</b> Programación del archivo HTML correspondiente al enlace de la página de inicio del menú de navegación del Geovisor. ....	108
<b>Figura 84.</b> Estilos de los encabezados h2 y h3 de la página de "Inicio". ....	109
<b>Figura 85.</b> Enlace "Inicio" donde se muestra la página de bienvenida para el usuario. ....	110
<b>Figura 86.</b> Programación de la tabla de requisitos mostrada en la página del enlace "Requisitos". ....	111
<b>Figura 87.</b> Enlace “Requisitos” donde se muestran los requisitos para el trámite de visado municipal.....	112
<b>Figura 88.</b> Programación de la referencia externa a la página web reglamentos del INVU asociada al logo de la institución. ....	113
<b>Figura 89.</b> Programación contenida en el archivo normativa.css sobre el estilo de las imágenes mostradas en el enlace "Normativa". ....	114
<b>Figura 90.</b> Página web a la que redirecciona el enlace "Normativa" del menú de navegación del Geovisor.....	114

<b>Figura 91.</b> Formulario en línea para la solicitud del Visado Municipal. ....	115
<b>Figura 92.</b> Geovisor para la solicitud de trámites de visado municipal. ....	116
<b>Figura 93.</b> Repositorio de datos creado en GitHub.....	117
<b>Figura 94.</b> Publicación del Geovisor en GitHub pages. ....	118
<b>Figura 95.</b> Vista del Geovisor desde GitHub.....	118
<b>Figura 96.</b> Título y menú de enlaces. ....	126
<b>Figura 97.</b> Enlaces del menú y títulos en las páginas de enlace. ....	127
<b>Figura 98.</b> Ubicación de las herramientas de posicionamiento y medición en el Geovisor. ....	128
<b>Figura 99.</b> Herramienta de búsqueda de fincas.....	129
<b>Figura 100.</b> Geometrías dibujadas con la herramienta de medición.....	129
<b>Figura 101.</b> Ejemplo de control de capas visibles y ocultas. ....	130
<b>Figura 102.</b> Mapa Base activo: Mapa Topográfico de OSM en el Geovisor ...	131
<b>Figura 103.</b> Contenido del icono de información. ....	132
<b>Figura 104.</b> Iconos informativos presentes en el Geovisor.....	132
<b>Figura 105.</b> Consulta a un polígono de la capa de distritos.....	133
<b>Figura 106.</b> Velocidad de carga del Geovisor medida en GTmetrix. ....	134
<b>Figura 107.</b> Búsqueda del trámite 004-2021 a través de la barra de filtros. ...	135
<b>Figura 108.</b> Trámite 004-2021 ubicado sobre la finca N° 721693 de la capa de predios. ....	136
<b>Figura 109.</b> Calle pública más próxima por la que podría acceder el lote relacionado con el trámite 004-2021. ....	137
<b>Figura 110.</b> Trámite filtrado por el número de plano inscrito: 1-58802-1992. .	138
<b>Figura 111.</b> Distribución de trámites de visado para planos inscritos rechazados y aprobados por distrito. ....	140
<b>Figura 112.</b> Trámite filtrado por el número de presentación: 2020-89255-C. .	141
<b>Figura 113.</b> Trámites de visado para presentaciones a catastrar por distrito. .	143
<b>Figura 114.</b> Filtro de planos de tipo "Parte de" o segregación.....	144
<b>Figura 115.</b> Filtro de planos de tipo "Localizar y reunir". ....	144

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>Abreviatura</b>	<b>Significado</b>
<b>ABD</b>	Administrador de Base de Datos
<b>ANGD</b>	Agencia Nacional de Gobierno Digital
<b>BD</b>	Bases de Datos
<b>BDG</b>	Base de Datos Geográfica
<b>IDE</b>	Infraestructura de Datos Espaciales
<b>IDECORI</b>	Infraestructura de Datos Espaciales de Costa Rica
<b>IGN</b>	Instituto Geográfico Nacional
<b>ISO</b>	Organización Internacional de Normalización
<b>LANAMME</b>	Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
<b>MICITT</b>	Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones
<b>OGC</b>	Open Geospatial Consortium
<b>OSM</b>	Open Street Maps
<b>TIC</b>	Tecnologías de Información y Comunicación
<b>SIG</b>	Sistema de Información Geográfica
<b>SIRI</b>	Sistema de Información del Registro Inmobiliario
<b>SNIT</b>	Sistema Nacional de Información Territorial
<b>TA</b>	Administrador de Tecnologías de la Información
<b>WFS</b>	Web Feature Server
<b>WMS</b>	Web Map Service



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

SEP Sistema de  
Estudios de Posgrado

**Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.**

Yo, Andreina Vásquez Castro, con cédula de identidad 115660199, en mi condición de autor del TFG titulado Desarrollo e Implementación de un Geovisor para la Gestión y Administración de Trámites de Visado de Planos de Agrimensura en la Municipalidad de Acosta para el año 2021.

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. **SI**  **NO** \*

\*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: \_\_\_\_\_ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

**FIRMA ESTUDIANTE**

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

## CAPITULO I. INTRODUCCION

### 1.1 Problema

El Gobierno de Costa Rica está en proceso de transición al Gobierno Digital, a través del MICITT ha formulado la Estrategia de Transformación Digital hacia la Costa Rica del Bicentenario 4.0. Dentro de esta estrategia se plantea como objetivo “*entregar servicios públicos digitales, integrados, seguros y de alta calidad para mejorar el bienestar de los habitantes*” (MICITT, Gobernanza Digital, 2018, pág. 24).

Para lograr este objetivo destacan cuatro líneas de acción, una de ellas corresponde a la implementación de plataformas de servicios municipales en línea, en la cual se pretende lograr un ecosistema de soluciones que potencien la disponibilidad de trámites digitales y la interacción con los usuarios a través de medios tecnológicos, entre las soluciones destacan la digitalización de la información territorial, lo anterior con la finalidad de promover la transparencia en la gestión municipal.

Entre los actores involucrados para cumplir este objetivo, se encuentran las municipalidades, es decir, hoy en día los municipios deben estar implementando soluciones digitales siguiendo las disposiciones del MICITT. Según el informe relacionado con las experiencias de las municipalidades en los procesos de digitalización (Amador & Castro, 2020), la Municipalidad de Acosta se encuentra dentro del rango de municipalidades con menos disposición de recursos humanos y tecnológicos, lo cual ha provocado que el proceso de digitalización sea más lento con respecto a otros municipios.

El Departamento de Catastro de la Municipalidad de Acosta dentro de su plan de acción ha incluido como objetivo implementar herramientas para compartir información relacionada con los trámites de visado e información geográfica. No obstante, debido a la disposición de recursos, el Departamento de

Catastro ha tenido dificultades para conseguir la implementación de un medio digital que le permita al usuario consultar trámites e información geográfica. En este caso, el trámite que gestiona el departamento es el de solicitud de visado municipal para planos de agrimensura, cuyos datos podrían incluirse en un Geovisor que permita su gestión. Actualmente, el departamento ha contribuido parcialmente con el cumplimiento de las metas del MICITT, pues, la solicitud del trámite se realiza en forma digital, a través de correo electrónico, sin embargo, está ausente el medio digital con el cual el usuario pueda interactuar con la información geográfica que se obtenga del trámite.

Este proyecto tiene como objetivo crear un medio digital para gestionar información territorial, en donde se puedan visualizar datos del territorio y el usuario pueda interactuar con ellos, de manera que contribuya con el objetivo del MICITT de adoptar prácticas que mejoren la relación entre el gobierno y los ciudadanos a través de una gestión transparente.

## **1.2 Justificación**

El Departamento de Catastro de la Municipalidad de Acosta es el área encargada de la gestión de la información geográfica del cantón por ende tiene la función de promover la implementación de los SIG, más aún con la entrada en vigor de la estrategia del MICITT (2018) para transformar el gobierno actual a un gobierno digital, además, debe cumplir con las exigencias actuales de contar con bases de datos de geográficas y visores web, pues, son elementos que se toman en cuenta para valorizar el nivel de digitalización de un gobierno local (Amador & Castro, 2020).

Actualmente, el municipio ha realizado esfuerzos para impulsar el uso de software SIG, además, de herramientas para el uso y consulta de información geográfica, sin embargo, debido a limitaciones en presupuesto y recurso humano, aún no se ha potenciado por completo el uso del SIG, el uso se ha reducido a un uso individual y local, lo que ha generado que la creación de datos

geoespaciales sea lenta y el acceso a los datos sea complicado debido a la ausencia de bases de datos geográficas, así como de herramientas de visualización que permitan el acceso ágil y fácil a los datos.

Los trámites de solicitud para visado municipal, permisos de construcción, patentes y usos de suelo que la municipalidad ofrece al administrado, contienen datos que pueden transformarse a datos geoespaciales y podrían ser determinantes para la toma de decisiones en materia de planificación urbana y en ausencia de instrumentos costosos como lo es el Plan Regulator. Actualmente, en el municipio no se ha creado información geográfica con ninguno de estos trámites y dado que el visado municipal, es el primer acto administrativo que da pie a los permisos de construcción, patentes y usos de suelo, puede ser el primer insumo en transformarse en información geográfica y ser incorporada en un Geovisor que funcione como medio digital de divulgación como el impulsado en el plan estratégico del MICITT.

Considerando lo anterior, la ejecución de este proyecto se justifica ya que la generación de datos geoespaciales relacionados con los trámites de visado, la potenciación del SIG a través de la implementación de herramientas de visualización como lo son los visores web son parte de la necesidad interna de la municipalidad para ayudar con el cumplimiento de la estrategia del MICITT y para mejorar la ejecución eficiente y transparente de la función pública.

Por otro lado, la transformación de los trámites de visado municipal en información geográfica y su incorporación en un Geovisor forman una herramienta de planificación territorial, pues, al contar con los trámites georreferenciados se identifican zonas donde hay más actividad catastral e inmobiliaria, lo cual ayuda en la identificación de zonas urbanas y rurales.

El reconocimiento de la actividad catastral en diferentes zonas permite tomar medidas de prevención para evitar el crecimiento descontrolado de los centros urbanos, es decir, con la herramienta se puede regular el desarrollo urbano para que se lleve a cabo en forma equilibrada.

Este proyecto, responde a la exigencia de promover la transparencia y la eficiencia en los procesos de la institución, pues, permite disponer de la información espacial tanto para el público externo como interno para la toma de decisiones en materia de planificación urbana y a su vez mejora la interacción entre departamentos y del gobierno local con los ciudadanos.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

- Implementar un Geovisor basado en el uso de las librerías de Leaflet para la gestión y consulta de los trámites de visado municipal para planos de agrimensura y catastrados en la Municipalidad de Acosta.

#### **1.3.2 Objetivo específico**

- Realizar un diagnóstico del registro de trámites de visado municipal a través de la búsqueda de inconsistencias en los datos para la conformación de las tablas de atributos de las capas vectoriales de trámites.
- Efectuar un diagnóstico a las capas vectoriales de fincas, vías y distritos utilizando software de información geográfica para el reconocimiento de las características geospaciales de cada capa.
- Establecer los requerimientos funcionales y no funcionales a través de cuestionarios aplicados a los actores para la elaboración de la interfaz del Geovisor y el establecimiento del repositorio de datos.

### **1.4 Delimitaciones**

El presente proyecto se desarrolla para un gobierno local en específico, la Municipalidad de Acosta, dado que cada municipio se centraliza en la administración de un cantón, a nivel espacial el proyecto engloba únicamente el

cantón de Acosta. Los datos con los que se trabaja corresponden a los trámites de visado municipal recibidos durante el año 2021 en la municipalidad en forma digital, siendo este año la delimitación temporal y en cuanto a las delimitaciones técnicas del proyecto, este se limita a la utilización de software de código libre y abierto para el desarrollo del Geovisor.

### **1.5 Alcance del proyecto**

En este proyecto se desarrolla un Geovisor que permite la gestión y administración de los trámites de visado municipal para planos de agrimensura recibidos en el Departamento de Catastro de la Municipalidad de Acosta, el Geovisor se basa en la estructura de un proyecto compuesto por un repositorio de datos geoespacial y un visor web basado en las librerías de Leaflet.

Los datos geoespaciales se construyen a partir de la información contenida en el registro y expedientes digitales de los trámites de visado por lo que, primeramente, se realiza un diagnóstico de la información, para establecer que datos son relevantes y así añadirlos en la capa de información geográfica que se mostrará en el Geovisor. En este diagnóstico, también, se incluye la capa de predios del cantón de Acosta, la capa de distritos y la capa de la red vial cantonal y nacional con las cuales ya cuenta el municipio. Esta información, posterior al diagnóstico, se almacena en un repositorio de datos geoespacial, la escogencia de este repositorio se basa en los requerimientos del usuario, en este caso el encargado del Departamento Catastro de la municipalidad y los usuarios externos, es decir, los ciudadanos.

El alcance a nivel de software de este proyecto se limita al uso de software libre y de código abierto, el repositorio de datos geoespaciales se coloca en un directorio del servidor municipal, mientras que el visor cartográfico se desarrolla utilizando los códigos de Leaflet, JavaScript, HTML5 y CSS3, el proyecto se alojará en GitHub.

La conformación del Geovisor considera el alcance externo aparte del institucional no solo por la necesidad de compartir información al ciudadano, sino que, posteriormente, puede integrarse al proyecto del Instituto Geográfico Nacional, IGN, relacionado con la conformación de la Infraestructura de Datos Espaciales, IDE, que está creando y publicitando mediante el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT).

## **CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Trámite de Visado Municipal para planos de agrimensura y planos catastrados e importancia del visado municipal en la actividad catastral.**

Los planos de terrenos o propiedades son confeccionados por profesionales especializados en la rama de la agrimensura, en Costa Rica estos documentos son oficiales y válidos si cumplen con el proceso de inscripción ante la Subdirección Catastral del Registro Nacional. Los planos se realizan para diferentes fines, por ejemplo, pueden ser planos para dividir una propiedad, para reunir varias propiedades, para dividir una porción y reunir a otra propiedad, para aumentar o disminuir la medida, entre otros.

El Reglamento a la Ley del Catastro Nacional (2008) establece los lineamientos que deben seguir los profesionales para presentar el plano al proceso de inscripción ante la Subdirección Catastral, dependiendo de la razón de inscripción del plano estos deben contar con el visto bueno de otras instituciones. En el caso de los planos que sean para segregar o fraccionar un terreno o que indiquen una calle como pública y se dude de su naturaleza, deben contar con el visado de la municipalidad respectiva ya que este es el ente competente que determina la naturaleza de los accesos y regula el cumplimiento de la normativa relacionado con fraccionamientos.

Dentro de las municipalidades el visado municipal se considera un acto administrativo que aprueba o rechaza un visto bueno sobre un plano, según el artículo 79 del Reglamento a la Ley de Catastro Nacional, el visado debe otorgarse previo a la inscripción ante la Subdirección Catastral, sin embargo, actualmente, el visado se otorga tanto a planos que están en proceso de inscripción como a planos ya inscritos.

Esta práctica se lleva a cabo debido a que hay planos que no requieren el visado municipal para completar el proceso de inscripción y para la solicitud del

permiso de construcción se tiene como requisito contar con este visto bueno, así que los interesados solicitan el visado municipal para planos inscritos por lo que el visado se otorga tanto para planos inscritos como planos no inscritos.

Según el Decreto N° 34331 (2008) los planos no inscritos e inscritos poseen definiciones específicas, el plano no inscrito corresponde con el plano de agrimensura el cual se define como el plano físico o en formato electrónico que representa en forma gráfica y matemática un inmueble cumpliendo con las normas del Reglamento a la Ley de Catastro Nacional. Por otro lado, el plano inscrito corresponde con el concepto de plano catastrado cuya definición indica que este es el plano de agrimensura inscrito en el Registro Nacional.

Actualmente, el plano de agrimensura también se conoce como “Anverso”, “Presentación a catastrar” o “Imagenminuta”, estos conceptos se introdujeron cuando el CFIA implementó el Administrador de Proyectos de Topografía en el año 2015, plataforma oficial y única por la cual se inicia el proceso de inscripción de un plano de agrimensura, (Acuña, s.f). Esta plataforma solicita el ingreso de un “Anverso”, este es el plano de agrimensura, seguidamente, el plano es enviado a calificación al Registro Nacional en donde le asignan un número de presentación al plano, aquí surge el término “presentación a catastrar” y una vez que el calificador del plano en la Subdirección Catastral revisa el anverso este es devuelto con una minuta de defectos, el plano revisado y devuelto se conoce como “Imagenminuta”.

Los planos inscritos se utilizan para generar movimientos registrales, cada movimiento se basa en la razón de inscripción del plano, es decir, si un plano es para segregación el movimiento registral será una segregación. Producto de estos movimientos se generan nuevas fincas o se actualizan las escrituras existentes, los planos son el insumo fundamental para mantener la actividad catastral por ende el visado municipal es un acto que debe regularse con constancia para mantener un control en esta actividad de manera que se desarrolle armoniosamente.

## **2.2 Implementación de Geovisores en los procesos de digitalización gubernamental para mejorar la simplificación de trámites y transparencia.**

Según Enríquez & Sáenz (2022) debido al prolífico auge de las TIC, se vive una nueva época nombrada como la cuarta revolución industrial, la cual ha traído consigo retos y nuevas posibilidades a las administraciones públicas para transformar el quehacer público y la interacción con la ciudadanía, con la finalidad de fortalecer la democracia y ampliar la inclusión.

Esta introducción de la tecnología digital en la función pública da paso para la autodenominación de gobiernos digitales, Costa Rica ha adoptado ese concepto y a través del Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones, MICITT, y de la Agencia Nacional de Gobierno Digital, ANGD, pretende proveer un acceso ágil, simple y transparente a los servicios que ofrecen las instituciones a la ciudadanía ( Presidencia de la Republica de Costa, 2021).

Amador & Castro (2020) en un estudio realizado sobre las experiencias de los procesos de digitalización a nivel municipal, mencionan que la digitalización gubernamental se base en 3 conceptos: Gobierno electrónico, Gobierno Abierto y Gobierno Digital, el primero es un tipo de gobierno que *“incorpora a las TIC en las labores de planificación y administración, así como en la prestación de trámites y servicios”* (p.16), el segundo se basa en el principio de los datos públicos, es decir, la información de la administración debe ser publica bajo los pilares de la transparencia, participación y colaboración, por último, estos autores mencionan que el tercer concepto engloba los dos conceptos anteriores, por lo que *“Gobierno Digital”* se define como:

El gobierno digital puede ser entendido como la introducción de las TIC en las Administraciones Publicas buscando generar un cambio de paradigma en la gestión y procesos institucionales y las interacciones del Gobierno con la ciudadanía. Busca generar modernización estatal, simplificación de trámites, la prestación de servicios más eficientes y la lucha contra la corrupción y la transparencia (p. 19).

Adoptando este concepto, el gobierno implanta un modelo de gestión pública en la que se prioriza la introducción de cambios tecnológicos para la simplificación de trámites, pero al mismo tiempo procura la transparencia y la cultura institucional abierta. Como pequeña pieza del gobierno costarricense, la Municipalidad de Acosta ha adoptado estas políticas tecnológicas, digitalizando la mayoría de sus trámites y haciendo uso del internet para promover la transparencia a la ciudadanía, a través de redes sociales y pagina web institucional.

Un proceso de digitalización en una municipalidad puede considerarse como herramienta de divulgación la implementación de los Geovisores, siendo un parámetro o criterio para establecer el nivel de digitalización que ha logrado el gobierno local (Amador & Castro, 2020), pues, los municipios manejan datos geoespaciales importantes para la Ciudadanía e instituciones o empresas externas que al compartirlos a través de medios digitales, pueden contribuir con la cultura del gobierno abierto y electrónico, es decir, con la esencia del gobierno digital, en general los datos geoespaciales se gestionan a través de un SIG por lo que un Geovisor estaría mostrando la información geográfica contenida en este sistema.

### **2.3 Sistema de Información Geográfica: Definición y breve reseña histórica de los SIG.**

Desde varias épocas atrás el ser humano ha tenido la necesidad de documentar elementos relacionados con la supervivencia, el desarrollo y la evolución, por ejemplo, existe un mapa que se ubica en el año 11650 a.C, este mapa es llamado “El mapa de Abauntz” corresponde al mapa más antiguo y conservado de Europa en este se muestran animales, ríos, calles, montañas y charcos. Por otro lado, las primeras representaciones con fundamento científico provienen de la antigua Grecia y estas fueron producidas por los testimonios de viajeros, navegantes y cartógrafos de la época, un ejemplo, son las representaciones de la Tierra, Anaximandro y Hecateo junto con sus discípulos

crearon el primer modelo del mundo, un disco que flotaba sobre las aguas, llamado Ecúmene (Siabato, 2018).

Actualmente, estos elementos encontrados en mapas antiguos se conocen como información geográfica, su reconocimiento y documentación se ha mantenido a lo largo de los años, sin embargo, los métodos de representación y análisis han cambiado conforme avanzan los desarrollos tecnológicos. Siabato (2018) menciona que en el año 1854 el físico inglés John Snow implementó la superposición de mapas, este método consistió en superponer los mapas de calles, fuentes de agua y decesos sobre una mesa iluminada y así estableció los puntos coincidentes entre los mapas para determinar el origen de la epidemia que sufrían en esa época.

Esta técnica de análisis y la documentación de información geográfica en mapas físicos se mantuvo por varias décadas más. No obstante, a pesar de lograr el objetivo en el análisis y la resolución de problemas, los procesos no eran óptimos, pues, requerían una inversión de tiempo considerable, empezando por la confección manual de mapas, seguido por el análisis rudimentario que requería el uso de varios mapas y diferentes instrumentos, lo cual generaba atrasos en la entrega de información, duplicidad y desorden en la información (Zuñiga, 2016).

La optimización en los procesos de análisis de información geográfica llegó con la unión de las ciencias informáticas con la geografía y surge el concepto de SIG. Olaya (2020) menciona que los orígenes del SIG se ubican unos años antes de la década de los 60's, donde John K. Wrigth de la Sociedad Geográfica Americana con su publicación *Elements of Cartography* en el año 1953 amplía el campo de la geografía hasta acercarlo a la informática y plantea la posibilidad de unir estas disciplinas, seguidamente, Waldo Tobler en el año 1959 define el principio llamado MIMO (map in – map out) en donde se unen ambas disciplinas y de este principio surgen los elementos principales del software que integra un SIG: datos geográficos, codificación, análisis y representación.

La década de los años 60's se toma como referencia en mucha literatura como el inicio de los SIG, pues, a inicios de esta década Roger Tomlinson, conocido en la actualidad como el padre del SIG, creó un sistema denominado Canadian Geographical Information Systems (CGIS), en el cual se manejaban los datos del inventario geográfico canadiense y se efectuaban los análisis para la gestión del territorio rural, con la implementación de este sistema se acuña el termino SIG y por ello se considera este evento como el inicio del SIG, (Olaya, 2020).

En Estados Unidos, en esta misma década, la Universidad de Harvard estaba llevando a cabo el desarrollo del software SYMAP, un sistema que permitía la entrada de puntos, líneas y polígonos, según Olaya (2020) el programa fue de poca utilidad, sin embargo, impulsó el desarrollo de sistemas más avanzados. Posteriormente, de este software se deriva "GRID" otro programa que permite la entrada y salida de estructuras en cuadrícula similar a lo que actualmente se conoce como ráster. Al igual que SYMAP, GRID evoluciona y se convierten en programas referentes para el desarrollo de SIG y métodos de análisis.

En los años 80's el SIG se establece como una herramienta plenamente operativa y optima, pues, los costos se reducen y aumenta la versatilidad en su uso, simultáneamente, el desarrollo en la confección de computadoras permite ampliar el mercado meta, de esta manera, el acceso a una computadora ya no se reduce a una empresa o institución gubernamental, sino que el público en general puede acceder a una computadora para uso personal (Zuñiga, 2016).

Desde la década de los 80's hasta la actualidad el SIG ha evolucionado de la mano con las TIC, dando como resultado sistemas ligados a bases de datos, servidores y visores web, aún existe un vínculo importante con el operador del sistema, es decir, el usuario. La tecnología, hasta esta fecha, no ha logrado por completo automatizar los procesos y análisis, se requiere de una o varias personas para operar el sistema.

Al darse esta unión entre la informática y la información geográfica, además, de la evolución de las técnicas de análisis y la diversidad de información geográfica disponible, la definición de los Sistemas de Información Geográfica no es única, al ser un sistema integrado por diferentes elementos y utilizado para diferentes análisis según la temática de la información geográfica, los autores pueden formular diferentes definiciones a su conveniencia. Santos (2020) considera la definición de varios autores y concluye que un SIG es una herramienta informática, con la capacidad de gestionar y analizar la información georreferenciada, con el objetivo de resolver problemas con temática territorial y medioambiental.

## **2.4 Composición de un SIG, modelo de datos geográfico y estandarización de la información geográfica.**

### **2.4.1 Componentes de un SIG**

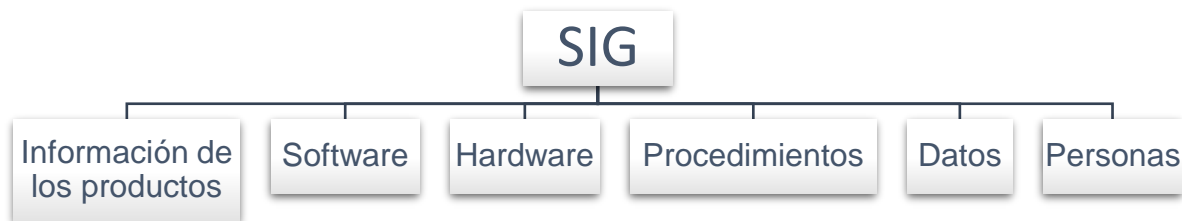
Anteriormente, se ha mencionado que el SIG es producto de la interrelación de la información geográfica con la informática y que depende del recurso humano para poder operar, así como del tipo de información que se requiera manejar, es decir, un SIG es un sistema integrado por diferentes componentes para su funcionamiento.

Olaya (2020) propone un enfoque para entender los SIG, descomponiendo el sistema en 3 subsistemas esenciales para lograr la validez y utilidad de un SIG, los subsistemas son los siguientes:

- Subsistema de datos: Encargado de las funciones de entrada y salida de datos y la gestión interna dentro del SIG.
- Subsistema de visualización y creación cartográfica: En este subsistema se crean representaciones, se permite la interacción y la edición de los datos.
- Subsistema de análisis: Contiene paquetes de métodos y procesos para el análisis geoespacial.

Ahora bien, los subsistemas anteriores caracterizan en forma general un SIG, sin embargo, el sistema está ligado a otros componentes que deben ser tomados en cuenta para lograr un correcto funcionamiento. Por ejemplo, anteriormente, se mencionó que el SIG aún debe ser operado por personas, estas a su vez pueden trabajar en forma individual o colectiva, así que se debe considerar un parámetro organizativo, por otro lado, los datos a manejar deben almacenarse en algún sitio y el mismo sistema debe correr en un entorno operativo, es decir, se necesita contar con algún tipo de hardware y software. Tomlinson (2013) considera lo anterior y formula una esquematización para entender la composición de un SIG, la cual se muestra en la Figura 1.

**Figura 1.** Componentes de un SIG.



**Fuente:** Elaboración propia.

Tomlinson (2013) describe estos componentes de la siguiente forma:

- Información del producto: Con este componente se establece que se desea obtener del SIG, ya sea a través de mapas, reportes, gráficos o listas.
- Datos: Al establecer que se quiere obtener como producto del SIG, se identifica el dato que se necesita y sí de este se derivan otros datos. Es importante establecer el tipo de formato del dato y la precisión de estos.
- Software: Este componente está relacionado principalmente con los programas o paquetes informáticos de SIG, pero, además, engloba los sistemas operativos de las computadoras ya que deben ser compatibles con los programas de SIG.

- **Hardware:** Las computadoras que se utilicen para operar el SIG deben cumplir con los requerimientos mínimos del software para un correcto funcionamiento. Actualmente, los programas de SIG requieren máquinas de poca capacidad, inclusive, los dispositivos móviles soportan aplicaciones de SIG, dado que no requieren el cumplimiento de especificaciones altas, no es un componente determinante (Olaya, 2020).
- **Procedimientos:** Este componente engloba todos los métodos y procedimientos de análisis empleados en el SIG.
- **Personas:** La operación de un SIG requiere de personas, actualmente, estos sistemas son operados por especialistas capacitados y, también, por personas con poca experiencia, por lo que es necesario establecer qué tipo de usuario se necesita para que pueda llevar a cabo el manejo y análisis de datos espaciales.

#### **2.4.2 Modelo de datos geográfico**

Anteriormente, se mencionó que el SIG tiene como parte de su composición los datos y el software, ambos componentes tienen una relación fundamental y es que los datos deben ser interpretados, representados y gestionados por el software, es decir, a través del software se observa que contienen y representan estos datos.

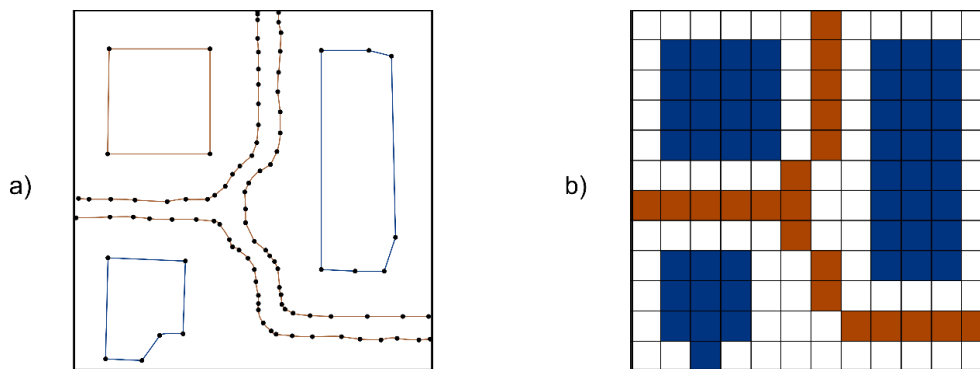
En el SIG se utilizan datos vectoriales, estos son vectores asociados a un sistema de coordenadas cartesianas (x, y) o geográficas (latitud, longitud), los vectores representan tres tipos de geometría: líneas, puntos o polígonos. Por otro lado, también se emplean los datos ráster, estos son imágenes estructuradas en cuadrículas con un tamaño en específico, cada cuadrado que conforma la cuadrícula tiene un único valor asociado, llamado nivel digital. Tanto el dato vectorial como el ráster deben ser interpretados por el software, esto se logra a través de los modelos de datos geográfico.

Fallas (2015) explica que, en la teoría de la información, el modelo de datos geográfico describe las reglas necesarias para definir, organizar, consultar y actualizar una base de datos. En relación con el SIG, el modelo de datos geográfico describe las capas vectoriales, los atributos, las reglas de integridad y relaciones. Esencialmente, en un SIG se representan los elementos del mundo real en dos tipos de modelo de datos, el modelo vectorial y el modelo ráster.

El modelo de datos vectorial representa mediante puntos, líneas y polígonos elementos como puentes, calles, ríos, áreas de protección, entre otros; la reconstrucción del elemento representado, el software la lleva a cabo a través del reconocimiento de puntos en el espacio, si el elemento debe ser representado por una línea o polígono, el software une los puntos y genera las geometrías respectivas, en la Figura 2 a) se observa una representación vectorial.

A diferencia del modelo vectorial, el modelo de datos ráster utiliza una cuadrícula, esta da lugar a lo que se conoce como imágenes o superficies, su configuración se da a través de filas y columnas, (ver Figura 2 b)), cada celda resultante de esta configuración, se conoce como pixel, tiene un valor y está relacionado con lo que representa el ráster, por ejemplo, un pixel tiene un valor de 1 °C en un ráster de temperatura (Fallas, 2015).

**Figura 2.** Modelo de datos vectorial a) y modelo de datos ráster b)



**Fuente:** *Sistemas de Información Geográfica* (p.67), por Víctor Olaya, 2020 (<https://volaya.github.io/libro-sig/index.html>). CC-BY-NC-ND.

**Tabla 1.** Desventajas y ventajas del modelo vectorial sobre el modelo ráster.

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Requiere de menor almacenamiento.	La automatización de datos es más compleja.
Más opciones de operaciones espaciales.	No es apropiado para gestionar variables continuas.
Más flexibilidad en el diseño cartográfico.	Las operaciones espaciales, usando dos capas, consumen más tiempo por lo complejo de los cálculos.
Mayor exactitud en mediciones.	Consumo elevado de recursos para la visualización y análisis espacial.
Fácil edición de cada objeto.	Los datos tabulares requieren de una base de datos

**Fuente:** Ventajas y desventajas según Fallas (2015, pág. 192).

Los datos vectoriales se obtienen a partir de la digitalización de objetos sobre un mapa base, es importante conocer la escala del mapa, pues, los datos digitalizados tendrán la misma. La elección del modelo a utilizar depende de las necesidades del usuario y de las ventajas que ofrece cada uno, así como sus desventajas. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se colocan algunas ventajas y desventajas de un modelo sobre otro.

### **2.4.3 Estandarización de los datos en Costa Rica**

Los modelos de datos geográficos están relacionados con la estandarización de la información geográfica, pues, una de las funciones de los modelos es describir las reglas de orden (Fallas, 2015). La estandarización de los datos consiste en adaptar las características de un objeto espacial a una norma común o un modelo, en el caso de la información geográfica, los datos se

estandarizan para lograr un exitoso intercambio de información, interoperabilidad de sistemas y la compatibilidad de los datos (IGN, s.f).

En el país, a partir del año 2016, el IGN publicó la primera norma relacionada con la estandarización de los datos; el SNIT se creó como producto del Componente 1 del Programa de Regularización del Catastro y el Registro, el cual tiene como función la publicación de información territorial georreferenciada y debidamente estandarizada. En la Directriz DIG-005-2016 se comunica la creación de la norma NTIG-CR05-01-2016: Estándares para la Publicación Web de Información Geográfica de Costa Rica.

Dicha norma se basa en los estándares de la Organización Internacional de Normalización, ISO, y a nivel de servicios web, se adapta a los estándares del Consorcio Geoespacial Abierto, Open Geospatial Consortium, OGC. Estas adaptaciones se realizan con la finalidad de lograr la consolidación de la Infraestructura de Datos Espaciales de Costa Rica, IDECORI.

En el año 2020, se publicaron versiones actualizadas del Catálogo de Objetos Geográficos (NTIG\_CR02.10-2020) y para el Perfil de Metadatos Geográficos de Costa Rica (NTIG\_CR04.10-2020) de igual forma se mantiene la adaptación a los estándares de la ISO, con esto se observa el esfuerzo del IGN por brindar los medios a otras instituciones para asegurar la integración de todos los datos geoespaciales.

## **2.5 Componentes del software en la arquitectura de un SIG.**

La normalización de los datos es un aspecto muy importante para lograr la interoperabilidad en el ambiente geoespacial, ya que la estructura de cada dato debe ser compatible con cada componente de la arquitectura de un SIG y, de igual forma, debe existir compatibilidad entre cada componente por lo que es necesario conocer cada uno y establecer sus características para lograr un correcto funcionamiento del sistema.

Anteriormente, se mencionó que el hardware, el software y los datos son parte de los 6 componentes de un SIG, los componentes de la arquitectura SIG están contenidos dentro del software y corresponden a la base de datos geográfica o repositorios de datos, el servidor de datos geográfico y la herramienta de publicación web de datos: Geovisor.

### **2.5.1 Base de datos geográfica y repositorios de datos geográficos local.**

En la actualidad, entrar a la banca en línea para chequear los movimientos de la cuenta en una o varias fechas en específico, acceder a una aplicación de compra de comida a domicilio y consultar los restaurantes o consultar la morosidad en el pago de servicios básicos o municipales utilizando el número de cedula de la persona, son actividades diarias que acercan al usuario directa o indirectamente con las bases de datos (BD). A partir de estos ejemplos, se puede hacer una vaga suposición de la relación de una BD con los conjuntos de información y la manipulación de esta.

Gómez (2013) menciona que el término BD surgió en el año 1963 y se definió, básicamente, como un conjunto de datos relacionados, agrupados y estructurados, Conference des Statisticiens Européens (1977) citado en Gómez (2013) define, formalmente, la BD como una “Colección de datos, donde los datos están lógicamente relacionados entre sí, tienen una definición y descripción comunes y están estructurados de una forma particular. Una base de datos es también un modelo del mundo real y, como tal, debe poder servir para toda una gama de usos y aplicaciones” (p.5).

Por otro lado, Access (2001) citado en Gómez (2013), también, formaliza la definición indicando que la BD “Es un conjunto exhaustivo de datos estructurados, fiables y homogéneos, organizados independientemente de su utilización y de su implementación en máquina, accesibles en tiempo real,

compartibles por usuarios concurrentes que tienen necesidades de información diferentes y no predecibles en el tiempo” (p.5).

En esta última definición se menciona un aspecto importante de las BD, la característica de accesibilidad, esta da paso a la “BD integrada” en donde los usuarios pueden acceder y utilizar la BD de forma compartida e integrar diferente información en un solo sistema. Ricardo (2004) indica que una “BD integrada” posee un único repositorio de datos, localizado en un entorno en el cual existen conexiones lógicas entre los ítems y registros lo cual permite que sea utilizada en forma simultánea ya sea por varios usuarios o departamentos de una organización, es decir, una BD integrada es un recurso compartido.

La importancia de que una BD sea integrada es que permite corregir los problemas que surgen en la gestión de repositorios de datos, por ejemplo, cuando una BD no está organizada e integrada, sino que su uso es individual, empiezan a observarse diferentes situaciones, como la duplicidad de la información en donde un mismo dato se encuentra almacenado en varios ficheros, los datos dependen del usuario y de las aplicaciones, esto implica que debe utilizarse un software específico para ver la información o consultar al usuario que los está gestionando lo cual puede traducirse en una dependencia a la disposición del usuario para compartir la información, de lo anterior se deriva otro problema, la disponibilidad de los archivos, puede que el acceso a los datos no sea oportuno.

Con una BD en donde su almacenamiento se encuentra estructurado, organizado y relacionado, a nivel de resultados, se logra mayor calidad, facilidad en el acceso y extracción de la información que contienen los datos. Por otro lado, para el usuario es ventajoso, pues, facilita el acceso y el acto de compartir la información (Olaya, 2020), en otras palabras, para lograr una gestión eficiente de los datos almacenados se debe contar con un sistema centralizado.

La estructura de una BD se define con base a un modelo, el cual establece la estructura y relaciones de los datos, a su vez, estas condicionan las operaciones sobre la BD. Entre los modelos de BD más comunes se encuentran

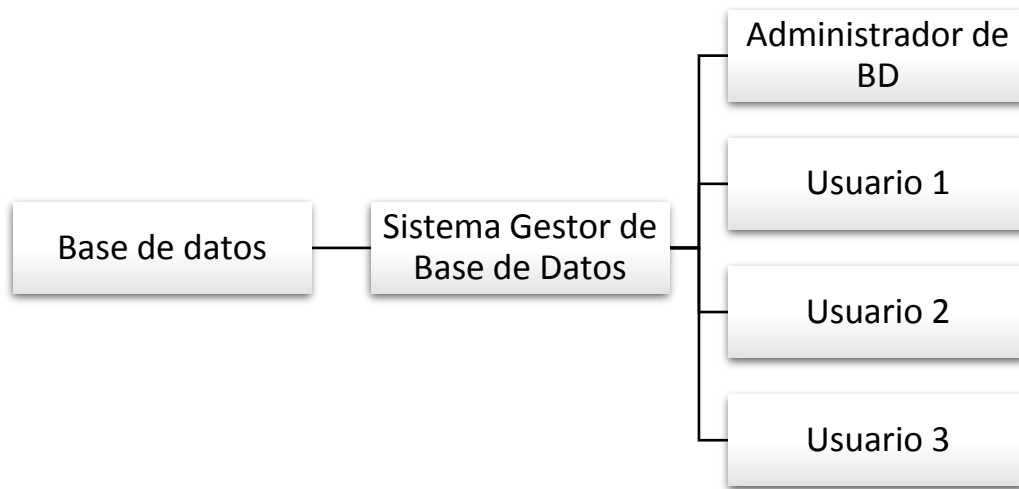
el modelo de datos jerárquico, modelo de datos en red, modelo de datos orientado a objetos y el modelo de datos relacional (Oracle, 2023).

El modelo de datos relacional es el más utilizado en la actualidad para modelar problemas reales y administrar datos en forma dinámica, se basa en que todos los datos deben estar almacenados en tablas, conocidas como entidades o relaciones, están compuestas por filas y columnas, estas contienen los atributos. Cada fila tiene un identificador único, clave primaria, por otro lado la relación entre cada tabla se da a través de la clave foránea, ya que sus valores coinciden con los de otra tabla (Araneda, 2022).

Araneda (2022) indica que el modelo relacional se puede construir de dos formas, una es aplicando operaciones de normalización a tablas iniciales y la otra forma es mediante la definición del modelo de entidad-relación (E/R). Silberschatz (2022) citado en (Zea, Molina, & Redrovan, 2017) define el modelo E/R como un modelo basado en una percepción del mundo real en donde la representación se realiza a través de objetos llamados entidades y se indican las relaciones entre estos.

Ahora bien, las relaciones entre tablas en una BD se llevan a cabo a través de un Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD), el cual se compone tanto de la BD como del programa para acceder a ella y tiene como fin brindar un entorno que permite la manipulación, extracción y almacenamiento de información de la base de datos (Botella, Campos, & Muñoz, 2009). Es decir, el SGBD es un componente intermedio entre los usuarios y la BD, en la Figura 3 se esquematiza lo anterior.

**Figura 3.** Esquema de la posición de un Sistema Gestor de Base de Datos entre la BD y los usuarios.



**Fuente:** Elaboración propia.

Una variante de las BD es la Base de Datos Geográfica (BDG), ESRI (s.f.) describe una BDG como un sistema de administración de datos geográficos, relacionados con una ubicación o posición en el espacio, es decir, la BDG se construye a partir del modelo de datos geográfico: datos vectoriales y ráster. La BDG, al igual que una BD general, permite indexar cada una de las tablas de los datos geográficos a partir de relaciones espaciales (Zuñiga, 2016).

La BDG maneja información muy específica y con componentes distintos a los que podría tener otra BD, Macías (2004, p. 10-11) citado en (Zuñiga, 2016) menciona algunos de estos elementos que son importantes de conocer si se trabaja con una BDG:

- Dato espacial: Es un dato compuesto por una forma, dimensión y ubicación.
- Dato no espacial: Son las características cualitativas y cuantitativa almacenadas en la tabla.
- Capas geográficas: Características geográficas, organizadas por temas, del evento o área que se desea representar.

- Entidad: Es la representación digital de un rasgo geográfico, compuesto por datos espaciales y no espaciales, un conjunto de entidades compone una capa.
- Modelo de datos: Es el conjunto de herramientas conceptuales que describen los datos, relaciones, su significado y restricciones. Por ejemplo, el modelo relacional y el orientado a objetos.

Usualmente, la información geográfica está en constante actualización, es por ello que las BDG, al igual que cualquier BD, utilizan un SGBD para evitar los problemas que se han mencionado anteriormente sobre la duplicidad de datos, la desactualización y el acceso no oportuno, además, por esta misma razón tanto la BDG como el SGBD se basan en el modelo relacional ya que este permite el dinamismo, lo cual ayuda a evitar lo anterior.

Actualmente, existe una amplia gama de SGBD para utilizar BDG, hay tanto programas licenciados como de código libre y abierto, lo cual permite el desarrollo de más proyectos en SIG según los recursos de los usuarios. Uno de los SGBD utilizados popularmente es PostgreSQL, un sistema de BD de datos relacionales de código libre y abierto, el cual tiene una extensión para el manejo de datos espaciales llamada PostGIS, compatible con OGC. (PostgreSQL, 2023).

A pesar, de la gran utilidad del almacenamiento de la información geográfica en una base de datos y el uso de un SGBD, si los datos son gestionados por una o dos personas, la implementación de una BDG puede generar más costos y consumo de recursos (IGN, 2016). Una alternativa a las BDG es implementar un repositorio de datos almacenado en un directorio local que pueda ser compartido a otros usuarios. Este tipo de repositorio requiere poco recurso humano y tecnológico para su mantenimiento, además, el administrador no requiere de un conocimiento especializado en BDG para mantener la actualización de los datos.

Como se mencionó anteriormente las BDG tienen las tablas de atributos relacionadas, para llegar a esto se requiere de un diseño del modelo relacional y físico, esto conlleva a que el administrador debe contar con conocimientos

específicos en la materia para poder solucionar fallos, mantener y actualizar la BD. En el caso de la BD local su organización y estructura es más sencilla, ya que las capas de información geográfica se almacenan en un mismo repositorio, pero sin estar relacionadas físicamente, lo cual simplifica el trabajo de actualización de una capa, pues, se pueden trabajar por separado sin considerar relaciones entre las tablas y las afectaciones que puede generar un cambio en una tabla sobre otra.

En este proyecto se emplea un repositorio local como BD, almacenado en el servidor de la Municipalidad de Acosta, debido a que el municipio, en este momento, no cuenta con un administrador especializado en BDG y SGBD, además, los datos que se muestran en el Geovisor son pocos y no es necesaria la relación entre tablas para cumplir con los objetivos del proyecto, se opta por este tipo de BD para simplificar la labor de actualización y mantenimiento del Geovisor al administrador actual.

Es importante recalcar que es este tipo de BD es eficaz cuando los datos no son manipulados por más de dos usuarios y no es necesaria la relación de tablas, de lo contrario la opción más adecuada es la BDG relacional con un SGBD para evitar los problemas de duplicación y desactualización de datos mencionados en párrafos anteriores.

### **2.5.2 Servidor de datos espaciales**

La información contenida en una BD local o integrada puede ser ofrecida a través de un agente intermedio, este no es más que un software conocido como servidor de datos o *middleware*, es un sistema que brinda funciones y servicios en la nube en donde una o varios usuarios pueden estar utilizando los servicios desde diferentes partes del territorio (Red Hat, 2022).

Olaya (2020) menciona que, en el ámbito del SIG, las capacidades fundamentales a las que dan respuestas los servidores se dividen en los siguientes grupos:

- Servir representaciones de datos: En este grupo lo que el servidor ofrece es una imagen representando la forma del dato geográfico ya sea ráster o vectorial y mediante una simbología, establecida por el servidor, distingue un dato de otro.
- Servir los datos directamente: El servidor provee datos de manera que el usuario es quien posteriormente pueda manipularlos, por ejemplo, cambiar la simbología.
- Servir consultas: El servidor brinda la función de contestar consultas del usuario o el cliente.
- Servir procesos: Como función, el servidor puede ofrecer nuevos datos a partir de procesos o cálculos con datos espaciales, siendo el servicio el proceso.

A partir de las capacidades anteriores se clasifican los servidores de datos geoespaciales según el servicio que ofrecen, a nivel de datos geográficos o espaciales, Zúñiga (2016) indica la siguiente clasificación:

- Servidores de mapas: Se encargan de datos vectoriales y utilizan el estándar WMS, el producto servido es una imagen en formato PNG.
- Servidores de teselas: Sirve cartografía en juego de teselas con un número limitado de resoluciones.
- Servidores de datos brutos: Los datos servidos pueden ser manipulados por el usuario ya sean datos vectoriales o ráster, el estándar utilizado es el WFS y Web Coverage Service, WCS.
- Servidores de metadatos: Brinda el catálogo de datos web mediante el formato XML.
- Servidores de geoprocetamiento: Sirven funciones para efectuar operaciones de análisis y el estándar es el Servicio de Procesamiento Web, WPS.

Al igual que los SGBD, hay muchas opciones de servidores de datos geográficos de pago y de código libre y abierto, entre ellos esta Geoserver, este un software que implementa protocolos OGC estándar como WFS, WMS, WCS y WPS, es un software de código libre y abierto, está basado en Java y permite

a los usuarios ver y editar datos geográficos. Es una herramienta importante que permite la liberación de datos y por ende conseguir una mayor transparencia (Geoserver, 2023).

### **2.5.3 Publicación de Geovisores web.**

Un SIG conformado ya sea con una BDG local, o bien, con una BDG relacional, manejada en un SGBD y enlazada a un servidor de datos espaciales, con cualquiera de las dos alternativas permite ordenar y mejorar la gestión de la información espacial sustancialmente. En estos sistemas los usuarios expertos pueden compartir información y datos geoespaciales a través de software especializado.

No obstante, en la actualidad, las nuevas tecnologías como los teléfonos inteligentes y *tablets* que incorporan GNSS para ubicar en forma precisa el dispositivo, dan paso a los usuarios no expertos para que tengan un papel dentro del mundo del SIG. Como se indicó al inicio de este capítulo, el Gobierno ha implementado políticas para promover la digitalización de procesos, en la normativa decretada la información geográfica se menciona como parte de los insumos que deben ser digitalizados y compartidos con la ciudadanía, es decir, con los usuarios no expertos.

Una herramienta que se ha incorporado como parte de los SIG para lograr compartir la información a los usuarios no expertos a través de un medio que no sea un software SIG que requiera de conocimientos previos para poder usarse, son los Geovisores de datos espaciales. Esta herramienta permite brindar un servicio de visualización, consulta y análisis de la información geográfica contenida en las BDG e interactuar con los datos en forma simple, todo ejecutado a través de un navegador web.

Un geovisor se puede relacionar con el concepto de mapa web, ESRI (2022) define el mapa web como una visualización interactiva de información geográfica, en donde el mapa contiene un mapa base, un conjunto de capas de

datos, una extensión y herramientas de navegación para el desplazamiento panorámico y el acercamiento, también, contienen opciones de visualización de estilo inteligente que revelan datos al interactuar con el objeto en el mapa web.

(Ojeda, Diaz, Alvarez, & Perez, 2015) mencionan tres niveles de interacción con el usuario que pueden tener los Geovisores, el primero corresponde a un nivel unidireccional, el geovisor únicamente proporciona información, el segundo es bidireccional, pues, permite que el usuario envíe un comentario u opinión y el tercer nivel es multidireccional, esta referido a la participación activa del usuario, esto significa que el usuario puede opinar sobre lo comentado por otros usuarios.

El desarrollo de un Geovisor puede llevarse a cabo a través de programas licenciados, o bien, a través de software libre de código abierto, este último es muy conveniente cuando se cuenta con pocos recursos, existen librerías que trabajan bajo los lenguajes de programación en HTML5, JavaScript y CSS3 en conjunto permiten crear un geovisor teniendo conocimientos básicos en programación.

Una de estas librerías es Leaflet, la cual está compuesta por una biblioteca de códigos de JavaScript, en general cada código da origen a una herramienta básica de un geovisor, por ejemplo, un geovisor necesita herramientas de medición, zoom, búsqueda, geolocalización, control de capas, entre otros, en la librería hay variedad de opciones para personalizar la herramienta. Una ventaja de esta librería es que funciona en plataformas de dispositivos móviles y de escritorio, lo cual hace más versátiles los mapas web o Geovisores creados (Agafonkin, 2023).

Este proyecto se centra en el desarrollo del componente visual de un SIG, el Geovisor, para su desarrollo se emplea la biblioteca de Leaflet en conjunto con códigos HTML y estilos en cascada CSS, actualmente, existen herramientas que facilitan la programación del Geovisor, por ejemplo, el software SIG QGIS brinda un complemento llamado qgis2web, cuya función es exportar el proyecto SIG en una serie de archivos que componen un mapa web (QGIS, 2020), esta

herramienta ha sido empleada por otros autores, por ejemplo, Lara (2020) utiliza esta metodología para crear un visor web que muestra las rutas realizadas en giras de campo.

Parte del proceso de creación de un Geovisor es determinar cuál servidor o plataforma digital se utilizará para la publicación web, una de las opciones actuales es la plataforma GitHub, la cual aloja proyectos empleando el sistema de control de versiones Git, también, permite la edición de archivos precargados lo cual es ventajoso para agilizar la corrección de errores. Además, es una plataforma que brinda un acceso rápido aun en su versión gratuita, lo cual es un aspecto importante para un Geovisor que debe garantizar facilidad y agilidad para acceder a los datos (Github, 2022).

## **CAPITULO 3. METODOLOGÍA**

### **3.1 Alcance**

La implementación de un Geovisor relacionado con la tramitología de visados del Departamento de Catastro de la Municipalidad de Acosta tiene como alcance el mejoramiento de la transparencia de la institución y el cumplimiento de la normativa emitida por el MICITT para impulsar a la administración pública hacia la digitalización, además, el público meta es, primeramente, el ciudadano del cantón de Acosta, luego los funcionarios municipales y cualquier persona, a nivel país, interesada en consultar un trámite de solicitud de visado en este municipio.

La finalidad del Geovisor de trámites de visado es mostrar el trabajo que realiza el Departamento de Catastro relacionado con la revisión de planos a catastrar, principalmente, se enfoca en mostrar el estado del trámite y la ubicación espacial, además, como forma para fomentar la transparencia, se muestran los insumos principales utilizados para la revisión del trámite, los cuales son la capa de vías municipales y la capa de predios.

Como alcance a corto plazo, se espera que esta herramienta sea insumo para otros departamentos del municipio y la implementen en la toma de decisiones en donde el visado municipal sea un componente para considerar. Por otro lado, a largo plazo, se espera que este Geovisor sea la base para conformar un Geovisor multifinalitario y se asocie con una base de datos geográfica en cuanto la municipalidad cuenta con más información geográfica propia, además, en donde puedan integrar tramitología de otros departamentos y lograr ofrecer servicios que puedan ser incorporados a la IDECORI.

### **3.2 Tipo de Investigación**

En esta investigación se aplican conocimientos teóricos y prácticos para dar solución a un problema a través de la creación de herramientas tecnológicas, lo anterior encaja con la investigación aplicada, esta se basa, precisamente, en el empleo de los conocimientos en la práctica para aplicarlos a favor de grupos inmersos en el proceso investigativo, pues, en este tipo de investigación se debe considerar la participación de actores y sus necesidades (Vargas, 2009).

### **3.3 Zona de estudio**

El Departamento de Catastro de la Municipalidad de Acosta tiene la competencia de revisar, únicamente, los trámites de visado municipal dentro del cantón de Acosta por lo que el perímetro de este cantón encierra la zona de estudio. El cantón se encuentra localizado al sur de la provincia de San José, colinda al sur con el cantón de Parrita, al este con Aserrí, al oeste con Mora y Puriscal y al norte con Escazú y a Alajuelita.

### **3.4 Actores**

Los actores involucrados en el proceso de investigación son los funcionarios de la Municipalidad de Acosta quienes requieren consultar el visado municipal en planos, específicamente, el encargado del departamento de Construcciones, Red Vial, Bienes Inmuebles y Patentes. El actor principal de este proceso es el encargado del Departamento de Catastro, quien será el administrador de las capas de información geográfica y gestionará los trámites de visado a través del Geovisor, a su vez, los usuarios externos son actores importantes en el proceso de investigación, pues, una de las finalidades de este proyecto es mejorar la transparencia entre la institución y el ciudadano.

### **3.5 Instrumentos y Datos**

Como instrumentos de manejo y gestión de datos, se utiliza el software de información geográfica QGIS 3.22.15 para la gestión de datos geográficos, en cuanto al almacenamiento de los datos espaciales se utiliza el servidor municipal en donde aloja en forma compartida el directorio de archivos que contiene los datos geoespaciales.

Por otro lado, el instrumento de estudio es el listado y el archivo digital de los trámites de visado municipal elaborado por el encargado del departamento de Catastro, el primero está en una hoja de cálculo y contiene información acerca de fechas de ingreso, información sobre el plano a visar, información de los solicitantes, coordenadas, entre otros; el segundo contiene el plano en formato PDF o de imagen, el cual sirve para georreferenciar o completar datos en la hoja de cálculo de trámites, de este instrumento se deriva la tabla con datos de la solicitud del trámite y la capa vectorial de los trámites georreferenciados.

Los datos procesados son, principalmente, datos de tipo vectorial en formato *shapefile*, sin embargo, se utilizan varias fuentes de datos de tipo PDF, TIFF, JPG, PNG y XMLS. Con respecto al repositorio de datos, los datos a utilizar son los siguientes:

- Capa de vías municipales
- Capa de vías nacionales
- Capa de distritos
- Capa de fincas
- Capa de trámites de visado municipal

Las capas de vías municipales, nacionales, de fincas y distritos en este proyecto se reconocen como capas auxiliares, estas capas y la de trámites estarán almacenadas en el directorio de datos compartido.

### 3.6 Flujo de Trabajo

La ejecución de este proyecto atraviesa varias etapas las cuales están vinculadas con los objetivos, para una mejor comprensión y orden del procedimiento se dividirá el proyecto en tres etapas:

- **Etapa 1:** Recopilación y revisión de los datos a utilizar.

En esta etapa se recopilan los datos necesarios para conformar el repositorio de datos geográfico y los datos que se mostrarán en el Geovisor, además, se incluye un diagnóstico de los datos para determinar las características espaciales de las capas y las tablas de atributos, a partir de este diagnóstico se obtiene una ruta para determinar la conformación de las tablas de atributos de trámites de visado municipal y a su vez la capa vectorial de trámites.

- **Etapa 2:** Conformación de la estructura de la tabla de atributos de trámites de visado municipal y reconocimiento de las características generales de las capas auxiliares.

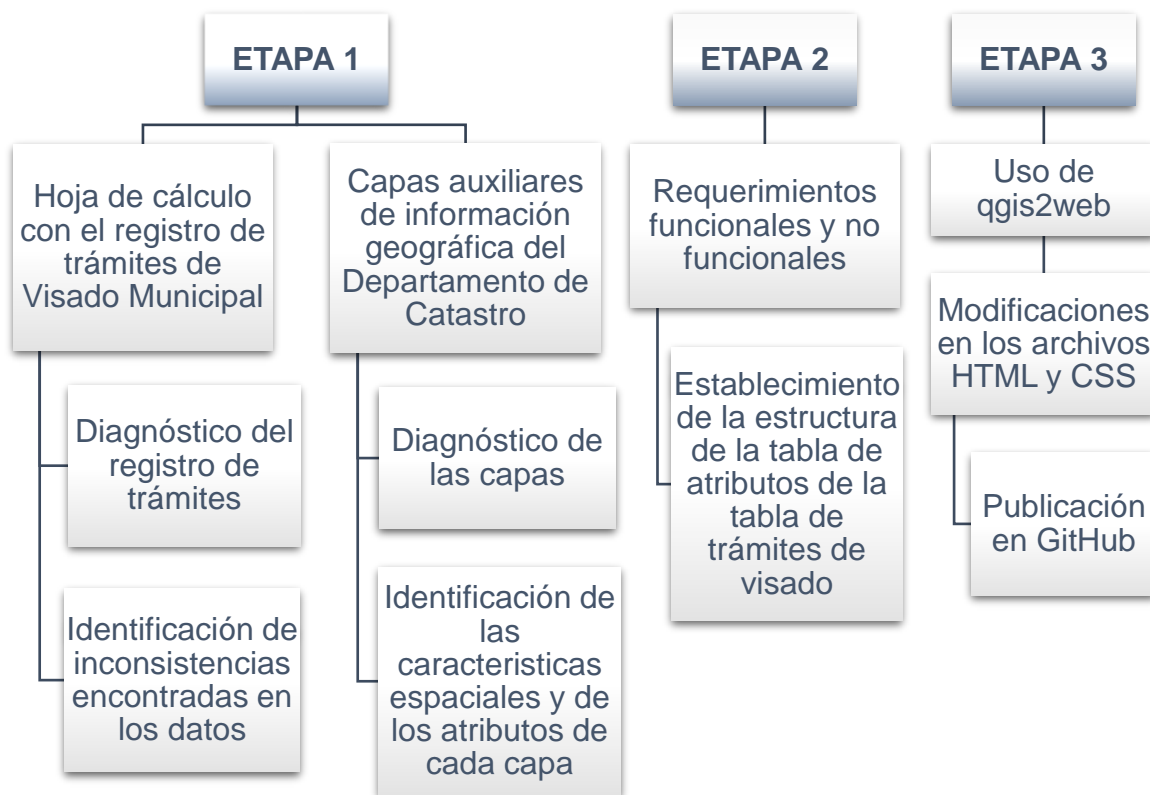
Al revisar el registro de trámites de visado y las capas auxiliares, se enlistan las inconsistencias y características de cada dato, posteriormente, se establecen los requisitos funcionales y no funcionales para determinar con que debe cumplir y satisfacer el Geovisor, para ello se aplican cuestionarios a los

actores. Al obtener los requisitos, se define la estructura de la tabla de atributos y se escoge el tipo de repositorio de datos más conveniente.

➤ **Etapa 3:** Desarrollo del Geovisor y publicación en GitHub.

El Geovisor se realiza utilizando el complemento qgis2web de QGIS, la personalización se realiza a través de modificaciones en el código HTML, CSS y Java, una vez listo, se publica a través de GitHub en forma pública. En la Figura 4 se esquematiza cada etapa y se resumen las actividades que se desarrollan.

**Figura 4.** Esquema del flujo de trabajo para el desarrollo del Geovisor y publicación web.



**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.6.1 Diagnóstico**

Los profesionales relacionados con la agrimensura tramitan la inscripción de los planos ante la Subdirección Catastral del Registro Nacional, en algunos casos, según lo dispuesto en el Reglamento a la Ley de Catastro Nacional, los profesionales deben solicitar el visto bueno municipal para continuar con la inscripción de los planos, para ello realizan la solicitud ante el municipio respectivo.

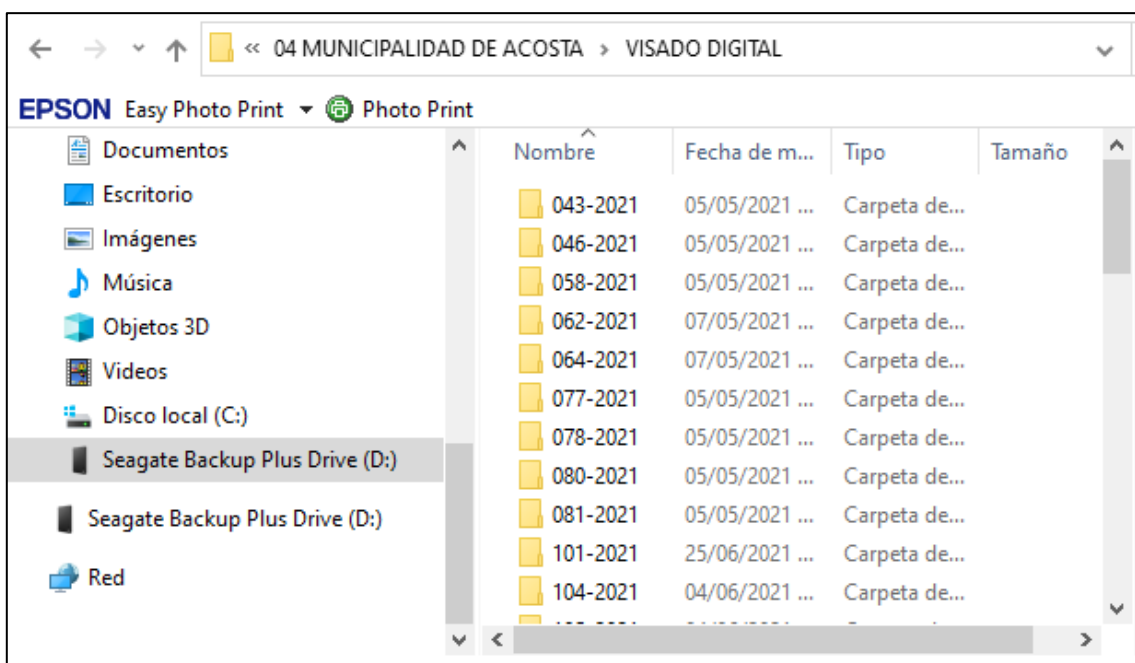
En esta gestión los solicitantes deben adjuntar los requisitos establecidos por cada ayuntamiento, entre estos requisitos están la “Imagenminuta” o anverso y la “Minuta de defectos”. Cuando el profesional ingresa el plano o anverso al proceso de inscripción en la Subdirección Catastral, sí esta entidad determina que el visado municipal se necesita para finalizar el proceso de inscripción o que el plano tiene defectos que se deben corregir, emite dos documentos, el primero es la “imagenminuta”, que es el plano revisado, y el segundo es la “minuta de defectos”, documento que enumera cada defecto del plano, ambos documentos se asocian a un número único, otorgado por el sistema, llamado número de presentación.

El contexto anterior es importante para conocer el significado de estos conceptos y continuar con el diagnóstico de los datos. El trámite de visado municipal a partir del año 2019 se empezó a recibir en forma digital, en este trámite el interesado solicita al encargado de la revisión de planos de agrimensura un visto bueno que indique el cumplimiento de área, frente y acceso mínimo reglamentario, en cada municipalidad esta información se gestiona en forma diferente, no existe un estándar.

En el caso de la Municipalidad de Acosta, el trámite de visado se recibe en forma digital, mediante correo electrónico el interesado adjunta los requisitos, una vez recibida la solicitud del trámite, el encargado del Departamento de Catastro asigna un número de trámite, se envía al interesado y, posteriormente, realiza la revisión y verifica el cumplimiento de requisitos.

Los datos de cada una de las solicitudes de visado se registran en una hoja de cálculo, cada solicitud se almacena en expedientes individuales dentro de un archivo digital de trámites, cada carpeta contenida en el archivo corresponde a un expediente y se nombra con el número de trámite, en la Figura 5 se ejemplifica lo anterior. El archivo digital se encuentra almacenado en un disco externo propio del departamento.

**Figura 5.** Expedientes digitales de cada solicitud de visado municipal por número de trámite.



**Fuente:** Elaboración propia.

Cada carpeta contiene los archivos adjuntos en las solicitudes, sin embargo, la información constante es una impresión en Formato PDF del correo electrónico, la “imagenminuta” y “minuta de defectos”, ver Figura 6.

**Figura 6.** Documentos contenidos en una carpeta digital de visado municipal.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo
VISADO	06/01/2022 11:55 p. m.	Carpeta de archivos
368-2021.pdf	03/01/2022 02:45 p. m.	Documento Adob...
597611_imagenminuta.pdf	05/01/2022 11:52 a. m.	Documento Adob...
597611_minuta.pdf	05/01/2022 11:52 a. m.	Documento Adob...
ANVERSO(1).pdf	05/01/2022 11:52 a. m.	Documento Adob...
CamScanner 09-29-2021 11.33.pdf	05/01/2022 11:52 a. m.	Documento Adob...

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 2.** Listado de posibles inconsistencias en los datos del Registro de Trámites de Visado Municipal.

Inconsistencia	Descripción
Duplicidad de información	Se identifica si existe duplicidad de valores en las celdas.
Variación en formato	Se identifica si en una columna existen varias celdas con formatos distintos.
Valores nulos	Se identifica si existen celdas vacías.
Atributos adicionales	Se identifica si la tabla contiene atributos no esenciales para este proyecto o de carácter privado.
Mezcla de atributos en una sola columna	Se identifica si en una columna se ingresan valores de dos objetos sin relación.

**Fuente:** Elaboración Propia.

El diagnóstico se realiza, principalmente, en la hoja de cálculo que contiene el Registro de Trámites y se basó en la búsqueda de inconsistencias en

los datos de cada columna que pudiesen interrumpir las consultas realizadas a una tabla de atributos a través de un Geovisor, en la **Tabla 2** se presenta una lista de posibles inconsistencias que podrían encontrarse.

Dentro del diagnóstico, también, se incluyen las capas de información geográfica auxiliares, con el objetivo de conocer las características espaciales de cada una y observar la composición de la tabla de atributos. Para su diagnóstico se creó un inventario de datos basado en la información que deberían contener los metadatos según los estándares nacionales (IGN, 2020), ver **Tabla 3**.

**Tabla 3.** Inventario de datos de las capas de información geográfica.

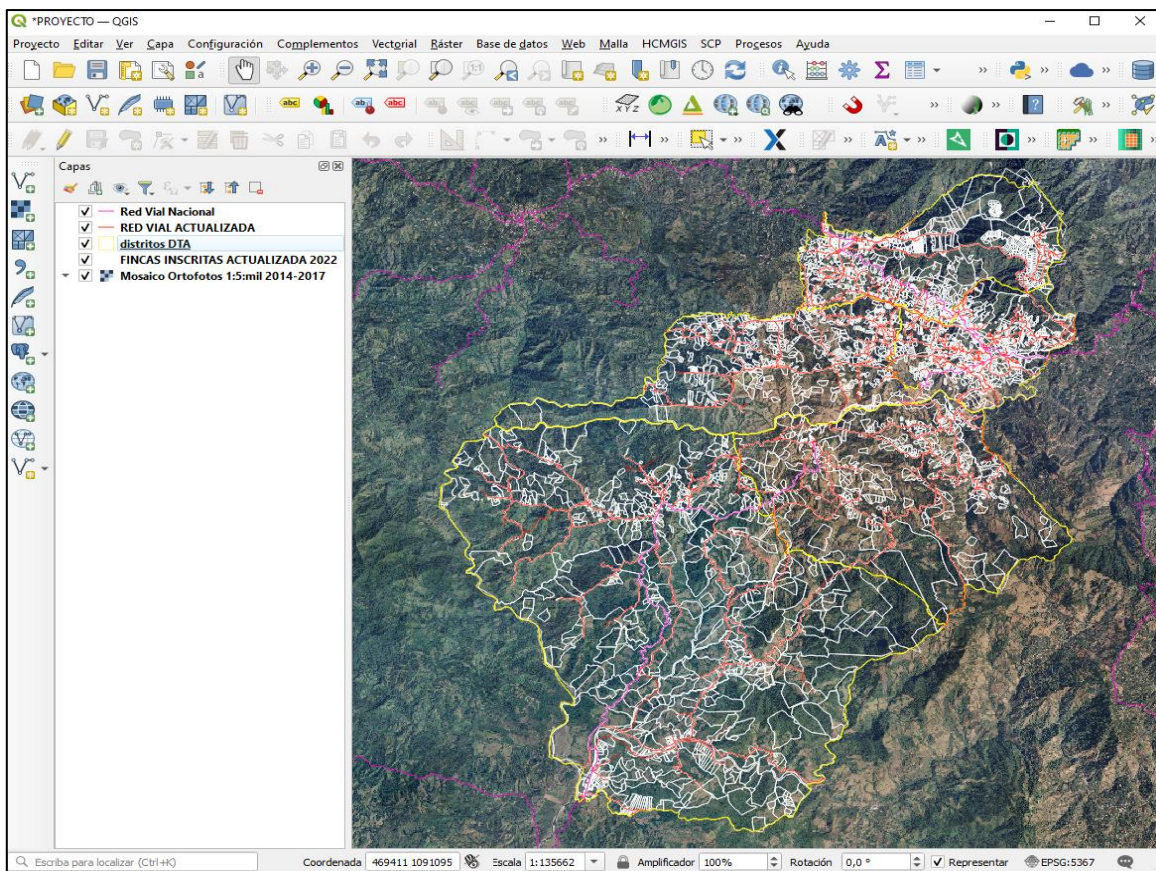
<b>Campo</b>	<b>Descripción</b>
Título	Título asignado a la capa de información
Fecha	Fecha de creación
Edición	Fecha de ediciones (si hay)
Forma de presentación	Formato del dato
Rol de la persona responsable	Cargo de la persona responsable del dato
Nombre de la organización	Nombre de la organización creadora del dato
Tema	Temática de la capa
Tipo de representación espacial	Tipo de geometría de la capa
Escala	Escala a la que se digitalizó el objeto
Extensión de la capa	Área que abarca la capa
Restricciones de acceso	Limitaciones en el uso y acceso
Calidad de los datos	La calidad está relacionada con la jerarquía del dato.
Sistema de referencia y datum	Sistema de referencia de la capa.

**Fuente:** Elaboración propia basado en la Norma NTIG\_CR04\_10.2020: Perfil Oficial de Metadatos Geográficos de Costa Rica.

Las capas auxiliares se revisaron en el software de información geográfica QGIS 3.22.15, ver Figura 7, para completar la Tabla 3. Además, se revisó la ubicación espacial de cada capa con respecto a la ortofoto escala 1:5000, pues, esta cubre todo el cantón de Acosta, lo anterior para descartar desplazamientos o rotaciones importantes de los objetos espaciales.

Con base en el montaje de capas mostrado en la Figura 7 las capas no presentan problemas de desplazamiento abruptos, pues, la capa de distritos y fincas coincide con los límites naturales que se identifican en la ortofoto, por otro lado, las capas de vías coinciden con los trazos de caminos vistos en la ortofoto a escala 1:5000 y en la proyección CRTM05.

**Figura 7.** Vista de las capas de información geográfica auxiliares en QGIS.



**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.6.2 Requerimientos funcionales y no funcionales**

El Geovisor se diseña en función de una o varias necesidades de una organización o un grupo de personas con la finalidad de solventar estas mismas necesidades. Por ello, es necesario conocer con detalle cada inquietud del usuario, lo cual se consigue a través de una entrevista a los actores, por lo que se confecciona un cuestionario para ser aplicado a los encargados del Departamento de Construcciones, Patentes, Bienes Inmuebles y Catastro (administrador del Geovisor), así como a un usuario externo. Las preguntas del cuestionario son las siguientes:

➤ **Encargados de departamento y usuarios externos:**

1. ¿Le resultaría útil consultar en línea el estado de un trámite de visado municipal?
2. ¿Ha utilizado Geovisores para consultar información geográfica?
3. ¿Qué considera que es el “uso fácil” del Geovisor?
4. ¿Qué herramientas considera que debe tener un Geovisor?
5. ¿Qué información geográfica debe mostrar un Geovisor de trámites de visado municipal?
6. ¿Cuál es el estado de la información geográfica que maneja la municipalidad?
7. ¿Qué información requiere sobre el visado?
8. ¿Qué programas utiliza para gestionar información geográfica?

➤ **Encargado del Departamento de Catastro:**

1. ¿Qué tipo y formato de dato maneja usualmente?
2. ¿En qué forma se almacena la información geográfica?
3. ¿Para qué sirve la información de los visados municipales, vías y predios?
4. ¿Qué problemas enfrenta con el manejo de datos y los programas?
5. ¿Qué información necesita conocer de primera mano sobre los datos?
6. ¿Qué herramientas considera que debe brindar un visor web o Geovisor?
7. ¿Describa, como es la manera “más fácil” de acceder a los datos?

8. ¿Qué roles consideran que deben tener las personas que tienen acceso a los datos?

**Tabla 4.** Requisitos funcionales del Geovisor.

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
<b>F01</b>	El Geovisor debe permitir ocultar y mostrar las capas de información geográfica
<b>F02</b>	El Geovisor debe contar con una herramienta de consulta por número de trámite y número de presentación que muestre el estado del trámite.
<b>F03</b>	En el Geovisor debe desplegarse una ventana emergente que muestre información sobre la capa.
<b>F04</b>	En el Geovisor deben existir botones que redirijan a páginas web donde se encuentre normativa relacionada con el trámite de visado municipal.
<b>F05</b>	En el Geovisor debe existir un botón que redirija al usuario a un formulario web que permita la solicitud del trámite de visado.
<b>F06</b>	En el Geovisor debe mostrarse el título del visor junto con el de la municipalidad y el del departamento.
<b>F07</b>	En el Geovisor debe mostrarse un botón de ubicación en tiempo real.
<b>F08</b>	El Geovisor debe contar con una herramienta de medición que mida en metros, distancias y áreas.
<b>F09</b>	El Geovisor debe permitir realizar un acercamiento y alejamiento del mapa.
<b>F10</b>	Al entrar al Geovisor debe estar centrada el área que abarca el cantón de Acosta.
<b>F11</b>	En el visor web debe contar con al menos 2 tipos de mapas base y que estos puedan ser elegidos uno a uno.
<b>F12</b>	El Geovisor debe permitir la búsqueda de lugares.

**Fuente:** Elaboración propia.

La información obtenida a través de estos cuestionarios aplicados a los actores brinda las bases para formular los requisitos funcionales y no funcionales, los primeros se relacionan con los servicios que proveerá el sistema mientras que el segundo se relaciona con la fiabilidad, tiempo de respuesta y la capacidad de almacenamiento. La lista de requisitos se plantea en la **Tabla 4** y **Tabla 5**:

**Tabla 5.** Requerimientos no funcionales.

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
<b>NF01</b>	El sistema debe acceder a través de al menos el navegador: Mozilla Explorer y Chrome.
<b>NF02</b>	El sistema debe tener un tiempo de respuesta de al menos 15 segundos.
<b>NF03</b>	El sistema debe emplear software de código libre y abierto debido a las limitaciones del municipio.

**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.6.3 Fuente de datos**

La capa de vías municipales fue confeccionada por una empresa externa a la municipalidad en el año 2021 a solicitud de la Unidad Técnica de Gestión Vial de este municipio, esta capa no está estructurada bajo estándares nacionales relacionados con el perfil de metadatos o publicación web. En el caso de la capa de rutas nacionales, esta corresponde a las rutas digitalizadas por el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME).

La capa de distritos y la capa de predios se obtuvieron de fuentes externas, sin embargo, se consideran datos confiables, pues, están publicados en la IDECORI y cumplen con estándares. La capa de distritos se obtuvo del nodo del SNIT en donde se localiza la división territorial administrativa oficial del país y la

capa de predios fue facilitada por el Registro Nacional a la municipalidad como parte de los insumos que esta institución facilita a los gobiernos locales.

### **3.7 Limitaciones**

El trámite de visado municipal es una actividad constante en el municipio, pues, las personas están vendiendo, traspasando y dividiendo propiedades, solicitando permisos de construcción y licencias comerciales, todas estas actividades requieren el visado municipal para cumplir con los requisitos en las tramitologías.

Para que el Geovisor brinde información oportuna a los usuarios debe estar actualizado, esto implica que la persona encargada debe tener los conocimientos necesarios para dar el mantenimiento oportuno y trabajar a tiempo completo. Esto se traduce en una limitante, ya que contratar a un profesional tiempo completo, capacitado y especializado para que pueda dar mantenimiento al Geovisor será costoso para el municipio.

Por otro lado, el sistema no solo requiere de un profesional especializado en manejo de información geográfica y software SIG, también se necesitan conocimientos en el área de la informática, en el caso del departamento de Catastro, es un departamento unipersonal por lo que encontrar un profesional con estas dos ramas de conocimiento no será sencillo.

Las capacitaciones cortas y específicas pueden ser una opción para solventar esta carencia de conocimiento, sin embargo, a pesar de que los costos se pueden reducir en comparación con contratar a un profesional especializado, siempre existirá un gasto adicional.

### **3.8 Diseño y desarrollo del Geovisor**

El desarrollo del Geovisor se basa en el diseño generado a partir de los requisitos funcionales y no funcionales, como parte de la prueba del funcionamiento del Geovisor se contemplan los datos y la calidad de estos, es por ello que este apartado se centra en el proceso de creación de las tablas de atributos, el uso de capas auxiliares y las herramientas para crear el Geovisor de trámites de visado municipal.

#### **3.8.1 Establecimiento de la tabla de atributos de trámites de visado municipal.**

El Registro de Trámites de Visado Municipal se transforma en información geoespacial para ser incorporado en el Geovisor, para iniciar este proceso, primeramente, se necesita un esquema de la tabla de atributos y la georreferenciación de cada trámite. Durante el diagnóstico del Registro de Trámites se identificaron los atributos y las mejoras que debían realizarse a los datos, con base al resultado de este diagnóstico y los requisitos funcionales se obtiene el esquema de la tabla de atributos de trámites de visado, en la Tabla 6 se indica cada atributo y su descripción.

Los campos de la columna de cada atributo se completan con la información del Registro de Trámites, después los datos se someten a una revisión para subsanar las inconsistencias encontradas. Durante la revisión se ejecutaron las siguientes acciones para mejorar la calidad de los datos:

- Se deben completar los espacios vacíos con la información de los expedientes digitales fila a fila.
- Se debe homogenizar el formato de presentación de la fecha y el número de plano inscrito, indicar la provincia con el número.
- Se deben cambiar los espacios vacíos por guiones bajos.
- Se deben corregir las faltas de ortografía en los textos.

- Se deben crear tablas de planos inscritos y presentaciones a catastrar separadas.
- Se debe crear una tabla de planos inscritos rechazados y otra de aprobados.
- Se debe crear una tabla de presentaciones a catastrar rechazadas y otra de aprobadas.
- Se excluye el nombre del propietario, solicitante y número de cédula de las tablas de atributos.

Para llevar a cabo lo anterior, se crea una nueva tabla de Excel, en donde se va creando la tabla de atributos de trámites de visado, los encabezados de las columnas se colocan como lo indica la Tabla 6 y en los campos se copia la información de cada trámite, seguido, se aplican las acciones mencionadas anteriormente.

**Tabla 6.** Configuración de la tabla de atributos de trámites de visado.

<b>Atributo</b>	<b>Tipo de dato</b>	<b>Descripción</b>
Id_Objeto	String	Identificador único de cada objeto espacial
Revision	String	Fecha de revisión del trámite
N_tramite	String	Número de Trámite
Ingreso	String	Fecha de ingreso del trámite
N_plano	String	Número de presentación o número de plano
Tipo_plano	String	Razón de inscripción del plano
Contrato_CFIA	String	Número de contrato del CFIA
Estado	String	Estado de la solicitud
Resolucion	String	Número de oficio de la resolución del trámite
CRTM05_Este	String	Coordenada este en la proyección CRTM05
CRTM05_Norte	String	Coordenada norte en la proyección CRTM05
Tipo_tramite	String	Forma de presentación del trámite

**Fuente:** Elaboración propia.

Se inicia con el relleno de los espacios nulos o vacíos, esta acción se lleva a cabo utilizando la información de los expedientes digitales. Por ejemplo, para el caso del trámite 203-2021, en el registro original se observan los datos ausentes de “tipo de plano”, “contrato”, “estado”, “resolución”, “coordinada” y “tipo de trámite”, ver Figura 8.

**Figura 8.** Celdas vacías en la fila correspondiente al trámite 203-2021 del Registro de trámites de Visado Municipal.

203-2021	05/07/2021	2020-85631-C					
204-2021	05/07/2021	2021-39377-C	PARTE_DE	956296	APROBADO	DCMA-VM-APT-39377-2021	472135
205-2021	05/07/2021	2021-51963-C	PARTE_DE	961019	APROBADO	DCMA-VM-APT-51963-2021	470404

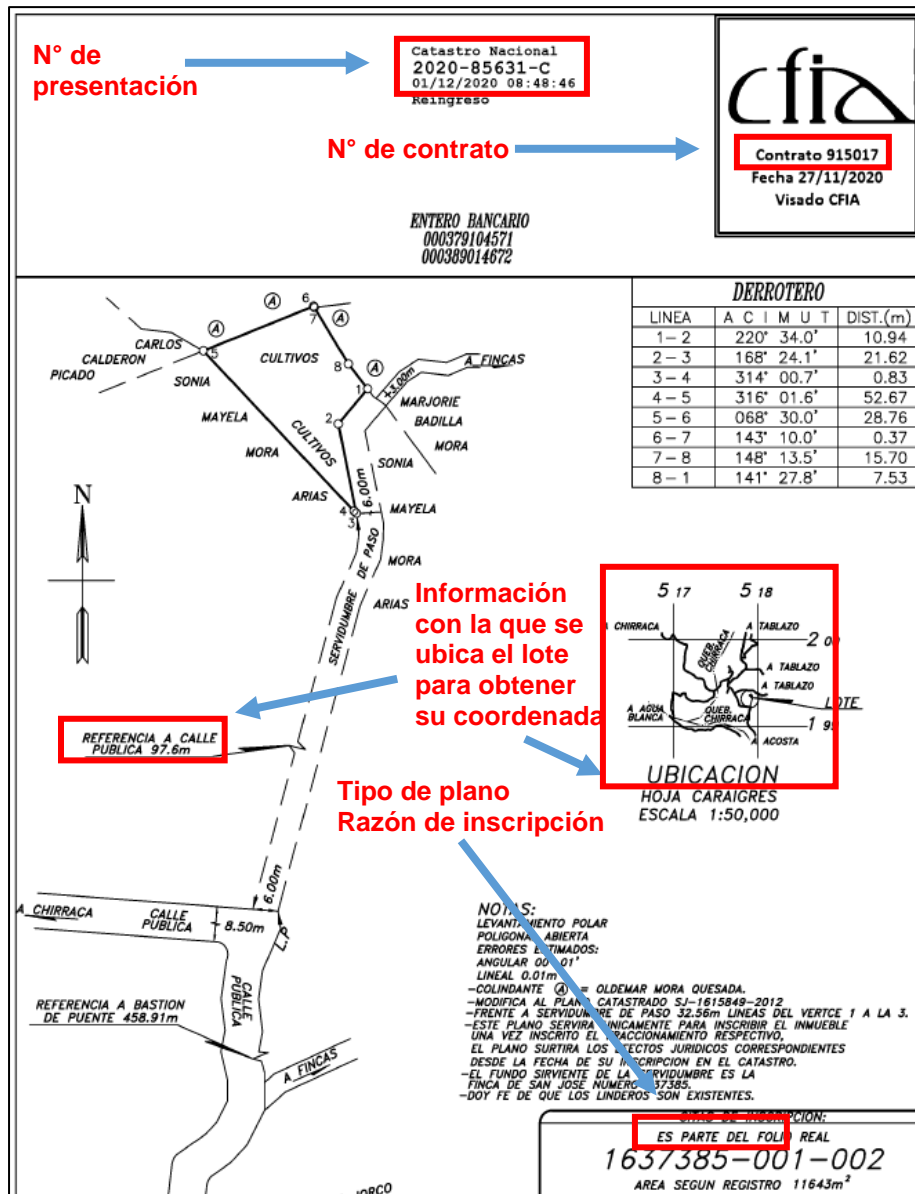
**Fuente:** Registro original de trámites de visado del Departamento de Catastro.

En el expediente digital se encuentra la presentación a catastrar o plano de agrimensura, del cual se extraen los datos de “tipo de plano”, “número de presentación”, “contrato” y “ubicación”, en la Figura 9, se identifica donde se encuentran cada uno de estos elementos.

Con base a lo mostrado en la Figura 9, se obtiene el número de contrato y el tipo de plano para la presentación 2020-85631-C, en cuanto a la coordinada este y norte del trámite, esta corresponderá a la coordinada central del lote descrito en el plano. Esta se obtiene con el apoyo del visor cartográfico del SIRI utilizando los datos de ubicación y referencia a punto fijo del plano, ver Figura 9.

Muchos planos de agrimensura o presentaciones a catastrar, en su ubicación geográfica aún muestran las coordenadas en la proyección Lambert Norte o Sur, el visor cartográfico del SIRI permite la búsqueda de coordenadas en las proyecciones CRTM05, Lambert Norte y Sur, por ello se optó en utilizar esta herramienta para evitar realizar transformaciones de coordenadas y de esta manera agilizar la georreferenciación del trámite de visado.

**Figura 9.** Presentación para catastrar 2020-85631-C contenida en el expediente digital N° 203-2021.

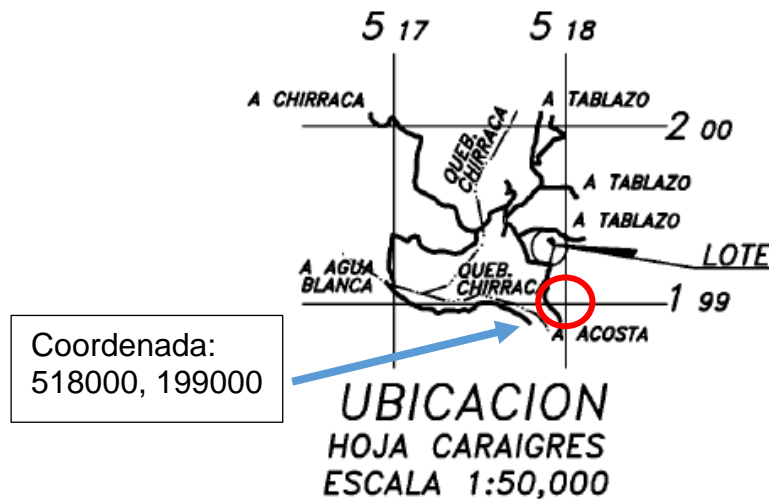


**Fuente:** Archivo digital del Departamento de Catastro.

Para el caso de la presentación 2020-85631-C, la ubicación geográfica se muestra en la proyección Lambert Norte, para obtener una aproximación de la ubicación del lote se toma una coordenada del cuadrante dibujado en la ubicación

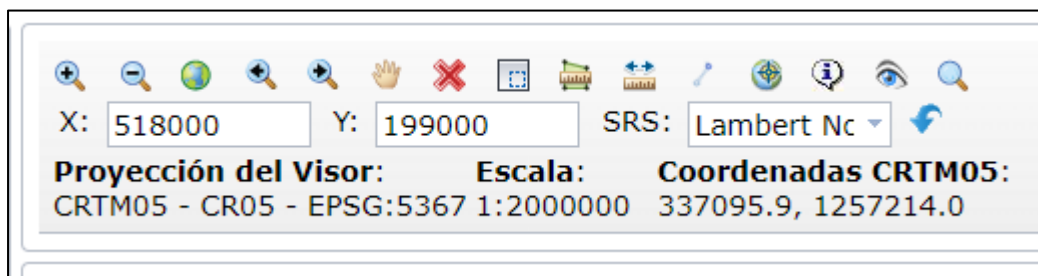
geográfica, ver Figura 10, y se introduce esta coordenada en el visor cartográfico del SIRI, eligiendo la proyección Lambert Norte, ver Figura 11 .

**Figura 10.** Ubicación geográfica en la proyección Lambert Norte.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 11.** Interfaz del visor cartográfico del SIRI para el ingreso de coordenadas Este y Norte.



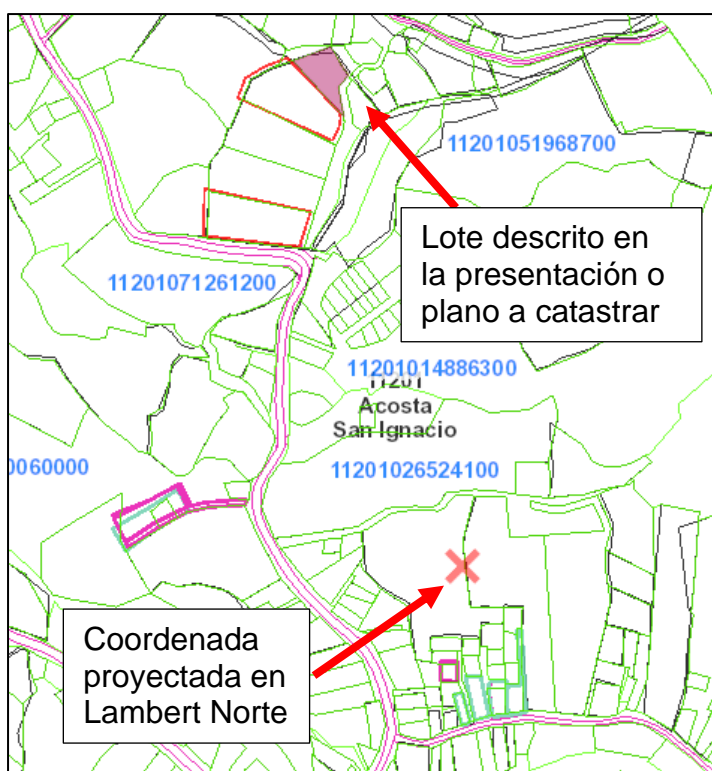
**Fuente:** Imagen extraída del visor cartográfico del SIRI.

Al introducir esta coordenada, esta se muestra en el visor mediante una equis de color rojo, con esto se logra aproximar la ubicación del lote. Para obtener

la ubicación exacta, se utiliza la referencia al punto fijo, en el caso de la presentación 2020-85631-C, el punto fijo es la intersección de las vías públicas y se indica en el plano como “Referencia a calle pública”, ver Figura 9.

El plano indica que la medida de la intersección de las vías públicas hasta el vértice 3 es de 97.60 m, así que en el visor se realiza esta medida para encontrar la ubicación exacta del lote. En la Figura 12 se muestra una equis de color rojo que representa la coordenada en Lambert Norte introducida en el visor cartográfico para aproximar la ubicación y se muestra un polígono resaltado en color morado que corresponde a la forma del lote a catastrar.

**Figura 12.** Ubicación de la coordenada en Lambert Norte y ubicación del lote descrito en la presentación 2020-85631-C.



**Fuente:** Extracto del visor cartográfico del SIRI.

Una vez ubicado este lote se posiciona el puntero del mouse sobre el centro aproximado, del polígono y se copia la coordenada en la proyección CRTM05, esta será la coordenada del trámite de visado municipal N° 203-2021 para la presentación 2020-85631-C.

Concluido el procedimiento anterior, queda por encontrar los datos de “estado”, “número de resolución” y “tipo de trámite”, de igual manera, estos se encuentran en el expediente digital N° 203-2021. Los trámites ingresados en forma digital poseen en sus expedientes un archivo con extensión .eml, este es el correo electrónico con la solicitud del trámite, lo que quiere decir, que si el expediente posee este archivo significa que ingreso en forma digital por lo tanto es un trámite de tipo “digital”. En el caso, del trámite 203-2021 este es de tipo “digital” ya que posee el archivo .eml, ver Figura 13.










**Figura 13.** Archivo EML correspondiente a la solicitud digital mediante correo electrónico.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
VISADO	06/01/2022 11:55 p. m.	Carpeta de archivos	
2_116158492012.jpg	28/07/2021 09:11 a. m.	Archivo JPG	1,770 KB
CARTA DE AGUA 448.jpg	28/07/2021 09:12 a. m.	Archivo JPG	90 KB
CARTA DE AGUA 832.jpg	28/07/2021 09:12 a. m.	Archivo JPG	104 KB
ESTUDIO REGISTRAL 637385 DE...	28/07/2021 09:12 a. m.	Documento Adob...	52 KB
ESTUDIO REGISTRAL 637385 DE...	28/07/2021 09:11 a. m.	Documento Adob...	52 KB
ESTUDIO REGISTRAL 637385 DE...	28/07/2021 09:03 a. m.	Documento Adob...	52 KB
FECHA DE PRIMER INGRESO 44...	28/07/2021 09:11 a. m.	Archivo JPG	23 KB
FECHA DE PRIMER INGRESO 83...	28/07/2021 09:11 a. m.	Archivo JPG	25 KB
Fwd tramite 203-2021,Solicitud ...	28/07/2021 08:43 a. m.	Archivo EML	3,066 KB
IMAGENMINUTA 448.pdf	28/07/2021 09:11 a. m.	Documento Adob...	49 KB
IMAGENMINUTA 832.pdf	28/07/2021 09:11 a. m.	Documento Adob...	48 KB
MINUTA 448.pdf	28/07/2021 09:11 a. m.	Documento Adob...	11 KB
Roundcube Webmail __ Fwd_tr...	28/07/2021 08:44 a. m.	Documento Adob...	157 KB

**Fuente:** Archivo Digital del Departamento de Catastro.

En cuanto al estado y número de resolución en el expediente digital se localiza una carpeta llamada “VISADO”, ver Figura 13, la cual contiene la resolución del trámite, que indica si el trámite se aprobó o rechazó. En este caso, el trámite fue rechazado y después, en una segunda revisión, fue aprobado, así consta en las resoluciones contenidas en la carpeta, ver Figura 14.

**Figura 14.** Resoluciones de trámites por oficio sobre la presentación 2020-85631-C.

Nombre	Fecha de m...	Tipo	Tamaño
 DCMA-VM-APT-85631-20-2021.pdf	28/07/2021 ...	Documento Adob...	186 KB
 DCMA-VM-APT-85631-2021.docx	28/07/2021 ...	Documento de Mi...	53 KB
 DCMA-VM-APT-85631-2021.pdf	28/07/2021 ...	Documento Adob...	186 KB
 DCMA-VM-APT-85635-20-2021.docx	28/07/2021 ...	Documento de Mi...	52 KB
 DCMA-VM-APT-85635-20-2021.pdf	28/07/2021 ...	Documento Adob...	186 KB
 DCMA-VM-APT-85635-2021.docx	28/07/2021 ...	Documento de Mi...	52 KB
 DCMA-VM-APT-85635-2021.pdf	28/07/2021 ...	Documento Adob...	186 KB
 DCMA-VM-APT-R203-2021.docx	28/07/2021 ...	Documento de Mi...	46 KB
 DCMA-VM-APT-R203-2021.pdf	28/07/2021 ...	Documento Adob...	242 KB

**Fuente:** Archivo Digital del Departamento de Catastro.

Por lo tanto, de estas resoluciones se obtiene el número de resolución y el estado del trámite, el procedimiento anterior se realiza sobre cada uno de las filas con espacios vacíos hasta completar la tabla nueva de trámites de visado en su totalidad.

La siguiente acción realizada sobre la tabla de trámites es la eliminación del espacio en los datos, por ejemplo, en la columna “tipo de trámite” se puede encontrar la oración “PARTE DE”, el espacio que hay entre estas dos palabras puede generar problemas al cargar los datos a un software SIG ya que ese espacio puede ser interpretado como una separación de columna lo que provocaría la correcta interpretación y acomodo de los datos.

Para eliminar este espacio y mantener una separación entre las dos palabras se colocó un guion bajo en lugar del espacio, esto se llevó a cabo en Excel, utilizando la herramienta para filtrar, sencillamente, se filtró cada uno de los tipos de dato, se realizó el cambio en una celda y se arrastró a las demás. En la Figura 15 se ejemplifica esta corrección.

**Figura 15.** Reemplazo de espacio entre palabras por guiones bajos en la columna de tipos de trámite.



Tipo_plano
PARTE_DE
PARTE_DE
PARTE_DE
INFORMACION_POSESORIA
PARTE_DE_Y_REUNION
PARTE_DE_Y_REUNION
PARTE_DE_Y_REUNION
LOCALIZAR_DERECHO
LOCALIZAR_DERECHO
PARTE_DE
PARTE_DE

**Fuente:** Elaboración propia.

Otra de las correcciones se efectuó en la columna de presentaciones y planos inscritos, específicamente, en la configuración del número de plano inscrito o número de inscripción. El número de inscripción de un plano inicia con el número o las siglas de la provincia, sin embargo, para efectos de la tabla de atributos que se desea obtener, es necesario que se unifique la presentación del número de plano, es decir, que inicie con un uno o con la abreviatura de San José, S.J.

En este caso, se eligió iniciar con el número uno, pues, en la actualidad los planos inscritos indican la provincia con el número de no con las siglas de la provincia. Igual a la corrección anterior, esta se realiza en Excel filtrando todas

las celdas que inicien con SJ para reemplazar el SJ por un uno, logrando la configuración del número de plano mostrado en la Figura 16.

Los componentes del número de inscripción que coloca en los planos la Subdirección Catastral están delimitados por guiones por lo que se mantiene el mismo formato para que el usuario pueda encontrar más fácilmente el número de plano en los filtros de búsqueda que contiene el Geovisor.

**Figura 16.** Configuración del número de plano iniciando con el número de provincia.

Numero_plano_presentaci
1-891031-1990
1-2249084-2020
1-1831651-2015
1-1490511-2011
1-348999-1996
1-1747008-2014
1-557572-1999
1-0321040-1978
1-146168-1993

**Fuente:** Elaboración propia.

Las últimas tres correcciones realizadas en la tabla se llevaron a cabo en las columnas de fechas, en donde se estandarizó el orden por día, mes y año y la delimitación de estos tres elementos con una barra inclinada, la otra corrección se realizó en la columna de “estado” en donde la palabra “Aprobado” y “Rechazado” estaba mal escrita en algunas celdas, por último, en la columna del número de contrato se sustituyó la palabra “NO INDICA” por un cero. La tabla nueva de trámites de visado resultante corresponde a la tabla de atributos que contendrá la capa de trámites.

En el diagnóstico del registro de trámites de visado se observó que existe duplicidad de los datos, por ejemplo, algunos números de trámite aparecen dos o más veces en la misma columna, al igual con algunos números de presentación, esto se debe a que muchas veces los planos se rechazan y estos vuelven a ingresar para ser nuevamente revisados, por lo general, los reingresos de trámites se gestionan en el mismo expediente, debido a ello el número de trámite y presentación se observa duplicado.

El problema que genera esta duplicación en las columnas es que al incorporar los trámites mediante una capa de puntos a un software SIG, dado que cada objeto duplicado está relacionado a una misma coordenada, se mostrará en el mapa un punto sobre otro, lo cual puede ocasionar que se oculten trámites. Por otro lado, en la columna de números de planos están mezclados los planos inscritos y los planos a catastrar, estos son dos tipos de planos diferentes por lo que debería estar separados.

Para dar solución a lo anterior y conseguir un mejor orden en la presentación de los datos en el Geovisor, se siguen las acciones mencionadas anteriormente y se divide la tabla de trámites de visado en cuatro tablas:

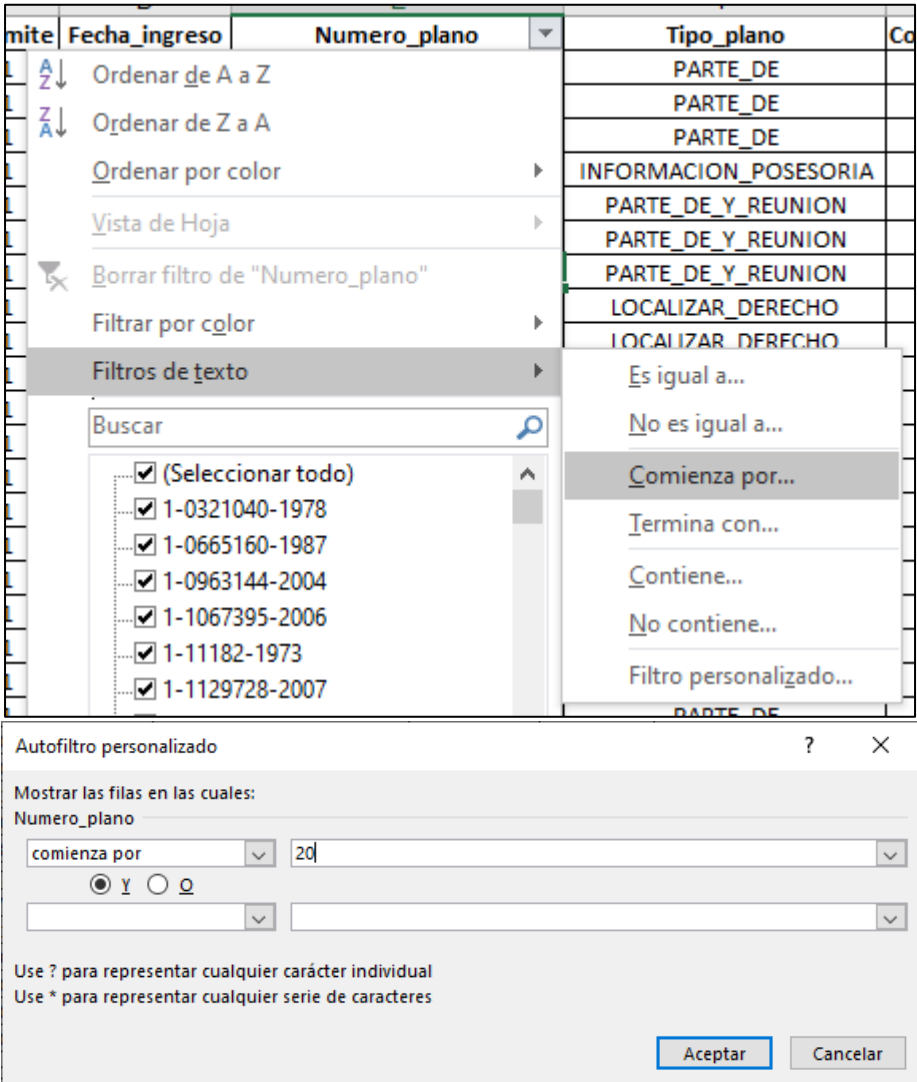
- Tabla de presentaciones aprobadas
- Tabla de presentaciones rechazadas
- Tabla de planos inscritos aprobados
- Tabla de planos inscritos rechazados

### **3.8.2 División de la tabla de trámites de visado municipal y almacenamiento de los datos.**

La división de la tabla se lleva a cabo en el programa Excel, a través de filtros. Primeramente, se divide la tabla en presentaciones a catastrar y planos inscritos, posteriormente, se dividen ambas tablas en planos aprobados y rechazados. Para ejemplificar este proceso, se realiza la división de la tabla de presentaciones a catastrar, el primer paso es separar la tabla de presentaciones

de los planos inscritos, para ello se aplica un filtro en la columna de números de presentación o plano, donde se indica al programa que filtre los datos que inician con "20", pues, las presentaciones inician con el año y hay presentaciones tanto del 2019 como del 2021, ver Figura 17.

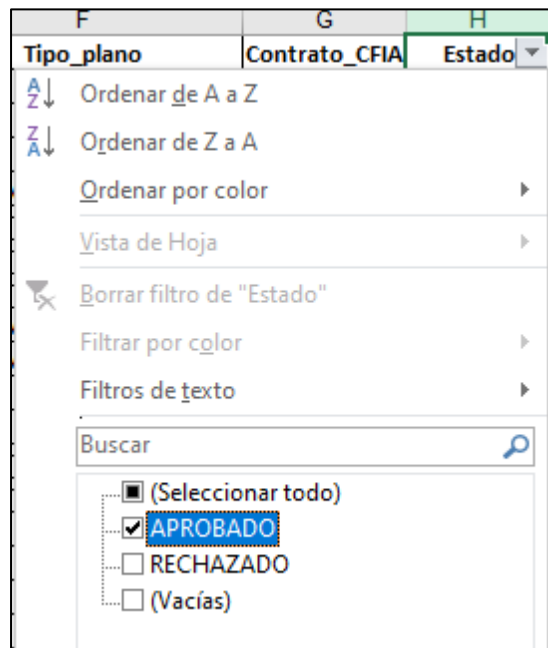
**Figura 17.** Filtro aplicado en la columna de número de plano para filtrar presentaciones iniciadas con "20".



**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez filtradas las presentaciones se copia la tabla en una hoja de Excel nueva y se nombra como “Presentaciones”, seguidamente, esta nueva tabla se divide en presentaciones aprobadas y rechazadas, la división se realiza aplicando un filtro en la columna “Estado” donde se indica al programa que muestre únicamente las presentaciones aprobadas, ver Figura 18.

**Figura 18.** Filtro para obtener las presentaciones aprobadas.



**Fuente:** Filtro aplicada en la tabla “Presentaciones”.

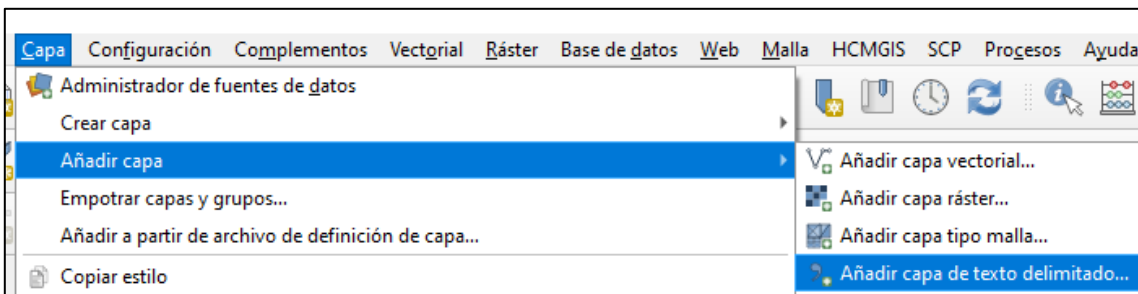
Al obtener las presentaciones aprobadas se copia la tabla en una hoja de Excel nueva llamada “Presentaciones aprobadas”, este filtro se aplica, nuevamente, para obtener las presentaciones rechazadas y de igual forma se copia la tabla de rechazos en una nueva hoja de Excel llamada “Presentaciones rechazadas”. Todo el procedimiento anterior se aplica de igual forma con los planos inscritos para obtener la tabla de planos inscritos aprobados y rechazados.

Cada una de las tablas generadas se almacena en un archivo de valores separados por coma, CSV, el directorio de almacenamiento de esta información está en el servidor municipal, en donde se creó una carpeta llamada “Catastro”, en esta instancia se colocan las capas y datos de información generados en este proyecto para ser compartidos de una manera más transparente y expedita.


### 3.8.3 Conversión de las tablas de trámites de visado municipal en capas de información geográfica.

Al contar las cuatro tablas de trámites con columnas que contienen una coordenada este y otra norte, además, de estar almacenadas en un archivo CSV, estas pueden introducirse en un software SIG como QGIS. Para ello, se utiliza la opción de añadir una capa por texto delimitado, en la Figura 19.

**Figura 19.** Opción para añadir capa de texto delimitado.



**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez elegida la opción anterior mostrada en la Figura 19, inmediatamente, aparece la ventana mostrada en la Figura 20, en esta ventana se debe elegir la ruta donde se almacenan los datos, dando clic en el icono . A modo de ejemplo, se importan los datos de “planos inscritos aprobados”, en el recuadro inferior “Datos de ejemplo” se observan las columnas del archivo CSV, en este caso, se observan las columnas y los datos separados correctamente.

Se deben realizar tres configuraciones manuales, primero la asignación del sistema de referencia, SRC de la geometría, en este caso, las coordenadas están referidas a la proyección CRTM05, datum CR05, segundo, definir cual columna corresponde a la coordenada X y Y, en este caso las columnas correspondientes son CRTM05\_Este y CRTM05\_Norte, ver Figura 21. La tercera configuración consiste en desactivar la opción de detectar campos, ya que QGIS detecta como tipo de dato “integer” las columnas que poseen un número y en este caso, hay columnas como la del número de contrato que debe tratarse como texto.

**Figura 20.** Configuración para la importación de los archivos CSV correspondientes a los trámites de visado municipal.

Nombre de archivo: D:\11 MAESTRIA SIGT\PRACTICA ESPECIALIZADA EN SIG I\Datos\Finales\Planos\_inscritos\_aprobados.csv

Nombre de la capa: Planos\_inscritos\_aprobados Codificación: UTF-8

**Formato de archivo**

- CSV (valores separados por coma)
- Delimitador de expresión regular
- Delimitadores personalizados

**Opciones de registros y campos**

Número de líneas de encabezamiento a descartar: 0  El separador decimal es la coma

El primer registro tiene los nombres de campo  Recortar campos

Detectar tipos de campo  Descartar campos vacíos

**Definición de geometría**

- Coordenadas del punto
  - Campo X: CRTM05\_Este Campo Z: [ ]
  - Campo Y: CRTM05\_Norte Campo M: [ ]
  - Coordenadas GMS
- Texto bien conocido (WKT)
- Ninguna geometría (tabla solo de atributos)
  - SRC de la geometría: Project CRS: EPSG:5367 - CR05 / CRTM05

**Configuraciones de capa**

Usar índice espacial  Usar índice de subconjuntos  Vigilar archivo

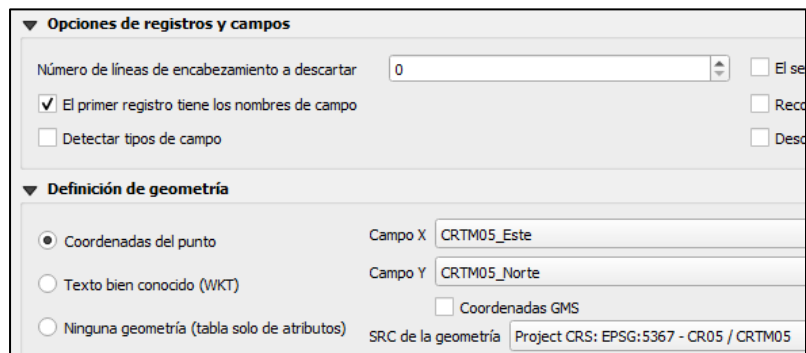
**Datos de ejemplo**

	Id_Objeto	Revision	N_tramite	Ingreso	N_plano	Tipo_plano	Contrato_CFIA	Estado	Resolucion	CRTM05_Este	CRTM05_Norte	Tip
1	1	22/01/2020	001-2021	06/01/2021	1-891031-1990	PARTE_DE	0	APROBADO	VA-001-2021	481827	1084247	FISI
2	4	27/01/2021	003-2021	04/01/2021	1-2249084-2020	INFORMACION_POSESORIA	928287	APROBADO	DCMA-VM-APT-P2249084-2021	472122	1084419	DIC
3	20	08/02/2021	029-2021	01/02/2021	1-1831651-2015	PARTE_DE	0	APROBADO	VA-002-2021	474660	1084597	DIC

**Fuente:** Elaboración propia.

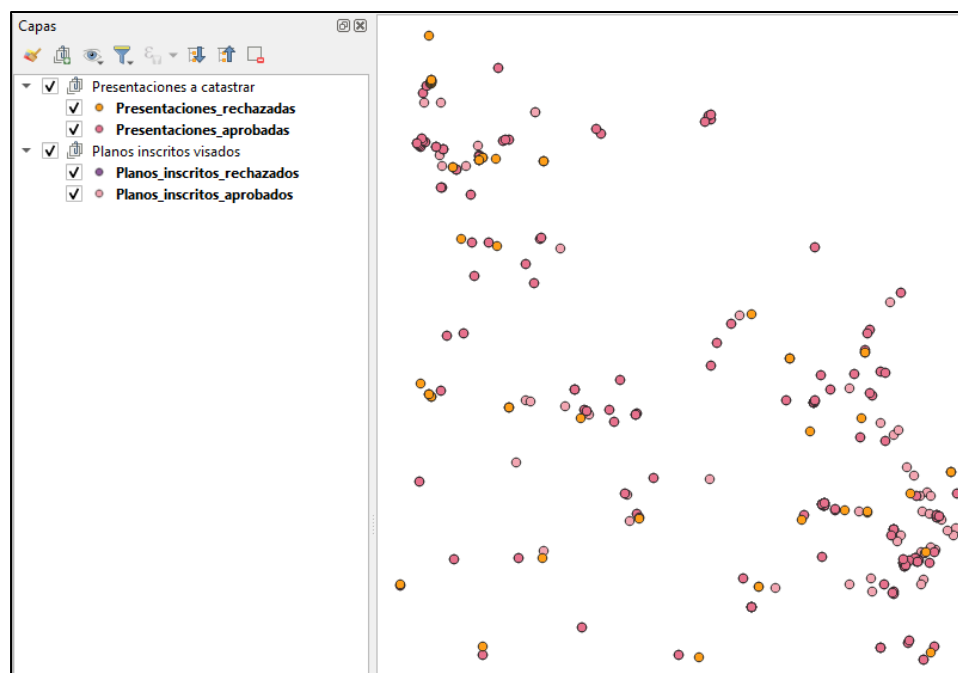
El procedimiento de importación anterior se debe realizar para las tres capas restantes. En la Figura 22 se muestran las capas importadas a QGIS y agrupadas en presentaciones a catastrar y planos inscritos.

**Figura 21.** Definición de la geometría de los datos a importar a QGIS.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 22.** Capas de trámites de visado municipal.

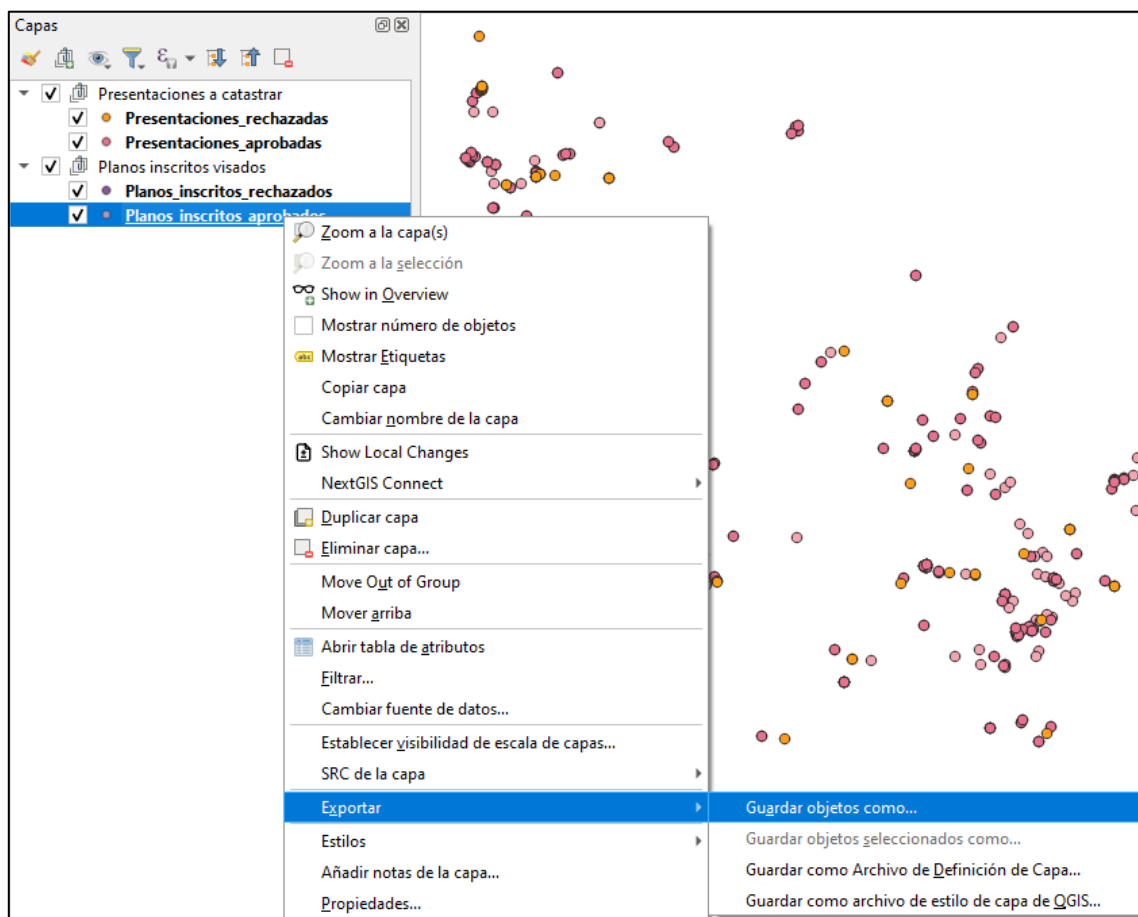


**Fuente:** Elaboración propia.

Aunque en QGIS se visualizan los puntos correspondientes a cada trámite de visado, estos archivos no están guardados como una capa vectorial de puntos por lo que el siguiente paso es exportar los datos como capas vectoriales. El formato elegido para la exportación de las capas es GeoJSON ya que este comprime los archivos de manera que sean compatibles con los scripts de Java.

Para exportar los datos, se da clic derecho en cada una de las capas, se elige la opción “exportar” y “guardar objetos como”, en la Figura 23 se ejemplifica este proceso.

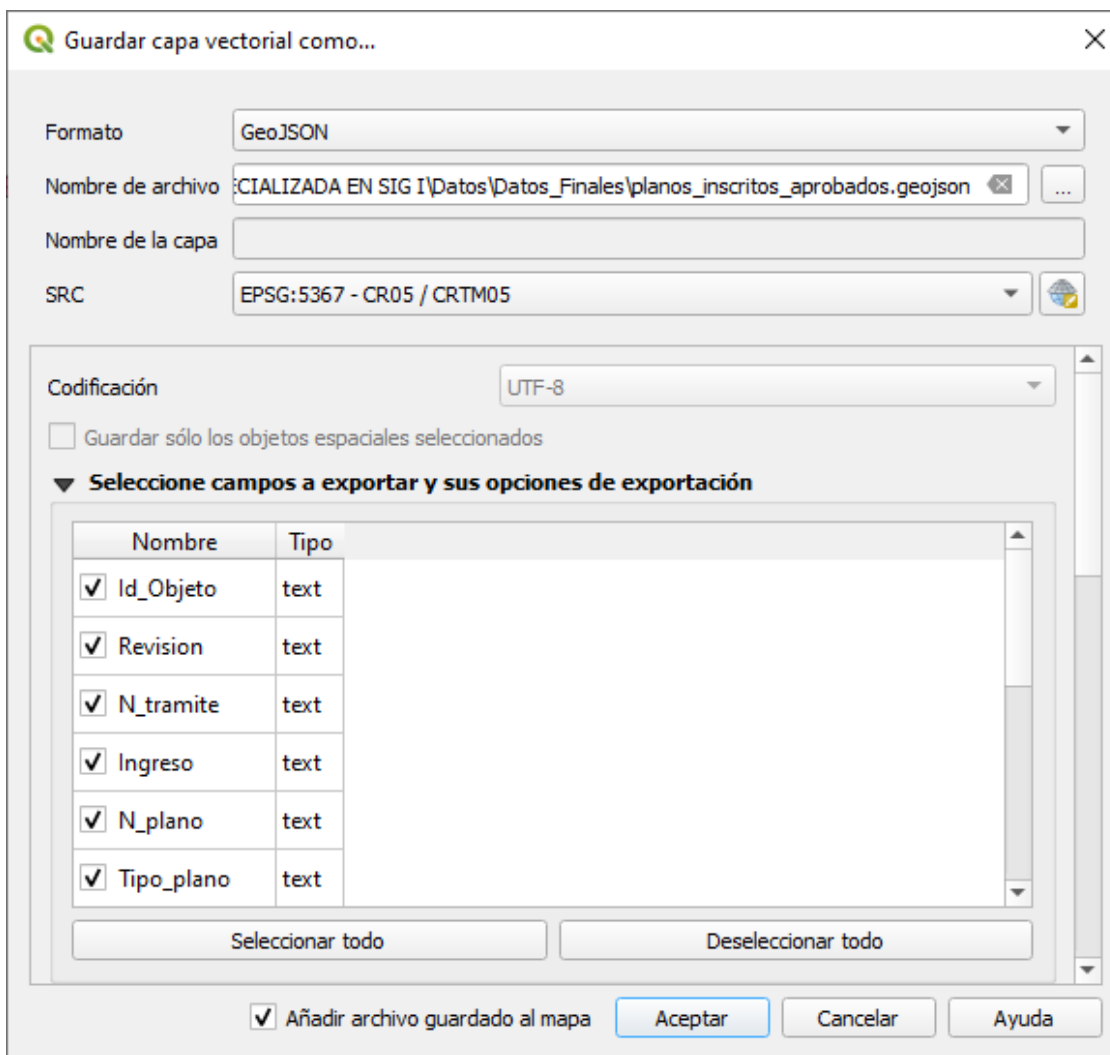
**Figura 23.** Opción de exportación de una capa en QGIS.



**Fuente:** Elaboración propia.

Al elegir la opción “guardar objetos como” aparecerá la ventana mostrada en la Figura 24, en la opción “Formato” se elige GeoJSON, en “Nombre de archivo” se elige la ruta donde se almacenará la capa y se verifica que estén activos todos los campos a exportar.

**Figura 24.** Configuración de exportación de la capa vectorial de puntos.



**Fuente:** Elaboración propia.

La exportación se realiza con cada una de las capas restantes, las capas en formato GeoJson se cargan a QGIS y se eliminan las capas obtenidas del

CSV, esto con el fin de trabajar con los archivos GeoJson directamente y poder editar las capas si fuese necesario, las capas importadas a partir de un CSV no permiten la edición.

Se realiza una exploración de las capas para verificar que contengan todos sus atributos y que no exista alguna anomalía, primeramente, se consultan los atributos de la tabla en las propiedades de la capa, en la Figura 25 se muestra como ejemplo la consulta en la capa de planos inscritos aprobados, se puede observar que la capa cuenta con los atributos y el tipo de dato establecido en la Tabla 6.

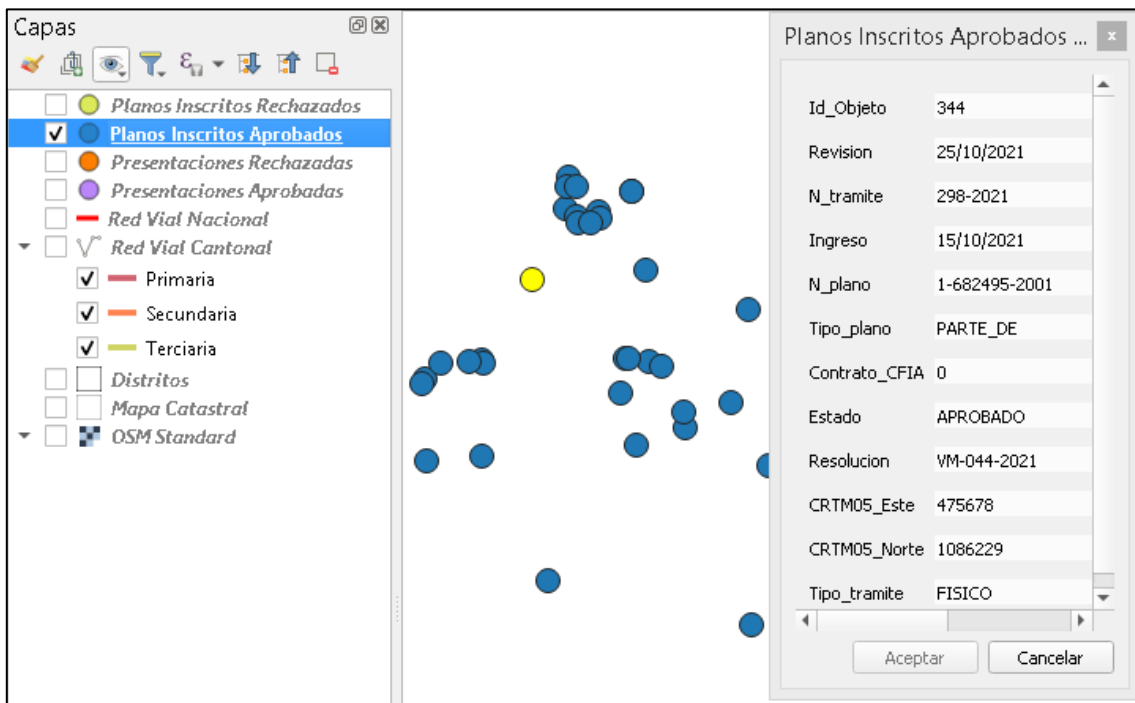
**Figura 25.** Campos de la tabla de atributos.

Id	Nombre	Alias	Tipo	Nombre del tipo
abc 0	Id_Objeto		QString	String
abc 1	Revision		QString	String
abc 2	N_tramite		QString	String
abc 3	Ingreso		QString	String
abc 4	N_plano		QString	String
abc 5	Tipo_plano		QString	String
abc 6	Contrato_CFIA		QString	String
abc 7	Estado		QString	String
abc 8	Resolucion		QString	String
abc 9	CRTM05_Este		QString	String
abc 10	CRTM05_Norte		QString	String
abc 11	Tipo_tramite		QString	String

**Fuente:** Elaboración propia.

Luego se realiza una consulta directa en la capa vectorial de puntos para observar sus atributos, ver Figura 24.

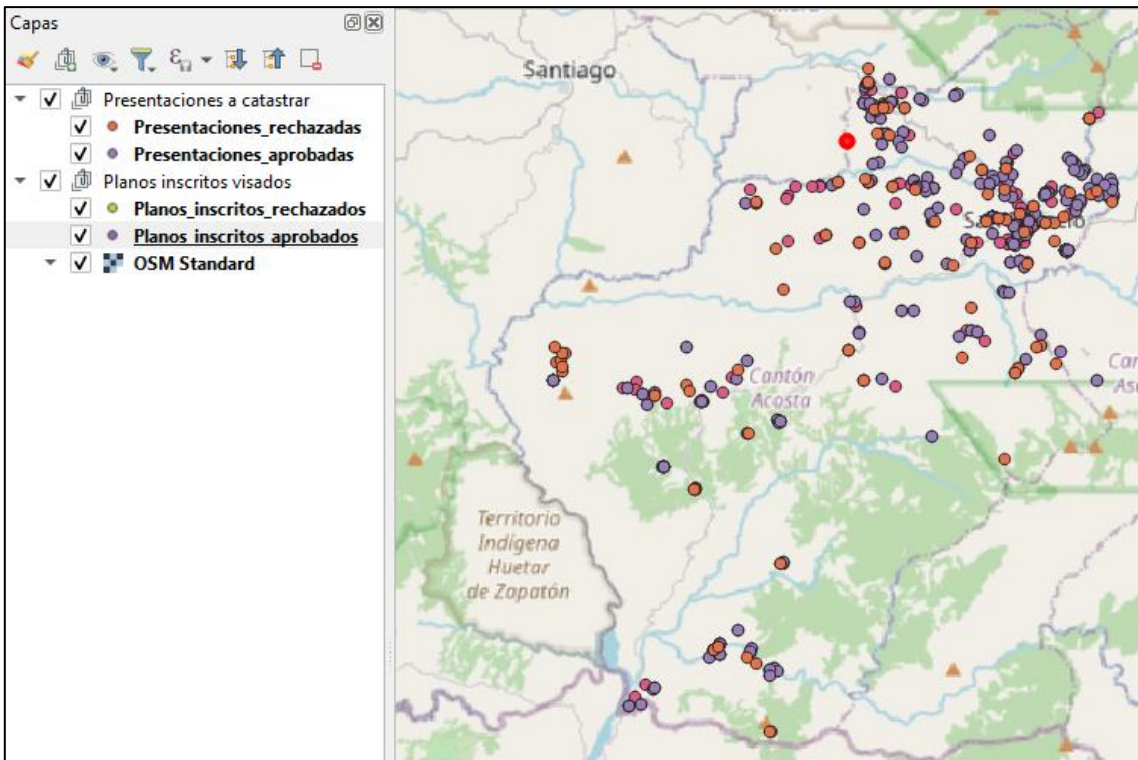
**Figura 26.** Consulta de los atributos de un punto de la capa de planos inscritos aprobados.



**Fuente:** Elaboración propia.

La consulta se realizó en cada una de las capas, posteriormente, se verificó la ubicación espacial de los datos, cargando el mapa base Open Street Maps, con esto se corroboró que los datos se posicionan sobre el cantón de Acosta, ver Figura 27.

**Figura 27.** Ubicación espacial de los datos sobre el mapa base de Open Street Maps.

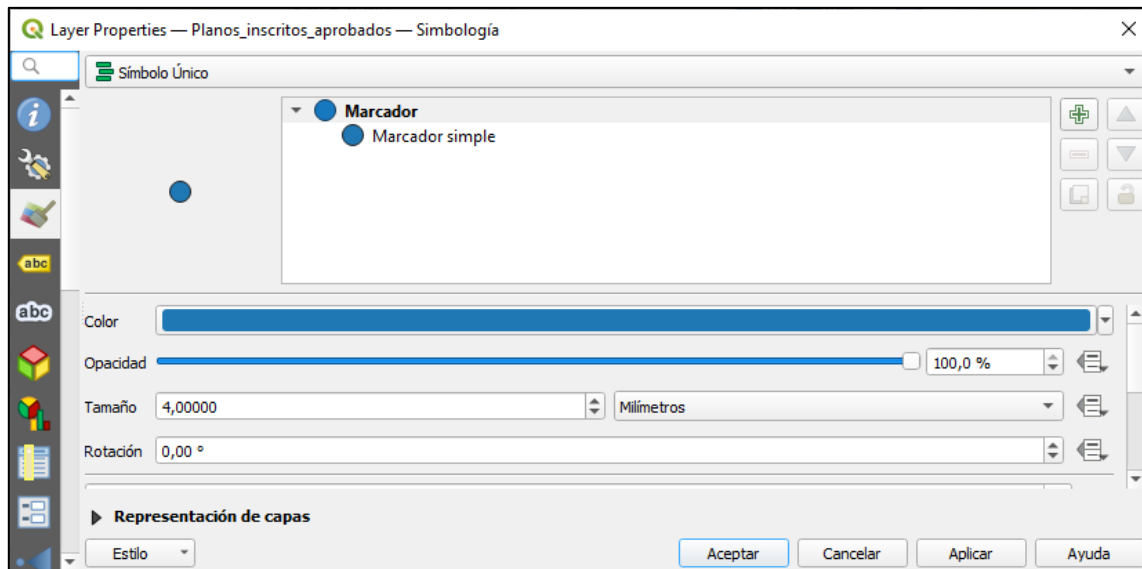


**Fuente:** Elaboración propia.

Al corroborar la calidad de los datos, se inicia el proceso del establecimiento de la simbología de cada capa, para ello se considera principalmente, el tamaño del punto, el color, de manera que contraste con el mapa base, y la forma. En la Figura 28 se muestra la configuración elegida para la simbología de la capa de planos inscritos aprobados, se elige un color azul, una forma circular y un tamaño de cuatro milímetros para el círculo, la única variación que se realiza en las demás capas es el color, en la Fuente: Elaboración propia.

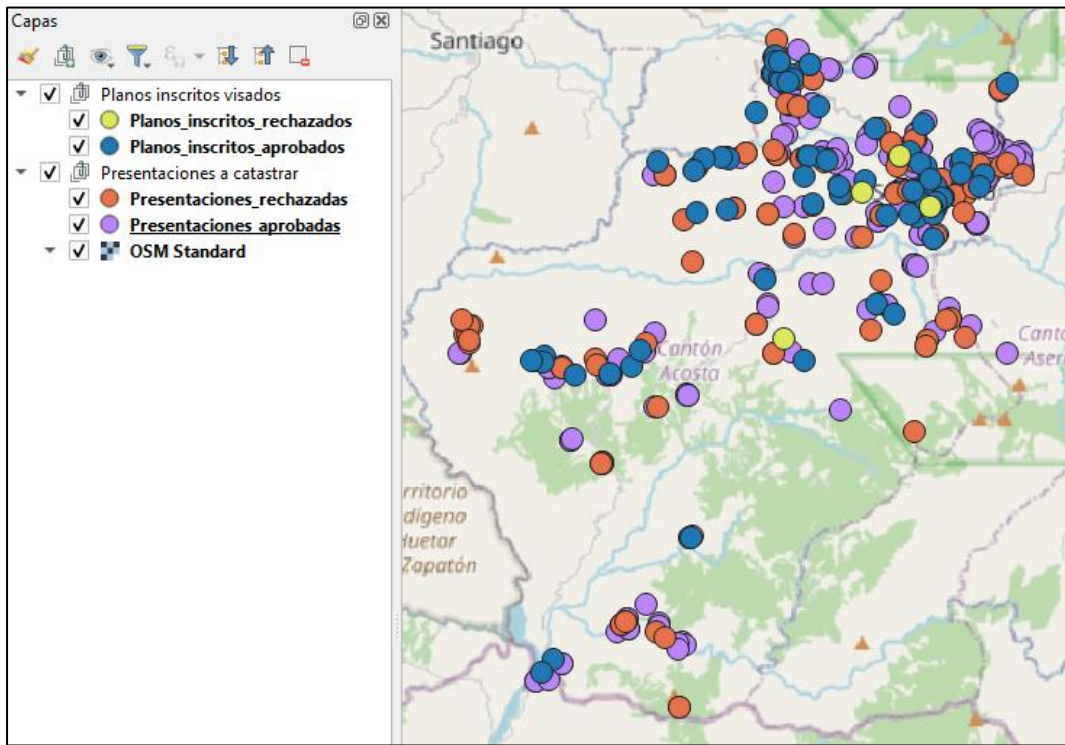
**Figura 29** se muestra la simbología elegida para cada capa. Este procedimiento es importante, pues, prepara la representación de los datos para el Geovisor.

**Figura 28.** Configuración de la simbología de la capa.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 29.** Simbología de las capas de trámites de visado municipal.



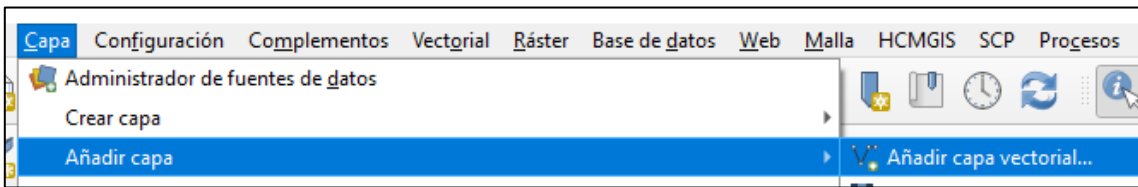
**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.8.4 Importación de las capas auxiliares y modificación de la simbología.**

Al generar las capas que contienen la información de los trámites de visado, se procede a añadir las capas auxiliares, las cuales corresponden a la capa de fincas inscritas del cantón de Acosta, distritos, la red vial municipal y la capa de vías nacionales que atraviesan el cantón.

Las capas auxiliares están en formato *shapefile* por lo que se cargan como capas vectoriales directamente, en la Figura 30 se muestra la opción de importación de capas vectoriales a QGIS.

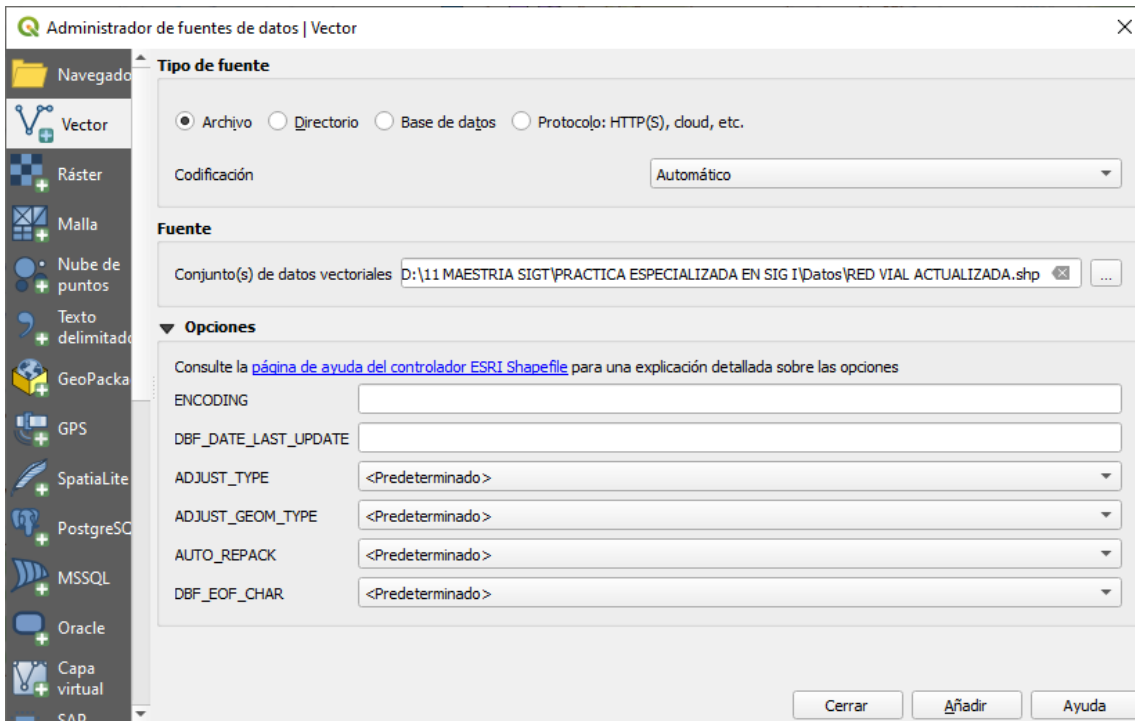
**Figura 30.** Añadir capas vectoriales en QGIS.



**Fuente:** Elaboración propia.

Al dar clic en “añadir capa vectorial”, se muestra la ventana mostrada en la Figura 31, en el apartado “Conjunto de datos vectoriales” se busca la ruta donde se localiza la capa de vías municipales, se elige la capa y se importa a QGIS dando clic en Aceptar.

**Figura 31.** Configuración para la importación de la capa vectorial de vías municipales.



**Fuente:** Elaboración propia.

Con base a los resultados del diagnóstico realizado a esta capa, se lleva a cabo una pequeña depuración en la tabla de atributos y se eliminan las tres columnas que no poseen información, ver Figura 32. Los encabezados de cada columna de esta capa se mantienen ya que muchas abreviaturas se realizan con base a la documentación para el inventario de vías municipales del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, MOPT.

Al igual que las capas de trámites de visado municipal, esta capa se exporta al formato GeoJSON, siguiendo el mismo proceso descrito anteriormente. En cuanto, a la simbología elegida para representar la capa en el Geovisor, se opta por realizar una clasificación por jerarquía de la vía, es decir, por rutas primarias, secundarias y terciarias, el grosor de las líneas es de tres píxeles, el resultado de la clasificación se muestra en la **Fuente:** Elaboración propia.

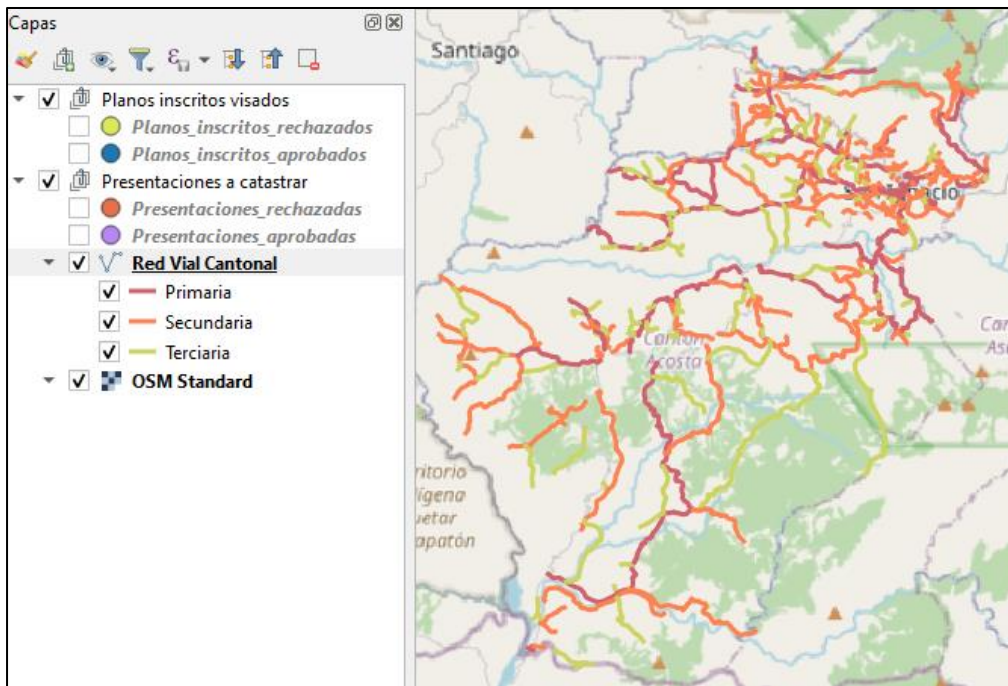
**Figura 33.**

**Figura 32.** Columnas vacías eliminadas en la tabla de atributos de la capa de vías municipales.

ficac	linea_cone	clasific_1	field_32	field_33	field_34
1	Secundaria	VC Asfalto	NULL	NULL	NULL
2	Secundaria	VC Asfalto	NULL	NULL	NULL
3	Primaria	VC Lastre o Grava	NULL	NULL	NULL
4	Secundaria	NCU	NULL	NULL	NULL
5	Terciaria	NCU	NULL	NULL	NULL
6	Secundaria	VC Lastre o Grava	NULL	NULL	NULL
7	Terciaria	NCU	NULL	NULL	NULL
8	Secundaria	VC Lastre o Grava	NULL	NULL	NULL

**Fuente:** Elaboración propia.

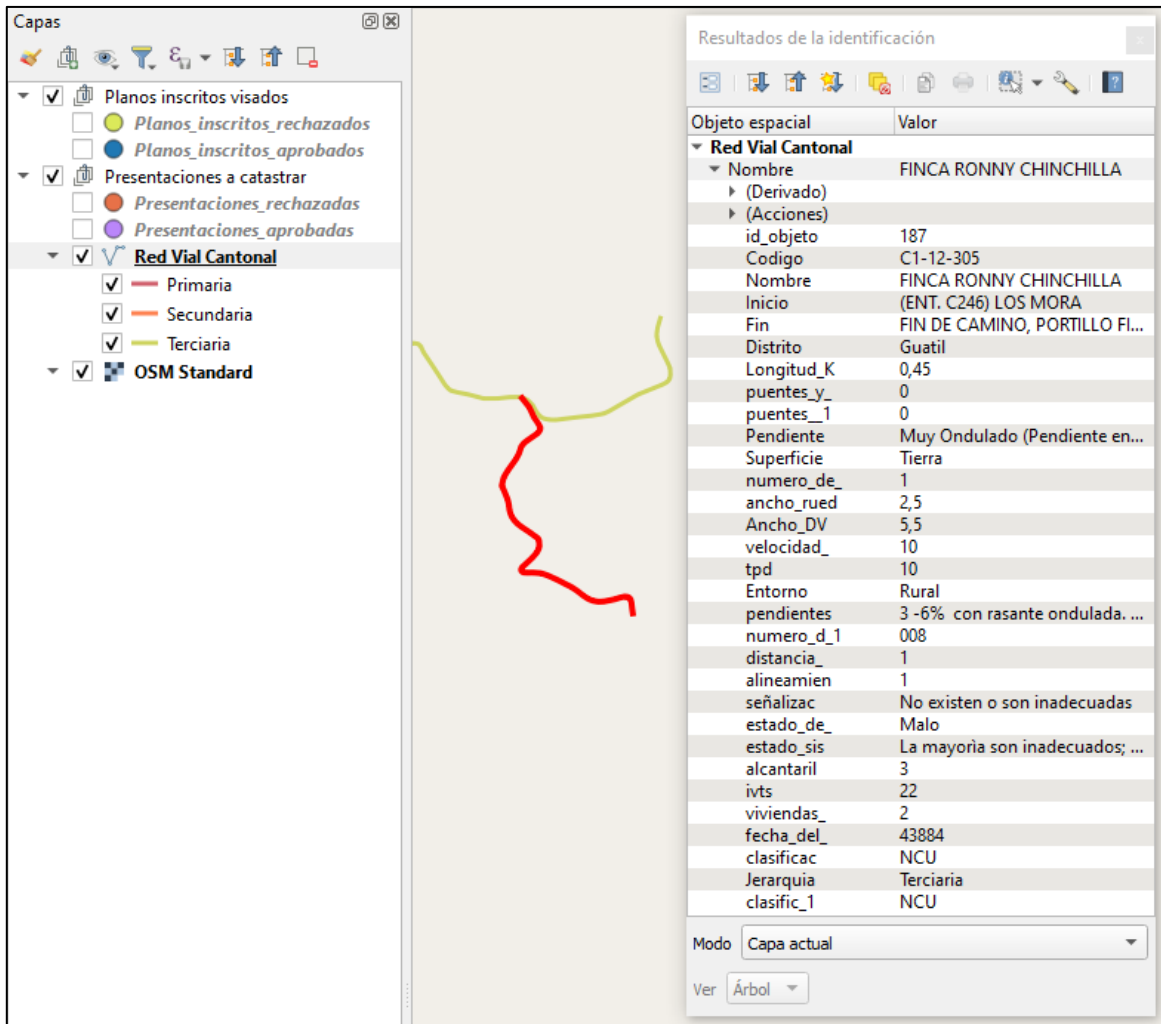
**Figura 33.** Capa de vías municipales del cantón de Acosta.



**Fuente:** Unidad Técnica de Gestión Vial, Municipalidad de Acosta.

La tabla de atributos se consulta directamente sobre una vía de la capa, los datos se muestran en la Figura 34.

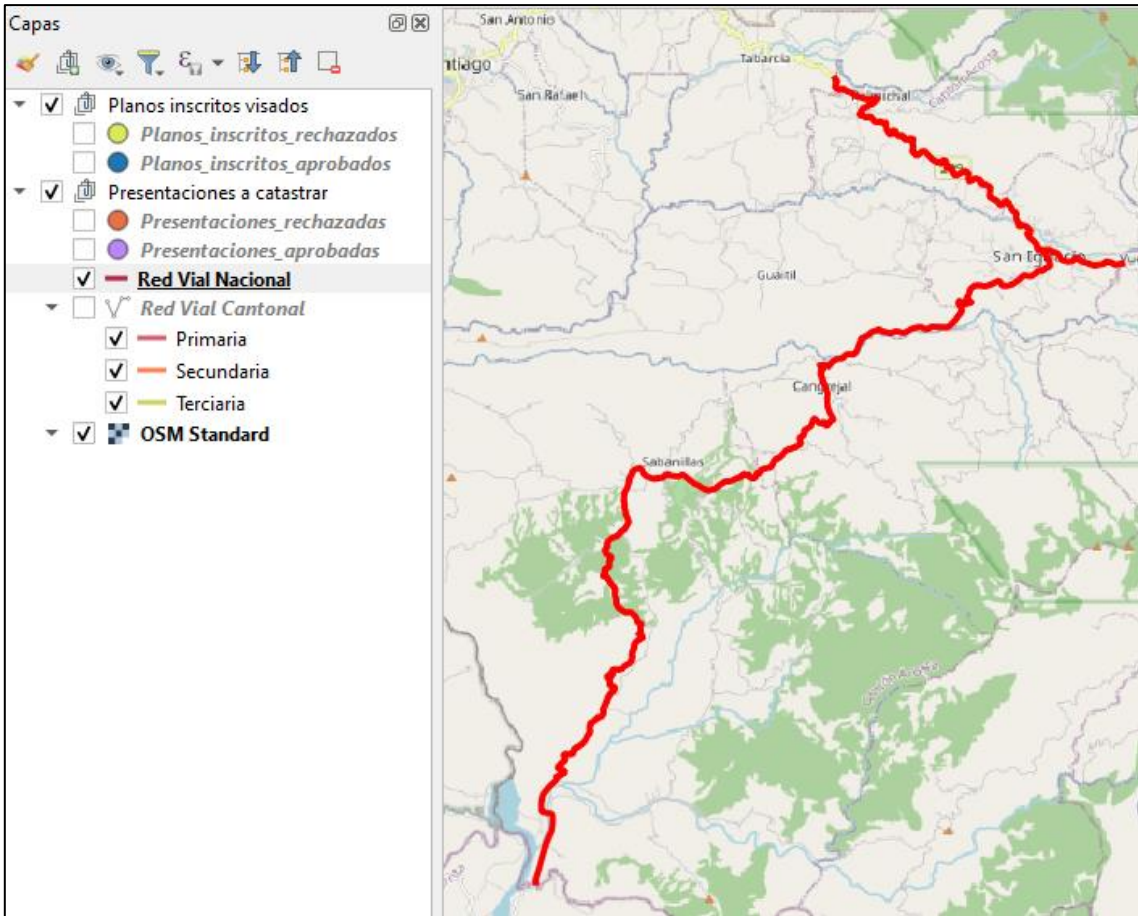
**Figura 34.** Consulta de un objeto de la capa de la Red Vial Cantonal.



**Fuente:** Elaboración propia.

Para completar la red vial general del cantón de Acosta, se añaden las vías nacionales N° 301 y N° 209, estas se extraen de la capa de la red vial nacional y se exportan en formato GeoJSON, la simbología elegida para la representación de estas es la mostrada en la Figura 35, se elige un color rojo y un grosor de línea de un milímetro.

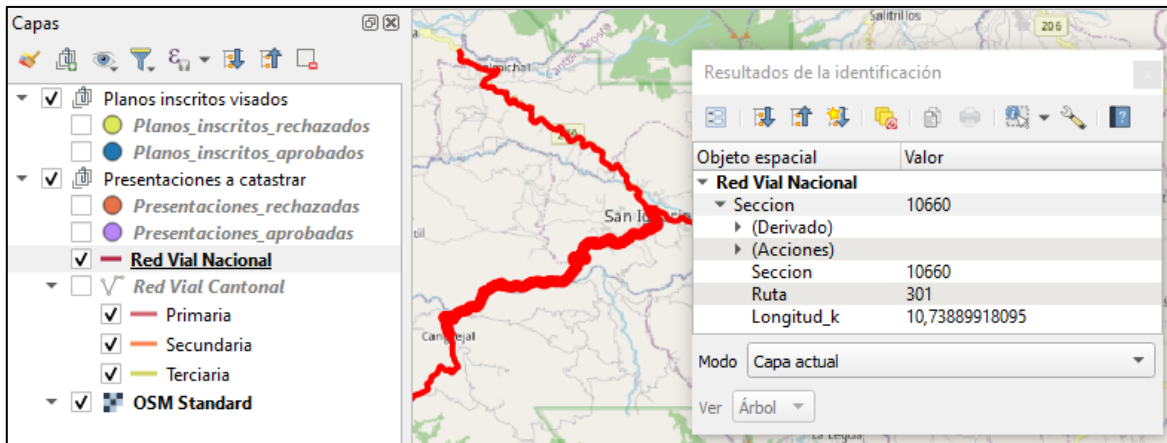
**Figura 35.** La ruta nacional N° 209 es la línea con sentido Este - Noroeste y la ruta ° 301 con sentido Noreste – Suroeste



**Fuente:** Elaboración propia.

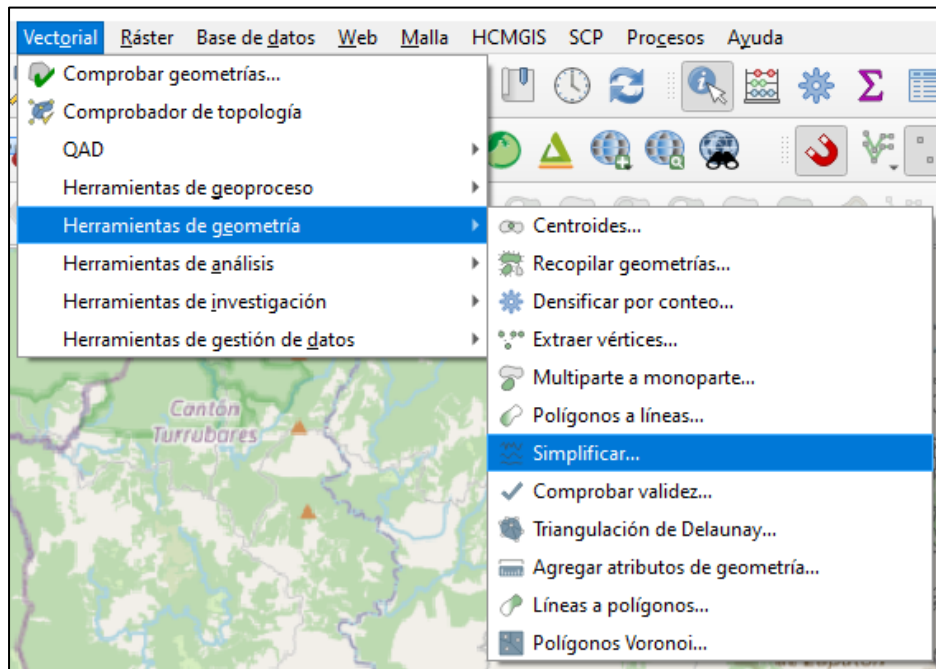
La tabla de atributos de esta capa consta de tres campos, los cuales son el número de sección, ruta y longitud en kilómetros, en la Figura 36 se muestra una consulta realizada a un objeto de la capa para desplegar los campos de la tabla, como se puede observar, cada ruta está dividida en secciones por lo que la capa cuenta con más de dos objetos espaciales.

**Figura 36.** Consulta de un objeto de la capa de vías nacionales.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 37.** Herramienta para simplificar las geometrías de una capa.

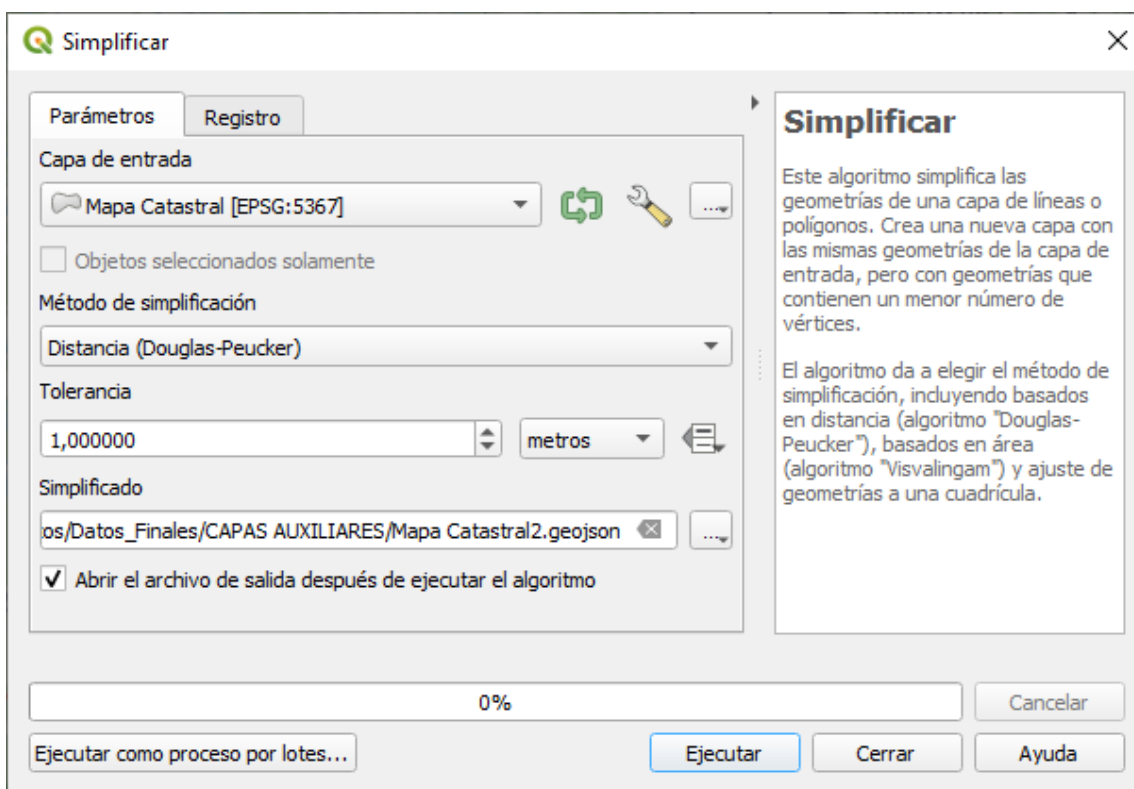


**Fuente:** Elaboración propia.

Las capas auxiliares que restan por agregar a QGIS son las capas de predios y distritos del cantón de Acosta, a diferencia de las capas anteriores la capa de predios requiere de mucho espacio de almacenamiento, para reducir este espacio se aplica un proceso a la capa para simplificar la geometría reduciendo la cantidad de vértices en cada polígono, ver Figura 37.

La configuración empleada para reducir la cantidad de vértices de las fincas se estableció considerando no afectar en gran medida la forma original de las fincas, para ello se establece una tolerancia de un metro y se utiliza el método de simplificación por distancia, ver Figura 38.

**Figura 38.** Configuración de la herramienta de simplificación de geometrías.

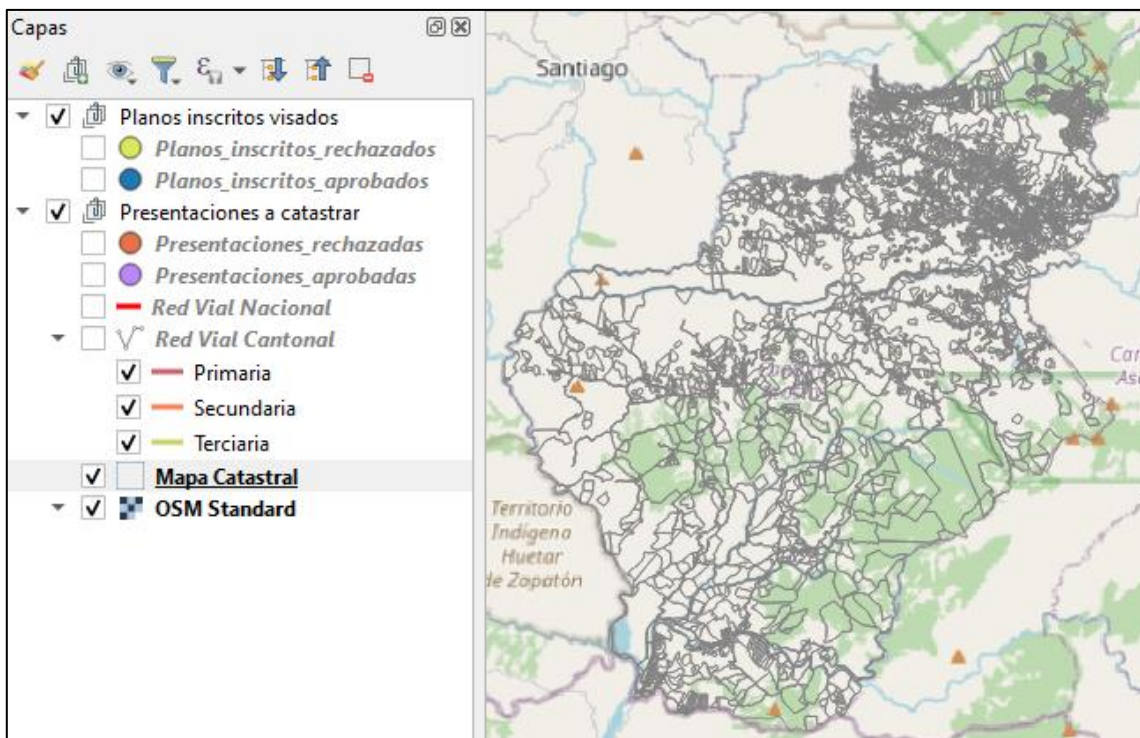


**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez simplificada la capa, se inicia el proceso de modificación de la simbología, en este caso, al ser un polígono se coloca el relleno transparente y se mantiene el contorno, con un color gris y con un grosor de línea de 0.25 milímetros, ver Figura 39. Al igual que con las otras capas, se realiza una consulta a un objeto espacial para observar la tabla de atributos. Para los fines del Geovisor, de esta capa, únicamente, se ocupa el dato del número de finca y plano, los cuales se localizan en las columnas PRM\_FINCA y PRM\_Plano, respectivamente, ver Fuente: Elaboración propia.

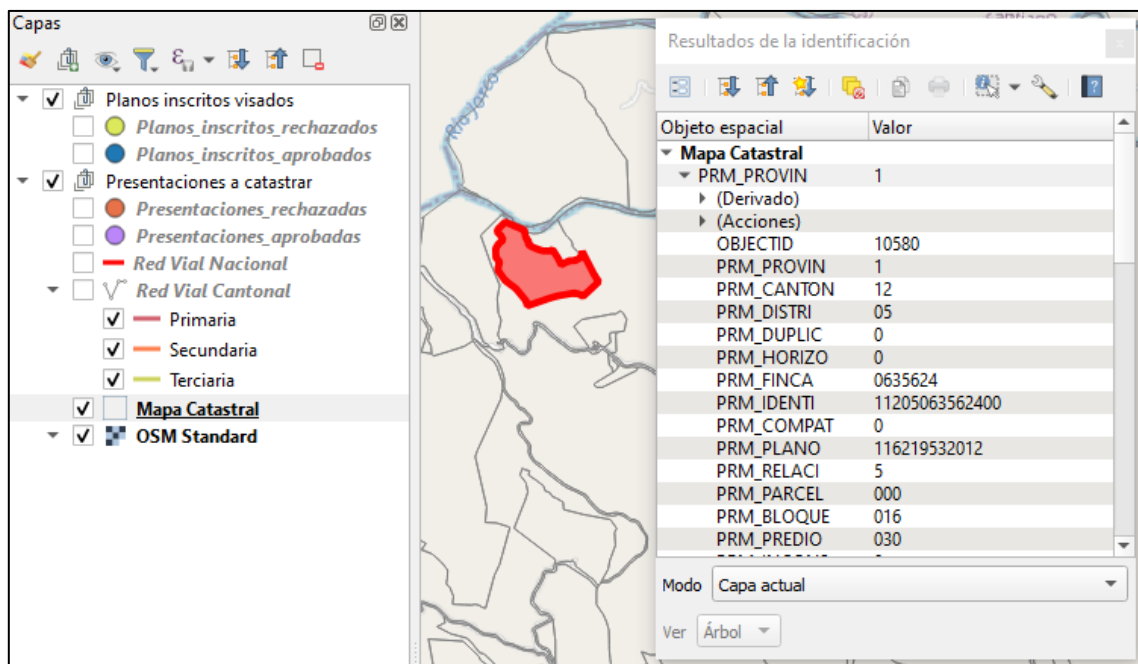
**Figura 40.**

**Figura 39.** Simbología de la capa de predios.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 40.** Consulta de un objeto de la capa de predios.

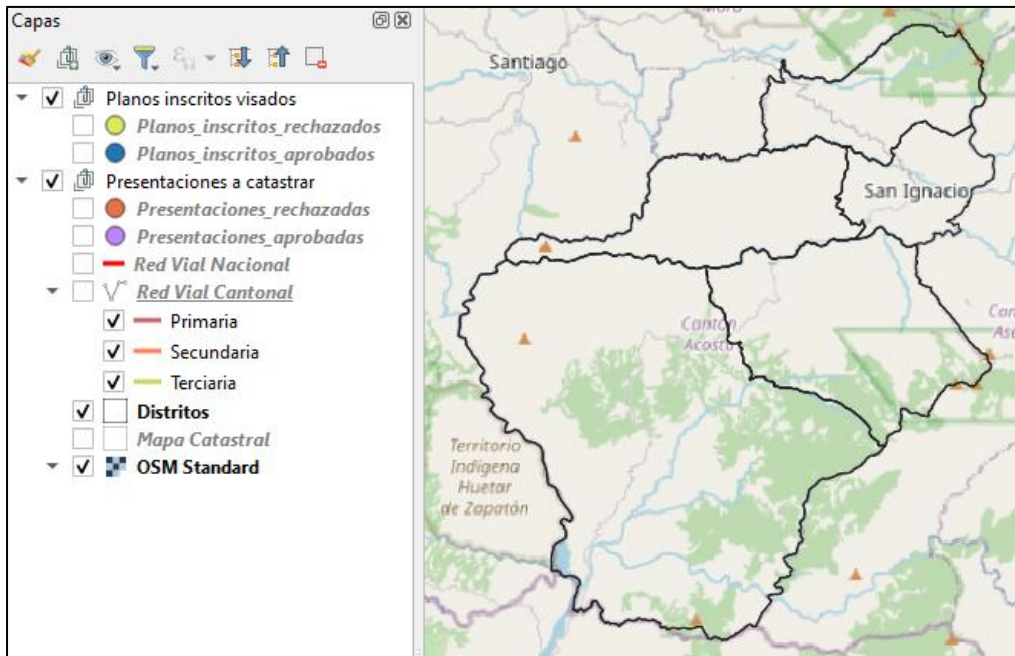


**Fuente:** Elaboración propia.

Por último, se añade la capa de distritos y se realiza el proceso de exportación al formato GeoJSON, la modificación de la simbología y la consulta de un objeto para observar los atributos. En cuanto a la simbología, a los polígonos se les asigna un relleno transparente para poder observar la información colocada debajo de la capa, se mantiene el contorno de los polígonos con un grosor de 0.30 milímetros y se asigna el color negro, ver Figura 41.

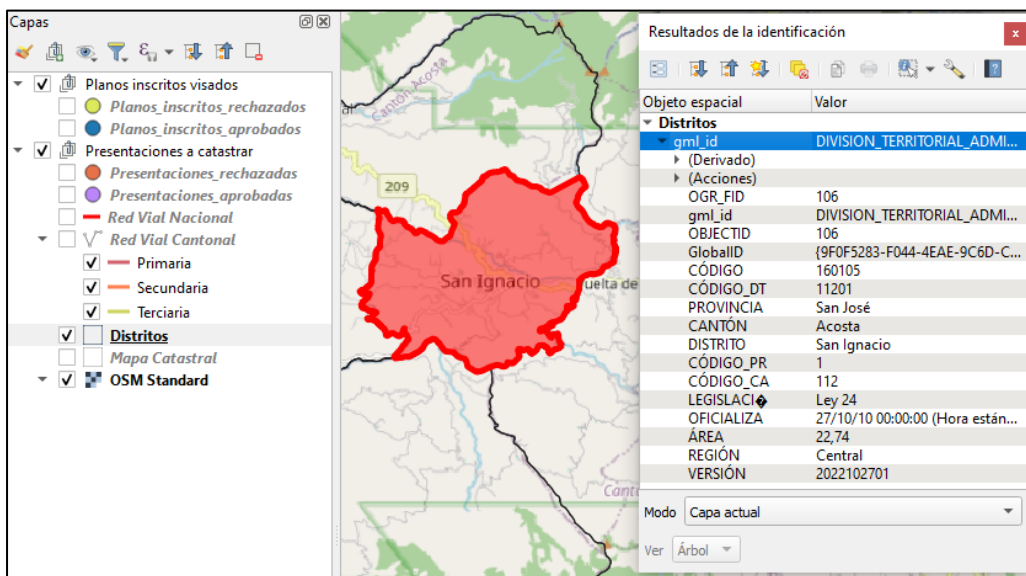
La consulta de la tabla de atributos se realiza sobre un polígono, en este caso, el polígono corresponde al distrito primero, llamado San Ignacio. De esta capa de información, al menos, se necesita el nombre del distrito, el cual se encuentra en la columna llamada "DISTRITO", ver Figura 42.

**Figura 41.** Simbología de la capa de distritos.



**Fuente:** Elaboración propia.

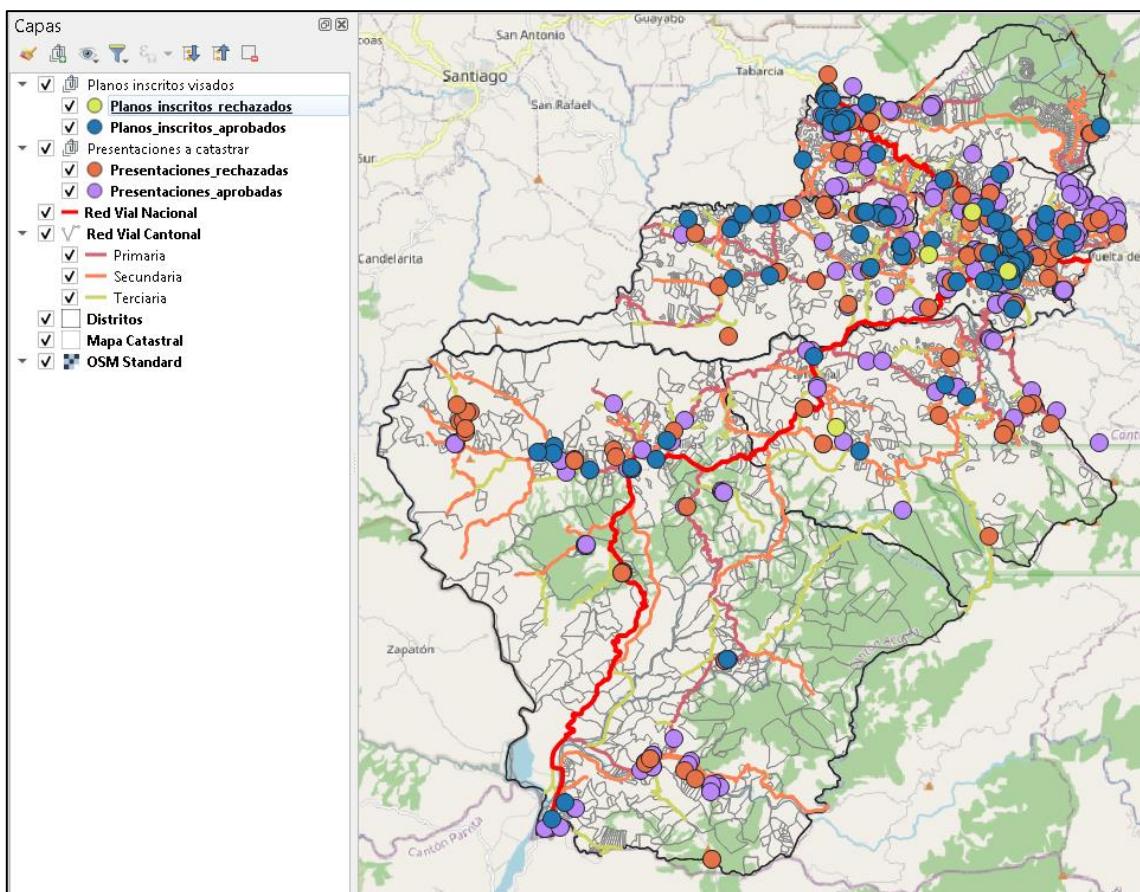
**Figura 42.** Consulta de un objeto de la capa de distritos.



**Fuente:** Elaboración propia.

Trabajar las capas de información geográfica en QGIS previo a iniciar con la programación del Geovisor permite definir la simbología de los objetos, probar los mapas base que mejor se adapten al proyecto, y permite establecer el orden en que se visualizaran las capas en el Geovisor. Lo anterior se puede llevar a cabo durante la programación del Geovisor, sin embargo, es más rápido y ágil realizar las modificaciones de visualización en QGIS en lugar de modificar los archivos HTML.

**Figura 43.** Capas de información geográfica incorporadas en QGIS.



**Fuente:** Elaboración propia.

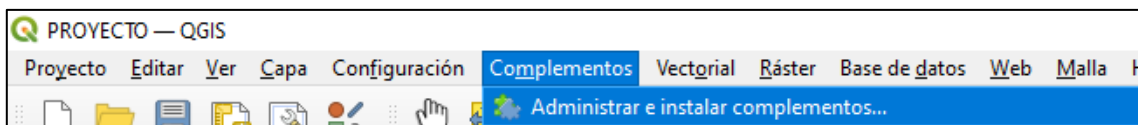
Por otro lado, visualizar las capas de información en QGIS permite la revisión de las tablas de atributos de cada capa, lo cual es importante para identificar los campos que contienen datos relevantes para ser mostrados en el Geovisor, además, de identificar el tipo de dato, y así relacionarlo en los scripts que conforman el Geovisor. La integración de las capas en QGIS listas para ser incorporadas en el Geovisor se muestran en la Figura 43.

### 3.8.5 Uso del complemento qgis2web.

QGIS cuenta con una herramienta o complemento llamado qgis2web, este complemento adapta el proyecto en QGIS para ser visualizado como un mapa web basado en las librerías de Leaflet, Mapbox GL JS o OpenLayers. El mapa web generado se construye a través de un archivo de lenguaje de marcas de hipertexto, HTML, archivos de estilos en cascada, CSS, y códigos en el lenguaje de programación JavaScript.

La estructura del Geovisor se basa en el mapa web generado con el complemento qgis2web, es decir, los archivos HTML, CSS y de JavaScript obtenidos al adaptar el proyecto generado en el apartado anterior serán la base para iniciar el desarrollo del Geovisor. Para emplear este complemento, lo primero que se debe realizar es la instalación, en el menú principal de QGIS, específicamente, en el apartado “Complementos” se elige la opción “Administrar e instalar complementos”, ver **Figura 44**.

**Figura 44.** Ubicación del instalador de complementos de QGIS versión 3.22.15.



**Fuente:** Elaboración propia.

Al elegir esta opción se despliega el administrador e instalador de complementos, ver Figura 45, en la barra de búsqueda se escribe el nombre del complemento “qgis2web”, seguidamente, se da clic en la opción de instalar complemento.

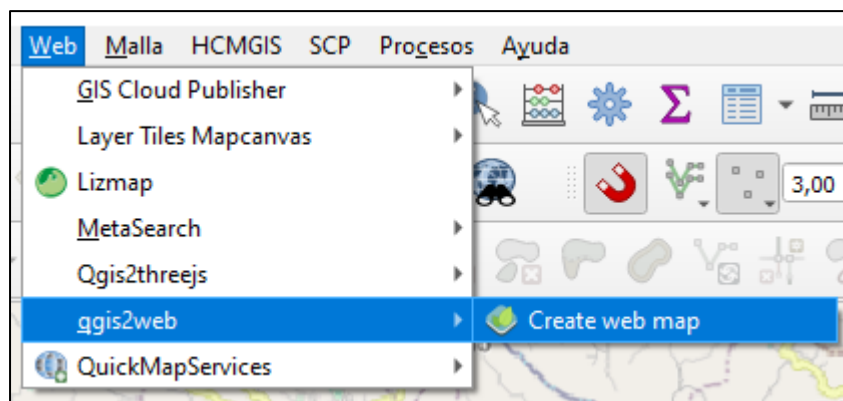
**Figura 45.** Administrador e instalador de complementos en QGIS.



**Fuente:** Elaboración propia.

El complemento se aloja en el apartado “Web” del menú principal de QGIS, una vez localizado se selecciona el complemento y se crea un nuevo mapa web, ver Figura 46. Durante el proceso de exportación del mapa web se realizan algunas configuraciones para la visualización de los datos y para la incorporación de herramientas. En la pestaña “Layers and Groups” se muestran las capas cargadas en el proyecto de QGIS, en este apartado se verificó que cada una de las capas se encontraran seleccionadas, pues, de lo contrario no se exportarían, en la Figura 47 se muestra como ejemplo la capa de la Red Vial Nacional, se indicó al complemento que mostrara visible la capa y que añadiera ventanas emergentes, ““popups””.

**Figura 46.** Crear un mapa web utilizando el complemento qgis2web versión 3.16.0.

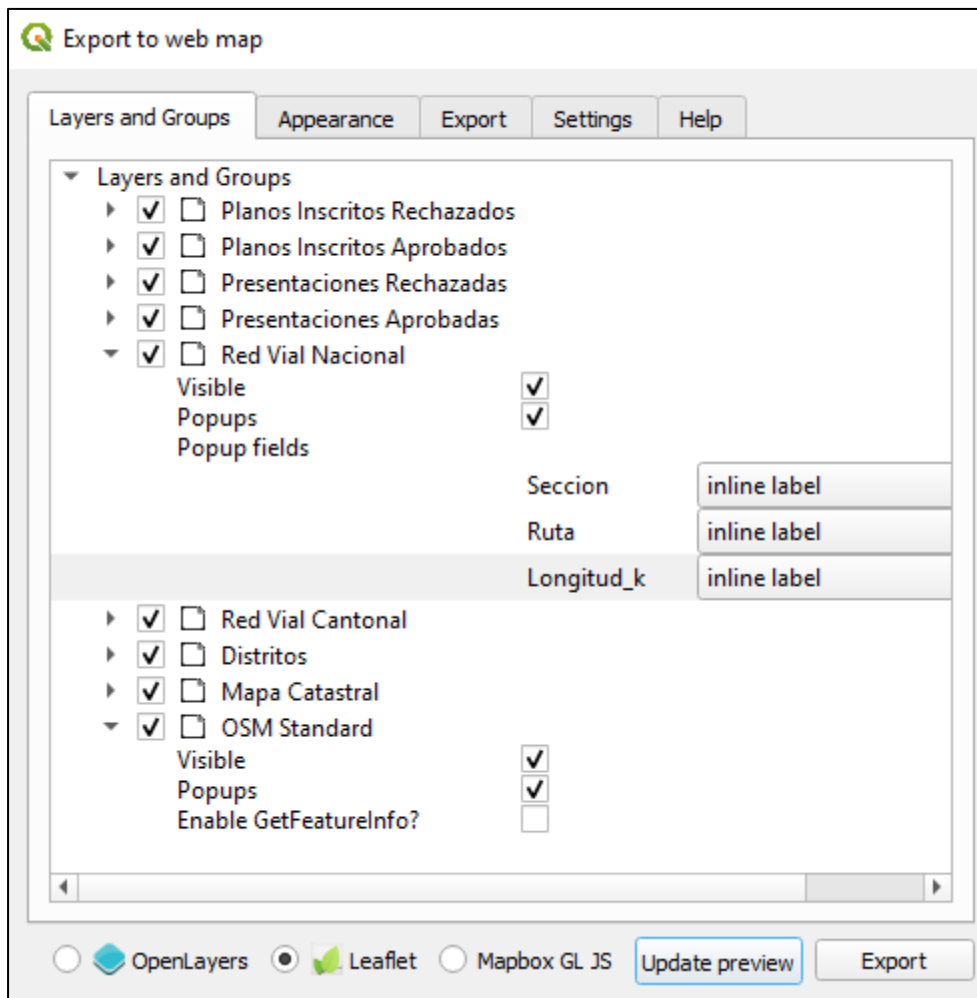


**Fuente:** Elaboración propia.

Los “popups” muestran los datos contenidos en la tabla de atributos, para cada capa se configuró que la etiqueta del nombre del atributo se mostrara en la misma línea del dato correspondiente, por ejemplo: Ruta = 209, en la Figura 47 se muestran los encabezados de las columnas de la tabla de la red vial nacional, para conseguir que el encabezado se situara a un lado del dato, se seleccionó la opción “inline label”.

Las configuraciones anteriores se realizaron en cada una de las capas a exportar, en cuanto al mapa base, no se realizaron modificaciones en la configuración propuesta. En los objetivos de este proyecto se estableció desarrollar el Geovisor basado en las librerías de Leaflet por lo que se eligió esta opción en la configuración, ver Figura 47.

**Figura 47.** Gestión de las capas a importar como mapa web.



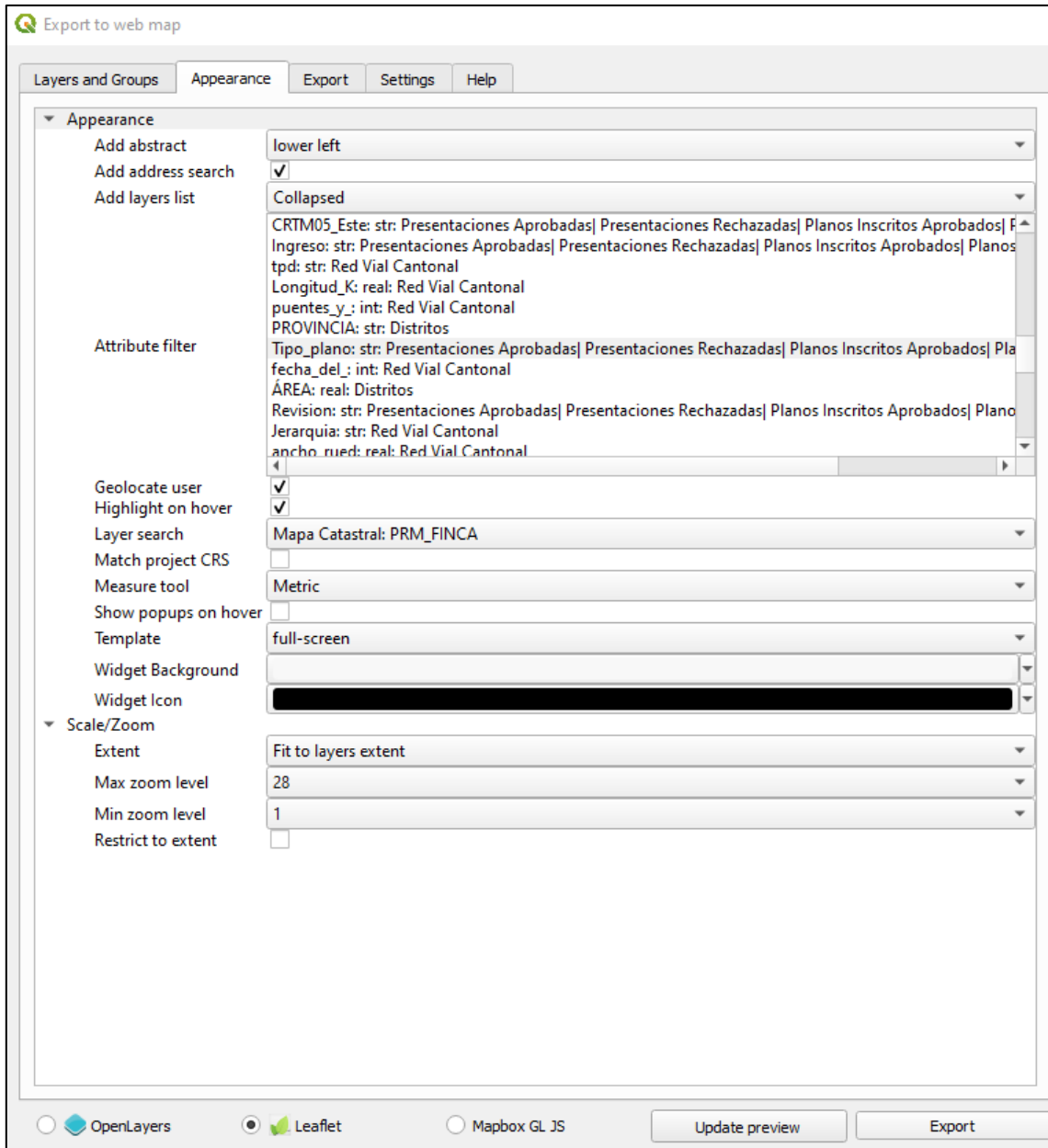
**Fuente:** Elaboración propia.

En la pestaña “Appearance” se realizan las siguientes configuraciones, ver Figura 48:

- “Add abstract”: Esta opción permite agregar al mapa la descripción indicada en las propiedades del proyecto, el resumen se coloca en la esquina inferior izquierda del mapa.
- “Add address search”: Se añade al mapa una opción de búsqueda de lugares.

- “Add layer list”: Con esta opción se agrega el panel de capas con el cual se van a poder ocultar y hacer visibles capas en el mapa.

**Figura 48.** Configuración de la apariencia del mapa web.

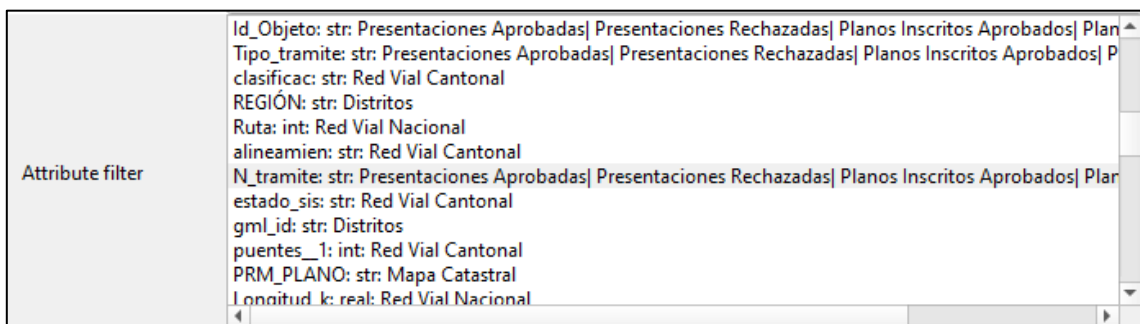


**Fuente:** Elaboración propia.

- “Attribute filter”: En este apartado se eligen filtros para consultar campos de las tablas de atributos, los filtros necesarios para el Geovisor son los siguientes:
  - Búsqueda de trámites por número de presentación.
  - Búsqueda de trámites por número de plano.
  - Búsqueda de trámites por número de trámite.
  - Filtrar trámites por el tipo de plano.

El funcionamiento de estos filtros consiste en buscar en todas las tablas de atributos, encabezados con el mismo nombre, posteriormente, busca en cada columna el valor deseado para, finalmente, filtrar los objetos espaciales que contengan ese valor en su tabla de atributos y así mostrarlos en el mapa. Por ejemplo, en el caso de la búsqueda de trámites por número de trámite, las cuatro capas de trámites poseen en su tabla de atributos una columna llamada N\_tramite, el filtro buscará el número de trámite indicado en las cuatro tablas y mostrará en el mapa los puntos de las cuatro capas que contengan ese número.

**Figura 49.** Elección de filtros por atributos propuestos por qgis2web.



**Fuente:** Elaboración propia.

En la Figura 49 se muestran algunos de los filtros propuestos por la herramienta, primero indica el atributo y seguido la capa o capas que comparten el atributo. En esta misma figura se puede observar uno de los filtros utilizados en el Geovisor, el cual corresponde al filtro de búsqueda por número de trámite,

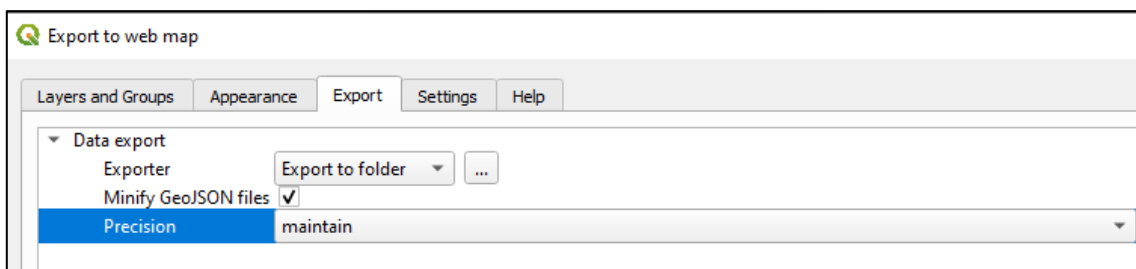
este se reconoce como N\_tramite seguido del nombre de las cuatro capas de trámites.

Los filtros restantes se buscaron en el listado y se seleccionaron para ser agregados al mapa web. Continuando con la configuración de la pestaña “Appearance” mostrada en la Figura 48, se tienen las siguientes modificaciones:

- “Geolocate User”: El usuario a través de esta herramienta puede buscar y ver su posición geográfica en el mapa con base al geoposicionamiento que indique el dispositivo con el que está consultando el mapa.
- ““highlight” on hover”: Esta opción consiste en resaltar un objeto del mapa al pasar el cursor sobre este, esta opción se agregó al Geovisor.
- “Layer Search”: Corresponde a una herramienta de búsqueda sobre un atributo específico de una capa, en este caso, se configuró la herramienta para que busque un predio por el número de finca.
- “Match Project CRS”: Esta opción permite adaptar el mapa al sistema de referencia actual del proyecto, sin embargo, se eligió mantener el mapa web proyectado en el EPSG: 3857.
- “Measure Tool”: Se agregó una herramienta de medición de áreas, líneas y polígonos en el sistema métrico.
- “Show “popups” on hover”: Esta opción se mantuvo deshabilitada para mostrar ventanas emergentes, únicamente, cuando se dé clic sobre un objeto específico.
- “Template”: En esta opción se indica al complemento que el tamaño del mapa se adapte a la pantalla completa.
- “Widget Background”: No se realizaron modificaciones.
- “Widget icon”: No se realizaron modificaciones.
- “Extent”: La extensión del mapa se configura para que se ajuste a la extensión abarcada por las capas.
- “Max zoom level”, “Min zoom level” y “Restrict to extent”: Se mantuvo su configuración por defecto.

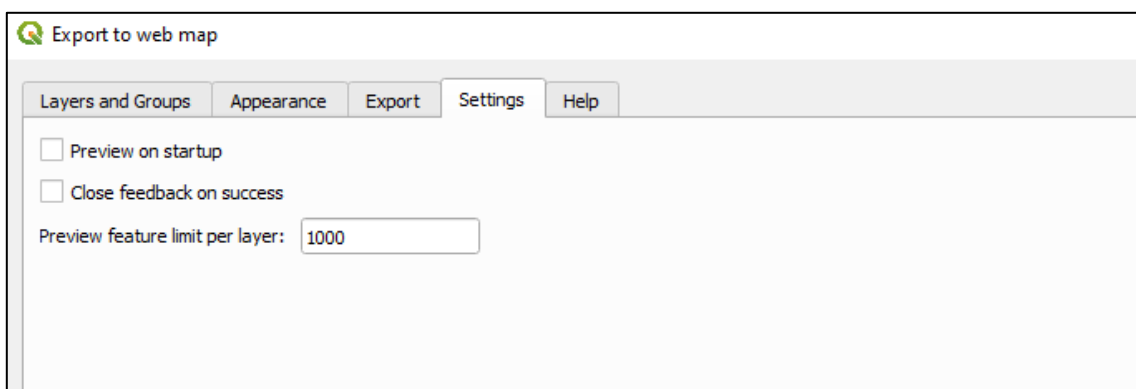
En la pestaña “Export” se elige la ruta en donde se alojarán los archivos exportados, en este caso, se mantuvo la ruta por defecto para evitar problemas en la exportación, se activó la opción “Minify GeoJSON files” para remover espacios en blanco innecesarios en los archivos GeoJSON y reducir el tamaño del archivo, ver Figura 50.

**Figura 50.** Configuración de la ruta de exportación de los archivos del mapa web, la ruta por defecto se localiza en la carpeta de archivos temporales de la Unidad de disco principal del sistema.



**Fuente:** Elaboración propia.

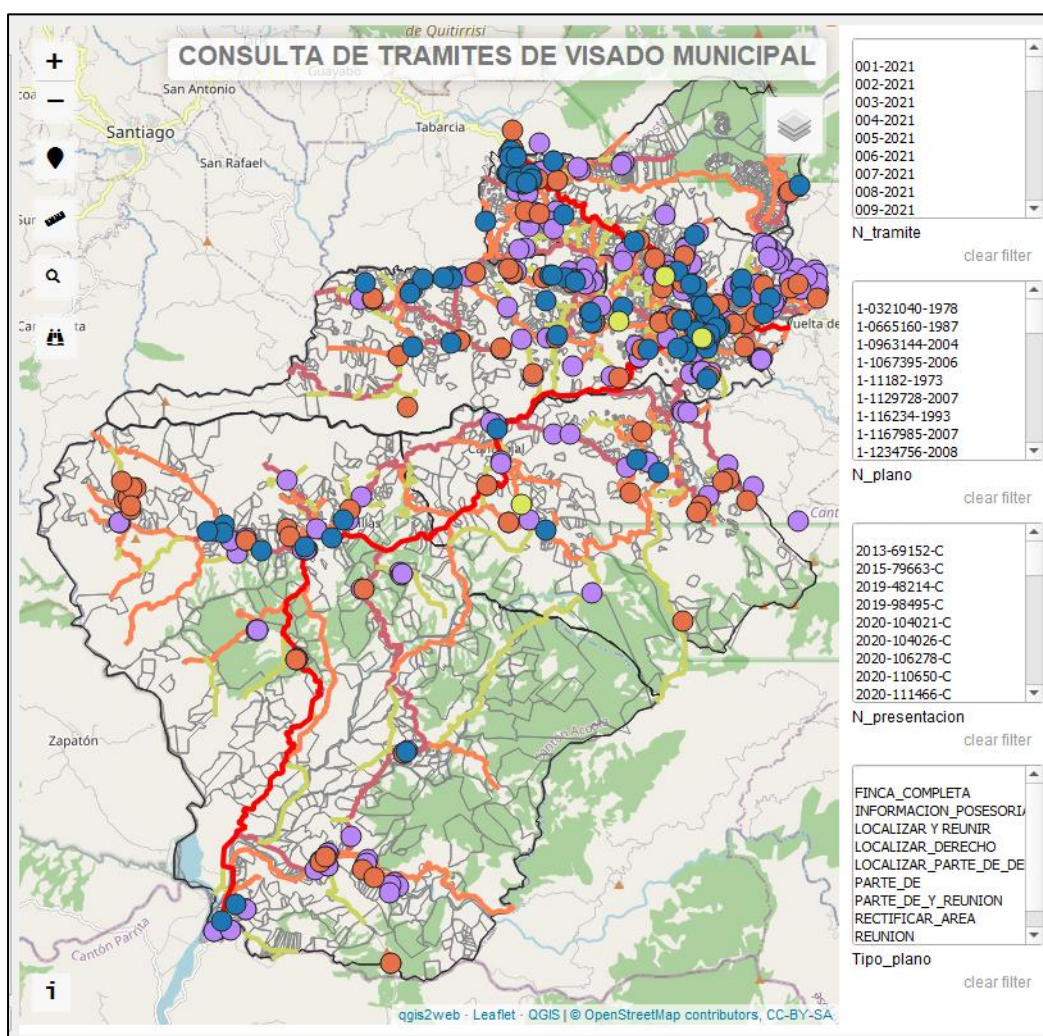
**Figura 51.** Configuraciones adicionales en la exportación del mapa web.



**Fuente:** Elaboración propia.

Por último, en la pestaña “Settings” no se realizó ninguna modificación a las configuraciones por defecto aplicadas, ver Figura 51. En la Figura 52 se muestra la pre visualización del mapa web, es decir, se tiene una primera impresión de la composición del Geovisor de trámites de Visado Municipal. Al lado derecho del mapa se muestran los filtros seleccionados, a la izquierda las herramientas de medición y búsqueda, también, se observa el panel de capas a la derecha en el lado superior junto al título del proyecto y el resumen o descripción del proyecto, en la esquina inferior izquierda.

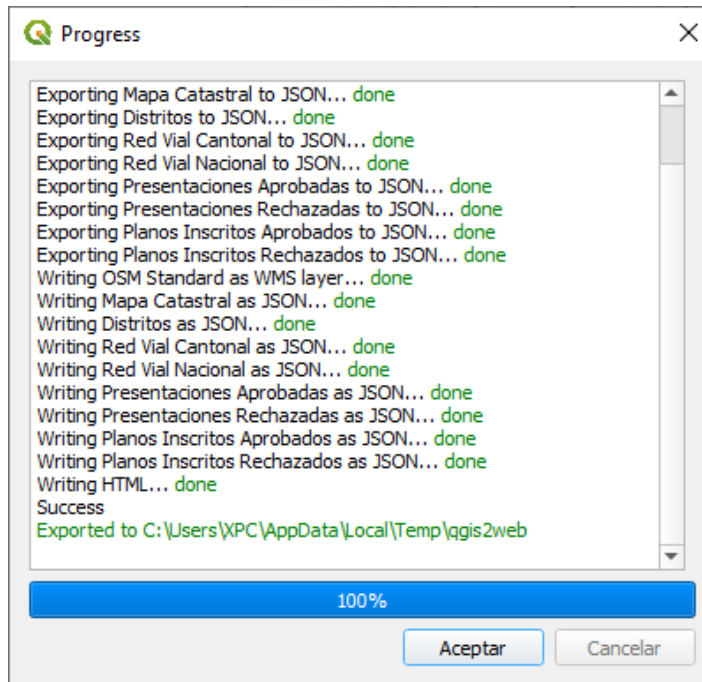
**Figura 52.** Pre visualización del mapa web a exportar.



**Fuente:** Elaboración propia.

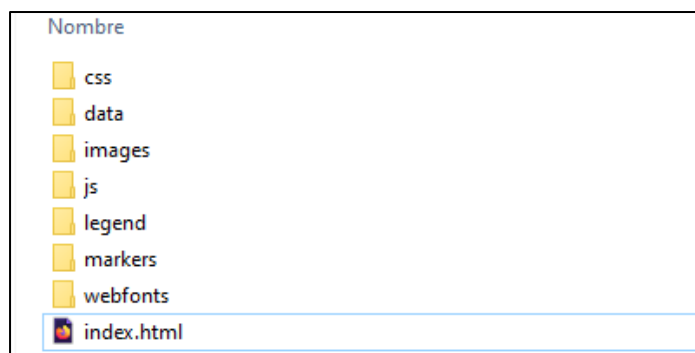
Al tener la configuración básica del mapa web lista se procede con la exportación del mapa web, en la Figura 53 se muestra el progreso de la exportación finalizado.

**Figura 53.** Exportación exitosa del mapa web.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 54.** Archivos que componen el mapa web generado con qgis2web.

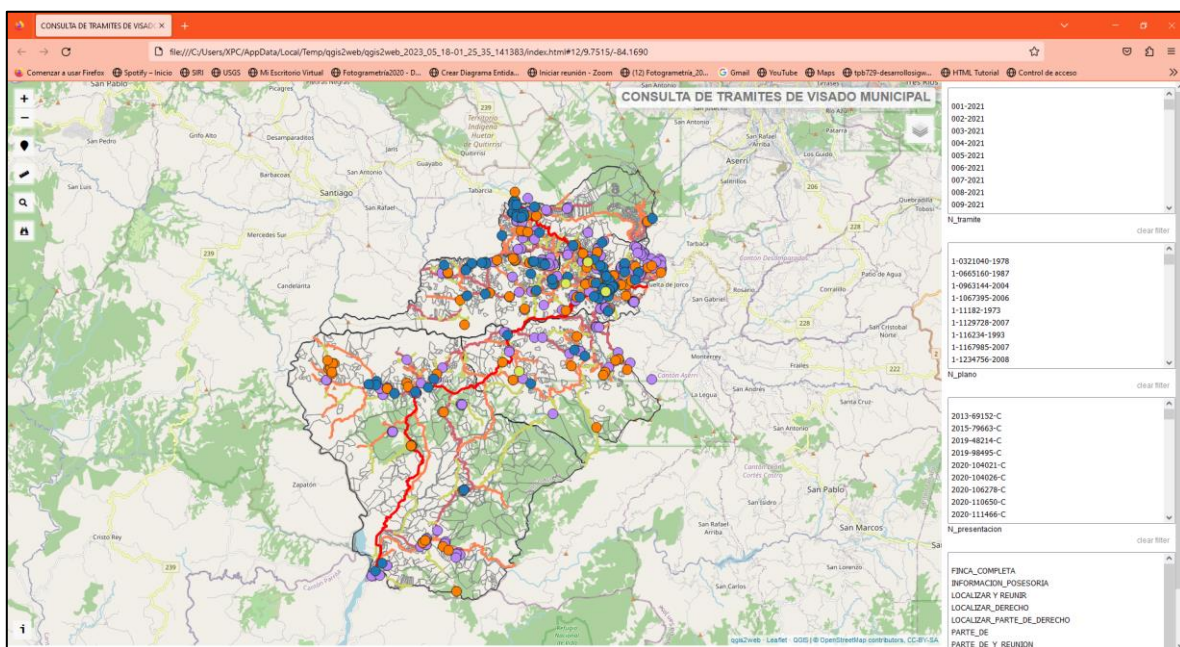


**Fuente:** Elaboración propia.

La exportación del mapa web basada en las librerías de Leaflet genera las carpetas mostradas en la Figura 54. A continuación, se describe el contenido de cada carpeta:

- “css”: Contiene los códigos de estilos en cascada.
- “data”: Contiene las capas de información geográfica.
- “images”: Contienen imágenes que están asociadas a los iconos de las distintas herramientas.
- “js”: Contiene los archivos en lenguaje de programación JavaScript.
- “legend”: Contiene las imágenes que muestran la simbología de cada capa en el panel de capas.
- “markers”: La carpeta no contiene datos, se exportó vacía.
- “webfonts”: Contiene las fuentes web.
- Archivo “index.html”: Este archivo es la página web predeterminada que se muestra al ingresar a un sitio web, en este caso, el index redirecciona directamente al mapa web.

**Figura 55.** Visualización del mapa al ejecutar el archivo HMTL "index"



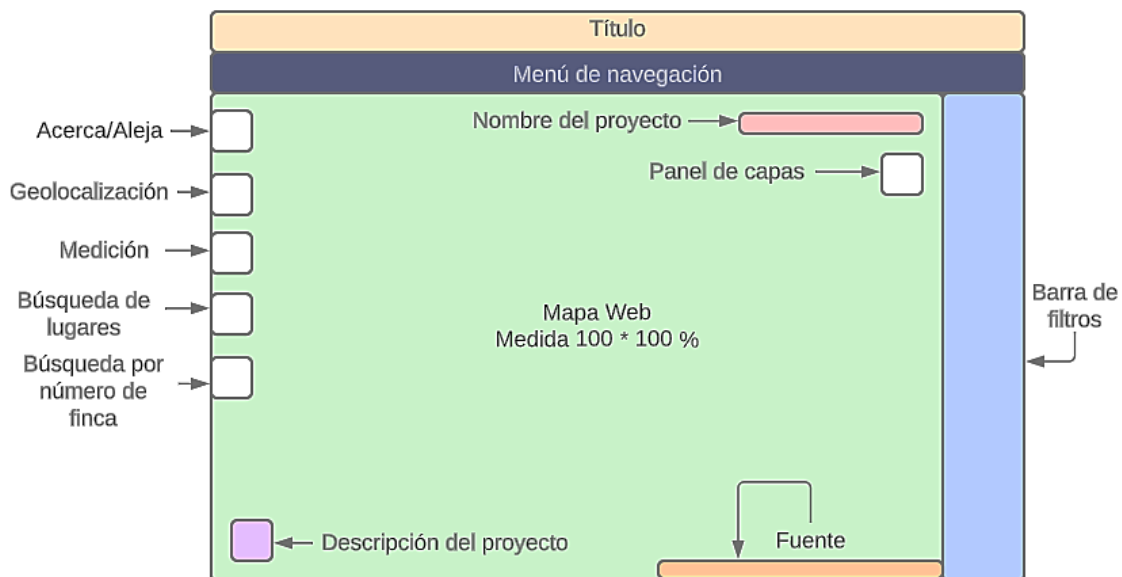
**Fuente:** Elaboración propia.

Al ejecutar el archivo index.html este muestra el mapa generado en el navegador que esté predeterminado en el sistema, en la Figura 55 se muestra el mapa visualizado desde el navegador de Mozilla, FireFox.

### 3.8.6 Diseño y personalización de la interfaz gráfica del Geovisor.

El mapa web obtenido en el apartado anterior es la base para el diseño del Geovisor, en la Figura 55 se observan algunos elementos alrededor del mapa, en la esquina superior izquierda se encuentran los íconos de alejamiento y acercamiento, geolocalización, medición, búsqueda de lugares y búsqueda de fincas, colocados de arriba hacia abajo respectivamente; en la esquina inferior derecha se encuentra el icono de información que contiene una descripción del Geovisor; al lado derecho se observa una columna de color blanca, esta contiene los filtros elegidos y al lado izquierdo de esta barra, en la parte superior se muestra el título del proyecto asignado en QGIS y un icono de capas que despliega el listado de capas disponibles para consulta.

**Figura 56.** Diseño de la interfaz gráfica del Geovisor.



**Fuente:** Elaboración propia.

Con base a esta distribución en la interfaz del mapa web y los requisitos funcionales, se crea un diseño de la interfaz del Geovisor, con la finalidad de conseguir una interacción eficaz a través de la simplicidad en el acceso a los contenidos, en la consulta de datos y en comprender la función de cada componente, en la Figura 56 se detalla el diseño de la interfaz web.

Según lo mostrado en la Figura 56, al mapa web obtenido, únicamente, se le debió agregar la barra de navegación y el título, sin embargo, necesitó modificaciones en los archivos HTML y CSS para mejorar la interfaz del Geovisor, se detalla cada modificación en los siguientes apartados.

#### **3.8.6.1 Modificación de la barra de filtros.**

Las modificaciones realizadas en la barra de filtros fueron de forma, es decir, se modificó el ancho de la columna, la cantidad de datos mostrados en cada filtro, el estilo del botón del filtrar y se modificó el título de cada filtro. El tamaño de la barra o columna se modificó en el script de java que contiene las funciones de los filtros, en el apartado de creación de columnas se eligió una altura de 100% y un ancho de 90%, en la Figura 57 se resalta la ubicación de esos elementos.

En este mismo script se localiza la programación de cada uno de los filtros, cada filtro despliega una cantidad de datos como muestra para buscar el dato de interés, esta cantidad se modifica, también, las palabras que aparecen en el idioma inglés y el título del filtro, en la Figura 58 se resalta la línea en donde se realizó la modificación de la cantidad de datos, tomando como ejemplo el filtro por número de trámite, se eligió un tamaño de cinco para que se muestren cuatro números de trámite en la lista.

**Figura 57.** Modificación del tamaño de la barra de filtros en el script de la función de filtrado.

```
<!-- Filtros-->
var mapDiv = document.getElementById('map');
var row = document.createElement('div');
row.className="row";
row.id="all";
row.style.height = "100%";
var coll = document.createElement('div');
coll.className="col9";
coll.id = "mapWindow";
coll.style.height = "100%";
coll.style.width = "90%";
coll.style.display = "inline-block";
var col2 = document.createElement('div');
col2.className="col3";
col2.id = "menu";
col2.style.display = "inline-block";
mapDiv.parentNode.insertBefore(row, mapDiv);
document.getElementById("all").appendChild(coll);
document.getElementById("all").appendChild(col2);
coll.appendChild(mapDiv)
```

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 58.** Modificación de la cantidad de datos de muestra en el filtro por número de trámite.

```
var div_N_tramite = document.createElement('div');
div_N_tramite.id = "div_N_tramite";
div_N_tramite.className= "filterselect";
document.getElementById("menu").appendChild(div_N_tramite);
sel_N_tramite = document.createElement('select');
sel_N_tramite.multiple = true;
sel_N_tramite.size = 5;
sel_N_tramite.id = "sel_N_tramite";
```

**Fuente:** Elaboración propia.

El filtro permite borrar la selección dando clic en la palabra “clear filter”, esta palabra se cambia por “Eliminar filtro” y el título del filtro muestra por defecto

el nombre del atributo por lo que se cambia a “Búsqueda por número de trámite” con la finalidad de que sea más intuitiva la herramienta de filtrado para el usuario, ver **Figura 59** en donde se resaltan las líneas modificadas.

**Figura 59.** Modificación de etiquetas del filtro por número de trámite.

```
var lab_N_tramite = document.createElement('div');
lab_N_tramite.innerHTML = 'Búsqueda por número de trámite';
lab_N_tramite.className = 'filterlabel';
div_N_tramite.appendChild(lab_N_tramite);
var reset_N_tramite = document.createElement('div');
reset_N_tramite.innerHTML = 'Eliminar filtro';
reset_N_tramite.className = 'filterlabel';
reset_N_tramite.onclick = function() {
    var options = document.getElementById("sel_N_tramite").options;
    for (var i=0; i < options.length; i++) {
        options[i].selected = false;
    }
    filterFunc();
};
div_N_tramite.appendChild(reset_N_tramite);
document.getElementById("menu").appendChild(
    document.createElement("div");
```

**Fuente:** Elaboración propia.

El procedimiento anterior, se realiza con cada uno de los filtros, el título o etiqueta de cada uno, se personaliza según el dato filtrado, se realiza una pequeña modificación en el estilo en cascada de la barra de filtros, en donde se coloca un recuadro de color rojo alrededor de la palabra “Eliminar filtro” para simular un botón, esto se consigue asignado al estilo un “background” de color rojo, ver Figura 59.

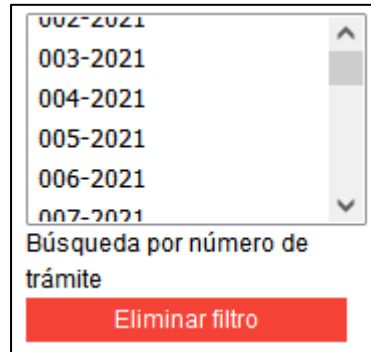
**Figura 60.** Modificación de la etiqueta "Eliminar filtro" desde el archivo CSS.

```
/*Botón para eliminar filtro*/  
.filterlabel + .filterlabel {  
  clear: none;  
  text-align: center;  
  color: white;  
  display: block;  
  padding: 2px 2px;  
  background-color: #f44336;  
}
```

**Fuente:** Elaboración propia.

En la Figura 59 se muestra el filtro por número de trámite modificado y el que se implementa en el Geovisor de trámites de Visado Municipal.

**Figura 61.** Filtro para la búsqueda de trámite de visado por número de trámite.



**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.8.6.2 Modificación en la presentación de los datos, realce de objetos y atribuciones.**

Al igual que las modificaciones anteriores, estas corresponden a modificaciones en el estilo de los componentes, se agregó a la fuente el autor del proyecto, las ventanas emergentes se personalizaron utilizando los atributos de

interés para el Geovisor y se modificó el color para resaltar objetos cuando el cursor pasa sobre ellos.

Estas modificaciones se realizaron en el script de Java donde se encuentran las funciones del mapa web, primeramente, se modificaron los “popups”. Se toma como ejemplo la capa de vías nacionales, para esta capa se necesitaba una ventana emergente que mostrara el número de ruta, número de sección y la longitud, en el script base generado por qgis2web ya están programados los “popups”, sin embargo, se debe modificar la etiqueta del dato, ya que la palabra mostrada es el título de la columna tal y como está escrito en la tabla de atributos.

Por ejemplo, en la tabla de atributos de la capa de vías, el atributo que muestra la longitud se reconoce con el nombre de “longitud\_km”, mostrar esta palabra en el Geovisor puede ser confuso para un usuario que no relacione la palabra “km” con kilómetros, así que es conveniente cambiar “longitud\_km” por “Longitud en kilómetros”, ver **Figura 62**.

**Figura 62.** Modificación del nombre de etiqueta para la capa de vías nacionales.

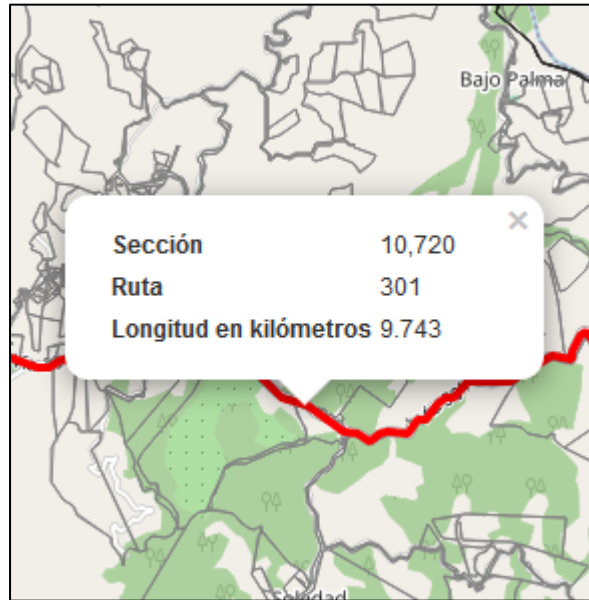
```
var popupContent = '<table>\n  <tr>\n    <th scope="row">Sección</th>\n    <td>' + (feature.properties['Seccion'] !== null ? autolinker.link(feature.properties['Seccion']) : '') + '</td>\n  </tr>\n  <tr>\n    <th scope="row">Ruta</th>\n    <td>' + (feature.properties['Ruta'] !== null ? autolinker.link(feature.properties['Ruta']).to\n  </tr>\n  <tr>\n    <th scope="row">Longitud en kilómetros</th>\n    <td>' + (feature.properties['Longitud_k'] !== null ? autolinker.link(feature.properties['Longitud_k']) : '') + '</td>\n  </tr>\n</table>';\nlayer.bindPopup(popupContent, {maxHeight: 400});
```

**Fuente:** Elaboración propia.

La modificación de los “popups” debe realizarse con cada capa mostrada en el Geovisor, específicamente, se realiza en el apartado del encabezado <th>.

En la Figura 63 se muestra el “popup” modificado de la capa de la Red Vial Nacional.

**Figura 63.** “popup” modificado sobre un objeto de la capa de la Red Vial Nacional.



**Fuente:** Elaboración propia.

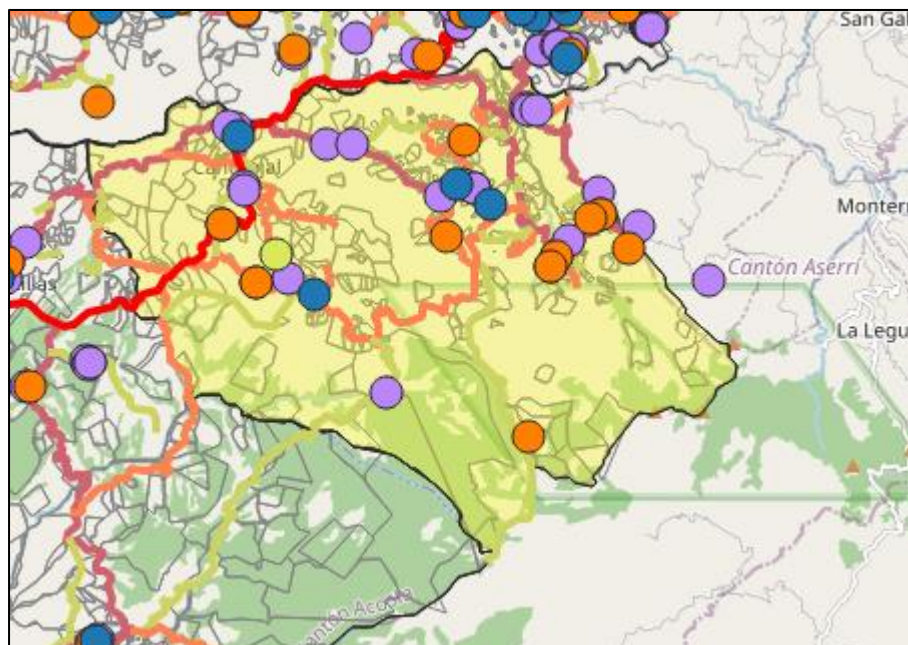
En cuanto a los “highlight” o resaltadores de objetos, estos se muestran en el mapa web exportado al colocar el cursor sobre un objeto, la modificación realizada a esta función es en la transparencia del color de resalte, se asigna una transparencia de 0.3, en la Figura 64 se resalta la línea modificada y en la Figura 65, se muestra un ejemplo de un objeto resaltado, el objeto corresponde al polígono que representa el distrito de Cangrejal.

**Figura 64.** Modificación en del nivel de transparencia en la función para resaltar objetos.

```
var highlightLayer;  
function highlightFeature(e) {  
    highlightLayer = e.target;  
  
    if (e.target.feature.geometry.type === 'LineString') {  
        highlightLayer.setStyle({  
            color: '#ffff00',  
        });  
    } else {  
        highlightLayer.setStyle({  
            fillColor: '#ffff00',  
            fillOpacity: 0.3  
        });  
    }  
}
```

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 65.** “highlight” o resaltador de objetos en color amarillo con un nivel de transparencia.



**Fuente:** Elaboración propia.

La siguiente modificación consistió en agregar en la fuente la atribución del autor del Geovisor, sencillamente, se añade la línea de código: “<a>Creado por Ing. Andreina Vásquez Castro</a> &middot;” en la función de atribución del Geovisor, ver Figura 66.

**Figura 66.** Modificación en la fuente y atribuciones del Geovisor.

```
var hash = new L.Hash(map);  
map.attributionControl.setPrefix('<a>Creado por Ing. Andreina Vásquez Castro</a> &middot;');  
var autolinker = new Autolinker({truncate: {length: 30, location: 'smart'}});
```

**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.8.6.3 Modificaciones en las herramientas de acercar/alejar, geolocalización, medición, búsqueda de lugares y búsqueda por número de finca.**

Estas herramientas se basan en las librerías de Leaflet, muchas de ellas tienen autores de habla no hispana por lo que las etiquetas se muestran en el idioma inglés, las modificaciones realizadas se basan en cambiar palabras en inglés por palabras en español, en cuanto a la herramienta de medición esta presenta un problema en la visualización de líneas, puntos y polígonos dibujados en el mapa, este problema se da en versiones superiores a 1.8 de Leaflet por lo que se busca una solución al problema.

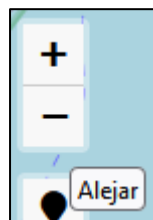
Al colocar el cursor sobre el botón de acercar y alejar, aparece una ventana emergente que indica “Zoom In” y “Zoom Out”, estas palabras se cambian por “Acercar” y “Alejar”, esta modificación se realiza en el script de java llamado leaflet.js, en la Figura 67 se muestra un extracto del código donde se localizan estas variables y en la **Figura 68** se muestra como ejemplo la etiqueta en español al colocar el cursor sobre el botón de alejar.

**Figura 67.** Modificación en las etiquetas de la herramienta de Zoom.

```
verControlInputs,n=this._map.getZoom(),o=e.length-1;0<=o;o--)t=e[o],  
ollapsed:function(){return this._map&&!this.options.collapsed&&this.  
,zoomInTitle:"Acercar",zoomOutText:"&#x2212;",zoomOutTitle:"Alejar"}  
mInTitle,i+"-in",e,this._zoomIn),this._zoomOutButton=this._createBut  
ion(t){t.off("zoomend zoomlevelschange",this._updateDisabled,this)},
```

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura 68.** Ejemplo del cambio realizado en el idioma en el botón de alejar.



**Fuente:** Elaboración propia.

En cuanto a la herramienta de geolocalización en tiempo real, al colocar el cursor sobre esta se muestra la etiqueta emergente “Show me where I am”, esta frase se sustituye por “Muéstrame dónde estoy”, además, al encontrar la posición del usuario la herramienta muestra un “popup” que indica “You are within 10 meters from this point” por lo que también se modifica y en su lugar se indica “Tu ubicación está dentro de un radio de...” estas modificaciones se realizan en el script de Java llamado L.Control.Locate.js, en la Figura 69 se muestra la modificación en el script y en la se muestra la aplicación de la modificación.



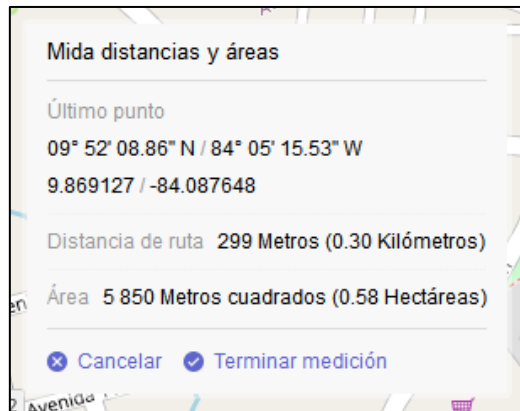
Sobre el script de la herramienta de medición, leaflet-measure.js, se modificó el idioma utilizando los módulos de traducción que trae la misma herramienta en sus archivos, en la **Figura 71** se observa el módulo en español y en la **Figura 72** se muestra la interfaz de la herramienta con las etiquetas en español.

**Figura 71.** Módulo del idioma en español de la herramienta de medición.

```
},{}],32:[function(require,module,exports){
// es.js
// Spanish i18n translations
module.exports = {
  'measure': 'Medición',
  'measureDistancesAndAreas': 'Mida distancias y áreas',
  'createNewMeasurement': 'Crear nueva medición',
  'startCreating': 'Empiece a crear la medición añadiendo puntos al mapa',
  'finishMeasurement': 'Terminar medición',
  'lastPoint': 'Último punto',
  'area': 'Área',
  'perimeter': 'Perímetro',
  'pointLocation': 'Localización del punto',
  'areaMeasurement': 'Medición de área',
  'linearMeasurement': 'Medición linear',
  'pathDistance': 'Distancia de ruta',
  'centerOnArea': 'Centrar en este área',
  'centerOnLine': 'Centrar en esta línea',
  'centerOnLocation': 'Centrar en esta localización',
  'cancel': 'Cancelar',
  'delete': 'Eliminar',
  'acres': 'Acres',
  'feet': 'Pies',
  'kilometers': 'Kilómetros',
  'hectares': 'Hectáreas',
  'meters': 'Metros',
  'miles': 'Millas',
  'sqfeet': 'Pies cuadrados',
  'sqmeters': 'Metros cuadrados',
  'sqmiles': 'Millas cuadradas',
  'decPoint': '.',
  'thousandsSep': ' '
};
```

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 72.** Herramienta de medición de Leaflet en el idioma español.



**Fuente:** Elaboración propia.

Como se indicó anteriormente, esta herramienta presenta un problema con las versiones de Leaflet superiores a 1.8, el problema se presenta al momento de dibujar los polígonos, líneas y puntos, estas geometrías se dibujan por debajo de los mapas base por lo que no se pueden observar a menos de que se apague el mapa o se le coloque una transparencia. Para poder utilizar la herramienta teniendo activo el mapa y sin transparencias se debe modificar el valor de z indexado a cada capa que deba estar por debajo de las geometrías generadas con la herramienta de medición.

Este valor de z coloca las capas una sobre otra, por defecto los mapas base poseen un z.index de 400, este valor se va modificando de manera descendente, hasta que se encuentre un valor que coloque el mapa base por debajo de las geometrías. Para el caso del Geovisor, el valor que colocó el mapa base por debajo de las geometrías fue de 350, ver Figura 73.

**Figura 73.** Modificación del valor de Z en el mapa base de Open Streets Maps.

```
map.createPane('pane_OSMStandard_0');
map.getPane('pane_OSMStandard_0').style.zIndex = 350;
var layer_OSMStandard_0 = L.tileLayer('http://tile.open
pane: 'pane_OSMStandard_0',
opacity: 1.0,
attribution: '<a href="https://www.openstreetmap.o
minZoom: 1,
maxZoom: 28,
minNativeZoom: 0,
maxNativeZoom: 19
});
layer_OSMStandard_0;
map.addLayer(layer_OSMStandard_0);
```

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 74.** Modificación en el color de las geometrías generadas por la herramienta de medición.

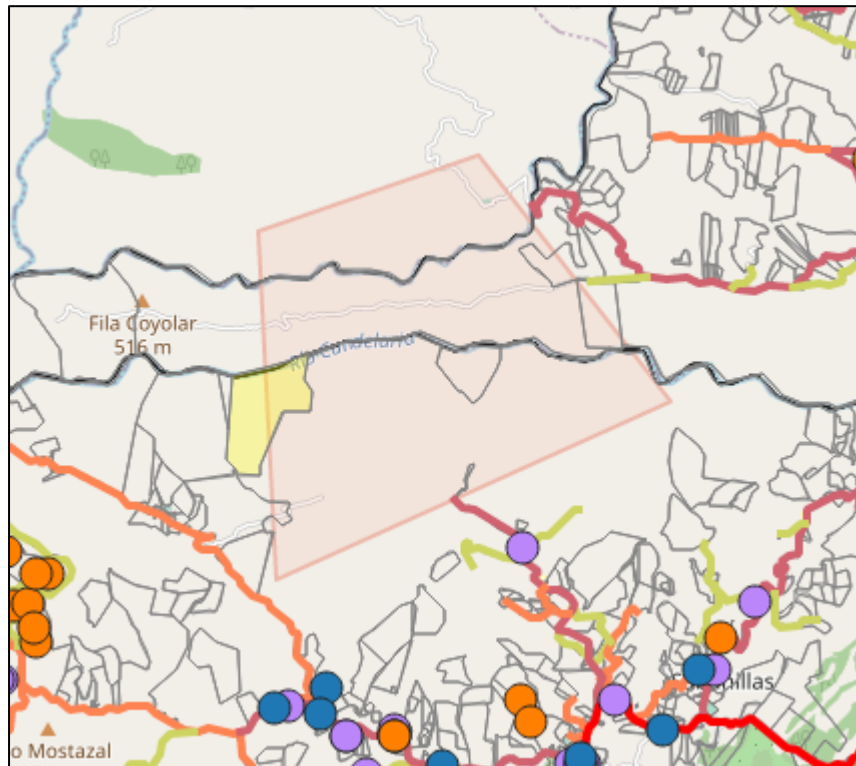
```
L.Control.Measure = L.Control.extend({
  _className: 'leaflet-control-measure',
  options: {
    units: {},
    position: 'topright',
    primaryLengthUnit: 'feet',
    secondaryLengthUnit: 'miles',
    primaryAreaUnit: 'acres',
    activeColor: '#e86241', // base color
    completedColor: '#edb4a6', // base color
    captureZIndex: 10000, // z-index of
    popupOptions: { // standard le
      className: 'leaflet-measure-resultpopup'
      autoPanPadding: [10, 10]
    }
  }
});
```

**Fuente:** Elaboración propia.

Otra de las modificaciones realizadas a esta herramienta fue el cambio de color de las geometrías, por defecto estas son de color verde, sin embargo, el color no contrasta con el mapa de Open Street Maps, así que se reemplaza el

color por uno rojizo, las modificaciones se realizan en el script de java Leaflet-measure.js, ver Figura 74 y un ejemplo de la geometría en la **Figura 75**.

**Figura 75.** Geometría en color rojizo generada con la herramienta de medición.



**Fuente:** Elaboración propia.

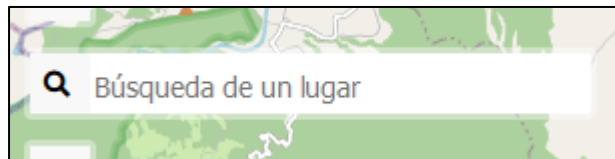
Otra de las herramientas que necesita adaptaciones al idioma español, es la herramienta de búsqueda de lugares, en el script de Java llamado Leaflet-control-geocoder.Geocoder.js, se modifica la etiqueta mostrada en la barra de búsqueda de lugares, se cambia la palabra “Search...” por “Búsqueda de un lugar”, ver **Figura 76** y para visualizar el cambio ver Figura 77.

**Figura 76.** Modificación de las etiquetas en ingles en la herramienta de búsqueda de lugares.

```
module.exports = {
  "class": L.Control.extend({
    options: {
      showResultIcons: false,
      collapsed: true,
      expand: 'touch', // options: touch, click
      position: 'topright',
      placeholder: 'Búsqueda de un lugar',
      errorMessage: 'No se encontró el lugar',
      suggestMinLength: 3,
      suggestTimeout: 250,
      defaultMarkGeocode: true
    }
  },
```

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 77.** Aplicación de la modificación de la etiqueta en la herramienta de búsqueda lugares.

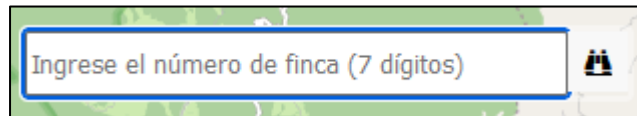


**Fuente:** Elaboración propia.

Por último, la herramienta de búsqueda de fincas se modificó al igual que la herramienta de búsqueda de lugares, se cambió la palabra “Search...” por “Ingrese el número de finca (7 dígitos)”, se solicitan 7 dígitos ya que los números de finca en la tabla de atributos contienen esta cantidad. En la Figura 78 se muestra parte del código modificado y la aplicación de esta modificación.

**Figura 78.** Modificación del script de Java leaflet-search.js y ejemplo de la aplicación de la modificación.

```
{includes:a.Mixin.Events,options:{url:"",layer:null,sourceData:null,jsonpParameters:{initial:!0,casesensitive:!1,autoType:!0,delayType:400,tooltipLimit:-1,tipAutoSize:100,placeholder:"Ingrese el número de finca (7 dígitos)",position:"topleft",highlight:!0},on(s:this,b|{|}),this._inputMinSize=this.options.textPlaceholder?this.options._inputMinSize||this.options._inputMinSize||this._defaultInputMinSize,this._moveToLocation=this.options.moveToLocation||this._defaultMoveToLocation}}
```



**Fuente:** Elaboración propia.

#### **3.8.6.4 Creación del menú de navegación y título.**

El Geovisor contiene un menú de navegación que permite al usuario acceder a los requisitos para la solicitud de visado municipal, acceder a enlaces externos a páginas web de otras instituciones relacionadas con la normativa que regula el visado municipal y acceder al servicio en línea para la solicitud del trámite de manera digital.

Para crear este menú el primer paso es implementar en el archivo HTML un elemento <nav> el cual forma una sección en el Geovisor asociada a enlaces externos, el título se añade al mismo tiempo con un encabezado <h3>, dentro del elemento <nav> se agregan los enlaces del menú de navegación, estos enlaces redireccionan a una sección de inicio (index), de requisitos, de normativa, al geovisor y de solicitud en línea del trámite de visado, ver **Figura 79**.

**Figura 79.** Implementación del elemento <nav> y un encabezado <h3> en el Geovisor.

```
<!-- Título -->
<div class="header">
  <h3> Municipalidad de Acosta - Departamento de Catastro</h3>
</div>
<!-- Menú de navegación -->
<nav>
  <ul>
    <li><a href="index.html">Inicio</a></li>
    <li><a href="requisitos.html">Requisitos</a></li>
    <li><a href="normativa.html">Normativa</a></li>
    <li><a class="active" href="visor.html">Geovisor</a></li>
    <li><a href="https://form.jotform.com/212329478094058">Solicitud en línea</a></li>
  </ul>
</nav>
```

**Fuente:** Elaboración propia.

Los elementos <nav> y <h3> aplicados en el Geovisor se muestran en la Figura 80, el siguiente paso es modificar el estilo de estos elementos, para ello se utiliza un estilo en cascada.

**Figura 80.** Título y Menú de navegación en el Geovisor.



**Fuente:** Elaboración propia.

Se crea un archivo CSS llamado `geovisor.css`, este archivo contiene el tamaño, el estilo de letra y colores del título y la barra de navegación, la referencia a este archivo se coloca en la cabeza, `<head>`, del archivo HTML del Geovisor, el enlace se lleva a cabo a través de la referencia: `<link rel="stylesheet" href="css/geovisor.css">`.

En la **Figura 81** se muestra la programación del estilo, el título se coloca en color negro y en un fondo blanco, a la barra de navegación se le coloca un fondo azul oscuro y se programa para que el menú que este activo en la pantalla se muestre de color amarillo, además, al colocar el puntero del mouse sobre algún enlace del menú este resalta en un color más oscuro, ver **Figura 82**.

**Figura 81.** Programación del estilo del título y la barra de navegación del Geovisor, archivo “geovisor.css”.

```
h3 {
  background-color: #f1f1f1;
  color: black;
  padding: 5px 5px 5px 5px;
  margin: 0px 0px 0px 0px;
  text-align: left;
}

.legend ul {

}

.legend li {

}

.legend .min {

}

.legend .max {

}

ul {
  list-style-type: none;
  margin: 0;
  padding: 0;
  overflow: hidden;
  background-color: #34495E;
  position: -webkit-sticky; /* Safari */
  position: sticky;
  top: 0;
}

li {
  float: left;
}

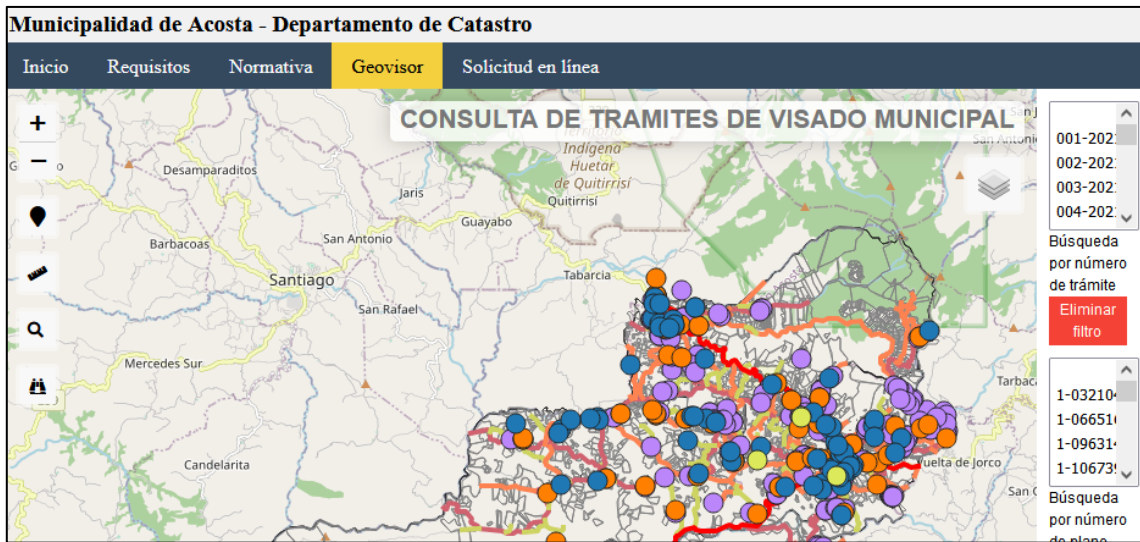
li a {
  display: block;
  color: white;
  text-align: center;
  padding: 10px 16px;
  text-decoration: none;
}

li a:hover {
  background-color: #212F3D;
  color: white;
}

.active {
  background-color: #F4D03F;
  color: black;
}
```

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 82.** Título y menú de navegación personalizados para el Geovisor.



**Fuente:** Elaboración propia.

El trabajo siguiente es programar cada uno de los enlaces del menú de la barra de navegación, primero, se empieza con el enlace “Inicio”, se crea un archivo HTML nombrado como “index”, ver Figura 83, esto quiere decir que el archivo HTML que contiene el Geovisor debe nombrarse con otro nombre, se asigna el nombre “Geovisor”, el archivo index.html se enlaza a un archivo de estilos en cascada, el cual se nombra como inicio.css, ver Figura 84.

El enlace “Inicio” corresponde a una página de bienvenida para el usuario, en la cual podrá encontrar el logo de la Municipalidad de Acosta, este a su vez posee un link que redirecciona al usuario a la página web de la municipalidad, es decir, si el usuario da clic en el logo, la página se redirecciona a la página institucional del gobierno local y brinda botones de enlace al Facebook de la institución y otro enlace a la página del Administrador de Proyectos de Topografía (APT) del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA), ver Figura 85.

**Figura 83.** Programación del archivo HTML correspondiente al enlace de la página de inicio del menú de navegación del Geovisor.

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="es">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <title>Geovisor de trámites de visado municipal</title>
  <link rel="stylesheet" href="css/inicio.css">
  <link rel="stylesheet" href=
  "https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/font-awesome/4.7.0/css/font-awesome.min.css">
  <style>
    html, body, #map {
      width: 100%;
      height: 100%;
      padding: 0;
      margin: 0;
    }
  </style>
</head>
<body background="images/mosaico.jpg" >

<div class="header">
  <h1 class="centrado">PLATAFORMA DIGITAL PARA LA GESTIÓN DEL VISADO MUNICIPAL</h1>
  <h2>DEPARTAMENTO DE CATASTRO</h2>
</div>

<nav>
<ul>
  <li><a class="active" href="index.html">Inicio</a></li>
  <li><a href="requisitos.html">Requisitos</a></li>
  <li><a href="normativa.html">Normativa</a></li>
  <li><a href="geovisor.html">Geovisor</a></li>
  <li><a href="https://form.jotform.com/212329478094058">Solicitud en línea</a></li>
</ul>
</nav>

<h2 id='enlaces' class="centrado">Bienvenido a la plataforma digital para la solicitud y consulta
de trámites de visado para planos de agrimensura y catastrados</h2>
<br><br><h1 class="centrado">MUNICIPALIDAD DE ACOSTA</h1>
<br><a href="https://www.acosta.go.cr/" title="Acceda al sitio oficial de la Municipalidad de
Acosta">

</a>

<a href="https://www.facebook.com/GobiernoLocalAcosta/?ref=page_internal" class="fa fa-facebook"
></a> <br>
<a href="https://sso.cfia.or.cr/sso/?IdSystem=1" class="fa fa-building"></a>
<h3 class="centrado">Contacto: topografo@acosta.go.cr / 24100186 Ext-102</h3>

</body>
</html>

```

**Fuente:** Elaboración propia.

Figura 84. Estilos de los encabezados h2 y h3 de la página de "Inicio".

```
h2 {
  color: black;
  padding: 0px 0px 0px 0px;
  margin: 0px 0px 0px 0px;
  text-align: center;
}
h1 {
  padding: 0px 0px 0px 0px;
  margin: 0px 0px 0px 0px;
  text-align: center;
}
.legend ul {
}
.legend li {
}
.legend .min {
}
.legend .max {
}
ul {
}
li {
}
li a {
}
li a:hover {
}
.active {
}
.centrado{text-align:center;border:0 dotted #000; padding:12px;}
/*Posición logo muni*/
img{
  display:block;
  margin:auto;
}
#enlaces{
  background-color: #E9E9DE;
}
.header {
  background-color: #f1f1f1;
  padding: 20px;
  text-align: center;
}
/* Icono Facebook y CFIA*/
.fa {
  padding: 20px;
  font-size: 80px;
  width: 50px;
  text-align: center;
  text-decoration: none;
  position: left;
}
.fa:hover {
  opacity: 0.7;
}
/* Boton enlace a Facebook */
.fa-facebook {
  background: #3B5998;
  color: white;
}
/* Boton enlace a CFIA*/
.fa-building {
  background: #ff6600;
  color: white;
}
```

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 85.** Enlace "Inicio" donde se muestra la página de bienvenida para el usuario.



**Fuente:** Elaboración propia.

El siguiente enlace a programar es el de "Requisitos", al igual que el anterior se crea un archivo HTML y un CSS, el archivo HTML se llama requisitos.html en este se crea una tabla que contiene los requisitos para la solicitud del visado municipal con base con el tipo de fraccionamiento, en la

Figura 86 se muestra los títulos de las columnas creados con elementos <th> y los datos de la primera fila que corresponden al fraccionamiento simple.

Figura 86. Programación de la tabla de requisitos mostrada en la página del enlace "Requisitos".

```

<a href="https://www.colegiotopografoscr.com/comunicados/2020/RFU.pdf"><h3> *Reglamento de Fraccionamiento
y Urbanizaciones, La Gaceta N°236, Alcance N°224, 7 de setiembre del 2020.</h3></a>

<table cellpadding="5" cellspacing="5" border="2">
<thead>
  <tr>
    <th>TIPO DE FRACCIONAMIENTO</th>
    <th>REQUISITOS</th>
    <th>ARTÍCULO DEL REGLAMENTO*</th>
  </tr>
  <tr>
    <td class="centrado"><strong>SIMPLE</strong></td>
    <td>
      - Plano catastrado certificado de la finca madre o certificado catastral. Para el caso de
      catastrado que genera la reunión.<br>
      - Plano georreferenciado al sistema oficial de coordenadas vigente, firmado por el
      profesional responsable, miembro activo del CIT, conforme a los requisitos establecidos
      por el Reglamento a la Ley del Catastro Nacional; este plano debe contener el diseño del
      conjunto de todos los lotes resultantes del fraccionamiento simple, acotar frente-fondo de
      estos y ancho del derecho de vía de la calle pública. Además, debe indicar el resto de la
      finca madre,
      en caso de existir.<br>
      - Los planos individuales de agrimensura correspondientes a cada
      lote resultante de fraccionamiento simple, georreferenciados al
      sistema oficial de coordenadas vigente, firmado por el profesional
      responsable, miembro activo del CIT, conforme a los requisitos
      establecidos por el Reglamento a la Ley del Catastro Nacional;
      estos planos deben cumplir con las dimensiones de área mínima
      establecida en el Artículo 15. Dimensiones mínimas en predios de
      fraccionamientos simples, del presente reglamento.<br>
      - Disponibilidad del servicio para abastecimiento de agua que indique el número de plano
      catastrado donde se ubica el fraccionamiento y el número de servicios de agua potable
      otorgado por el
      operador encargado de brindar el servicio en el distrito donde se
      localice el inmueble
    </td>
    <td class="centrado">Artículo 18</td>
  </tr>

```

Fuente: Elaboración propia.

En esta página también se agrega un enlace directo de descarga del Reglamento de Fraccionamiento y Urbanizaciones en PDF compartido por el Colegio de Ingenieros Topógrafos, el enlace se observa en la Figura 86, en la referencia inicial "href". Como se indicó anteriormente, este archivo está relacionado con un archivo de estilos en cascada nombrado como requisitos.css,

la programación es igual a la descrita en la Figura 81. La página de requisitos creada para ingresar desde el menú del Geovisor, se muestra en la Figura 87.

**Figura 87.** Enlace “Requisitos” donde se muestran los requisitos para el trámite de visado municipal.

Municipalidad de Acosta - Departamento de Catastro		
Inicio	Requisitos	Normativa Geovisor Solicitud en línea
<p><a href="#">*Reglamento de Fraccionamiento y Urbanizaciones, La Gaceta N°236, Alcance N°224, 7 de setiembre del 2020.</a></p>		
TIPO DE FRACCIONAMIENTO	REQUISITOS	ARTÍCULO DEL REGLAMENTO*
SIMPLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plano catastrado certificado de la finca madre o certificado catastral. Para el caso de reunión de predios se debe indicar el plano catastrado que genera la reunión.</li> <li>- Plano georreferenciado al sistema oficial de coordenadas vigente, firmado por el profesional responsable, miembro activo del CIT, conforme a los requisitos establecidos por el Reglamento a la Ley del Catastro Nacional; este plano debe contener el diseño del conjunto de todos los lotes resultantes del fraccionamiento simple, acotar frente-fondo de estos y ancho del derecho de vía de la calle pública. Además, debe indicar el resto de la finca madre, en caso de existir.</li> <li>- Los planos individuales de agrimensura correspondientes a cada lote resultante de fraccionamiento simple, georreferenciados al sistema oficial de coordenadas vigente, firmado por el profesional responsable, miembro activo del CIT, conforme a los requisitos establecidos por el Reglamento a la Ley del Catastro Nacional; estos planos deben cumplir con las dimensiones de área mínima establecida en el Artículo 15. Dimensiones mínimas en predios de fraccionamientos simples, del presente reglamento.</li> <li>- Disponibilidad del servicio para abastecimiento de agua que indique el número de plano catastrado donde se ubica el fraccionamiento y el número de servicios de agua potable otorgado por el operador encargado de brindar el servicio en el distrito donde se localice el inmueble</li> </ul>	Artículo 18
FINES URBANÍSTICOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plano catastrado certificado de la finca madre o certificado catastral. Para el caso de reunión de predios se debe indicar el plano catastrado que genera la reunión.</li> <li>- Certificado de uso de suelo que debe señalar como mínimo el número de plano catastrado, el uso, retiros, cobertura, densidad, altura, frente y área mínima. Además, la municipalidad que lo emita debe indicar en el documento el periodo de vigencia. Cuando el predio a fraccionar sea de uso agrícola se debe contar con la Autorización de Cambio de Uso de Suelo emitido por el MAG, de conformidad con el Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos, Decreto Ejecutivo N°29375-MAGMINAE-S-HACIENDA-MOPT y sus reformas o la normativa que les sustituya. En caso de estar afectado el predio por 2 zonas o más definidas en un plan regulador, se debe presentar el plano catastrado con la delimitación de las mismas.</li> <li>- Plano georreferenciado al sistema oficial de coordenadas vigente, firmado por el profesional responsable, miembro activo del CIT, conforme a los requisitos técnicos establecidos por el Reglamento a la Ley del Catastro Nacional; este plano debe contener el diseño del conjunto de todos los lotes resultantes y del área a ceder para uso público del fraccionamiento con fines urbanísticos, acotar frente-fondo de estos, indicar el ancho del derecho de vía de la calle pública, las mejoras a media calle de calzadas, aceras, cordón y caño, rampas y ampliación vial en caso de requerirse. Además, debe indicar el resto de la finca madre, en caso de existir.</li> <li>- Los planos individuales de agrimensura correspondientes a cada lote resultante de fraccionamiento con fines urbanísticos, georreferenciados al sistema oficial de coordenadas vigente, firmado por el profesional responsable, miembro activo del CIT, conforme a los requisitos establecidos por el Reglamento a la Ley del Catastro Nacional; estos planos deben cumplir con las dimensiones de área mínima establecida en el ARTICULO 20. Dimensiones mínimas de predios en fraccionamientos con fines urbanísticos, del presente Reglamento.</li> </ul>	Artículo 22

**Fuente:** Elaboración propia.

En el enlace “Normativa” se redirecciona a una página web donde se encuentran enlaces directos a páginas de otras instituciones en donde comparten sus reglamentos y leyes que aplican en la revisión de planos de agrimensura. Al igual que en los enlaces anteriores, este se crea con un archivo HTML y un CSS,

el primero se nombra como normativa.html y se conforma por referencias externas asociadas a una imagen, en la **Figura 88** se muestra un ejemplo de una referencia programada, la cual consiste en que al dar clic al logo del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, inmediatamente se redirecciona a la página web de normativa de este instituto, las demás referencias se programan bajo el mismo principio, únicamente, varía el enlace y los títulos.

**Figura 88.** Programación de la referencia externa a la página web reglamentos del INVU asociada al logo de la institución.

```
<br>
<h3 id='enlaces' class="centrado">En los siguientes enlaces podrá consultar los reglamentos y leyes que utiliza el Departamento de Catastro para la revisión de los planos a visar:</h3>
<br>
<br>
<br>
<br>
<h2> Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo</h2>
<br>
<br>
<a href="https://www.invu.go.cr/leyes-y-reglamentos" title="Leyes y Reglamentos INVU">
<center>
</center>
</a>
<br>
<br>
```

**Fuente:** Elaboración propia.

El archivo CSS es nombrado como normativa.css, contiene la programación del título y el menú de navegación, al igual que los archivos .css de los demás enlaces, además, contiene el estilo de las imágenes y las referencias externas, esto último se detalla en la **Figura 89**. La página a la que redirecciona el enlace “Normativa” se muestra en la Figura 90.

**Figura 89.** Programación contenida en el archivo normativa.css sobre el estilo de las imágenes mostradas en el enlace "Normativa".

```
.centrado{text-align:center;border:1 dotted #000; padding:12px;}
/* Estilos de imagenes */
img{
display:block;
margin:left;
background-color: #1E5C9B ;
}

#enlaces{
background-color: #E9E9DE;
}
```

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 90.** Página web a la que redirecciona el enlace "Normativa" del menú de navegación del Geovisor.



**Fuente:** Elaboración propia.

Por último, el enlace “Solicitud en línea” es un enlace directo a un formulario de la plataforma JotForm, en la cual se completa la información solicitada y se adjuntan los archivos requeridos para realizar la solicitud del visado municipal, la referencia a este formulario se muestra en la Figura 83, específicamente, en la programación de la barra de navegación. El formulario al cual se accede se muestra en la **Figura 91**.

**Figura 91.** Formulario en línea para la solicitud del Visado Municipal.

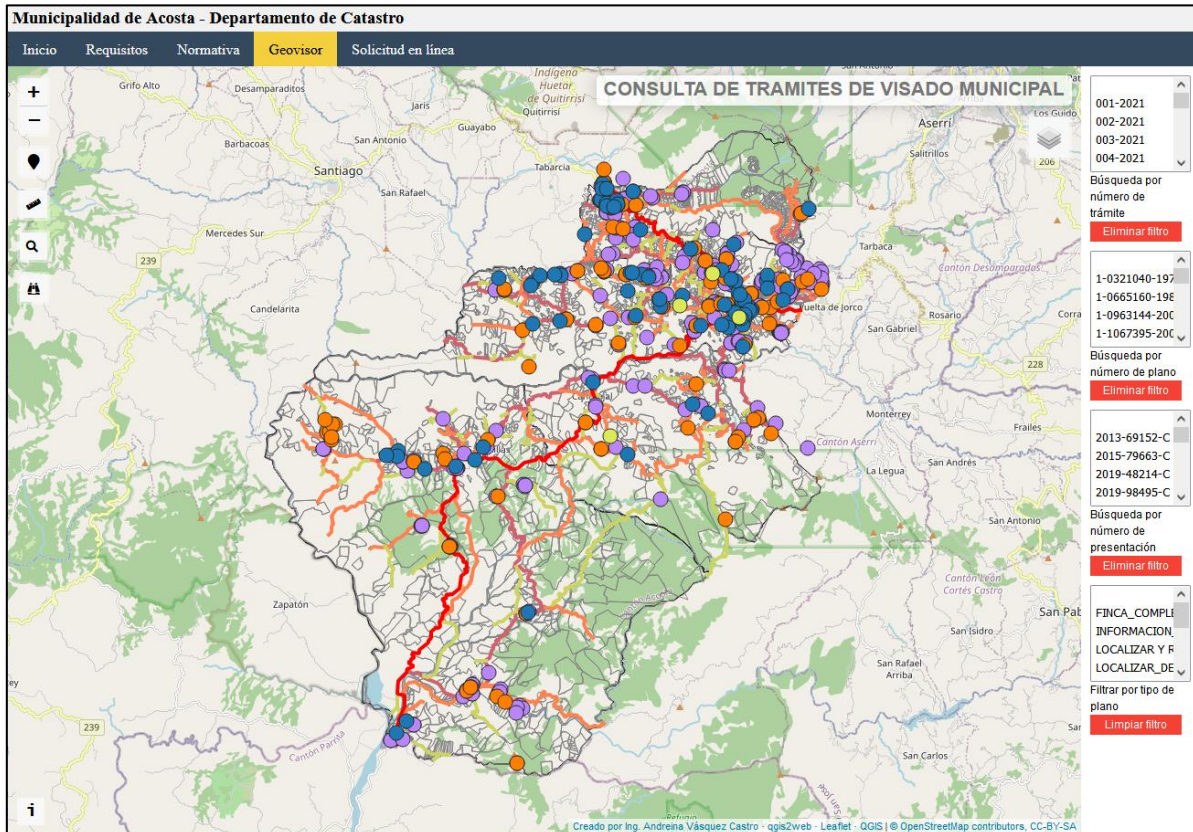


The image shows a screenshot of a web browser displaying an online form titled "SOLICITUD DE VISADO MUNICIPAL PARA PRESENTACIONES A CATASTRAR" from the "Departamento de Catastro - Municipalidad de Acosta". The form includes a header with the municipal coat of arms and a section for "DATOS DEL SOLICITANTE" (Applicant Data). This section contains several input fields: "Nombre completo del solicitante" (Full name) with two sub-fields for first name and last name; "Cédula" (ID number) with a text box containing "Ejemplos: 108210851 o 115670198"; "Teléfono del solicitante" (Phone number) with a text box containing "00000000"; and "Correo electrónico del solicitante" (Email) with a text box containing "noindicado@mail.com". The browser's address bar shows the URL "https://form.jotform.com/212329478094058".

**Fuente:** Elaboración propia.

Al realizar las modificaciones anteriores en los archivos HTML, CSS y añadir funciones en scripts de Java, se obtiene el Geovisor para la gestión de los trámites de visado municipal, ver **Figura 92**.

**Figura 92.** Geovisor para la solicitud de trámites de visado municipal.

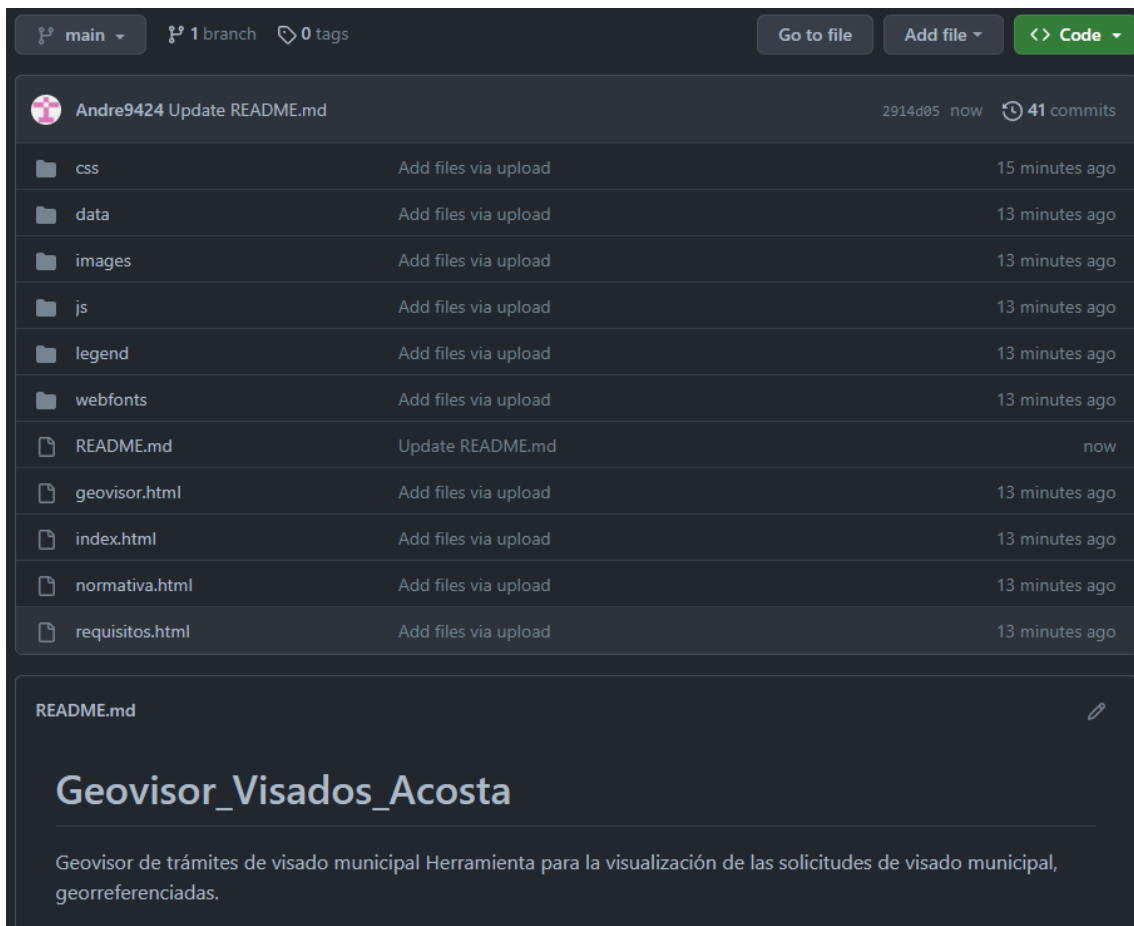


**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.8.7 Publicación en GitHub.

La publicación del Geovisor se llevó a cabo en la plataforma de GitHub, en esta se crea un repositorio llamado “Geovisor\_Visados\_Acosta” y se añade cada uno de los archivos que conforman el Geovisor, en la **Figura 93** se muestran el repositorio y lo datos añadidos.

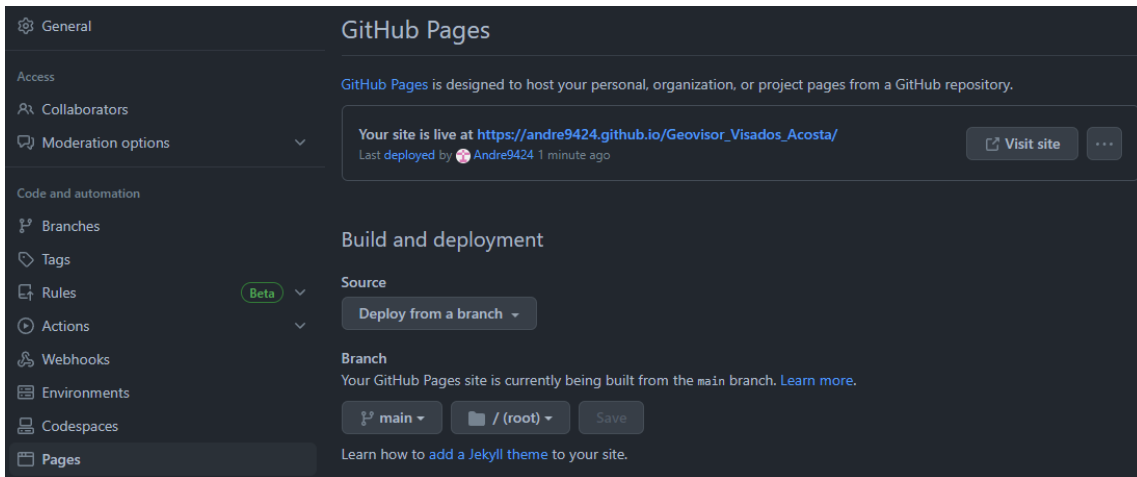
**Figura 93.** Repositorio de datos creado en GitHub.



**Fuente:** Elaboración propia.

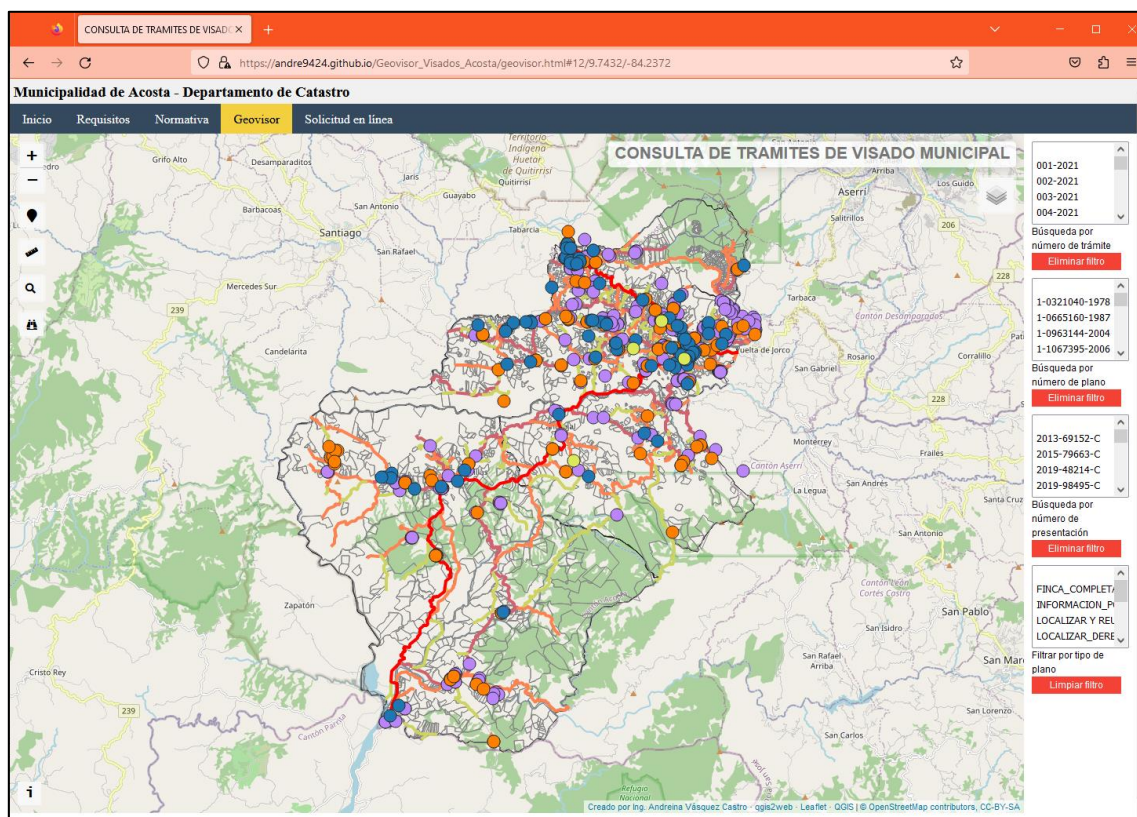
Para obtener el enlace directo al Geovisor, se debe ingresar a la opción de “Settings”, seguidamente, se busca la opción “Pages” y en las opciones de “Branch” se elige la opción “Main”, se guardan los cambios y se espera unos minutos a que el Geovisor sea publicado, en la **Figura 94** se muestra esta configuración, el enlace generado es el siguiente: [https://andre9424.github.io/Geovisor\\_Visados\\_Acosta/](https://andre9424.github.io/Geovisor_Visados_Acosta/)

**Figura 94.** Publicación del Geovisor en GitHub pages.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 95.** Vista del Geovisor desde GitHub.



**Fuente:** Elaboración propia.

## **CAPITULO 4. RESULTADOS**

### **4.1 Diagnóstico de los datos.**

#### **4.1.1 Revisión del Registro de trámites de Visado Municipal.**

El diagnóstico efectuado al Registro de Trámites de Visado Municipal dio como resultado las inconsistencias de la Tabla 7. La duplicación del número de trámite en una misma columna es una inconsistencia que no se puede mejorar eliminando las celdas repetidas, pues, cada fila que contiene el mismo número de trámite corresponde a un proceso diferente, una fila puede contener información del rechazo mientras que la otra contiene información de la aprobación, para mejorar este aspecto en los datos se toma como acción la separación de tablas, es decir, se mantiene la información, pero en forma separada.

Esta misma acción es conveniente aplicarla a la columna de número de plano, pues, a pesar de que el número de presentación y el número de plano están asociados a un plano de agrimensura son dos documentos diferentes de acuerdo con la definición de cada uno. Por otro lado, la inconsistencia de espacios nulos y el error ortográfico en los datos ingresados, si se tratan realizando modificaciones directas en los datos, en forma manual, uno a uno, pues, el error no presenta un patrón que pueda emplearse para automatizar el proceso de corrección.

El formato variable en los datos de una misma columna se trata con modificaciones directas, a diferencia de las inconsistencias anteriores estas si se pueden modificar en forma automatizada, en el caso del número de trámite se reemplaza la palabra “SJ” por un “1” en forma automática en Excel, de igual forma las separaciones en las columnas por guiones se reemplazan por barras inclinadas automáticamente.

El texto separado por espacios es una inconsistencia que se trata empleando métodos manuales y automáticos, pues, se filtra cada tipo de plano, se reemplaza el espacio por el guion bajo y después se aplica el cambio en forma automatizada a cada celda con el mismo tipo de plano.

**Tabla 7.** Inconsistencias encontradas en los datos del Registro de Trámites.

<b>Inconsistencia</b>	<b>Descripción</b>
Duplicidad o repetición del valor del dato	Número de trámite repetido en varias filas.
Celdas nulas	Espacios vacíos en varias filas.
Combinación de datos en una misma columna	Número de plano y presentación en una misma columna.
Formato variable de los datos en una misma columna	Formato de la fecha y del número de plano variable.
Errores ortográficos en el texto	Las palabras “Aprobado” y “Rechazado” se encontraban mal escritas en una celda.
Texto separado por espacios	En la columna de tipo de plano las palabras se encuentran separadas por espacio.
Datos de uso restringido	Los datos del nombre del propietario, solicitante y los números de teléfono se consideran privados.

**Fuente:** Elaboración propia.

En general, las inconsistencias encontradas corresponden a errores en la digitación y presentación de los datos, es decir, inconsistencias de forma que son subsanables aplicando correcciones para mejorar la calidad de los datos finales, el diagnóstico no arrojó resultados con errores de fondo que pudiesen comprometer la veracidad y calidad de los datos publicados en el Geovisor sobre trámites de visado municipal.

#### 4.1.2 Revisión de capas auxiliares.

En cuanto al resultado del diagnóstico de las capas de información geográfica de fincas, distritos, vías municipales y nacionales, según el inventario de datos realizado con la Tabla 3, se obtiene como resultado el siguiente listado de características de las capas:

- Cada capa posee un nombre relacionado con la temática del dato que representa.
- El formato de las capas es *shapefile* donde las capas de vías cantonales y nacionales tienen una geometría de líneas y las capas de distritos y fincas se componen por polígonos.
- La capa de vías municipales y nacionales no poseen metadatos, al contrario de las capas de distritos y predios que, si cuentan con metadatos, estos pueden ser consultados a través del SNIT.
- Las capas cubren varias temáticas: Red vial, División Administrativa y Catastro.
- La escala de las capas es 1:5000 según los metadatos, a excepción de la capa de vías municipales y nacionales, de las cuales se desconoce la escala.
- El área abarcada por la capa de predios y red vial cantonal corresponde únicamente a la extensión del cantón, mientras que la capa de distritos y red vial nacional se extiende por todo el país.
- No se observan restricciones de uso y acceso en las capas.
- La proyección cartográfica de todas las capas es el EPSG: 5367, CRTM05 datum CR05.
- Las tablas de atributos de la capa de fincas y distritos se realizaron siguiendo la normativa para la estandarización de información geográfica.
- No se observan variaciones de más de 5 metros en desplazamiento y rotación en las capas.

En general, el resultado de este diagnóstico permitió conocer las características de cada capa, descartar variaciones físicas importantes en cuanto a traslaciones y rotaciones, un punto muy importante que resulta del diagnóstico es que permitió conocer las tablas de atributos de cada capa previo a ser implementadas en el Geovisor, esto ayudó a definir la estructura de las ventanas emergentes o “popups” en las que muestran atributos de capa al momento de que el usuario interacciona con el dato en el Geovisor y, también, en la elección previa de los atributos que más aportan a los fines del Geovisor.

#### **4.1.3 Información cuantitativa obtenida a partir de la tabla de atributos creada de trámites de visado municipal.**

Al tener una tabla de trámites de visado municipal ordenada pueden realizarse consultas sobre ella para obtener información sobre las solicitudes de visado del año 2021 de una manera más rápida y confiable, utilizando el programa de Excel y a través de filtros la siguiente información cuantitativa.

Se consulta la cantidad de planos rechazados y aprobados por mes, ver Tabla 8, el mes con mayor flujo de aprobaciones corresponde a enero con 49 planos aprobados, el mes con más rechazos corresponde a agosto con 14 planos, durante el año 2021 se rechazaron 97 planos y se aprobaron 380 planos para un total de 477 planos revisados.

La tabla también permite consultar los tipos de propuestas rechazadas y aprobadas mediante el tipo de plano, por ejemplo, cuantas propuestas de segregación o localización de derecho se presentaron para revisión, el resumen se muestra en la Tabla 9.

**Tabla 8.** Cantidad de planos rechazados y aprobados por mes del año 2021.

<b>Mes</b>	<b>Rechazos</b>	<b>Aprobaciones</b>	<b>Total de planos Revisados</b>
<b>Enero</b>	10	49	59
<b>Febrero</b>	11	30	41
<b>Marzo</b>	6	45	51
<b>Abril</b>	1	31	32
<b>Mayo</b>	5	27	32
<b>Junio</b>	5	28	33
<b>Julio</b>	10	38	48
<b>Agosto</b>	14	18	32
<b>Setiembre</b>	8	28	36
<b>Octubre</b>	9	18	27
<b>Noviembre</b>	6	37	43
<b>Diciembre</b>	12	31	43
<b>Total</b>	<b>97</b>	<b>380</b>	<b>477</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

De la Tabla 9 se obtiene que el tipo de propuesta más concurrente es el de segregación, es decir, “parte de” la menos tramitada es la de “localizar y reunir”. Por otro lado, en cuanto a las propuestas rechazadas la más concurrente es la de segregación, seguido de las localizaciones de derecho; las 3 propuestas que obtienen una respuesta positiva en su revisión son las segregaciones, las segregaciones y reuniones, y las localizaciones de derecho.

**Tabla 9.** Tipos de propuestas de planos rechazadas y aprobadas del año 2021.

<b>Tipo de Plano</b>	<b>Rechazadas</b>	<b>Aprobadas</b>	<b>Total</b>
<b>Finca completa</b>	4	11	<b>15</b>
<b>Información Posesoria</b>	1	14	<b>15</b>
<b>Localizar y reunir</b>	0	1	<b>1</b>
<b>Localizar derecho</b>	16	34	<b>50</b>
<b>Localizar parte de derecho</b>	3	4	<b>7</b>
<b>Parte de finca</b>	62	238	<b>300</b>
<b>Parte de y reunión</b>	7	65	<b>72</b>
<b>Rectificar área</b>	2	8	<b>10</b>
<b>Reunión de fincas</b>	0	2	<b>2</b>
<b>Reunión y rectificación</b>	1	2	<b>3</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Por último, se cuantifica la cantidad de presentaciones aprobadas y rechazadas, así como los planos inscritos aprobados y rechazados, ver Tabla 10. Las presentaciones para catastrar o los planos de agrimensura son los planos que más se tramitan para solicitar el visado municipal a diferencia de los planos inscritos.

**Tabla 10.** Cantidad de presentaciones y planos inscritos rechazados y aprobados del año 2021.

<b>Plano</b>	<b>Aprobado</b>	<b>Rechazado</b>
<b>Presentación a catastrar</b>	295	92
<b>Plano Inscrito</b>	84	5

**Fuente.** Elaboración propia.

Este es un resultado esperado, pues, la normativa que regula el proceso de inscripción de planos de agrimensura establece que el visado debe otorgarse, previo al visado municipal, es decir, esta solicitud en casos específicos es obligatoria para continuar con el proceso mientras que el visado para un plano inscrito es necesario hasta que se vayan a realizar otras tramitologías con el plano y en algunas ocasiones los planos.

#### **4.2 Cumplimiento de requisitos del Geovisor de Trámites de Visado Municipal.**

Con este proyecto se logró desarrollar un Geovisor de acceso público y de uso simple para que la ciudadanía pueda consultar los trámites de visado municipal a través de una herramienta digital compuesta por información geográfica, se compone por herramientas que permiten al usuario interactuar con la información disponible para consulta y también por iconos informativos, el desarrollo se llevó a cabo cumpliendo con requisitos funcionales y no funcionales, establecidos considerando la opinión del usuario. Para verificar el cumplimiento de requisitos se utiliza la distribución planteada en el diseño de la interfaz web mostrado en la Figura 56.

##### **4.2.1 Título y Menú de enlaces.**

El Geovisor cuenta con una barra de enlaces que permite al usuario ingresar a cinco enlaces web, el primer enlace redirecciona al usuario a una página web de bienvenida o inicio, el segundo redirecciona a una página web donde se indican los requisitos para la solicitud del visado municipal, el tercero redirecciona a otras páginas web donde se encuentra normativa relacionada a los visados de planos, el cuarto es un enlace que redirecciona al mismo Geovisor y el quinto es un enlace directo a un formulario en línea para realizar la solicitud del visado municipal, ver Figura 96.

**Figura 96.** Título y menú de enlaces.

Municipalidad de Acosta - Departamento de Catastro					Título
Inicio	Requisitos	Normativa	Geovisor	Solicitud en línea	
1	2	3	4	5	

**Fuente:** Elaboración propia.

Lo anterior hace cumplir el requerimiento F04 y F05 establecidos en la Tabla 4, los cuales indican que deben existir botones que redireccionen a páginas web donde se encuentre normativa relacionada con el trámite de visado y a un formulario para la solicitud del trámite, adicionalmente, el requisito F06 establece que el Geovisor debe contar con un título que indique el nombre de la municipalidad y el departamento encargado. De igual forma, se cumple con el requisito F06, pues, se establece un título con lo requerido, en la Figura 97 se muestra el menú de enlaces y los títulos en cada una de las páginas web de enlace.

Figura 97. Enlaces del menú y títulos en las páginas de enlace.

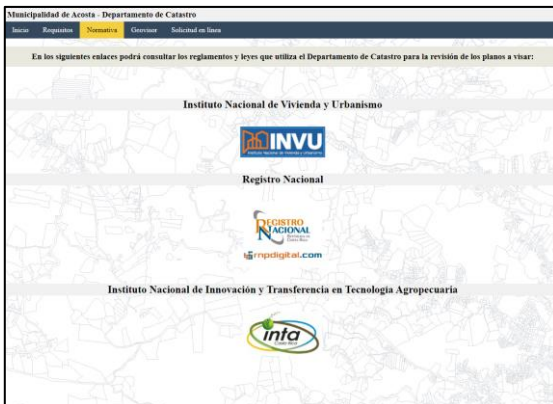
## Inicio o bienvenida



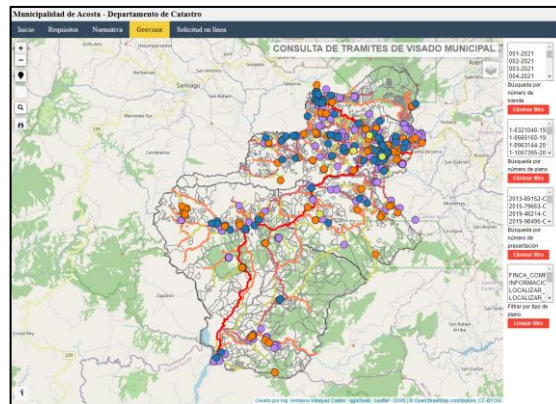
## Requisitos

TIPO DE FRACCIONAMIENTO	REQUISITOS	ARTICULO DEL REGLAMENTO
SIMPLE	<p>Plano catastral certificado de la finca madre o certificado catastral. Para el caso de emisión de predios se debe indicar el plano catastral que genera la creación.</p> <p>Plano georreferenciado al sistema oficial de coordenadas vigentes. Firmado por el profesional responsable, miembro activo del CTI, conforme a los requisitos establecidos por el Reglamento a la Ley del Catastro Nacional, este plano debe contener el detalle del contorno de todos los lotes resultantes del fraccionamiento simple, desde donde (límite de esos) y ancho del derecho de vía de la calle pública. Además, debe indicar el área de la finca madre, en caso de existir.</p> <p>Los planos individuales de agrimensura correspondientes a cada lote resultante de fraccionamiento simple, georreferenciados al sistema oficial de coordenadas vigentes, firmados por el profesional responsable, miembro activo del CTI, conforme a los requisitos establecidos por el Reglamento a la Ley del Catastro Nacional, estos planos deben cumplir con las dimensiones de fraccionamiento.</p> <p>Disponibilidad del servicio para abastecimiento de agua que indique el sistema de planisimetría donde se desea el fraccionamiento y el número de servicios de agua potable otorgada por el operador encargado de brindar el servicio en el terreno donde se localiza el lote a fraccionar.</p>	Artículo 11
FINES URBANÍSTICAS	<p>Plano catastral certificado de la finca madre o certificado catastral. Para el caso de emisión de predios se debe indicar el plano catastral que genera la creación.</p> <p>Calificación de zona de suelo que debe indicar como mínimo el sistema de planimetría, el uso, servicio, cobertura, densidad, altura, área y zona mínima Ademas, la municipalidad que le emite debe indicar en el documento el periodo de vigencia.</p> <p>Cuando el plan de fraccionamiento se ubica en zona de conservación de la Asociación de Cuadros de Lotes de Suelo rural por el MADO, de conformidad con el Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos, Decreto Ejecutivo N°29175-15, MACHIMELA Y MACCHINA MISTP, sus reformas y la normativa que los sustenta. En caso de estar dentro el primer 2 metros o más delimitada en un plan regulador, se debe presentar el plano catastral con la delimitación de las mismas.</p> <p>Plano georreferenciado al sistema oficial de coordenadas vigentes. Firmado por el profesional responsable, miembro activo del CTI, conforme a los requisitos técnicos establecidos por el Reglamento a la Ley del Catastro Nacional, este plano debe contener el detalle del contorno de todos los lotes resultantes y del área de suelo para uso público del fraccionamiento con fines urbanísticos, acotar dentro de los de estos, indicar el ancho del derecho de vía de la calle pública, las secciones a media calle de vialidad, alcantarillas, cañales y cables, tiempo y amplitud de vía en caso de requerir. Además, debe indicar el área de la finca madre, en caso de existir.</p> <p>Los planos individuales de agrimensura correspondientes a cada lote resultante de fraccionamiento con fines urbanísticos, georreferenciados al sistema oficial de coordenadas vigentes. Firmado por el profesional responsable, miembro activo del CTI, conforme a los requisitos establecidos por el Reglamento a la Ley del Catastro Nacional, estos planos deben cumplir con las dimensiones de área mínima establecida en el ARTICULO 20. Dimensiones mínimas de predios en fraccionamientos con fines urbanísticos, del presente Reglamento.</p> <p>Plano individual de agrimensura de las áreas públicas a ceder a la municipalidad, incluido el equipamiento de juegos infantiles. Este plano debe ser georreferenciado al sistema oficial de coordenadas vigentes. Firmado por el profesional responsable, miembro activo del CTI, conforme a los requisitos establecidos por el Reglamento a la Ley del Catastro Nacional.</p> <p>Disponibilidad del servicio para abastecimiento de agua que indique el sistema de planisimetría donde se desea el fraccionamiento y el número de servicios de agua potable otorgada por el operador encargado de brindar el servicio en el terreno</p>	Artículo 12

## Normativa



## Geovisor



## Solicitud en línea

### SOLICITUD DE VISADO MUNICIPAL PARA PRESENTACIONES A CATASTRAR

Departamento de Catastro - Municipalidad de Acosta

**DATOS DEL SOLICITANTE**

Nombre completo del solicitante \*

Ingresar solamente el primer nombre      Ingresar los apellidos

Cédula \*

Ejemplo: 108210851 o 115670198

Ingresar el número de cédula del solicitante

Teléfono del solicitante \*

00000000

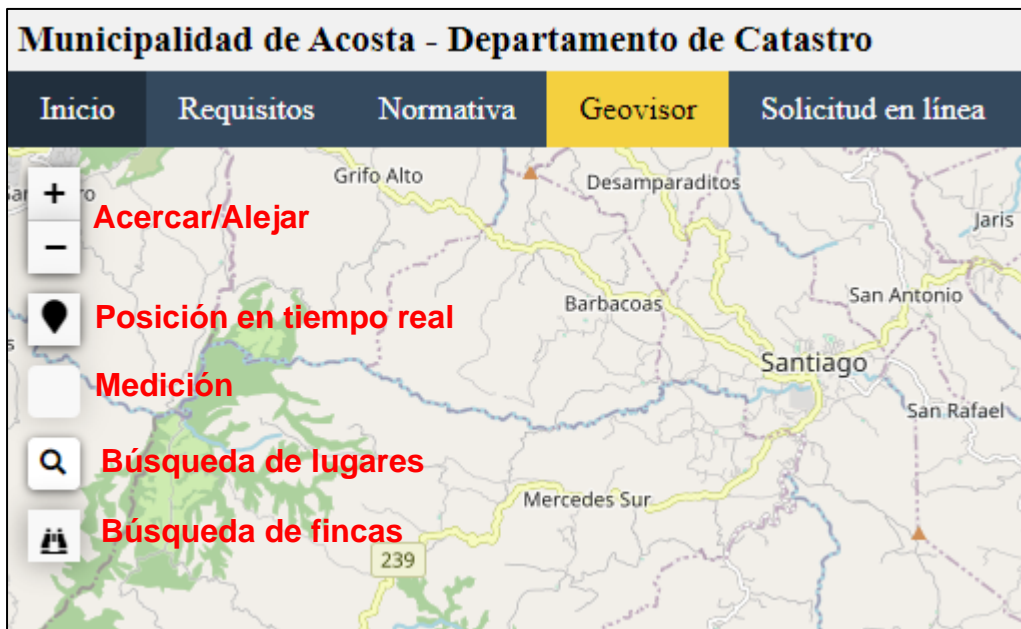
Now create your own surveys - 81 form [Crear su propio formulario](#)

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.2 Herramientas de posicionamiento y medición.

El Geovisor cuenta con herramientas con las que el usuario puede medir distancias, obtener coordenadas y áreas, también, posee herramientas que posicionan al usuario en tiempo real y ubican lugares específicos. En los requisitos funcionales se establece que el Geovisor debe contar con un botón que permita conocer la ubicación en tiempo real, con una herramienta de medición que mida en metros, distancias y áreas, debe tener un control de acercamiento y alejamiento, y contar con una herramienta de búsqueda de lugares, en el diseño de la interfaz del visor estas herramientas se encuentran al lado izquierdo, los requerimientos son el F07, F08, F09 y F12, respectivamente.

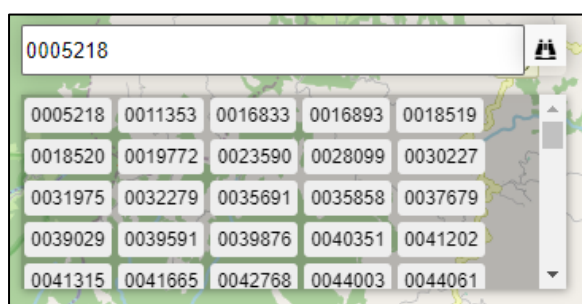
**Figura 98.** Ubicación de las herramientas de posicionamiento y medición en el Geovisor.



**Fuente:** Elaboración propia.

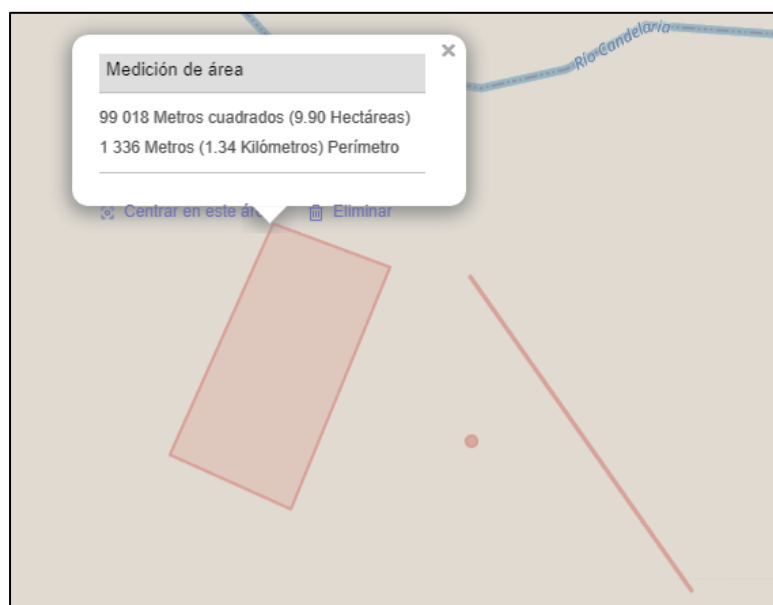
Con la disposición de estas herramientas, el Geovisor cumple con los requerimientos funcionales, adicionalmente, el visor cuenta con una herramienta que permite la búsqueda de fincas, para aprovechar los datos de la capa auxiliar de fincas, ver **Figura 99**. La herramienta de medición empleada en este Geovisor mide las distancias en metros, permite dibujar líneas, puntos y polígonos y conocer las coordenadas de un punto, ver **Figura 100**.

**Figura 99.** Herramienta de búsqueda de fincas.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 100.** Geometrías dibujadas con la herramienta de medición.



**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.2.3 Panel de capas e iconos informativos.

Otro de los requisitos funcionales que debe cumplir el Geovisor es contar con un control de capas que permita ocultar y mostrar las capas de interés, requisito F01. En este caso, el Geovisor cuenta con un control de capas que se encuentra sin desplegar, el usuario lo despliega al tocar el icono del control de capas que se localiza al lado derecho del Geovisor. En la **Figura 101** se muestra un ejemplo de capas ocultas y visibles.

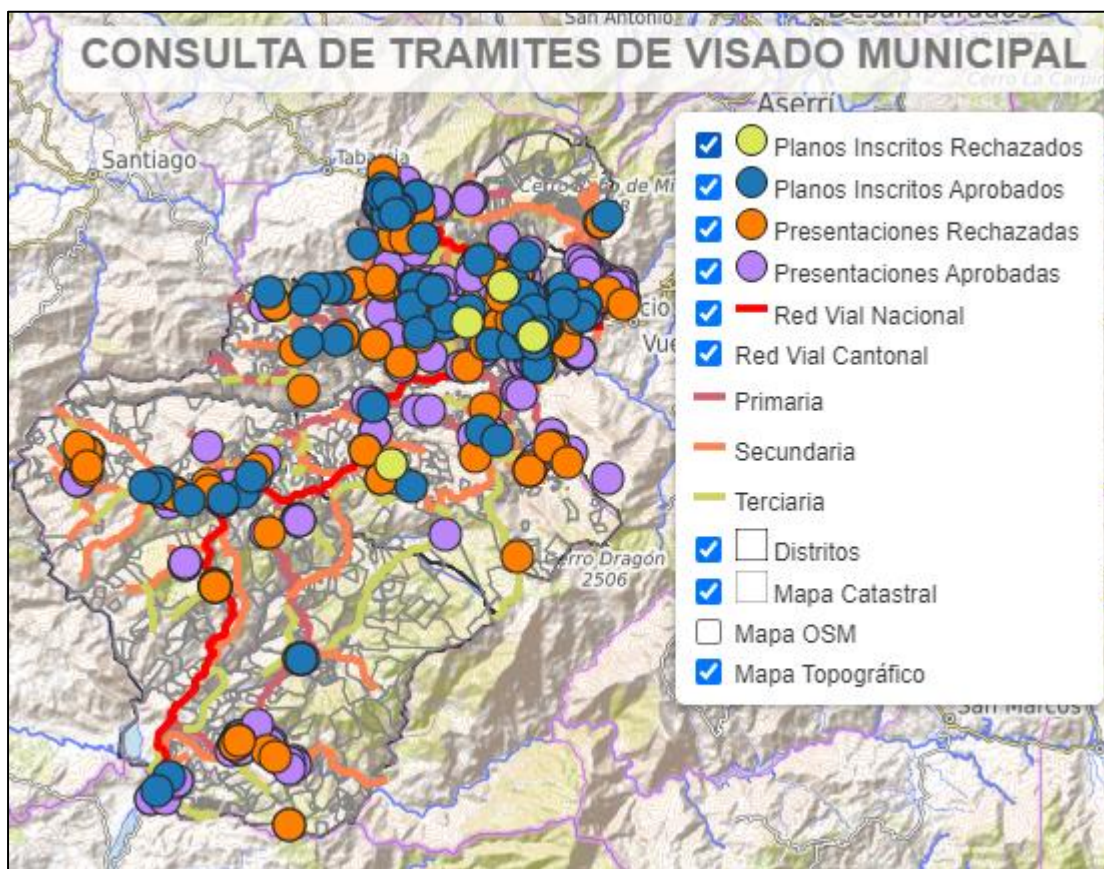
**Figura 101.** Ejemplo de control de capas visibles y ocultas.



**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 101, únicamente, se muestran en el visor las capas activas, con check azul, la capa de planos inscritos rechazados, red vial nacional, distritos y el mapa base de Open Street Maps, con esta se está cumpliendo con el requisito funcional F01. Este panel de capas también permite cumplir con otro requisito funcional, el F11, el cual establece que el Geovisor debe contar con dos mapas base. En este caso se cuenta con el mapa base de Open Street Maps (OSM) y el mapa base Topográfico de OSM, estos se pueden observar en el control de capas de la Figura 101. El mapa OSM es el mapa base que se observa en la Figura 101 mientras que el mapa topográfico se observa en la Figura 102.

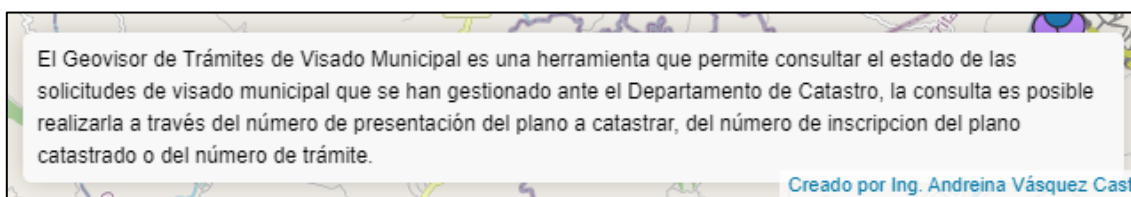
**Figura 102.** Mapa Base activo: Mapa Topográfico de OSM en el Geovisor



**Fuente:** Elaboración propia.

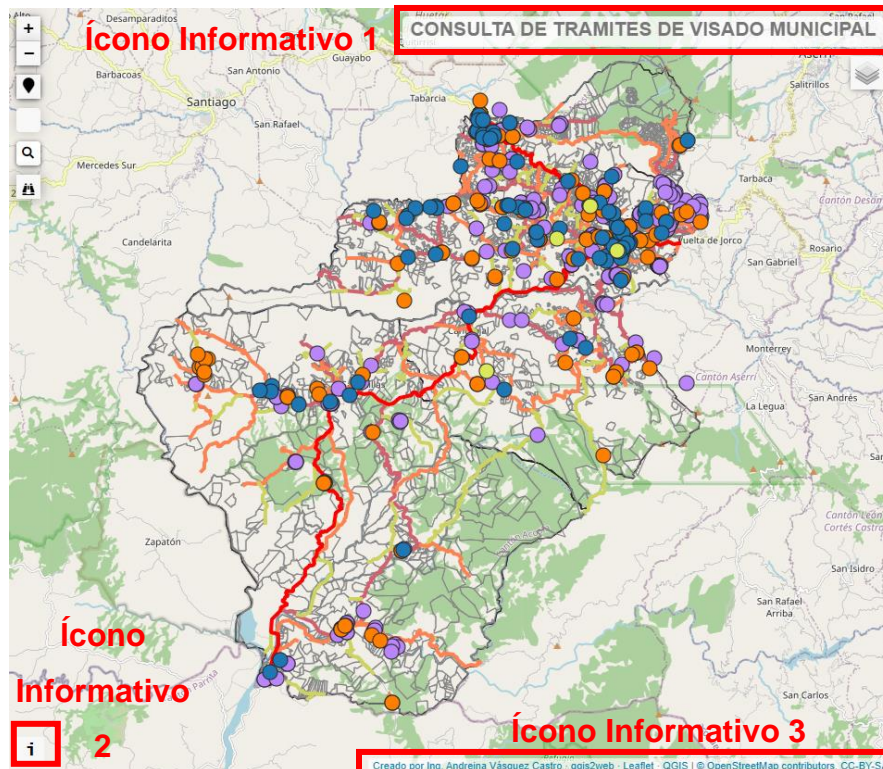
Adicionalmente, para contextualizar el uso del Geovisor y guiar al usuario inexperto para que conozca su función, se muestra un ícono de información, ver Figura 103, y un título cerca de la barra de filtros, además, muestra la fuente con las atribuciones respectivas, ver Figura 104.

**Figura 103.** Contenido del icono de información.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 104.** Iconos informativos presentes en el Geovisor.



**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.2.4 Mapa web y barra de filtros.

Los requerimientos funcionales restantes son el F02, F03 y F10, respectivamente, estos indican que el Geovisor debe contar con una herramienta de consulta por número de trámite y número de presentación que muestre el estado del trámite, debe desplegar una ventana emergente al consultar objetos de las capas y al ingresar al Geovisor debe estar centrada el área que abarca el cantón de Acosta.

En cuanto al requisito F03, estos se cumplieron satisfactoriamente, cada objeto que se muestra en el panel de capas, al interactuar con el mismo este despliega una ventana emergente, con la información propia de la tabla de atributos, en la **Figura 105** se muestra un ejemplo al consultar la capa de distritos, para consultar esta capa es necesario ocultar la capa de predios ya que al ser dos capas de polígonos y estar la de fincas sobre la distritos, únicamente, se puede consultar la de fincas.

**Figura 105.** Consulta a un polígono de la capa de distritos.



**Fuente.** Elaboración propia.

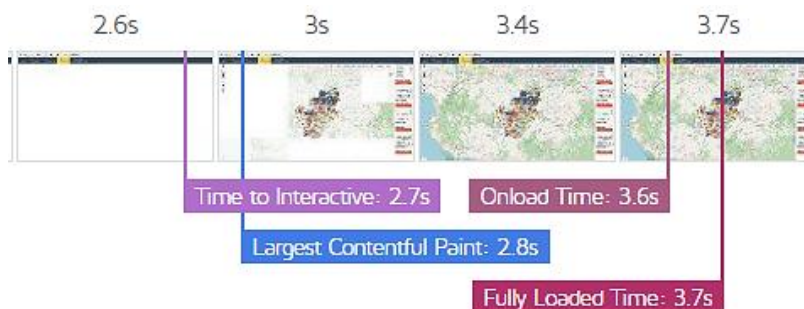
Al ingresar al Geovisor este se centra en el cantón de Acosta, pues, toma como referencia la extensión de las capas vectoriales, así que se cumple con el requisito F10, el requisito F02 también se cumplió satisfactoriamente, la funcionalidad de este se explica ampliamente en la sección 4.3. En cuanto a los requisitos no funcionales, el cumplimiento de estos se resume en la Tabla 11.

**Tabla 11.** Resumen de cumplimiento de requisitos funcionales y no funcionales.

Requisito	Descripción	Cumplimiento
<b>RN01</b>	El sistema debe acceder a través de al menos el navegador: Mozilla Explorer y Chrome.	El visor web corre tanto en Google Chrome, Mozilla como Microsoft Edge.
<b>RN02</b>	El sistema debe tener un tiempo de respuesta de al menos 15 segundos.	El visor carga en un tiempo aproximado de menos de 4 s, ver <b>Figura 106</b>
<b>RN03</b>	El sistema debe emplear software libre y de código abierto debido a las limitaciones del municipio.	El desarrollo se basó en software libre y de código abierto

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 106.** Velocidad de carga del Geovisor medida en GTmetrix.



**Fuente:** GtMetrix

### 4.3 Implementación de las capas vectoriales de trámites de visado municipal, capas auxiliares y el Geovisor.

#### 4.3.1 Filtro de búsqueda por número de trámite.

Los resultados del uso de este filtro se basan en las relaciones que se pueden hacer con las capas auxiliares, el filtro permite buscar una solicitud de visado por el número de trámite, se debe seleccionar el número en el listado que muestra el filtro, ver Figura 107, al seleccionarlo inmediatamente se visualiza, únicamente, la geometría relacionada a ese trámite, como ejemplo se busca el trámite 004-2021.

Figura 107. Búsqueda del trámite 004-2021 a través de la barra de filtros.

Id_Objeto	5
Fecha de revisión	01/02/2021
Número de trámite	004-2021
Fecha de Ingreso	08/01/2021
Número de presentación	2020-99307-C
Tipo de plano	PARTE_DE_Y_REUNION
Contrato CFIA	920905
Estado	APROBADO
Resolución	DCMA-VM-APT-99307-20-2021
CRTM05 Este	481727
CRTM05 Norte	1082508
Tipo de trámite	DIGITAL

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de la aplicación de este filtro el usuario puede ubicar en el mapa base el trámite de visado y desplegar la información de este mediante una ventana emergente al interactuar con el punto de la capa, ver Figura 107, al consultar el trámite 004-2021 el usuario puede observar que el trámite fue aprobado el primero de enero del 2021 bajo el oficio DCMA-VM-APT-99307-2021, que el lote visado se ubica en las coordenadas 481727, 1082508 en la proyección CRTM05 y que la razón de inscripción es para segregar y reunir fincas.

Además, al tener la capa de predios como capa auxiliar, el usuario puede observar a que finca o fincas está asociado el plano del trámite, en el caso del trámite 004-2021, la coordenada indica que el trámite se realizó sobre la finca N° 721693 descrita por el plano 1-2260961-2021, ver Figura 108.

**Figura 108.** Trámite 004-2021 ubicado sobre la finca N° 721693 de la capa de predios.



**Fuente:** Elaboración propia.

Otro resultado de esta consulta es la relación que puede llevarse a cabo entre las capas de trámites y la capa vías cantonales o nacionales, en el caso del

plano del trámite 004-2021, el usuario puede indicar con certeza que el plano visado tiene como acceso más próximo la calle pública secundaria con código CI-12-039 y con un ancho de 6.3 m, ver Figura 109.

**Figura 109.** Calle pública más próxima por la que podría acceder el lote relacionado con el trámite 004-2021.

**CONSULTA DE TRAMITES DE VISADO MUNICIPAL**

<b>id_objeto</b>	246
<b>Código</b>	C1-12-039
<b>Nombre</b>	BARRIO ESQUIPULAS - MATAMONTE
<b>Inicio</b>	(ENT. N301) SAN LUIS, FRENTE EMPACADORA
<b>Fin</b>	(ENT. C038) LA VEREDA
<b>Distrito</b>	San Ignacio
<b>Longitud</b>	1,46 km
<b>Pendiente</b>	Ondulado (Pendiente entre 6 y 14%)
<b>Ancho de superficie de ruedo</b>	3,5 m
<b>Ancho de derecho de vía</b>	6,3 m
<b>Entorno</b>	Rural
<b>Fecha de actualización</b>	43.974
<b>Jerarquía</b>	Secundaria

001-2021  
002-2021  
003-2021  
004-2021

Búsqueda por número de trámite  
[Eliminar filtro](#)

1-0321040-197  
1-0665160-198  
1-0963144-200  
1-1067395-200

Búsqueda por número de plano  
[Eliminar filtro](#)

2013-89152-C  
2015-79663-C  
2019-48214-C  
2019-98495-C

Búsqueda por número de presentación  
[Eliminar filtro](#)

FINCA\_COMP  
INFORMACION  
LOCALIZAR Y  
LOCALIZAR\_D

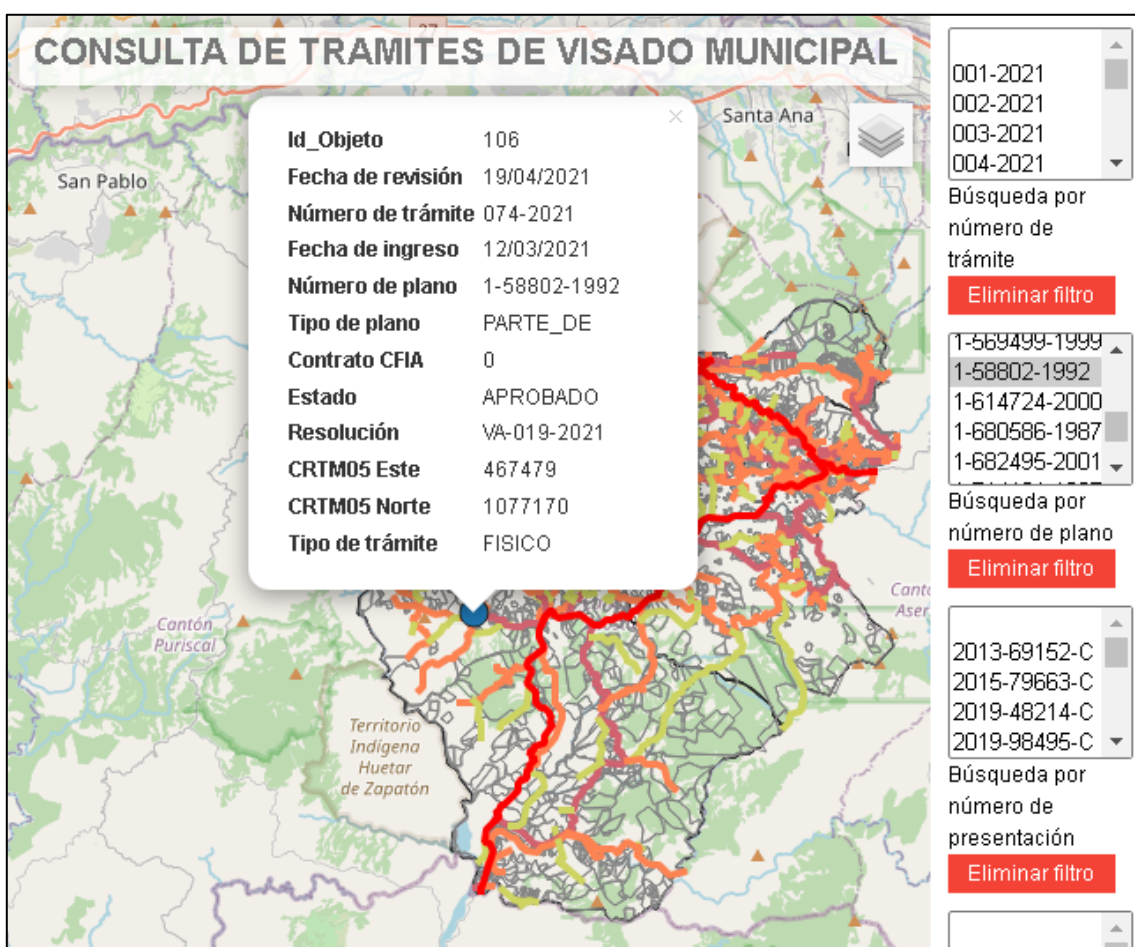
Filtrar por tipo de plano  
[Limpiar filtro](#)

**Fuente:** Elaboración propia.

### 4.3.2 Filtro de búsqueda por número de plano inscrito y capas de planos inscritos.

Este filtro enlista todos los números de plano que se encuentran tanto en la capa de planos inscritos rechazados como la de aprobados; controla, muestra y oculta, únicamente, estas dos capas por lo que es conveniente apagar las capas de presentaciones a catastrar mientras se utiliza el filtro, en la Figura 110 se muestra un ejemplo de un elemento filtrado.

**Figura 110.** Trámite filtrado por el número de plano inscrito: 1-58802-1992.



**Fuente:** Elaboración propia.

Del resultado de aplicar el filtro con el ejemplo de la Figura 110 un usuario puede obtener de información que el trámite relacionado con el plano 1-58802-

1992 fue visado el día 19 de abril del 2021 bajo el número de resolución VD-019-2021, que el plano visado es un plano para segregación y se tramitó en forma física.

Las relaciones con las capas auxiliares, también, se pueden realizar con los objetos filtrados por esta opción en la misma forma que se explicó anteriormente, al superponer las capas de trámites de planos inscritos sobre la capa de distritos se pueden visualizar las zonas en donde se concentra mayor actividad, según lo observado en la Figura 111 la actividad de solicitud de visado para planos inscritos se extiende por todo el cantón pero se concentra en la zona comprendida entre los distritos de San Ignacio, Palmichal y Guaitil.

En las cabeceras de estos distritos se encuentran más desarrollados en el cantón, se encuentran más locales comerciales y desarrollos urbanos, además, son atravesados por las rutas nacionales N° 209 y N° 301, para llevar a cabo este desarrollo se necesitan los permisos de construcción y las patentes comerciales para conseguir estas licencias se necesita contar con un plano inscrito y visado así que la concentración de trámites que se observa en esta zona es muy probable que se deba a que en estas zonas las personas tienden a realizar más gestiones para el desarrollo, a diferencia de los distritos de Sabanillas y Cangrejal los cuales son distritos donde predomina menos el desarrollo urbano.

**Figura 111.** Distribución de trámites de visado para planos inscritos rechazados y aprobados por distrito.



**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.3.3 Filtro de búsqueda por número de presentación y capas de presentaciones a catastrar.

Este filtro tiene un funcionamiento similar al anterior por lo que los resultados al aplicar el filtro son similares, la diferencia está en que este filtro realiza la búsqueda en las capas de presentaciones a catastrar y trabaja con el número de presentación, como el filtro trabaja únicamente con las capas de presentaciones es recomendable ocultar las capas de planos inscritos. Se realiza

la búsqueda de la presentación 2020-89255-C para mostrar el resultado, ver **Figura 112**.

**Figura 112.** Trámite filtrado por el número de presentación: 2020-89255-C.

Id_Objeto	131
Fecha de revisión	05/05/2021
Número de trámite	078-2021
Fecha de Ingreso	08/03/2021
Número de presentación	2020-89255-C
Tipo de plano	PARTE_DE
Contrato CFIA	905400
Estado	APROBADO
Resolución	DCMA-VM-APT-89255-20-2021
CRTM05 Este	483722
CRTM05 Norte	1082171
Tipo de trámite	DIGITAL

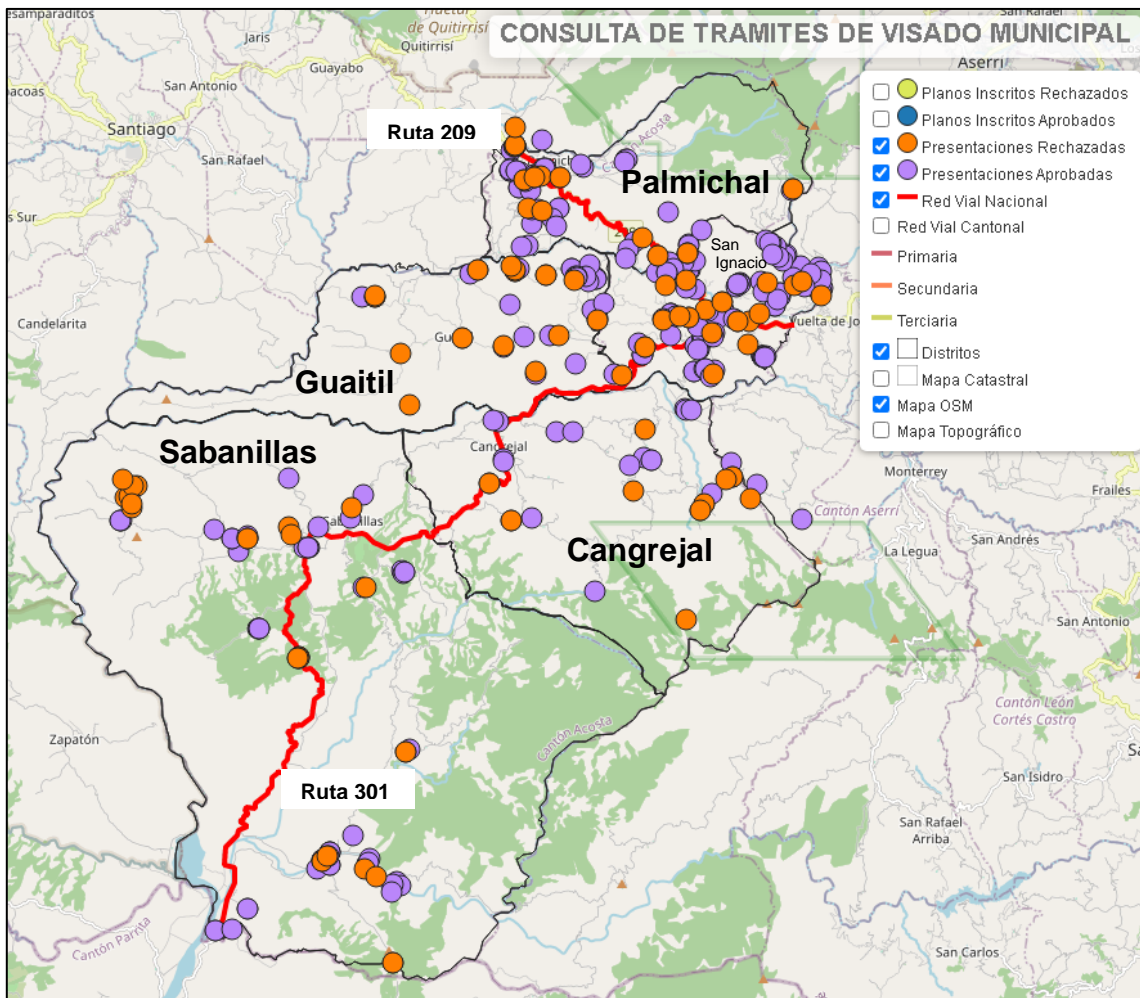
**Fuente:** Elaboración propia.

Al igual que con los filtros anteriores, la presentación se identifica en el mapa y al interactuar con el objeto, el punto que ubica el plano, se obtiene información relacionada al trámite. En este caso, el usuario puede determinar que la presentación 2020-89255-C, se revisó el día 5 de mayo de 2021, se aprobó mediante oficio DCMA-VM-APT-89255-20-2021, corresponde a un plano para segregar ubicado en las coordenadas 483722, 1082171 en la proyección CRTM05 y la solicitud fue recibida en forma digital bajo el número de trámite 078-2021.

Al sobreponer las capas de presentaciones rechazadas y aprobadas con la capa de distritos y vías nacionales, se obtiene un análisis similar al realizado con el filtro anterior, ver Figura 113. Las zonas con mayor concentración de trámites se ubican en los distritos de Palmichal, San Ignacio y Guaitil, en el distrito de Sabanillas y Cangrejal hay menos concentración, se muestra la misma distribución que con los planos inscritos, la diferencia que se observa es en la cantidad de trámites, a simple vista se observan más objetos en las capas de presentaciones que en la de planos inscritos y esto se corrobora con el resultado mostrado en la Tabla 10.

Como se indicó anteriormente, las solicitudes de visado para presentaciones a catastrar son más recurrentes que las de planos inscritos debido a que es obligatorio que algunos tipos de plano cuenten con este visto bueno para poder continuar con el proceso de inscripción.

**Figura 113.** Trámites de visado para presentaciones a catastrar por distrito.

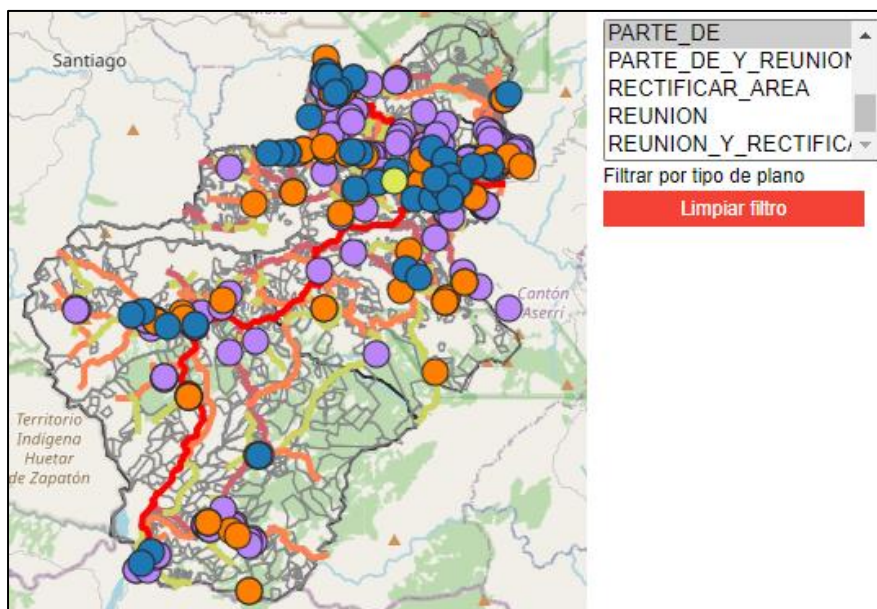


Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.4 Filtro por tipo de plano o razón de inscripción.

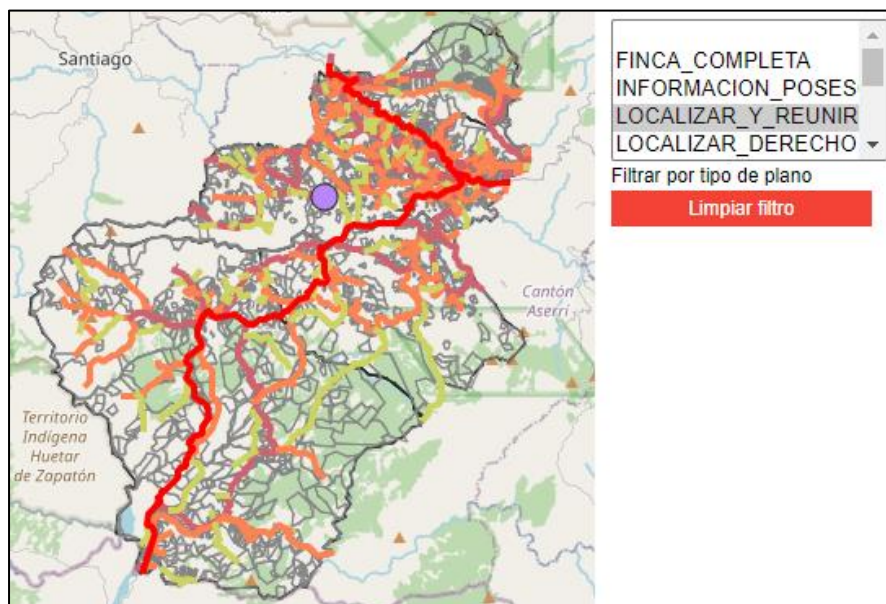
Al igual que el filtro por número de trámite este utiliza las cuatro capas de trámites para realizar la búsqueda del dato elegido, así que es conveniente que las cuatro capas estén visibles, para mostrar los resultados de la aplicación de esta herramienta se toma como referencia los resultados de la Tabla 9, según esta tabla la razón de inscripción de los planos “Parte de” es menos utilizada que la razón “Localizar y reunir”.

**Figura 114.** Filtro de planos de tipo "Parte de" o segregación.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 115.** Filtro de planos de tipo "Localizar y reunir".



**Fuente:** Elaboración propia.

Al aplicar los filtros a ambos tipos de planos se confirma este resultado, en la Figura 114 se observa una cantidad grande de trámites para segregación distribuida por todo el cantón mientras que la cantidad de trámites para localizar y reunir se reduce únicamente a una cantidad mostrada en la Tabla 9, ver Figura 115.

## **CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

Del diagnóstico de capas de información geográfica efectuado se concluye que es una práctica que debe realizarse previo a emplear cualquier capa en una Base de Datos, pues, con esta práctica se conocen las características geoespaciales de la capa, el sistema de referencia asociado, la estructura de la tabla de atributos, la cantidad de datos que contiene y lo más importante se conoce la calidad de los datos, así se previene el error en consultas y mostrar datos erróneos.

El desarrollo del Geovisor suple la necesidad de varios actores, estas necesidades se conocieron previo a iniciar el desarrollo por lo que el establecimiento de los requisitos funcionales y no funcionales a través de la opinión de los actores debe ser una tarea obligatoria para lograr el éxito de la herramienta.

La implementación del Geovisor permitió a usuarios expertos y no expertos acceder y consultar información geoespacial de una base de datos en forma sencilla y ágil, pues, evitan utilizar algún software SIG cuyo manejo requiere de una inducción o conocimientos básicos, lo cual establece al Geovisor como una alternativa de herramienta para la divulgación de información geoespacial que cumpla con las disposiciones de la norma sobre digitalización en el Gobierno.

El visado municipal es un acto administrativo que ha sido vinculado únicamente en la aprobación de planos, sin embargo, llevar un registro georreferenciado de los visados que se van otorgando y denegando, además, de poder incorporarlos en un software SIG y compartirlos a través de un Geovisor permite convertir este acto administrativo en una herramienta de planificación territorial y de control sobre las áreas en expansión urbana.

El empleo de software libre y código abierto permite reducir costos de inversión en software especializado para la implementación del SIG en una institución u organización lo cual es ventajoso pues permite continuar avanzando e ir a la vanguardia con las nuevas tecnologías de divulgación de información geográfica.

La implementación de una BDG integrada en PostGIS y alojada en un servidor de datos geospaciales, es un elemento necesario en la conformación de un SIG según lo indica la teoría y la práctica, sin embargo, no es indispensable en todos los casos, pues, estas forman parte de un sistema complejo que puede dificultar el manejo de los datos espaciales sino se cuenta con administradores capacitados para gestionar y mantener el sistema, así como el software y hardware necesario.

En el caso de este proyecto se concluyó que al existir una única persona gestionando una base de datos de información geográfica y brindando datos a pocos sistemas, a un nivel en donde no se corre el riesgo de generar duplicidad de información, desactualización o pérdida de datos por el uso compartido de información, es más eficaz emplear una BD local sin relaciones entre tablas y sin gestores de bases de datos de por medio que dificulten la manipulación de alguna capa. Es importante recalcar que lo concluido anteriormente, es eficaz hasta que el uso colaborativo de los datos se vuelva complejo y sea necesario implementar un SIG completo.

Se concluye que el almacenamiento de la capa de trámites de visado municipal en un único sitio de acceso fácil y compartido permite que el departamento de Patentes, Construcciones, Unidad Técnica de Gestión Vial y Bienes Inmuebles de la Municipalidad de Acosta puedan acceder a los datos y agregarlos a un software SIG en forma expedita sin depender de la disposición del encargado del Departamento de Catastro para facilitarlos.

Finalmente, se concluye que la disposición de los datos tanto en el Geovisor como en la base de datos local compartida en el servidor municipal permite a los encargados de departamento agilizar la toma de decisiones y

consecuentemente la revisión de trámites, pues, el Geovisor permite realizar un análisis visual rápido de la distribución espacial de los trámites, lo cual es importante en temas de ordenamiento y planificación territorial.

En cuanto a la base de datos local, se concluye que esta ayuda a evitar solicitarle nuevamente requisitos al interesado, pues, si un interesado olvida adjuntar el visado como parte de los requisitos de la solicitud, el funcionario puede consultar en la BD local si el plano fue visado y a su vez se reduce las extensiones en el tiempo de revisión del trámite, pues, evitaría realizar las consultas a otro departamento.

## **5.2 Recomendaciones**

Se recomienda al encargado del Departamento de Catastro llevar un Registro de los Trámites de Visado más ordenado y completo, con los datos estandarizados para disminuir el tiempo de revisión y así poder ser transformados en capa vectoriales, de igual forma es importante que este mismo funcionario georreferencie cada trámite revisado, pues, de acuerdo con el perfil requerido en el puesto, el funcionario debe tener la capacidad para realizar la tarea.

Eventualmente, si agregan registros de otros años y del año actual al Geovisor, se recomienda actualizar las capas de trámites semanalmente para que el usuario disponga de información actualizada, este tiempo prudente se basa en los diez días hábiles con los que cuenta el funcionario para resolver la solicitud. Mientras que las capas de distritos, fincas, vías cantonales y nacionales se recomienda revisarlas cada tres meses, pues, el Registro Nacional facilita datos a las municipalidades cada trimestre.

Se recomienda a las instancias competentes de la Municipalidad de Acosta crear un proyecto para la creación de capas de información geográfica relacionadas con trámites municipales e implementar eventualmente una base de datos integrada que pueda ser vinculada con el Geovisor para disponer de más capas y mejorar los procesos internos.

Si el municipio continúa potenciando el uso del SIG y desarrollando herramientas para la divulgación de información, así como creando capas de información geográfica, se recomienda al Departamento de Catastro ir estableciendo los requisitos funcionales y no funcionales de un SIG completo, compuesto no solo por el Geovisor, sino también, por la BDG integrada, el SGBD, servidores de datos geográficos y catálogo de datos para atinar el diseño del SIG y optimizar los recursos.

Se recomienda al Departamento de Catastro la capacitación constante en el uso del SIG y en el empleo de herramientas para la creación de mapas web o Geovisores empleando software libre y código abierto para potenciar el uso de la información geográfica y lograr la incorporación de capas propias del cantón en el proyecto de la IDECORI.

En cuanto al seguimiento del Geovisor, se recomienda a la Municipalidad de Acosta, establecer un plan de mantenimiento y actualización que incluya la capacitación constante en el uso de las librerías de Leaflet y programación básica en HTML, CSS y en el lenguaje de programación de JavaScript, impulsando el uso del software libre y de código abierto, así como el aprovechamiento de la documentación en línea de Leaflet que contiene guías y tutoriales para el auto aprendizaje.

Por último, es recomendable que las herramientas empleadas en el Geovisor estén en constante revisión, pues, al ser de código libre estas son creadas por diferentes colaboradores quienes, usualmente, actualizan las herramientas conforme se actualiza la versión de Leaflet, sin embargo, puede darse el escenario de que algún colaborador desista de mantener la herramienta y esta deba ser reemplazada por una similar dispuesta en las librerías, o bien, necesite una modificación para adaptarla a las nuevas versiones.

## CAPITULO 6. BILIOGRAFIA

Presidencia de la Republica de Costa. (9 de noviembre de 2021). *Presidencia, comunicados*. Obtenido de <https://www.presidencia.go.cr/comunicados/2021/11/costa-rica-lanza-agencia-nacional-de-gobierno-digital/>

019-MP-MICITT, D. N. (2018). Desarrollo de Gobierno Digital del Bicentenario. La Gaceta. [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=87415&nValor3=113907&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=87415&nValor3=113907&strTipM=TC).

Acuña, D. (s.f). *Revista CFIA*. Obtenido de APT: Una historia que vale la pena ser contada: <https://revista.cfia.or.cr/apt-una-historia-que-vale-la-pena-ser-contada/#mobile-site-navigation>

Agafonkin, V. (2023). *Leaflet una biblioteca JavaScript de código abierto para mapas interactivos aptos para dispositivos móviles*. Obtenido de Recuperado el 26 de mayo de 2023 de: <https://leafletjs.com/>

Amador, A., & Castro, V. (2020). *Programa Sociedad de la Informacion y el Conocimiento. Experiencias en los procesos de Digitalizacion en las Municipalidades Costarricenses*. San José: Universidad de Costa Rica.

Araneda, P. (2022). *Base de Datos: El camino de los datos a la información*. Obtenido de <https://bookdown.org/paranedagarcia/database/>

Botella, A., Campos, R., & Muñoz, A. (2009). *Base de datos*. Obtenido de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/20839/Capitulo7.pdf>

Campos Paré, R., Casillas Santillán, L. A., Costa Costa, D., & Gibert Ginesta, M. (2005). *Bases de datos*. Barcelona: Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya.

Decreto N° 34331. (2008). *Reglamento a la Ley de Catastro Nacional*. Obtenido de

[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=62555](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=62555)

Enriquez, A., & Saenz, C. (2022). Gobierno Digital: Pieza clave para la consolidación de Estados democráticos en los países del SICA. *Serie de la CEPAL, Estudios y Perspectivas*(196), <https://hdl.handle.net/11362/47811>.

ESRI. (s.f.). *¿Qué es la administración de datos?* Obtenido de Recuperado el 22 de abril de 2022: <https://www.esri.com/es-es/arcgis/products/data-management>

ESRI. (2022). *Mapa Web*. Obtenido de <https://enterprise.arcgis.com/es/portal/latest/use/what-is-web-map.htm>

Fallas, J. (2015). *Sistemas de Información Geográfica y Agromática. Geotecnologías para una agricultura sustentable*. San José: EUNED.

Geonetwork. (2020). *Geonetwork. OpenSource*. Obtenido de [https://geonetwork-opensource-org.translate.google/?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=es&\\_x\\_tr\\_hl=es-419&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://geonetwork-opensource-org.translate.google/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es-419&_x_tr_pto=sc)

Geoserver. (2023). *¿Qué es un geoservidor?* Obtenido de [https://geoserver-org.translate.google/about/?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=es&\\_x\\_tr\\_hl=es-419&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://geoserver-org.translate.google/about/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es-419&_x_tr_pto=sc)

GitHub. (2022). *What is Git?* Obtenido de Recuperado el 26 de mayo de 2023 de: <https://github.com/git-guides>

Gómez Fuentes, M. (2013). *Material Didáctico. Notas del Curso Bases de Datos*. Universidad Autónoma Metropolitana.

IGN. (2016). *Estándares para la Publicación Web de Información Geográfica de Costa Rica*. Obtenido de (NTIG\_CR05\_01.2016). [https://www.snitcr.go.cr/ico\\_normativa?id=NTIG\\_CR05\\_01.2016](https://www.snitcr.go.cr/ico_normativa?id=NTIG_CR05_01.2016)

- IGN. (2020). Actualización de la Norma Técnica de Información Geográfica NTIG\_CR04\_01.2016: Perfil Oficial de Metadatos Geográficos de Costa Rica (versión 2). (DIRECTRIZ DIG-002-2020) [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=92991&nValor3=123269&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=92991&nValor3=123269&strTipM=TC). Obtenido de Perfil Oficial de Metadatos Geográficos de Costa Rica (NTIG\_CR04\_10.2020) Versión 2: Recuperado el día 28 de abril de 2023 de: <http://www.registracional.go.cr/Perfil%20Oficial%20de%20Metadatos%20Geograficos%20de%20Costa%20Rica%20.pdf>
- IGN. (s.f). *Normalizacion*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/IDE-Normalizacion.pdf
- Lara, G. (2020). *Sistema de información geográfica, para la visualización del impacto, de la escuela de ingeniería topográfica de la Universidad de Costa Rica en el ámbito nacional, a través de los proyectos de giras de campo que se realizan en docencia, investigación y a*. Obtenido de [Tesis de Maestría]. Universidad de Costa Rica-Universidad Nacional.: Kerwa. <https://hdl.handle.net/10669/80438>
- MICITT. (2018). *Gobernanza Digital*. Obtenido de <https://www.micitt.go.cr/wp-content/uploads/2022/05/Estrategia-de-Transformacion-Digital.pdf>
- MICITT. (s.f.). *Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones*. Obtenido de Gobernanza Digital: Recuperado el 6 de abril de 2023 de: <https://www.micitt.go.cr/gobernanza-digital-2/>
- Ojeda, J., Diaz, P., Alvarez, J., & Perez, J. (2015). Geoportales y geovisores web: Un nuevo entorno colaborativo para la producción, acceso y difusión de la información geográfica. *Análisis espacial y representación geográfica: Innovación y Aplicación*, 777-786.

- Olaya, V. (2020). *Sistemas de Informacion Geografica. Un libro libre de Victor Olaya*. <https://volaya.github.io/libro-sig/index.html>.
- Oracle. (2023). *¿Qué es una base de datos relacional (Sistema de Gestion de Bases de Datos Relacionales)?* Obtenido de <https://www.oracle.com/mx/database/what-is-a-relational-database/>
- PostgreSQL. (2023). *PostgreSQL: La base de datos relacional de codigo abierto mas avanzada del mundo*. Obtenido de Recuperado el 22 de abril de 2023: [https://www-postgresql-org.translate.google/?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=es&\\_x\\_tr\\_hl=es-419&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://www-postgresql-org.translate.google/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es-419&_x_tr_pto=sc)
- QGIS. (2020). *QGIS Python Plugins Repository*. Obtenido de Recuperado el 26 de junio de 2023 de: <https://leafletjs.com/>
- Red Hat. (2022). *¿Qué es el middleware?* Obtenido de <https://www.redhat.com/es/topics/middleware/what-is-middleware>
- Ricardo, C. (2004). *Bases de datos*. Mexico D.F.: McGraw Hill.
- Santos, J. (2020). *Sistemas de Informacion Geografica*. Madrid: UNED.
- Siabato, W. (2018). Sobre la Evolucion de la Informacion Geografica: Las bodas de Oro de los SIG. *Revista Colombiana de Geografia*, 1-9 . doi: 10.15446/rcdg.v27n1.69500.
- Tomlinson, R. (2013). *Thinking about GIS*. California: Esri Press.
- Vargas, Z. (2009). La investigacion aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia cientifica. *Revista Educación*. 33(1), 155-165.
- Zea, M., Molina, J., & Redrovan, F. (2017). *Administracion de Bases de Datos con PostgreSQL*. Alicante: Area de Innovación y Desarrollo, SL. <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2017/04/Administración-bases-de-datos.pdf>.

Zuñiga, B. (2016). Propuesta de diseño de un SIG para la gestion y consulta de informacion del PLAN GAM 2013 y los bonos individuales en el Departamento de Informacion en Ordenamiento Territorial del Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos. *[Tesis de Maestria, Universidad de Costa Rica/Universidad Nacional]*. CONICIT <http://repositorio.conicit.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/223?show=full>.