



Propuesta de un modelo de gestión para la documentación y difusión de la geoinformación de los bienes inmuebles pertenecientes al patrimonio cultural edificado de la ciudad de Ambato.

Espinoza Cruz, Michelle Daniela y Quinga Loya, María Gabriela

Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera Geógrafa y del Medio Ambiente

Ing. Pérez Salazar, Pablo Roberto

28 de enero del 2022



TESIS_ESPINOZA_QUINGA.docx

Scanned on: 19:56 January 29, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

| | |
|--------------------------|-----|
| Identical Words | 193 |
| Words with Minor Changes | 3 |
| Paraphrased Words | 267 |
| Omitted Words | 0 |



PABLO ROBERTO
PEREZ SALAZAR



Website | Education | Businesses



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**Propuesta de un modelo de gestión para la documentación y difusión de la geoinformación de los bienes inmuebles pertenecientes al patrimonio cultural edificado de la ciudad de Ambato**” fue realizado por las señoritas **Espinoza Cruz, Michelle Daniela y Quinga Loya, María Gabriela**; el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 11 de febrero del 2022

Firma:



Firmado electrónicamente por:
PABLO ROBERTO
PEREZ SALAZAR

Ing. Pérez Salazar, Pablo Roberto Mgtr.

C. C.: 1706363791



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotras, **Espinoza Cruz, Michelle Daniela y Quinga Loya, María Gabriela**, con cédulas de ciudadanía n° 1804452546 y n° 1723614580, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Propuesta de un modelo de gestión para la documentación y difusión de la geoinformación de los bienes inmuebles pertenecientes al patrimonio cultural edificado de la ciudad de Ambato** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 11 de febrero del 2022

Espinoza Cruz, Michelle Daniela

C.C.: 1804452546

Quinga Loya, María Gabriela

C.C.: 1723614580



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotras, **Espinoza Cruz, Michelle Daniela y Quinga Loya, María Gabriela**, con cédulas de ciudadanía n° 1804452546 y n° 1723614580, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Propuesta de un modelo de gestión para la documentación y difusión de la geoinformación de los bienes inmuebles pertenecientes al patrimonio cultural edificado de la ciudad de Ambato**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 11 de febrero del 2022

Espinoza Cruz, Michelle Daniela

C.C.: 1804452546

Quinga Loya, María Gabriela

C.C.: 1723614580

Dedicatoria

A Dios por ser mi guía y fortaleza en cada paso que doy en mi vida. A mis queridos padres Xavier y Ligia, quienes son un pilar fundamental en mi caminar y que siempre han estado para darme su amor, sabiduría y apoyo.

Michelle Espinoza

A mi familia, Alfonso y Martha, mis padres; Darwin, Mauro y Roberto, mis hermanos; Joaquín, mi sobrino; quienes han estado presentes en todas las etapas de mi vida, brindándome su amor y apoyo infinito.

Gabriela Quinga

Agradecimiento

A Dios, por la fuerza, inteligencia y sabiduría para avanzar en la vida, y llenarme de bendiciones, enseñanzas y oportunidades.

A mis padres, Xavier y Ligia, quienes siempre han creído en mí, me han brindado su cariño, soporte y comprensión, además que me han formado con los valores y principios necesarios para cumplir mis metas.

A mi familia, por su preocupación y apoyo ya que se han hecho presente con una palabra de aliento.

A mis amigos, que son parte de este caminar de vida, que me han brindado su amistad incondicional y que han estado en mis alegrías y tristezas.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, especialmente a la carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente, por los saberes y experiencias que han favorecido al aprendizaje académico.

A todos los profesores que han sido parte de mi formación universitaria, en especial al Ing. Pablo Pérez e Ing. Oswaldo Padilla que desde el primer contacto nos ofrecieron su ayuda, conocimientos y herramientas para llevar a cabo este proyecto.

A las instituciones que nos dieron las facilidades para el desarrollo de nuestro trabajo: el GAD Municipalidad de Ambato, el Instituto Geográfico Militar y la Diócesis de Ambato.

A todas las personas que han formado parte de este proceso y han contribuido en mi crecimiento personal y profesional.

Michelle Espinoza

Agradecimiento

A Dios, por regalarme fortaleza, sabiduría y ser mi guía a lo largo de todas las etapas de mi vida.

A mis padres, Alfonso y Martha, quienes han sido mi apoyo fundamental, agradezco su amor, dedicación y esfuerzo en mi formación personal y profesional.

A mis hermanos, Darwin, Mauro y Roberto, quienes han estado conmigo siempre, gracias por su ejemplo y su apoyo.

A mi amiga y compañera de tesis, Michelle Espinoza, por todo su esfuerzo y dedicación a lo largo del desarrollo de este proyecto.

A Mishu Espinoza, Karo Obando, Dianita Tarco y Gaby Gallardo, valiosas personas, quienes han sido un pilar fundamental en esta etapa de mi vida, gracias por todas las vivencias compartidas y brindarme su amistad.

A nuestros tutores, Ing. Pablo Pérez e Ing. Oswaldo Padilla, quienes nos han apoyado de manera incondicional con su tiempo y conocimiento en el desarrollo del proyecto.

Al GAD Municipalidad de Ambato, por brindarnos la apertura y el apoyo necesario para el desarrollo de este proyecto.

Gabriela Quinga

Índice de Contenido

| | |
|-------------------------------------|----|
| Índice de Contenido..... | 9 |
| Índice de Tablas..... | 14 |
| Índice de Figuras | 15 |
| Resumen..... | 19 |
| Abstract..... | 20 |
| Capítulo I..... | 21 |
| Aspectos Generales..... | 21 |
| Antecedentes | 21 |
| Planteamiento del problema | 23 |
| Justificación e importancia | 25 |
| Objetivos..... | 26 |
| Objetivo General..... | 26 |
| Objetivos Específicos | 26 |
| Metas..... | 27 |
| Área de estudio | 28 |
| Capítulo II..... | 29 |
| Marco Teórico | 29 |
| Patrimonio | 29 |
| Patrimonio Cultural | 30 |
| Patrimonio Cultural de Ambato | 32 |

| | |
|---|----|
| | 10 |
| Documentación | 36 |
| Documentación Patrimonial | 37 |
| Proceso de Documentación | 39 |
| Técnicas de Documentación Digital..... | 40 |
| Fotogrametría de objeto cercano | 40 |
| Escaneo láser | 43 |
| Modelado tridimensional..... | 47 |
| Difusión de la geoinformación patrimonial..... | 48 |
| Base de datos espacial | 48 |
| Sistema gestor de bases de datos..... | 49 |
| PostgreSQL-PostGIS..... | 50 |
| Modelamiento de bases de datos | 50 |
| Modelo conceptual..... | 50 |
| Modelo lógico | 51 |
| Modelo físico | 52 |
| Infraestructura de Datos Espaciales | 52 |
| Open Geospatial Consortium | 52 |
| Componentes IDE..... | 53 |
| Servicios Geoespaciales | 54 |
| Geoportal | 54 |
| Tecnologías de libre acceso para el desarrollo de Geoportales | 55 |

| | |
|---|----|
| | 11 |
| Capítulo III..... | 58 |
| Metodología | 58 |
| Modelo de gestión..... | 58 |
| Caracterización de procesos..... | 59 |
| Proceso de Gestión del Catastro Patrimonial Geométrico | 59 |
| Proceso de Gestión del Catastro Patrimonial Físico | 60 |
| Proceso de Gestión de la Geoinformación Patrimonial | 60 |
| Proceso de Gestión de la Difusión de la Geoinformación Patrimonial..... | 60 |
| Gestión del Catastro Patrimonial Geométrico | 61 |
| Planificación..... | 63 |
| Trabajo de campo..... | 66 |
| Procesamiento de datos..... | 70 |
| Gestión del Catastro Patrimonial Físico | 82 |
| Recolección de la información | 83 |
| Análisis del nivel de información | 85 |
| Bienes Inmuebles Patrimoniales Ambato | 85 |
| Fichas patrimoniales | 85 |
| Propuesta Catálogo de Objetos Geográficos INPC..... | 87 |
| Gestión de la Geoinformación Patrimonial..... | 89 |
| Base de datos espacial | 90 |
| Modelo conceptual..... | 91 |

| | |
|---|-----|
| | 12 |
| Modelo lógico..... | 92 |
| Modelo físico..... | 95 |
| Gestión de Difusión de la Geoinformación Patrimonial..... | 101 |
| Servidor de datos espaciales..... | 102 |
| Conexión base de datos PostGIS a Geoserver..... | 104 |
| Importar capas..... | 105 |
| Definir estilos..... | 106 |
| Web Map Service (WMS)..... | 107 |
| Web Feature Service (WFS)..... | 109 |
| Web Mapping..... | 111 |
| Conexión MapStore con Geoserver..... | 112 |
| Importar capas..... | 113 |
| Propiedades y configuración de capas..... | 113 |
| Panel de control y Geo-historias..... | 115 |
| Visualización y difusión de nubes de puntos..... | 117 |
| Capítulo IV..... | 120 |
| Resultados..... | 120 |
| Manual de procesos para el diseño del catastro patrimonial..... | 120 |
| Cobertura del catastro patrimonial georreferenciado de la ciudad de Ambato..... | 120 |
| Base de datos espacial: BDE_PATRIMONIAL_AMBATO..... | 126 |
| Modelo tridimensional de la parte interna del “Colegio Bolívar”..... | 129 |

| | |
|---|-----|
| Modelo tridimensional de la iglesia “La Catedral” | 130 |
| Catálogo de servicios WMS y WFS..... | 132 |
| Geoportal para la difusión de la geoinformación patrimonial del cantón Ambato | 135 |
| Capítulo V | 137 |
| Conclusiones y Recomendaciones | 137 |
| Conclusiones..... | 137 |
| Recomendaciones | 139 |
| Bibliografía | 141 |
| Anexos | 149 |

Índice de Tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1 Distribución de bienes inmuebles en Ambato | 33 |
| Tabla 2 Especificaciones técnicas Escáner Láser 3D Trimble TX5 | 45 |
| Tabla 3 Elementos del modelo entidad-relación | 51 |
| Tabla 4 Tipos de servicios geoespaciales | 54 |
| Tabla 5 Especificaciones de la cámara | 66 |
| Tabla 6 Información Recolectada | 83 |
| Tabla 7 Clasificación primitiva de Bienes Patrimoniales Inmuebles Ambato | 85 |
| Tabla 8 Definición de los objetos referentes a los Bienes Patrimoniales Inmuebles | 88 |
| Tabla 9 Parámetros GetCapabilities | 108 |
| Tabla 10 Parámetros GetMap | 108 |
| Tabla 11 Parámetros GetCapabilities | 109 |
| Tabla 12 Parámetros Describe Feature Type | 110 |
| Tabla 13 Parámetros GetFeature | 111 |
| Tabla 14 Catálogo de Web Map Service (WMS) | 132 |
| Tabla 15 Catálogo de Web Feature Service (WFS) | 134 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 Parroquias urbanas de Ambato | 28 |
| Figura 2 Clasificación del Patrimonio según el INPC..... | 30 |
| Figura 3 Iglesia La Catedral..... | 35 |
| Figura 4 Colegio Bolívar | 36 |
| Figura 5 Estructura general de las fichas de registro e inventario..... | 38 |
| Figura 6 Proceso de documentación patrimonial..... | 39 |
| Figura 7 Fotogrametría de objeto cercano | 41 |
| Figura 8 Etapas de la fotogrametría de objeto cercano..... | 42 |
| Figura 9 Escaneo láser mediante tiempo de vuelo | 44 |
| Figura 10 Escaneo láser mediante diferencia de fase..... | 44 |
| Figura 11 Flujo de trabajo para el escaneo láser..... | 46 |
| Figura 12 Tecnologías para la obtención de modelos tridimensionales..... | 48 |
| Figura 13 Componentes de una IDE | 53 |
| Figura 14 Arquitectura cliente-servidor web mapping..... | 55 |
| Figura 15 Arquitectura WebMapping..... | 57 |
| Figura 16 Mapa de Macro Procesos de Catastro Patrimonial | 58 |
| Figura 17 Macro proceso de Gestión del Catastro Patrimonial | 59 |
| Figura 18 Proceso enfocado en la Gestión del Catastro Patrimonial Geométrico | 61 |
| Figura 19 Flujograma de subprocesos de la Gestión del Catastro Patrimonial Geométrico..... | 62 |
| Figura 20 Plano de La Catedral..... | 64 |
| Figura 21 Plano del Colegio Bolívar | 65 |
| Figura 22 Vista interior de La Catedral..... | 67 |
| Figura 23 Detalles de La Catedral..... | 68 |

| | |
|---|----|
| Figura 24 Configuración de los parámetros del equipo | 69 |
| Figura 25 Escaneo láser del Colegio Bolívar | 70 |
| Figura 26 Datos obtenidos de La Catedral..... | 71 |
| Figura 27 Nube de puntos densa de La Catedral | 72 |
| Figura 28 Nube de puntos cargada en el programa | 72 |
| Figura 29 Creación del modelo tridimensional de La Catedral..... | 73 |
| Figura 30 Comparación de la realidad con el modelo tridimensional..... | 73 |
| Figura 31 | 74 |
| Figura 32 Ficheros del escaneo | 75 |
| Figura 33 Visualización de los escaneos en SCENE..... | 75 |
| Figura 34 Técnicas de registro de escaneos | 76 |
| Figura 35 Auto registro usando planos..... | 77 |
| Figura 36 Tabla de ajustes de las nubes de puntos | 78 |
| Figura 37 Nube de puntos y estaciones de escaneo | 78 |
| Figura 38 Módulo OfficeSurvey | 79 |
| Figura 39 Segmentación de la nube de puntos | 79 |
| Figura 40 Segmentación y depuración de la nube de puntos | 80 |
| Figura 41 Configuraciones finales depuración nube de puntos..... | 80 |
| Figura 42 Nube de puntos depurada..... | 81 |
| Figura 43 Formatos de exportación..... | 81 |
| Figura 44 Proceso enfocado en la Gestión del Catastro Patrimonial Físico | 82 |
| Figura 45 Flujograma de subprocesos de la Gestión del Catastro Patrimonial Físico .. | 83 |
| Figura 46 Ficha patrimonial INPC..... | 86 |
| Figura 47 Ficha patrimonial GADMA..... | 86 |
| Figura 48 Estructura del Catálogo de Objetos INPC | 87 |
| Figura 49 Proceso enfocado en la Gestión de la Geoinformación Patrimonial..... | 89 |

| | |
|---|-----|
| Figura 50 Flujograma de subprocesos de la Gestión de la Geoinformación Patrimonial | 90 |
| Figura 51 Modelo Entidad-Relación | 92 |
| Figura 52 Modelo Relacional | 93 |
| Figura 53 Modelo Lógico OGC | 94 |
| Figura 54 Modelo lógico..... | 95 |
| Figura 55 Esquema de clasificación del Catálogo Nacional de Objetos Geográficos ... | 96 |
| Figura 56 Creación base de datos espacial POSTGIS..... | 97 |
| Figura 57 Creación de esquemas..... | 97 |
| Figura 58 Migración datos Shapefile and DBF Loader Exporter | 98 |
| Figura 59 Migración GDB mediante "ogr2ogr" GDAL | 99 |
| Figura 60 Interfaz tabla de atributos | 100 |
| Figura 61 Interfaz visualización de geometrías..... | 100 |
| Figura 62 Proceso enfocado en la Gestión de la Difusión de la Geoinformación Patrimonial | 101 |
| Figura 63 Flujograma de subprocesos de la Gestión de Difusión de la Geoinformación Patrimonial | 102 |
| Figura 64 Interfaz Geoserver..... | 103 |
| Figura 65 Espacio y almacén de trabajo Geoserver | 104 |
| Figura 66 Conexión PostGIS | 105 |
| Figura 67 Capas importadas a Geoserver | 105 |
| Figura 68 Estilo de capa en QGIS..... | 106 |
| Figura 69 Creación de estilos en Geoserver..... | 106 |
| Figura 70 Estilos publicados para cada capa..... | 107 |
| Figura 71 Página de inicio MapStore | 112 |
| Figura 72 Conexión servicios Geoserver | 112 |

| | |
|--|-----|
| Figura 73 Interfaz MapStore (SIG en línea) | 113 |
| Figura 74 Ejemplo filtro de capa | 114 |
| Figura 75 Panel de inicio Geo-Historias modo Carousel | 116 |
| Figura 76 Desarrollo Geo-Carousel Patrimonio Ambato | 117 |
| Figura 77 Servidor Web XAMPP | 118 |
| Figura 78 Símbolo del sistema PotreeConverter | 119 |
| Figura 79 Visor web de nube de puntos..... | 119 |
| Figura 80 Distribución Bienes Patrimoniales Inmuebles de la parroquia Atocha Ficoa | 121 |
| Figura 81 Distribución Bienes Inmuebles Patrimoniales parroquia La Matriz | 122 |
| Figura 82 Distribución Bienes Inmuebles Patrimoniales parroquia La Merced..... | 123 |
| Figura 83 Distribución Bienes Patrimoniales Inmuebles parroquia San Francisco..... | 124 |
| Figura 84 Distribución Bienes Inmuebles Patrimoniales parroquia Huachi Loreto | 125 |
| Figura 85 Distribución Bienes Inmuebles Patrimoniales Centro Histórico Ambato..... | 126 |
| Figura 86 Geodatabase PATRIMONIO_CULTURAL_AMBATO | 127 |
| Figura 87 Base de datos espacial "BDE_PATRIMONIAL_AMBATO" | 128 |
| Figura 88 Nube de puntos del Colegio Bolívar..... | 129 |
| Figura 89 Nube de puntos completa del Colegio Bolívar..... | 129 |
| Figura 90 Nube de puntos de La Catedral | 130 |
| Figura 91 Nube de puntos parte interna de La Catedral..... | 130 |
| Figura 92 Modelo 3D de la parte interna de La Catedral..... | 131 |
| Figura 93 Modelo 3D de la parte externa de La Catedral..... | 131 |
| Figura 94 Interfaz Geoportal Patrimonial..... | 135 |
| Figura 95 Visor Interactivo Patrimonial..... | 136 |

RESUMEN

A lo largo de la historia, la ciudad de Ambato se ha desarrollado en medio de desastres naturales, por lo que, en la actualidad existe un reducido registro de sus bienes culturales materiales. Por otro lado, la inexistencia de metodologías estandarizadas para el registro, documentación y difusión de bienes patrimoniales imposibilitan el intercambio de información entre instituciones para futuros proyectos a nivel de gestión territorial. Por tal motivo, se propuso un modelo de gestión para la documentación y difusión de la geoinformación de los bienes inmuebles pertenecientes al patrimonio cultural edificado de la ciudad de Ambato, lo cual implica el uso de herramientas digitales para el registro y geo informáticas para la documentación y difusión. Para el caso del registro digital geométrico se emplearon tanto fotogrametría de rango corto como escaneo láser, a fin de obtener modelos tridimensionales de dos inmuebles patrimoniales seleccionados, por otro lado, para la documentación y respectiva difusión, se estandarizó la información espacial recolectada, para luego subir a plataformas de gestión de bases de datos, servidores de mapas y presentarlos en un geoportal, todo esto desarrollado con software libre. Como resultado, se presentó una metodología para la gestión de los procesos anteriormente mencionados, además de las significativas diferencias entre las técnicas para el registro digital geométrico de los inmuebles patrimoniales, ya que dependen de la necesidad y estado de conservación de cada edificación.

PALABRAS CLAVE:

- **PATRIMONIO CULTURAL**
- **FOTOGRAMETRÍA DE RANGO CORTO**
- **ESCANEEO LÁSER**
- **GEOPORTAL**

ABSTRACT

Along the history, the city of Ambato has developed in the midst of natural disasters, this is the reason why there is currently a reduced record of its material cultural assets. Furthermore, the lack of standardized methodologies for the registration, documentation and dissemination of heritage assets make it impossible to exchange information between institutions for future projects at the territorial management level. For this reason, we propose a management model for the documentation and dissemination of geoinformation of real estate belonging to the cultural heritage of the city of Ambato. This implies the use of digital tools for registration and geo-informatics tools for documentation and dissemination. In the case of geometric digital registration, both short-range photogrammetry and laser scanning were used in order to obtain three-dimensional models of two selected heritage buildings. On the other hand, for the documentation and respective dissemination, the collected spatial information was standardized, to later be uploaded to database management platforms, map servers and to be able to present them in a geoportal. Additionally, all of this was developed using free software. As a result, a methodology was presented for the management of the aforementioned processes, in addition to the significant differences in the techniques for the geometric digital registration of heritage buildings, since they depend on the need and state of conservation of each building.

KEY WORDS:

- **CULTURAL HERITAGE**
- **CLOSE-RANGE PHOTOGRAMMETRY**
- **LASER SCANNING**
- **GEOPORTAL**

Capítulo I

Aspectos Generales

Antecedentes

La conservación del patrimonio ha tomado relevancia desde hace algún tiempo. Por esta razón, en 1972 se celebró La Convención del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural, con el objetivo de promover la identificación, protección y preservación del patrimonio cultural y natural de todo el mundo, considerado que los recursos culturales tangibles e intangibles conforman la memoria colectiva de los pueblos, sirven de inspiración, aportan significado al presente y son fundamentales para la construcción del futuro (UNESCO, 1972) (Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2009).

En el caso de Ecuador, el patrimonio cultural, tanto material como inmaterial sufre del desconocimiento de la población y de la limitada gestión por parte de las autoridades, lo que conlleva a que la cultura e identidad se pierdan, se deterioren o se vean perjudicadas de manera directa o indirecta por las decisiones políticas y técnicas que se toman al desarrollar distintos proyectos en cada uno de los territorios del país (Ortega, 2016).

Por tal motivo, en la actualidad las herramientas geoespaciales son un recurso moderno y eficiente para la gestión, conocimiento y puesta en valor del patrimonio cultural, es por eso que Tamayo y Leite (2015) en su trabajo destacan el aporte de la Realidad Virtual, los Sistemas de Información Geográfica y los Portales Web, en la difusión del patrimonio cultural y desarrollo de nuevos proyectos.

Asimismo, Mejía et al. (2015), en su proyecto propuso un modelo de Catastro Patrimonial para organizar y documentar de manera georreferenciada el inventario de los bienes culturales inmuebles del Centro Histórico de Riobamba, ya que el propuesto por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC) se encontraba con falencias que obstaculizaban su adecuada gestión.

Por otro lado, con respecto a la adecuada gestión, Nieto et al. (2021), en su estudio menciona que los planes de protección de estos bienes culturales deben abarcar fases de: conservación, interpretación, intervención y difusión, las cuales pueden llevar a un modelo sostenible de gestión. A través de su proyecto, desarrollan un modelo 3D de la Iglesia de la Compañía, enriquecido desde la adquisición de datos hasta el repositorio de este modelo.

Velasteguí y Guerrero (2013), afirman que el sistema escáner láser es utilizado actualmente en países europeos, sin embargo, en el caso de Ecuador no se aprovechan sus potencialidades. Es por esto, que en su proyecto: "Uso y procesamiento del sistema escáner láser para el modelamiento 3D de datos geoespaciales en las áreas de la construcción, patrimonio cultural y espeleología" describen la metodología de esta tecnología innovadora en la generación de modelos tridimensionales.

Otros estudios plantean establecer un geoportal para la difusión de la información, por ejemplo, Lerma et al. (2020) realizó una propuesta de un geoportal para el inventario del patrimonio cultural en el cantón Nabón, tomando en cuenta cuatro aspectos importantes, como: código abierto, personalización, estándares y especificaciones para el intercambio de información, además de considerar el diseño amigable para el usuario.

Planteamiento del problema

La Secretaría Técnica Planifica Ecuador ha dispuesto a los Gobiernos Autónomos Descentralizados la competencia de preservar, mantener y difundir el patrimonio arquitectónico, cultural y natural del cantón y construir los espacios públicos para estos fines (Secretaría Técnica Planifica Ecuador, 2019) (Rosero, 2016). Sin embargo, en la caja de herramientas disponible para la elaboración del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) solo en los “Lineamientos para la articulación entre el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial con la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS” se menciona al Patrimonio Cultural como competencia, pero no se detalla la manera de gestionar este componente en el territorio.

El Patrimonio Cultural edificado a nivel de gestión territorial no ha sido respaldado en toda su extensión, debido a las brechas existentes entre las instituciones que lo administran. Por ende, la limitada gestión del patrimonio edificado, tanto en zonas urbanas como rurales es un problema en el ámbito de planificación territorial al momento de la implementación de proyectos de interés comunitario.

La información disponible de patrimonio cultural edificado es extensa y dispersa; ya que es recopilada por diferentes instituciones interesadas, es decir, el problema radica en la ausencia de interoperabilidad entre estas instituciones. Heras et al. (2012) plantea los siguientes inconvenientes:

- Inexistencia de procedimientos estándar para la recolección de datos.
- Diferencia en la forma en que la información es referenciada y almacenada.
- Variedad de técnicas utilizadas para la recolección y almacenamiento de datos.
- Falta de comunicación y apertura sobre el intercambio de información patrimonial entre los recolectores de datos, como: Instituto Nacional de

Patrimonio Cultural (INPC), departamentos municipales (Planificación, Catastro, Patrimonio) y universidades.

- Uso de diferentes softwares comerciales, mismo que dificulta la accesibilidad e integración de información entre las partes interesadas.
- Inexistencia de medidas para salvaguardar, archivar y actualizar sistemáticamente la información de manera digital.
- Problemas de interoperabilidad.

Gnemmi (1997), señala que el patrimonio construido en la actualidad, en ciertos casos es considerado como un obstáculo en el planeamiento de las ciudades como consecuencia de su acelerado desarrollo, mismo que es generado por las nuevas dinámicas sociales, económicas y culturales, ya que muestran interés en el diseño de nuevos elementos espaciales contemporáneos que satisfagan las necesidades actuales, lo que conlleva a la exclusión de los bienes inmuebles antiguos, desvirtuando así su significado en la ciudad. Patiño (2012), indica que el panorama anteriormente descrito es desalentador, ya que pone en inminente riesgo de desaparición, desvalorización y deterioro de las estructuras patrimoniales existentes, por la necesidad de generar nuevas formas de urbanización.

Santana (2013) describe como retos para la difusión de información patrimonial a futuro los siguientes: digitalización de sitios de patrimonio, con repositorios compartidos de información fiable, además de registros almacenados cuidadosamente para evitar su pérdida. Por otra parte, Ochoa y Delgado (2020) señalan que los datos obtenidos por modelos ya sea bidimensionales o tridimensionales no se debe concentrar de manera física, sino que debe ser compartida y considera la generación de una IDE (Infraestructura de Datos Espaciales), asegurando la interoperabilidad con organismos existentes.

Justificación e importancia

A lo largo de la historia de la ciudad de Ambato, se ha desarrollado entre fuertes movimientos telúricos, hundimientos de tierra, erupciones volcánicas, es decir, desastres naturales. Por consiguiente, en la actualidad se conservan edificaciones antiguas con valor patrimonial que expresan diferentes etapas de ese desarrollo histórico (Ministerio de Cultura y Patrimonio, 2020). Es por esto que existe la importancia de proteger, conservar y recuperar este patrimonio cultural.

En base a este diagnóstico, es fundamental recopilar y estructurar toda la información patrimonial disponible mediante una geodatabase para reducir el tiempo que se emplea en encontrar datos y planificar actividades, beneficiando a instituciones gubernamentales encargadas de la gestión de bienes patrimoniales, facilitándoles la toma de decisiones al momento de crear nuevos proyectos.

La aplicación de herramientas geoespaciales en el ámbito del patrimonio cultural contribuye a la documentación íntegra y detallada de obras históricas y monumentos (Velasteguí & Guerrero, 2013), además con la generación de modelos tridimensionales se tiene una representación actualizada del área de interés patrimonial, lo que permite tener un control completo del estado de la misma y se puedan tomar acciones para su mantenimiento.

Al tener la información patrimonial estandarizada se facilita su integración, interoperabilidad y difusión, por lo que es importante la implementación de un geoportal para descubrir y acceder a dicha información, de manera que los actores interesados, investigadores y la ciudadanía tengan una herramienta útil para hacer consultas, visualizar mapas y localizar lugares de interés (CRESPIAL, 2021), aportando de ese modo al conocimiento de la riqueza histórica de la zona, a la gestión y a la protección del patrimonio cultural.

El presente proyecto propone un modelo de gestión de bienes inmuebles patrimoniales para mejorar los aspectos mencionados anteriormente, para beneficio social, cultural, económico, además de contribuir al cumplimiento del objetivo de ciudades y comunidades sostenibles y que sea un aporte a futuras investigaciones enfocadas al patrimonio cultural.

Objetivos

Objetivo General

Proponer un modelo de gestión para la documentación y difusión de la geoinformación de los bienes inmuebles pertenecientes al patrimonio cultural edificado de la ciudad de Ambato mediante herramientas geoespaciales.

Objetivos Específicos

- Caracterizar los procesos para el diseño del catastro patrimonial georreferenciado de los bienes inmuebles de la ciudad de Ambato.
- Estructurar y estandarizar la información gráfica y alfanumérica patrimonial de la ciudad de Ambato para la generación de una base de datos geográfica empleando PostGIS.
- Realizar el levantamiento geométrico de la parte interna de un inmueble perteneciente al patrimonio cultural de Ambato mediante fotogrametría de objeto cercano para complementar la documentación digital.
- Realizar el levantamiento geométrico de la parte interna de un inmueble perteneciente al patrimonio cultural de Ambato mediante escaneo láser para complementar la documentación digital.

- Establecer los servicios web: WMS y WFS, mediante herramientas de software libre en el servidor de mapas a partir de la base de datos creada.
- Implementar y desarrollar un geoportal en base a software libre para la visualización y descarga de la información patrimonial espacializada de la ciudad de Ambato.

Metas

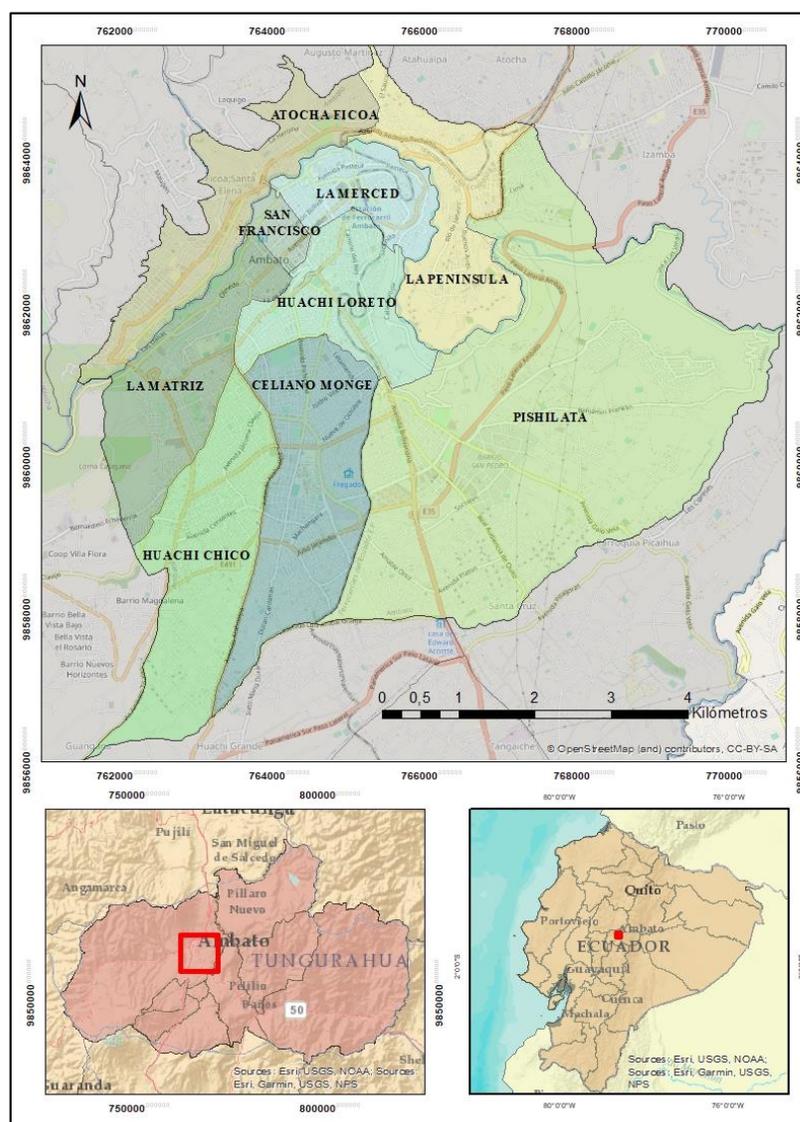
- Un manual de procesos para el diseño del catastro de bienes inmuebles patrimoniales.
- Una cobertura del catastro patrimonial georreferenciado de la ciudad de Ambato.
- Una geodatabase estructurada y estandarizada en PostGIS para gestionar la información gráfica y alfanumérica de bienes patrimoniales.
- Un modelo tridimensional de la iglesia “La Catedral”.
- Un modelo tridimensional de la parte interna del “Colegio Bolívar”.
- Un catálogo servicios web (WMS, WFS) para la geoinformación patrimonial obtenida de la ciudad de Ambato.
- Un geoportal para la difusión de la geoinformación patrimonial que proporcione acceso y visualización de los productos y resultados generados.

Área de estudio

El cantón Ambato se encuentra ubicado en el centro norte de la provincia de Tungurahua. Contiene veinte y siete parroquias en su totalidad, las cuales nueve son urbanas y dieciocho son rurales. El área de estudio corresponde a las parroquias urbanas: La Matriz, La Merced, Celiano Monge, Atocha – Ficoa, Huachi Loreto, Huachi Chico, San Francisco, Pishilata y La Península (GADMA, 2020).

Figura 1

Parroquias urbanas de Ambato



Capítulo II

Marco Teórico

Patrimonio

El patrimonio es un concepto muy amplio que abarca riquezas tanto naturales como culturales (ICOMOS, 1999). Son elementos que le dan una valoración, una identidad y un sentido de pertenencia a un pueblo, por lo tanto, representa una herencia y un legado para futuras generaciones (Álvarez & Borja, 2016).

Este término tiene una importancia histórica, ya que se relaciona desde sus orígenes con todo aquello que se ha transmitido de los ancestros y por otro lado establece vínculos entre individuos o comunidades con objetos o lugares con gran significado cultural (Hormaza & Torres, 2020). Es por esto, que el patrimonio es un activo valioso, dado que es una fuente de conocimientos que deben ser transmitidos en las mejores condiciones para que prevalezcan en el tiempo (Ministerio Coordinador de Patrimonio, 2012).

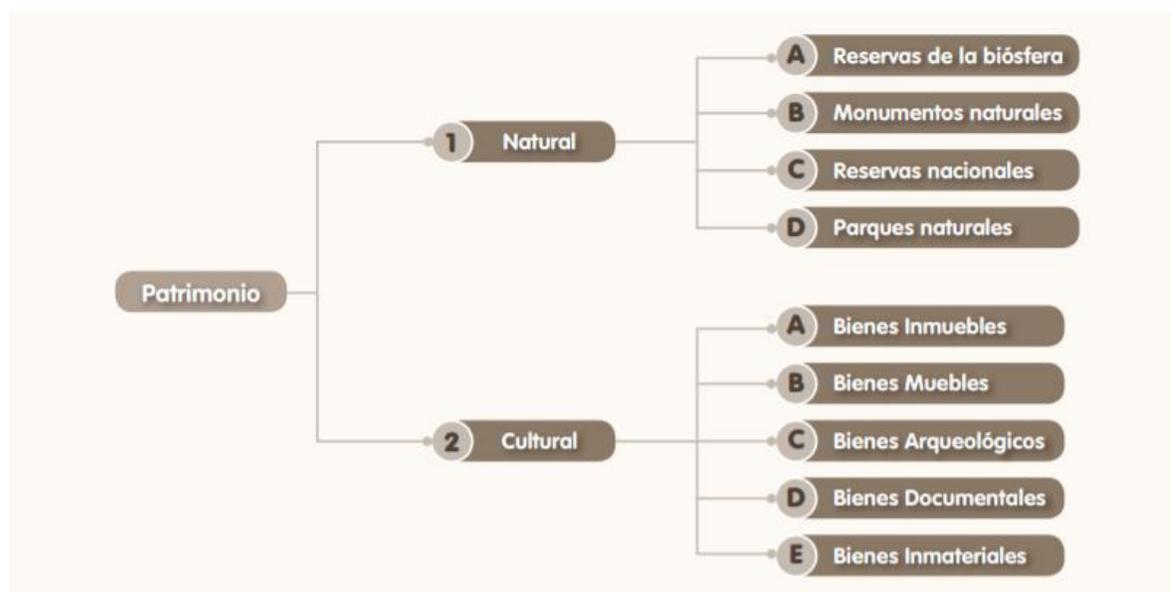
En la actualidad, el patrimonio se enfrenta a varios desafíos como: el descuido, la urbanización, los conflictos entre comunidades, los desastres naturales, el cambio climático y los impactos de la globalización (UNESCO, 2014). En consecuencia, se necesitan soluciones, compromisos, normativas y políticas que contribuyan de manera sostenible y equilibrada a la preservación, protección y recuperación del patrimonio.

Por otra parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) reconoce tres tipos de patrimonio: natural, cultural y bienes mixtos; sin embargo, al patrimonio también se lo identifica según las medidas que se aplican para preservarlo, es decir, se lo clasifica según las normativas de

protección y pueden variar de acuerdo con el marco jurídico de cada país (Hernández, 2016). De modo que en el Ecuador se lo estudia cómo se presenta en la Figura 2, es decir, según la normativa vigente del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC), que lo divide en dos grandes grupos: natural y cultural.

Figura 2

Clasificación del Patrimonio según el INPC



Nota. En la figura se muestra la clasificación que utiliza el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural para estudiar al Patrimonio. Tomado de *Introducción al Patrimonio Cultural* (p. 14), por (Ministerio Coordinador de Patrimonio, 2012).

Patrimonio Cultural

El patrimonio y la cultura poseen una relevancia importante dentro del desarrollo de un pueblo, de ahí que distintas sociedades han introducido en su patrimonio toda su herencia cultural para divulgarla y compartirla con su gente, con el fin de crear un sentido de pertenencia, reforzar su identidad y motivar a la población a sentirse identificados con su pasado (Ministerio Coordinador de Patrimonio, 2012).

En este sentido, el patrimonio cultural según la UNESCO (1972) es: “El conjunto de bienes que caracterizan la creatividad de un pueblo y que distinguen a las sociedades y grupos sociales unos de otros, dándoles su sentido de identidad, sean estos heredados o de producción reciente” (Ministerio Coordinador de Patrimonio, 2012). Con lo anterior se puede colegir que el patrimonio cultural son elementos propios de un grupo humano que han sido creados como aporte a su identidad cultural y transmitidos a través del tiempo.

Al mismo tiempo el valor más importante del patrimonio cultural es la diversidad, con la característica de autenticidad que debe tener la intención de unir a los diferentes pueblos del mundo a través del dialogo y el entendimiento (Logroño, 2013). Por lo cual en este concepto se incluyen una variedad de manifestaciones ya sean artísticas, literarias, arquitectónicas, musicales o cualquier representación cultural de la creación humana.

Por otro lado, los bienes que conforman el patrimonio cultural son tangibles e intangibles, los mismos que desempeñan una función social al ser un soporte para el fortalecimiento de la identidad e interculturalidad ya sea por su valor artístico, estético, simbólico, científico o histórico (Registro Oficial del Ecuador, 2016) (Chaparro, 2018). En el caso de Ecuador, lo antes mencionado se ratifica en la Ley Orgánica de Cultura 2016, de 30 de diciembre, para la protección y promoción del patrimonio y garantizar el ejercicio de los derechos culturales.

Patrimonio Cultural Tangible o Material. Son objetos o vestigios que han producido diferentes culturas y que pueden ser valorados físicamente, en esta categoría se incluyen tanto bienes muebles como bienes inmuebles (Endara, 2011) (Registro Oficial del Ecuador, 2016).

Bienes Materiales Muebles. Son aquellas obras o producciones humanas que por sus características físicas es posible trasladarlos de un lugar a otro manteniendo su integridad (Álvarez & Borja, 2016) y comprenden los siguientes grupos:

- Patrimonio Arqueológico
- Patrimonio Artístico
- Patrimonio Etnográfico
- Patrimonio Bibliográfico y Documental

Bienes Materiales Inmuebles. Son elementos creados y construidos en cierto lugar, por lo que no se pueden mover a otro sitio (Endara, 2011). Abarca sectores urbanos, conjuntos de inmuebles en espacio público y construcciones arquitectónicas, patrimoniales o de ingeniería (Chaparro, 2018), de manera general se tiene:

- Patrimonio Urbano
- Patrimonio Arquitectónico
- Patrimonio Arqueológico Prehispánico

Patrimonio Cultural Intangible o Inmaterial. Son bienes que no pueden ser valorados físicamente, es decir, son todos los conocimientos y las manifestaciones de la cultura que identifican a las personas, los pueblos y las nacionalidades de un país (Registro Oficial del Ecuador, 2016).

Patrimonio Cultural de Ambato

La ciudad de Ambato es un territorio que posee un desarrollo comercial y cultural, aun cuando fue devastada por varios desastres naturales, por lo cual hoy en día las edificaciones antiguas que se conservan adquieren un mayor valor patrimonial.

El último acontecimiento sísmico que afectó a gran parte de la provincia de Tungurahua tuvo lugar el 5 de agosto de 1949, por consiguiente, Ambato quedó destruido. A pesar de la tragedia los ciudadanos mostraron solidaridad, unión y tenacidad para salir adelante y reconstruir la ciudad, es por eso que en honor a ese resurgir se establece la Fiesta de las Flores y de las Frutas, dicha celebración se la ha declarado como: “Bien perteneciente al Patrimonio Cultural Inmaterial del Estado Ecuatoriano” (Ministerio de Cultura y Patrimonio, 2020).

Por otro lado, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipalidad de Ambato (GADMA, 2020) menciona que el patrimonio inmueble de Ambato constituye una riqueza cultural por su valor arquitectónico – urbano y por su distribución en el territorio, es por eso que han realizado una consultoría con el objetivo de actualizar y registrar los bienes patrimoniales, para lo cual han considerado datos de bienes derrocados y de bienes sugeridos para ser incluidos en el patrimonio inmueble (ver Tabla 1).

Tabla 1

Distribución de bienes inmuebles en Ambato

| Parroquia | Inmuebles Patrimoniales | Inmuebles Derrocados | Inmuebles Sugeridos |
|------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Atocha – Ficoa | 13 | | 13 |
| Huachi Loreto | 4 | | 45 |
| La Matriz | 119 | 3 | 72 |
| La Merced | 17 | | 39 |
| San Francisco | 156 | 11 | 39 |
| Total | 309 | 14 | 208 |

Nota. Esta tabla muestra la cantidad de bienes inmuebles patrimoniales, derrocados y sugeridos que existen en la zona urbana de Ambato. Tomado de (GADMA, 2020).

Con respecto a los bienes muebles, estos poseen valores históricos, científicos, artísticos y documentales; en el caso de Ambato al ser capital provincial y albergar a instituciones donde se depositan estos bienes, dispone del mayor número de bienes muebles de la provincia de Tungurahua (GADMA, 2020).

En resumen, la ciudad de Ambato tiene varias manifestaciones de patrimonio cultural tanto tangible como intangible, que deben ser conservadas como muestra de los diferentes cambios por los que ha transcurrido el pueblo ambateño a lo largo de su historia.

Iglesia La Catedral. Es una de las construcciones más destacadas de la ciudad de Ambato como se puede apreciar en la Figura 3, además de ser un símbolo arquitectónico representa el renacer, la fe y la lucha de los ambateños.

En 1949, a raíz del terremoto la antigua Iglesia Matriz tuvo que ser reemplazada por una nueva edificación que se mantiene hasta la actualidad y se conoce como “La Catedral”. Según el historiador Ortiz, J. (2017) el proyecto de la nueva iglesia estuvo a cargo del arquitecto Luis Andino, quien diseñó una cúpula y torre muy original de 60 metros que finalmente se inauguró en 1954.

Esta majestuosa construcción está hecha a base de hormigón armado con detalles de mármol y portones de madera tallada, además en su interior y exterior se exhiben vitrales de los apóstoles de Jesús (Poveda, 2018). Cabe mencionar que se realizó una restauración importante en la iglesia, con el objetivo de efectuar mejoras en el interior de la misma, por lo que hoy en día se puede apreciar una decoración con murales únicos que muestran el valor de la naturaleza y la belleza del paisaje andino (Tungurahua Turismo, 2021).

Figura 3*Iglesia La Catedral*

Nota. La Iglesia La Catedral es un ícono de Ambato y se encuentra en el centro de la ciudad, en las calles Bolívar y Montalvo. Tomado de (Diócesis de Ambato, 2015).

Colegio Bolívar. Esta institución se crea por la necesidad de educación secundaria en la ciudad de Ambato, es así que en 1859, Joaquín Lalama funda el Colegio Bolívar, siendo su primer rector el hermano de Juan Montalvo, el Dr. Francisco Xavier y el primer alumno Juan Benigno Vela (Reino Garecés, 2011).

El deseo de que este establecimiento educativo sea reconocido por el Estado se cumplió el 27 de abril de 1861, la misma que se inició en una pequeña casa propiedad de Lalama, con el crecimiento y demanda que adquirió el Colegio Bolívar se construyó una estructura más grande a cargo del arquitecto Jorge Mideros (El Comercio, 2010). Cabe destacar que, a pesar del terremoto de 1949, esta edificación se conserva hasta la actualidad con sus respectivas restauraciones.

Varios autores destacan algunos aspectos de esta edificación, entre ellos la arquitectura, que la definen como clásica–neoclásica, la piedra Pishilata, que es un material característico de la época y los detalles arquitectónicos, todos estos aspectos en conjunto hacen que este bien inmueble tome un gran valor patrimonial.

Figura 4

Colegio Bolívar



Nota. La institución patrimonial se ubica en el centro de Ambato, en la calle Sucre entre Martínez y Lalama, frente al Parque Cevallos. Tomado de (Toasa, 2011).

Documentación

Este término se basa en la información y la comunicación, es un proceso que permite reunir datos, registrar hechos, organizar documentos para posteriormente transmitir esa información a otros usuarios, de ahí que la documentación se puede aplicar en diferentes ámbitos. Por otra parte, Pérez M. (2021) lo identifica como una técnica tanto instrumental como auxiliar que proporcionará datos específicos sobre un tema determinado y que logrará informar a muchas personas.

Documentación Patrimonial

El concepto de documentación se lo puede aplicar al patrimonio, de manera que Fernández & Arenillas (2017) lo define como: “la actividad que permite la recopilación, organización y gestión de la información de los bienes culturales que acreditan su existencia y características”.

Según Segarra (2016) existen varios motivos para hacer un registro documental entre ellos están los siguientes:

- Conocer y comprender la evolución y los valores del patrimonio cultural edificado.
- Crear interés y promover la colaboración de las personas en la conservación y difusión del patrimonio.
- Asegurar una adecuada gestión, monitoreo y control de las intervenciones que se realicen en el patrimonio.

En resumen, las razones para efectuar una documentación patrimonial se basan en la valoración de los bienes que conforman el patrimonio cultural, para que todas las acciones que se lleven a cabo sean con el objetivo de preservarlo para futuras generaciones.

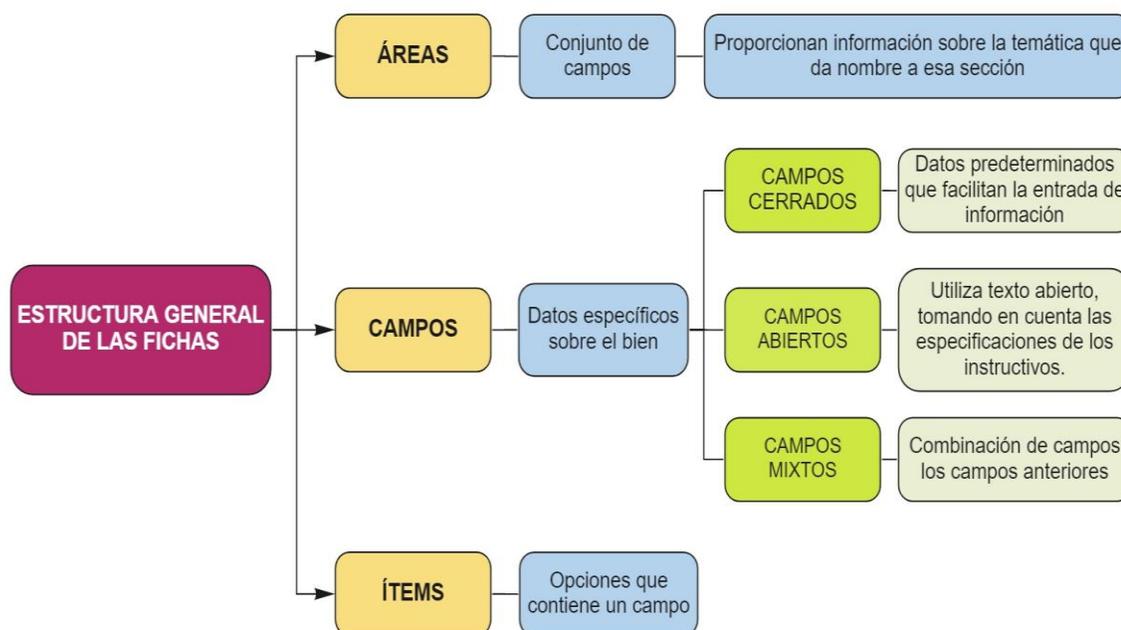
Para realizar este proceso existen varias formas, las mismas dependen de los bienes culturales objeto de documentación, el objetivo que se desea alcanzar, la metodología, como también de las personas e instituciones que intervienen en el trabajo (Fernández & Arenillas, 2017).

Un instrumento importante dentro de la documentación patrimonial son las fichas de registro e inventario, ya que tienen la finalidad de respaldar el proceso realizado, además de facilitar las actividades de archivo y de búsqueda de información.

Fichas de registro e inventario. Son documentos que poseen la información estructurada y completa de los bienes que integran el patrimonio, con el fin de conocerlos cuantitativamente y cualitativamente (Narváez, 2015). Estas fichas siguen una estructura propuesta por el INPC, por lo cual existe un instructivo para detallar los contenidos de cada una y que se muestra de manera general en la Figura 4.

Figura 5

Estructura general de las fichas de registro e inventario



Nota. En la Figura se muestra la organización de la información dentro de las fichas de registro e inventario de los bienes culturales patrimoniales. Adaptado del *Instructivo para fichas de registro e inventario* (p. 22), por (INPC, 2011).

Proceso de Documentación

En referencia al patrimonio inmueble el proceso de documentación se basa en: “la recopilación, producción, sistematización y análisis de la información de los bienes culturales” (Fernández, Fernández, & Soro, 2017), que a su vez sigue una planificación y toma en cuenta diferentes criterios de selección según el objetivo que se pretenda alcanzar ya sea para su investigación, intervención, conservación o divulgación.

El proceso de documentación patrimonial depende del objeto de estudio y el propósito del trabajo, de manera general comprende tres etapas: medición, modelo y presentación. La primera se refiere al trabajo de campo con su adecuada planificación, la segunda comprende el procesamiento de los datos tomando en cuenta los que son significativos para el producto final y la última corresponde a la difusión de los resultados obtenidos.

Figura 6

Proceso de documentación patrimonial



Nota. En la figura se muestra las etapas del proceso de documentación patrimonial cada una con sus aspectos más importantes. Adaptado de (Prete & Tituana, 2017).

Técnicas de Documentación Digital

Son las herramientas que permiten realizar la captura de datos, entre ellas se encuentran la fotogrametría de objeto cercano y el escaneo láser.

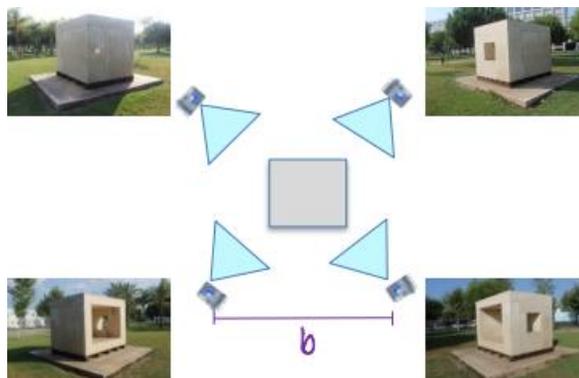
Fotogrametría de objeto cercano: También llamada “Fotogrametría de Rango Corto”, y se define como la fotogrametría terrestre aplicada a la obtención de medidas geométricas a partir de imágenes tomadas desde la superficie terrestre a una distancia de los objetos superior a 10 centímetros e inferior a 300 metros (Fra Paleo, 2011).

Según Luhman et al. (2013), esta técnica se aplica a objetos de dimensiones entre 0,1 y 200 metros, con una precisión aproximada de 0,1 milímetros y 1 centímetro respectivamente. Las aplicaciones de este método no son topográficas, pero se emplean por lo general en el análisis de cambio y reconstrucción de edificaciones arquitectónicas. Según Balaguer (2018), las características de la fotogrametría de objeto cercano son:

- La distancia es corta con respecto a la toma de imágenes hacia el objeto, además las imágenes que se toman son consecutivas en ejes convergentes, por ende, pueden aparecer en múltiples imágenes puntos o planos.
- El diseño de la toma de imágenes se estructura de manera que se cubra completamente todos los puntos del objeto.
- Tener en cuenta en la planificación las distancias y profundidades que tiene cada punto del objeto a registrar.
- No siempre es necesario adecuarse a un sistema de referencia absoluta, por ende, no siempre hay apoyo geométrico.
- Se utilizan cámaras convencionales, sin la necesidad de propósitos métricos, por ende, los parámetros de orientación interna son variables o nulos.

Figura 7

Fotogrametría de objeto cercano



Nota. Ejemplo de registro de un objeto mediante fotogrametría de objeto cercano.

Tomado de (Balaguer, Fotogrametría de Objeto Cercano. Conceptos Básicos, 2018).

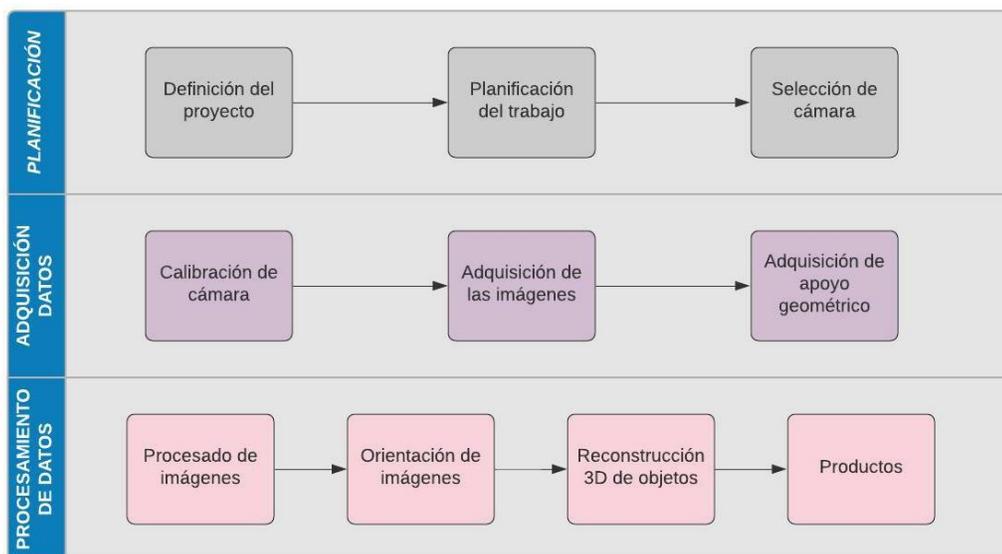
Aplicaciones de la fotogrametría de objeto cercano: a continuación, se describen varios campos en el que la fotogrametría de objeto cercano puede intervenir.

- Arquitectura, conservación del patrimonio cultural y arquitectónico: para este caso, se aplica en el registro, documentación y medición digital, tanto de edificios históricos como sus fachadas, además del análisis temporal de cambios y deformaciones, finalmente en el modelado digital tridimensional.
- Arqueología: se aplica en el registro documentado y cartografiado de excavaciones, reconstrucción virtual de entornos y piezas arqueológicas.
- Ingeniería civil: medición de deformaciones, trazado de vías, carreteras, túneles y tuberías.
- Ingeniería industrial: modelación y registro de piezas, control de calidad e ingeniería inversa.
- Geología y geomorfología: se aplica para la obtención de modelos digitales de elevación, análisis de cambios temporales en glaciares, estudios de erosión, etc.

Flujo de trabajo: el presente flujo de trabajo para la fotogrametría de objeto cercano lo presenta Balaguer (2018), tomando en cuenta tres etapas principales como: planificación, adquisición y procesamiento de datos. En la siguiente figura se detalla las etapas.

Figura 8

Etapas de la fotogrametría de objeto cercano



Nota. Representación del flujo de trabajo para la fotogrametría de objeto cercano.

Tomado de (Balaguer, Fotogrametría de Objeto Cercano: Planificación y desarrollo del proyecto, 2018).

Software de procesamiento: para el desarrollo y procesamiento de este método de documentación se utilizarán los siguientes programas, tanto para procesamiento de imágenes digitales, generación de nubes de puntos y modelado tridimensional.

- Agisoft Photoscan: es un programa que desarrolla el procesamiento fotogramétrico de imágenes digitales y genera datos tridimensionales.

- Pix4D: es un programa que utiliza imágenes capturadas por diferentes sensores para generar modelos y datos tridimensionales, tales como: ortomosaicos, nubes de puntos, etc.
- Sketchup: es un programa especializado en el diseño y modelado tridimensional para entornos arquitectónicos, ingeniería, etc.

Escaneo láser. Es un método el cual consiste en muestrear una superficie o entorno mediante el uso del haz láser, analizando de esta manera su geometría, dimensiones, color y textura; los datos obtenidos suelen ser utilizados para realizar reconstrucciones digitales y modelos tridimensionales para una gran variedad de aplicaciones (Santana, y otros, 2008).

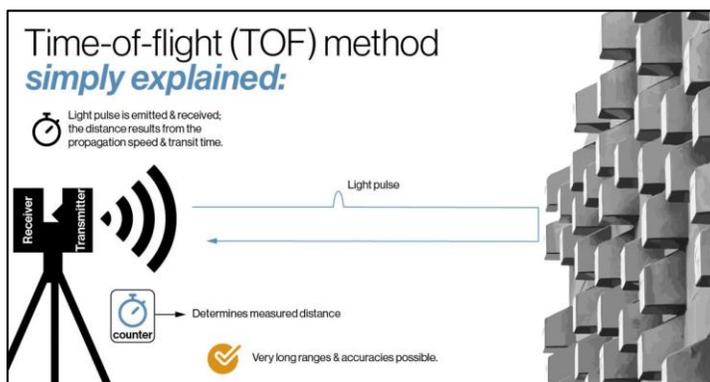
El principio del escáner láser terrestre (TLS) consiste en que el equipo utiliza un haz de luz láser emitido y lanzado mediante un espejo giratorio, éste haz choca contra la superficie a escanear y se refleja hacia el equipo (Angás, 2019). Por lo general, todo escáner láser terrestre tiene incorporado una cámara digital en su funcionamiento, misma que proporciona los valores RGB de cada punto muestreado.

Tipos de escáner láser. a partir de este principio existen varias maneras de documentar los datos, entre las principales están:

- Tiempo de vuelo: el equipo posee un reloj analógico, mismo que determina el tiempo de ida y retorno del haz láser, por lo que se procede a calcular automáticamente la distancia. Dependiendo del grado de inclinación y giro del espejo se conocen los ángulos de incidencia de dicho pulso láser, necesarios para poder calcular en un sistema cartesiano x, y, z (Angás, 2019).

Figura 9

Escaneo láser mediante tiempo de vuelo



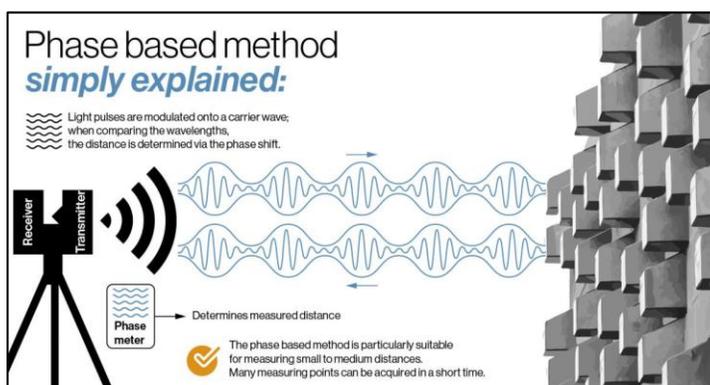
Nota. En la Figura se representa el escaneo láser basado en el tiempo de vuelo.

Tomado de (Laser Scanning Europe, 2021).

- Diferencia de fase: a comparación del método anterior, el equipo emite varias señales de luz láser con diferente longitud de onda, mismas que al chocar con la superficie a muestrear se reflejan con distinta amplitud, el equipo mide la diferencia entre las enviadas y recibidas para así calcular las distancias al objeto (Angás, 2019).

Figura 10

Escaneo láser mediante diferencia de fase



Nota. Representación del escaneo láser basado diferencia de fase. Tomado de (Laser Scanning Europe, 2021).

Aplicaciones del escáner láser: Para el caso de documentación patrimonial, éste permite salvaguardar información de elementos tanto arquitectónicos como patrimoniales a lo largo del tiempo, estos elementos son susceptibles a sufrir modificaciones inesperadas que no logran ser registradas en los planos originales de construcción (EWEER Ingeniería Láser, 2019). Cabe recalcar la importancia de su uso debido a su versatilidad, eficiencia y calidad del producto a documentar.

Por otro lado, Lerma, et al. (2013) consideran que las aplicaciones son muy variadas debido a la gran información que se puede obtener, por ejemplo: ingeniería inversa, ingeniería civil, análisis de deformaciones, modelamientos tridimensionales, minería, control arquitectónico, entre otros.

Escáner Láser 3D Trimble TX5: Es un equipo de alta velocidad para la medición y documentación, que posee las siguientes especificaciones técnicas:

Tabla 2

Especificaciones técnicas Escáner Láser 3D Trimble TX5

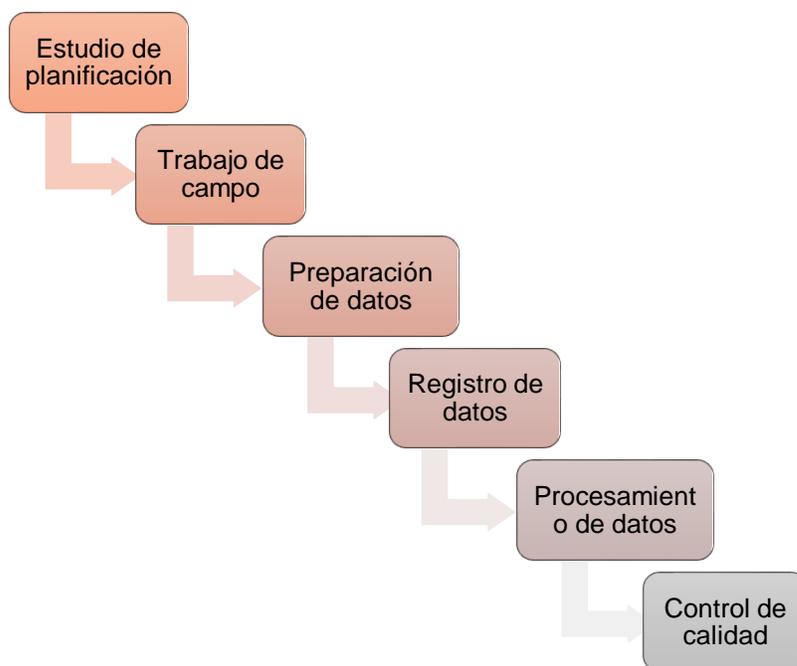
| Característica | Especificación |
|-----------------------|--|
| Tecnología | Diferencia de fase |
| Rango de medición | 0,6 – 120 metros |
| Max puntos/segundo | 976000 pts/seg |
| Cámara | 70 megapíxeles |
| Campo de visión | 300° Vertical / 360 Horizontal |
| Sensores | Brújula electrónica, inclinómetro, altímetro |
| Tipo de láser | 3R |

Nota. Descripción de las especificaciones técnicas del equipo. Tomado de (EDISURVEYS, 2012).

Flujo de trabajo: Una metodología de trabajo establecida para el escaneo láser no existe, sin embargo, Santana, et al. (2008) propone un flujo de trabajo general para su desarrollo, este se muestra en la siguiente figura.

Figura 11

Flujo de trabajo para el escaneo láser



Nota. Representación general del flujo de trabajo en el escaneo láser. Tomado de (Santana, y otros, 2008).

Software de procesamiento: el equipo Escáner láser 3D Trimble TX5, consta de softwares propietarios tanto de visualización, como manejo de escaneos, mismos que se detallarán a continuación:

- **SCENE:** Este programa es especializado para la visualización, administración y tratamiento de nubes de puntos tridimensionales generadas por un escáner láser. En primera instancia permite la administración de los escaneos para así poder integrar varios de estos en una gran nube de puntos, empleando

algoritmos de reconocimiento ya sea manual o automático de objetos para la respectiva orientación y posicionamiento de la nube de puntos (FARO Andina, 2017).

- Trimble RealWorks: Este programa se especializa en el registro, visualización, exploración, depuración y manipulación de nubes de puntos de los escaneos de Trimble. Se considera como un programa avanzado de modelamiento tridimensional orientado a procesar nubes de puntos obtenidos desde cualquier escáner láser en conjunto con imágenes digitales. Cuenta con funcionalidades avanzadas como el registro de nubes de puntos utilizando algoritmos basados en la detección de planos verticales dotando de gran rapidez en la correcta referenciación de las diferentes posiciones del escáner (Geocom, 2016).

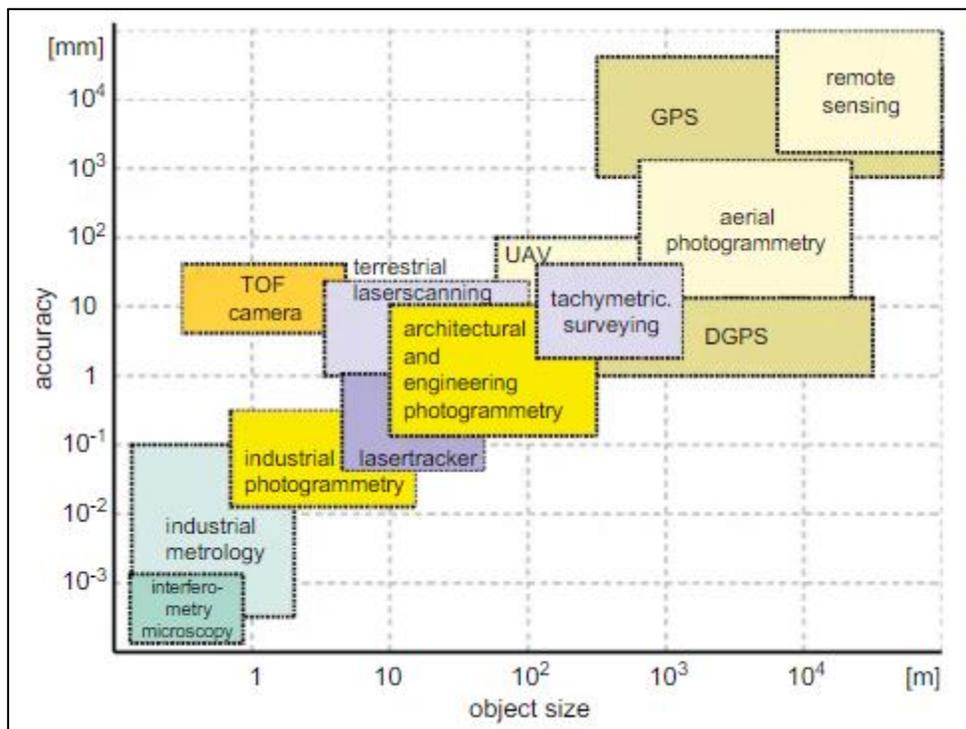
Modelado tridimensional: El modelado 3D es el proceso de creación de un modelo tridimensional de un objeto, usando 3D, es posible capturar el tamaño, forma y textura de un objeto. El desarrollo tecnológico de la última década ha permitido mejorar la calidad de la visualización y optimización de modelos digitales tridimensionales, además de la mejora de los sensores de imagen, procesadores más potentes, sistema de almacenamiento de estado sólido y aparición de nuevas plataformas de captación (Melendreras, Marín, & Sánchez, 2020).

Melendreras et al. (2020), profundizan sus aplicaciones dentro del campo de patrimonio cultural y consideran que ha sido bastante explotada a medida que avanza la tecnología, por ejemplo, en la restauración, desde la reconstrucción tridimensional de artefactos a partir de algunas piezas, la recreación original de monumentos o edificios emblemáticos, incluso hasta la reconstrucción de zonas afectadas. Luhmann et al. (2013) muestra las siguientes tecnologías para la obtención de modelos

tridimensionales, en la siguiente figura están detalladas cada una en relación con el tamaño del objeto a representar y su precisión.

Figura 12

Tecnologías para la obtención de modelos tridimensionales



Nota. Se detalla las tecnologías para la obtención de modelos tridimensionales tomando en cuenta el tamaño de objeto y la precisión. Tomado de (Luhmann, Robson, Kyle, & Boehm, 2013).

Difusión de la geoinformación patrimonial

Base de datos espacial

Gutiérrez y Castellanos (2014), definen a una base de datos como un conjunto de datos, los cuales están relacionados entre sí y que se pueden procesar por uno o más sistemas de aplicación, además, estos se encuentran almacenados de manera

estructurada y organizada. Por otro lado, Beynon (2018), considera a una base de datos como una colección organizada de datos cuya representación considera un aspecto de la realidad.

Ahora bien, con respecto a una base de datos espacial, ésta contiene información geográfica y a diferencia de una base de datos común, permite realizar consultas de elementos con respecto a sus ubicaciones. Imasgal (2018), considera que esta permite el almacenamiento de las geometrías de un archivo cartográfico en una base de datos, de manera que se pueda almacenar, organizar, analizar y manejar los datos de manera más eficiente.

Sistema gestor de bases de datos

Pisco et al. (2017), afirman que el objetivo principal de un Sistema Gestor de Base de Datos es la gestión de grandes volúmenes de información. Lo que implica que este sistema pueda estructurar la forma de almacenar información y la provisión de mecanismos para manipular la misma. Por otro lado, comprende mecanismos de seguridad para el acceso a los datos. Las ventajas de uso de los sistemas de gestión de base de datos son:

- Independencia de datos y los programas de aplicación
- Minimización de redundancia
- Integración y sincronización de las bases de datos
- Integridad de los datos
- Seguridad y protección de los datos
- Facilidad de manipulación de la información
- Control centralizado

PostgreSQL-PostGIS: PostgreSQL es un sistema gestor de base de datos, de código abierto, empleado para gestionar bases de datos de tipo objeto-relacional. Por otro lado, PostGIS es la extensión espacial de PostgreSQL, que incorpora varios tipos de funciones geoespaciales como: consultas, análisis y transformación, además, permite dotar a la base de datos un soporte para archivos tanto vectorial como ráster (Obe & Leo, 2021). Debido a que esta extensión se encuentra en una estructura de base de datos, el uso y gestión son sencillas. El acceso a los datos lo puede realizar usando software de terceros o un servidor web (Lijing & Jing, 2010).

Modelamiento de bases de datos

KYOCERA (2017), plantea al modelamiento de base de datos como la manera de organización y estructura lógica de ésta, es decir, tipo de datos, relaciones entre ellos, ciertas restricciones, entre otras. Comprenden las entidades necesarias para la abstracción de un Sistema Gestor de Base de Datos, además incluye las relaciones y limitaciones que determinan cómo se pueden almacenar los datos y acceder a ellas. Para modelar una base de datos, existen tres etapas fundamentales, mismas que se detallan a continuación:

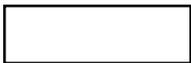
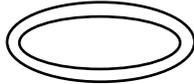
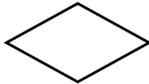
Modelo conceptual: Es una estructura básica de la información que se desea representar en la base de datos, independientemente del sistema gestor de base de datos a utilizar, además describe el contenido de ella mediante las especificaciones de los requisitos del cliente. El objetivo de este modelo es construir un esquema que los exprese todo a partir de una idea (Mendoza & López, 2018).

Modelo entidad relación: Se considera una herramienta para el modelo de datos, misma que representa la relación entre entidades de una base de datos. Con entidades, hace referencia a los objetos, y con relaciones, a las distintas interacciones

que puede haber entre dichos objetos (Rivas, 2015). En la siguiente tabla se muestran los conceptos necesarios para la realización de este tipo de modelo.

Tabla 3

Elementos del modelo entidad-relación

| Elementos | Definición | Notación |
|-----------------------|---|--|
| Entidad | Objeto básico que se representa en el modelo E/R |  |
| Atributo | Propiedades particulares que describen a la entidad |  |
| Clave primaria | Atributo único, es un identificador único de cada entidad |  |
| Relación | Dan a conocer cómo las entidades están asociadas, mostrando sus combinaciones |  |
| Razón de cardinalidad | Número de entidades con las que se puede relacionar otra entidad | 1:N |

Nota. Descripción de los elementos necesarios para un modelo entidad relación.

Tomado de (Pinto, 2020).

Modelo lógico: Este modelo parte del resultado del modelo conceptual, y trata de adaptar la información estructurada a cualquier tipo de Gestor de Base de Datos, procurando obtener una representación eficiente y generando también restricciones (Mendoza & López, 2018).

Modelo relacional: Transforma el modelo entidad relación en una compilación de relaciones, de manera simplificada y estructurada, el objetivo principal es evitar la redundancia de datos, además para mostrar la forma de relación para la posterior construcción del modelo físico.

Modelo físico: Se transforma la estructura obtenida en la etapa del diseño lógico, tomando en cuenta tanto el tipo de base de datos como el Gestor de Base de Datos que se utilizará para su creación, es decir, en este paso es importante considerar el lenguaje que utiliza el Gestor de Base de Datos (Mendoza & López, 2018).

Infraestructura de Datos Espaciales

Según la IDEE (2021), una Infraestructura de Datos Espaciales es una estructura informática en la red, integrada tanto por datos georreferenciados como por servicios de información geográfica distribuidos en diferentes sistemas de información, que permiten su acceso y gestión debida cumpliendo una serie de normas y estándares que garanticen su interoperabilidad.

Por otro lado, Bermejo (2015), considera que una IDE es un sistema informático compuesto por diferentes recursos como: catálogos, servidores, programas, aplicaciones, páginas web, entre otras, que están sincronizadas bajo un marco legal que asegura la interoperabilidad, es decir, afirma que los datos producidos por diferentes instituciones son difundidos de manera adecuada.

Finalmente, el objetivo principal de una IDE, es el de fomentar el uso de datos geográficos entre organizaciones, utilizando estándares y normas establecidos en el proceso de generación hasta la difusión de la información, de manera que estos datos puedan ser interoperables entre instituciones y usuarios individuales.

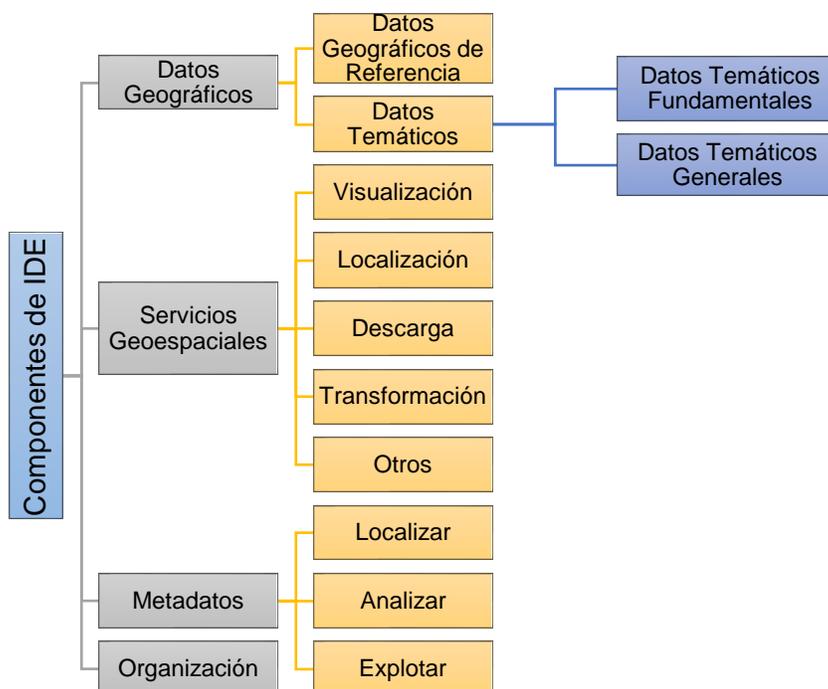
Open Geospatial Consortium: Bermúdez et al. (2012), define al OGC como una organización con la misión de promover el uso de estándares y tecnologías de libre acceso para el manejo de información geográfica. Esta organización está conformada por varios institutos académicos, instituciones gubernamentales, profesionales

interesados, y promueve la creación de grupos de trabajo con el objetivo de crear estándares abiertos que permitan obtener soluciones interoperables que faciliten el acceso, manipulación e intercambio de información geográfica en la web. Uno de los aportes más importantes ha sido la creación y definición de los servicios de información geográfica (servicios geoespaciales).

Componentes IDE: Para Iniesto & Núñez (2014), el principio básico de las IDE es compartir datos, por lo que proponen una serie de componentes desde los diferentes puntos de vista, tanto tecnológico como organizativo, estos son: datos geográficos, servicios de información geográfica, metadatos y organización. En la siguiente figura se detalla las componentes.

Figura 13

Componentes de una IDE



Nota. Se resume los componentes de una Infraestructura de Datos Espaciales.

Adaptado de (Iniesto & Núñez, 2014).

Servicios Geoespaciales: A manera particular, se va a detallar los Servicios de Información Geográfica o Servicios Geoespaciales. LISIGE (2010), define a estos servicios como operaciones que se pueden efectuar a través de una aplicación informática, para obtener como resultado tipos de información geográfica. Del mismo modo, Martínez & Mora (2016), se rige en la norma ISO 19119:2005, en el que define a estos servicios como funcionalidades proporcionadas por una entidad a través de un interfaz. En la siguiente tabla se detallan los tipos de servicios que puede ofrecer una IDE.

Tabla 4

Tipos de servicios geoespaciales

| Servicio | Descripción | Operaciones |
|-------------------------------------|---|--|
| Catalogue Service for the Web (CSW) | Localización de datos o servicios geográficos disponibles. | GetRecords GetRecordsById |
| Web Map Service (WMS) | Visualización de información geográfica (mapas o imágenes). | GetCapabilities GetMap |
| Web Feature Service (WFS) | Accede , consulta, descarga y analiza datos geográficos vectoriales. | GetCapabilities DescribeFeatureType GetFeature, etc. |
| Web Coverage Service (WCS) | Accede , consulta, descarga y analiza datos ráster. | GetCapabilities DescribeCoverage GetCoverage |

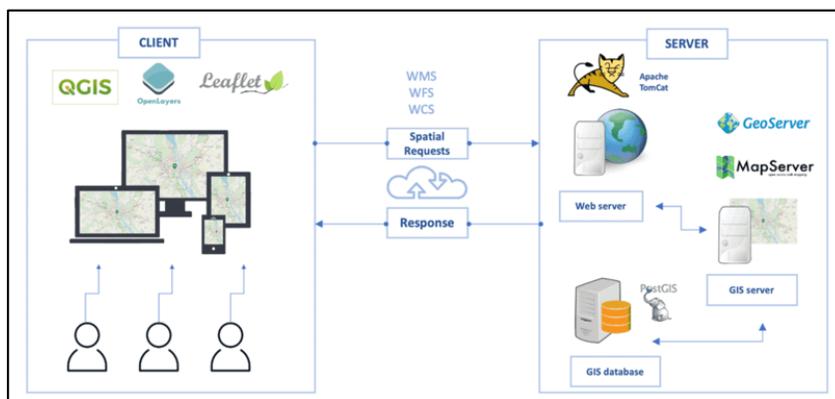
Nota. Se describe los principales servicios geoespaciales. Adaptado de (Martínez & Mora, 2016).

Geoportal: En términos generales se puede definir como la materialización de la Infraestructura de Datos Espaciales. Mejía et al. (2019) lo considera como un portal web utilizado para acceder, visualizar, manipular información geográfica y asociarla a los diferentes servicios establecidos. Además, menciona que éstos están básicamente conformados por: visor geográfico, geoservicios y metadatos.

Web Mapping: como definición básica se limita a la cartografía en la web, sin embargo, en los últimos años ha ido evolucionando su contenido, como para definirlo como la capacidad de visualizar y crear mapas en la web, que permitan a un usuario no especializado interactuar entre capas de información geográfica (Bonilla, 2016). En la siguiente figura se puede apreciar la arquitectura cliente-servidor para el desarrollo de un web mapping.

Figura 14

Arquitectura cliente-servidor web mapping



Nota. Estructura del desarrollo cliente-servidor de web mapping. Adaptado de (Jolaiya, 2020).

Tecnologías de libre acceso para el desarrollo de Geoportales: En la actualidad el desarrollo de plataformas web para la contribución a la difusión de información se ha ido acrecentando, el uso y desarrollo de software libre hoy en día es una realidad, debido a que presenta varias ventajas, ya que al ser de libre código significa que otorga derechos básicos al usuario como; usabilidad sin restricciones y con cualquier propósito; analizar el funcionamiento del programa y poder modificarlo para adaptar a las necesidades; libre distribución; mejoras al programa y hacerla pública de manera colaborativa. Para el desarrollo de la aplicación web de mapas, se tiene en consideración los siguientes softwares libres:

PostGIS: como se lo explicó anteriormente, es el módulo de soporte de datos espaciales del motor de bases de datos PostgreSQL, de manera que además de ser contenedor de datos espaciales, le permite realizar operaciones de análisis espacial, por otro lado, sigue especificaciones OpenGIS y del OGC (Anguix & Carrión, 2012).

Apache Tomcat: es un servidor de aplicaciones de Java, permite albergar aplicaciones de tipo web Java y sus servicios web asociados para que estos puedan ser consumidos desde una ubicación física, ya sea de localhost o remota, con la ayuda de un IP (Digital Guide IONOS, 2019).

Geoserver: es un servidor de mapas que brinda acceso a fuentes de datos SIG y mapas cartográficos a través de estándares web. Los servicios y contenidos se pueden gestionar desde una interfaz web, lo que facilita la publicación de datos. Los datos siguen estándares de la OGC, es decir, se publican en servicios como: WMS, WF, WCS, etc. (Sánchez, y otros, 2013).

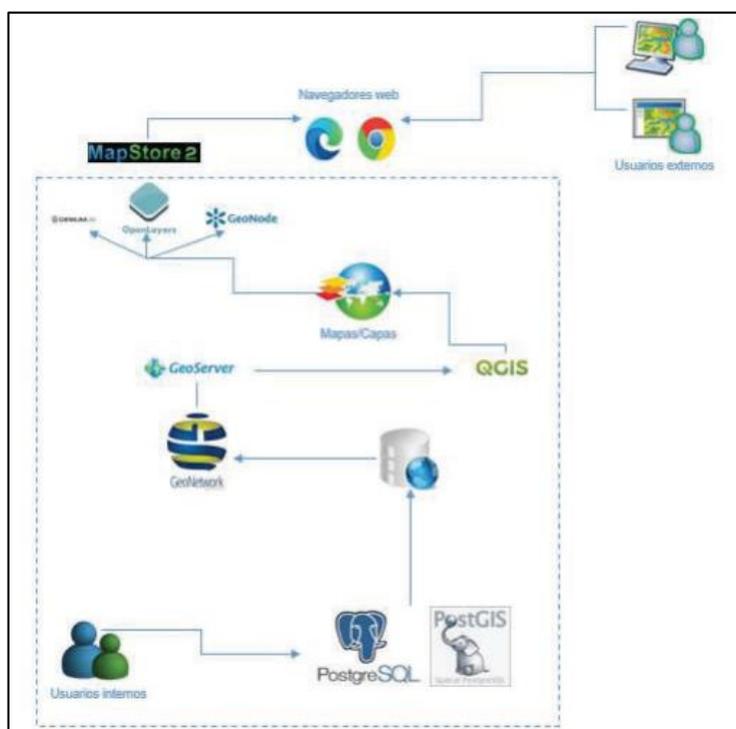
Geonetwork: es una aplicación que implementa el catálogo CSW, además permite la creación, edición y gestión de metadatos, tanto de servicios como datos (Roig, 2020).

Mapstore: es una herramienta WebGIS de código abierto, creada por GeoSolutions para crear, gestionar y publicar mapas. Tiene una conexión directa con geoserver, por lo que la gestión de los servicios OGC es excelente, además tiene una administración de usuarios, lo que permite la creación de grupos de trabajo y roles, finalmente tiene la posibilidad de crear paneles de control con una interfaz moderna (García, 2020). MapStore utiliza librerías importantes como: OpenLayers, Leaflet y Cesium.

Los programas referidos anteriormente se utilizan para la creación de aplicaciones web mapping, teniendo como base, la aplicación referida a la gestión de bases de datos espaciales (PostGIS), como segunda parte se tiene la conexión a los servidores de información geográfica y metadatos, mismos que brindan y publican los servicios de OGC (Geonetwork y Geoserver), se trabaja conjuntamente con QGIS para la creación de estilos de capas y formato; luego las librerías (OpenLayers, Leaflet, etc.) ayudan a publicar la información geográfica almacenada para presentarlo en una interfaz amigable con el usuario (MapStore).

Figura 15

Arquitectura WebMapping



Nota. Arquitectura de un web mapping con software libre. Tomado de (Kshetri & Jolaiya, 2021) (Ortiz T. , 2021).

Capítulo III

Metodología

En el presente capítulo se detallan los procesos empleados para el desarrollo de un modelo de gestión, para lo cual se aplicaron herramientas geoespaciales orientadas a la documentación y difusión de la geoinformación de los bienes inmuebles del patrimonio cultural edificado de la ciudad de Ambato.

Modelo de gestión

El modelo de gestión se representa mediante un esquema de planificación, relacionando los componentes de la organización para el cumplimiento de los objetivos, es así que este modelo indica el conjunto de orientaciones estratégicas, procesos y procedimientos que se utilizan para la caracterización del catastro patrimonial. A continuación, se muestra el mapa de macro procesos (ver Figura 16), donde se describe el catastro patrimonial a nivel administrativo debido a que se desarrolló en torno a las tres categorías principales: procesos estratégicos, procesos fundamentales o de gestión y procesos de apoyo.

Figura 16

Mapa de Macro Procesos de Catastro Patrimonial



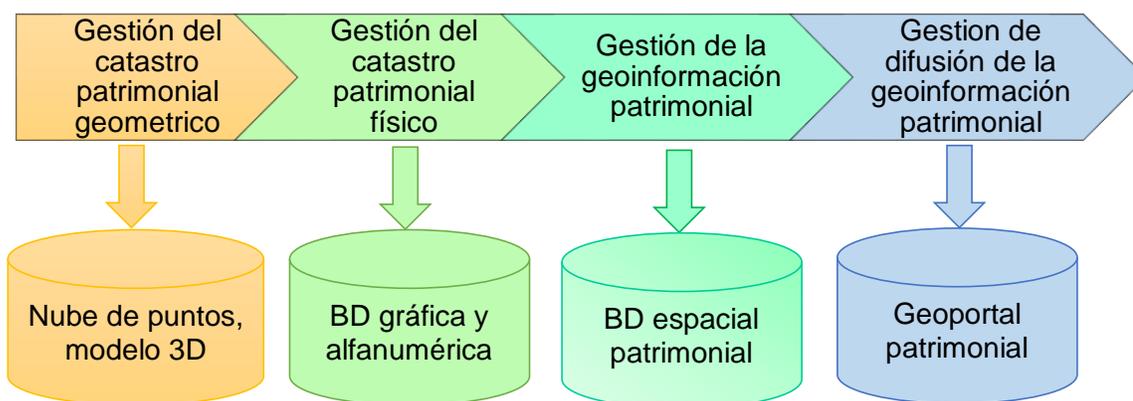
Nota. Adaptado de (Pérez & Flores, 2020).

El proyecto de investigación se centró en los procesos con respecto a la Gestión del Catastro Patrimonial, el cual corresponde a los procesos operativos, mismos que son propios de la actividad del desarrollo del catastro patrimonial y sus complementos.

En la siguiente figura se muestran las fases para el desarrollo del catastro patrimonial, la documentación y difusión de la geoinformación perteneciente a los bienes inmuebles patrimoniales de la ciudad de Ambato.

Figura 17

Macro procesos de Gestión del Catastro Patrimonial



Nota. Se detalla los componentes y fases del macro proceso de gestión.

Caracterización de procesos

Proceso de Gestión del Catastro Patrimonial Geométrico. Este proceso corresponde a la documentación geométrica digital, con lo que se obtiene información detallada y precisa del bien patrimonial inmueble seleccionado por medio de diferentes técnicas de captura de datos y recursos tecnológicos. Según Preti y Tituana (2017), esta fase debe ser constante, ya que permite el entendimiento del patrimonio edificado a través de la búsqueda de información o toma directa de datos para su correspondiente análisis. El producto de este proceso son nubes de puntos, modelos tridimensionales, ortofotos, entre otros, referentes a la edificación documentada.

Proceso de Gestión del Catastro Patrimonial Físico. En este proceso se da la recopilación de la información patrimonial de distintas fuentes, tanto geográfica como documental. Se realiza la evaluación del nivel de información que se obtuvo y se determina las operaciones a realizar. El producto es una base de datos gráfica y alfanumérica.

Proceso de Gestión de la Geoinformación Patrimonial. En esta fase se identifica la información patrimonial con respecto a los bienes inmuebles, tanto documental como espacial, se depura, actualiza, estandariza y clasifica acorde a los estándares propuestos por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. El producto del proceso conlleva una base de datos espacial establecida en un gestor de bases de datos y los respectivos mapas temáticos.

Proceso de Gestión de la Difusión de la Geoinformación Patrimonial. Finalmente, en este proceso, se conecta la geoinformación generada, tanto física como geométrica a un servidor de mapas y se establecen los servicios propuestos por Open Geospatial Consortium (OGC), que son WMS y WFS. Por otro lado, se procede a desarrollar la interfaz de un web mapping en el que se subirán las capas de geoinformación para su respectiva visualización y consulta. El producto del proceso es un geoportal el cual se puede realizar la visualización, consulta y descarga de la geoinformación patrimonial.

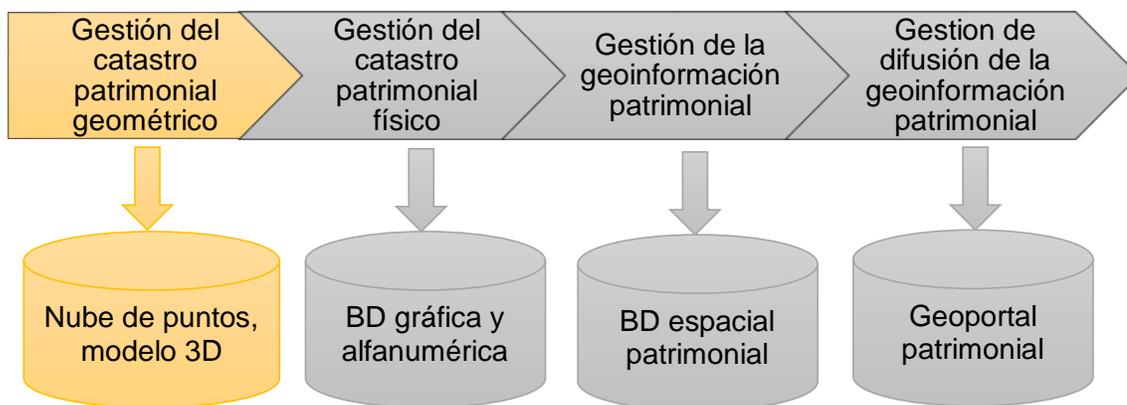
En definitiva, en cada proceso se obtiene un producto que contribuye a la Gestión del Catastro Patrimonial, tanto para optimizar la documentación de los bienes inmuebles patrimoniales como para la conformación de un Geoportal Patrimonial.

Gestión del Catastro Patrimonial Geométrico

Es el punto de partida en la Gestión del Catastro Patrimonial (ver Figura 18), incluye el registro y documentación geométrica digital de los bienes patrimoniales inmuebles, para lo cual se emplean diferentes técnicas de recolección de datos que dependen de los objetivos y de los productos que se deseen obtener del estudio.

Figura 18

Proceso enfocado en la Gestión del Catastro Patrimonial Geométrico

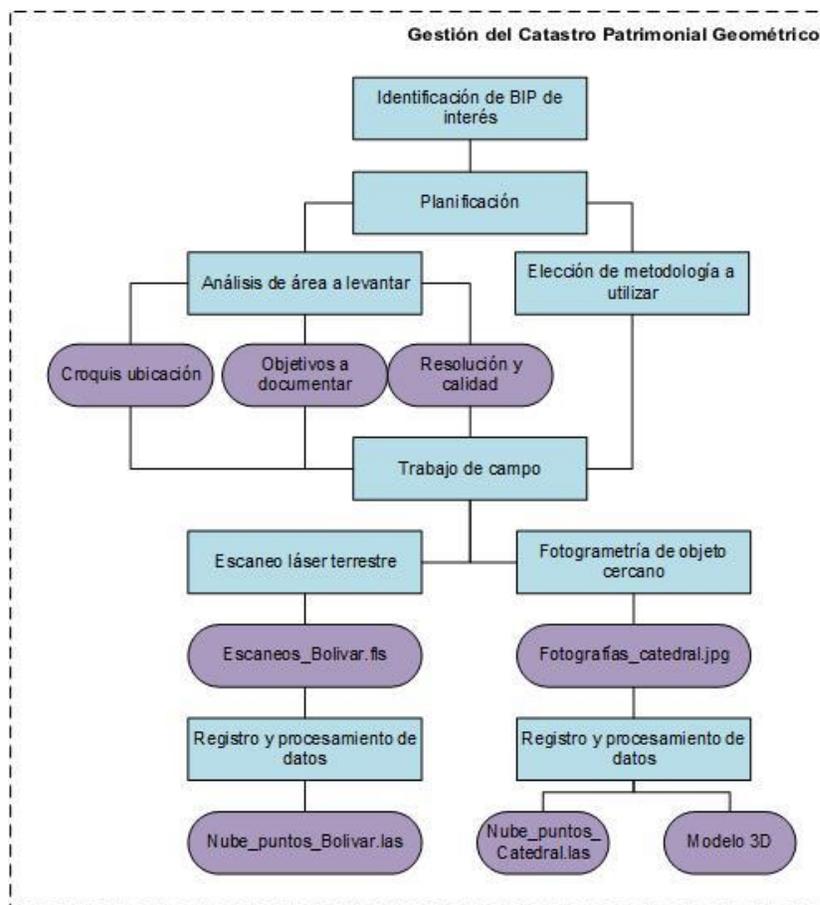


Nota: Los productos de este proceso están sujetos a los requerimientos y necesidades del usuario.

Este proceso se enfocó en la captura de datos, de modo que se llevaron a cabo varias actividades de campo y gabinete para realizar un levantamiento geométrico de dos bienes inmuebles del patrimonio cultural edificado de Ambato, dichas actividades se recopilaron de manera estructurada en el siguiente flujo de subprocesos (ver Figura 19).

Figura 19

Flujograma de subprocesos de la Gestión del Catastro Patrimonial Geométrico



La figura anterior muestra que el primer paso en la Gestión del Catastro Patrimonial Geométrico es la identificación de Bienes Inmuebles Patrimoniales de interés, en este caso se decidió documentar dos edificaciones del centro de Ambato, las cuales fueron: La Catedral y el Colegio Bolívar. Ambas construcciones han sido elegidos con criterios de representatividad y antigüedad respectivamente.

Una vez seleccionados los objetos de estudio se realizó una planificación, donde se analizó el área a levantar y la metodología que mejor se adaptaba a cada sitio. Posteriormente, se efectuó el trabajo de campo, el procesamiento y la depuración de los datos para tener como resultado nubes de puntos y un modelo 3D.

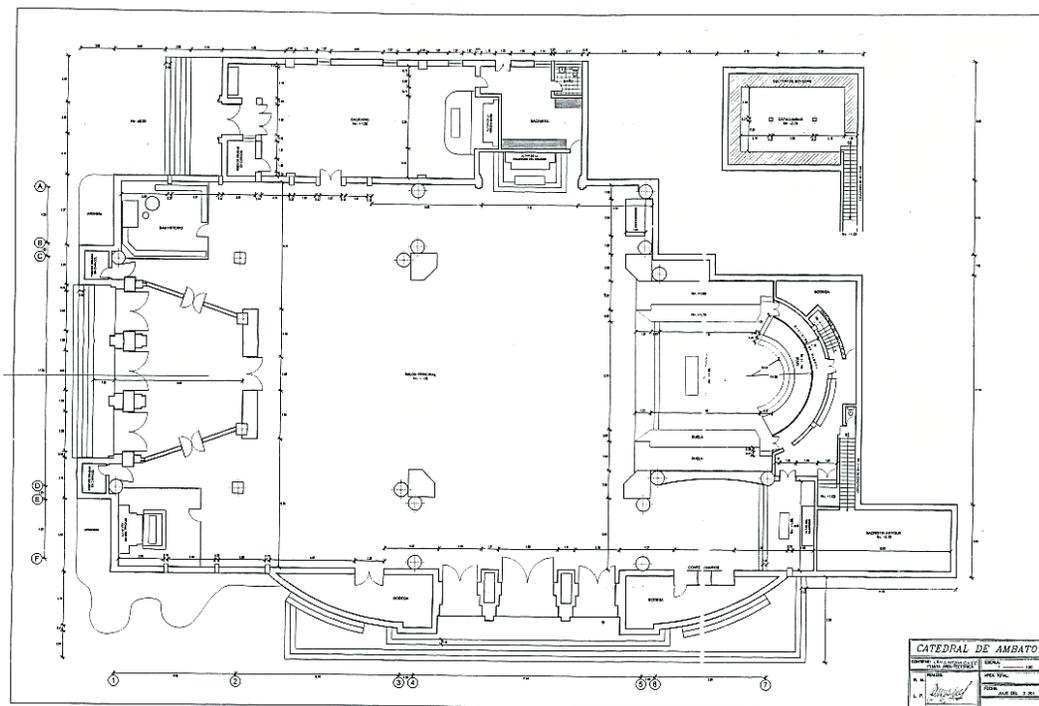
Planificación

Esta etapa es importante previo a cualquier trabajo de campo. En la planificación se establecen criterios importantes como los objetivos que se desean alcanzar, la metodología a aplicar y los resultados que se requieren obtener, tomando en cuenta el área a levantar, las técnicas de captura de datos y los equipos. Con esto se optimiza el tiempo, se previenen inconvenientes, se minimizan errores y finalmente se evita repetir el proceso.

Análisis de las áreas a levantar. En esta fase se necesita indagar y reunir toda la información disponible sobre el objeto a documentar, para tener una idea del tiempo y de la complejidad del trabajo de campo (Velasteguí & Guerrero, 2013). Esta información puede ser fotografías, planos, informes, mapas o cualquier otro documento útil para la toma de datos.

Por otro lado, también es conveniente analizar los alrededores del objeto de estudio, esto debido a que hay que considerar la accesibilidad al lugar, los obstáculos al momento de la captura de los datos y la seguridad tanto personal como de los equipos, con el fin de precautelar algún contratiempo.

En el caso de La Catedral, la información que se obtuvo fue una memoria técnica de las obras de recuperación de la iglesia, donde se adjuntaban fotografías, planos de instalaciones eléctricas e instalaciones de sonidos y un levantamiento arquitectónico (ver Figura 20). Este último recurso fue conveniente para la investigación, ya que sirvió de base en el trabajo de campo para tener en cuenta las medidas y la distribución de los espacios en el interior del bien patrimonial.

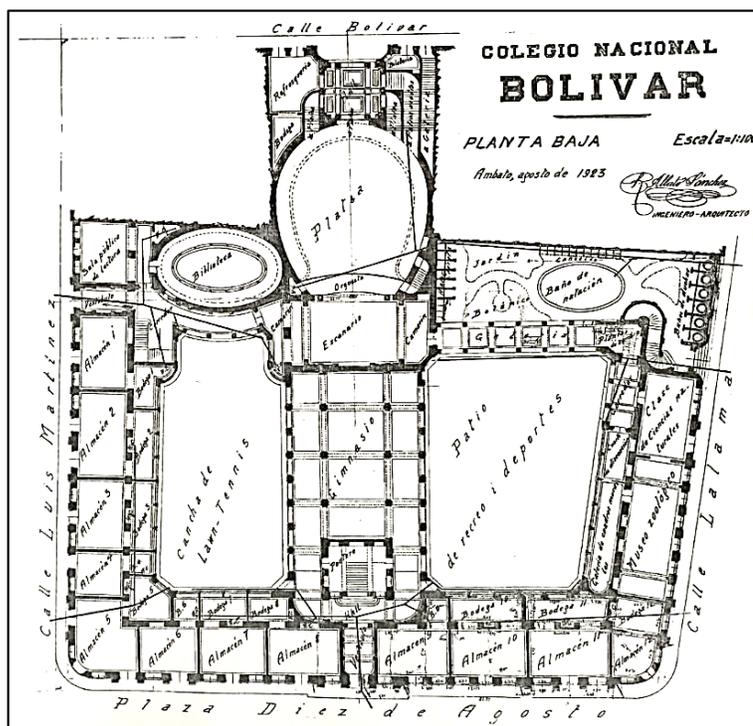
Figura 20*Plano de La Catedral*

Nota. El plano corresponde al levantamiento de La Catedral previo a sus obras de restauración. Tomado de (Diócesis de Ambato, 2001).

Asimismo, se buscó información referente al Colegio Bolívar y se tuvo acceso al libro “El Bolívar en su sesquicentenario”, el mismo posee una recopilación de datos históricos valiosos, el más relevante para el levantamiento geométrico fue el plano de la construcción del plantel educativo (ver Figura 21). Además, el Departamento de Planificación del GAD Municipalidad de Ambato proporcionó datos de un levantamiento arquitectónico de las fachadas de la institución educativa con sus respectivos detalles, que se puede visualizar en el Anexo 1, por lo cual el trabajo de campo se centró en la parte interna del bien inmueble patrimonial para complementar la documentación digital.

Figura 21

Plano del Colegio Bolívar



Nota. La figura muestra los planos del Colegio Bolívar. Tomado del libro *El Bolívar en su sesquicentenario* (p. 46) por (Soria, 2011).

Elección de la metodología a utilizar. En este paso se determinan los procesos, técnicas y herramientas que mejor se adapten al proyecto según los objetivos y complejidad del mismo.

En cuanto a los procesos, el orden que se estableció para la captura de datos de manera general fue: hacer una visita de campo previa, coordinar el acceso al bien inmueble patrimonial, revisar y preparar el equipo y finalmente tomar los datos. Por otra parte, las técnicas y herramientas que se eligieron para cada objeto a documentar dependió de algunos criterios como: accesibilidad, obstáculos, precisión y la disponibilidad de equipos, por lo cual en La Catedral se decidió trabajar con fotogrametría de objeto cercano mientras que en el Colegio Bolívar con escaneo láser.

Trabajo de campo

Con las consideraciones anteriores se trasladó al lugar de estudio, por consiguiente, primero se inició con el levantamiento geométrico de La Catedral y luego se procedió con la captura de datos del Colegio Bolívar.

Levantamiento de La Catedral. Al analizar el interior de este bien inmueble patrimonial se observó que es un espacio amplio y con buena iluminación por lo que la técnica de captura que más se adaptaba al lugar era la fotogrametría de objeto cercano, la misma que se complementó con herramientas de medición análogas.

Equipo. Para realizar el proceso fotogramétrico se requiere de una cámara digital, no necesariamente profesional, pero si es importante tomar en cuenta el número de megapíxeles ya que de esto depende la precisión del producto final. Por otra parte, se debe evitar el uso de lentes que alteren la imagen, pues las fotografías deben ser lo más naturales y fieles a la realidad.

En este caso se trabajó con una cámara SONY ILCE-6000 que posee las especificaciones que se muestra en la Tabla 5, mismas que son apropiadas para la finalidad de este estudio, cabe mencionar que los datos se capturaron con iluminación continua.

Tabla 5

Especificaciones de la cámara

| Resolución | Tipo de sensor | ISO | Distancia focal | Formato de imagen |
|------------------------|--------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|
| 24 MP (6000 x 4000) | Tipo APS-C (23.5 x 15.6 mm) | ISO 100 – 25 600 | 16 mm | JPG |

Nota. Tomado de (SONY EUROPE B.V., 2021).

Toma de datos. Antes de nada, se realizó una visita de campo para tener una idea de donde iniciar el proceso fotogramétrico y también se coordinó con la Diócesis de Ambato para acceder al bien inmueble patrimonial en un horario donde no exista tanta afluencia de personas.

El levantamiento de la información se lo realizó cuando no se celebraba ninguna misa de manera que el proceso fue lo más óptimo y exhaustivo. Se recorrió toda la iglesia capturando datos y en cada punto de toma se fotografiaba siguiendo un desplazamiento tanto vertical como horizontal desde diferentes ángulos y alturas (ver Figura 22), con el fin de tener múltiples imágenes que se traslapen y no tener vacíos al momento del procesamiento.

Figura 22

Vista interior de La Catedral



Nota. En la figura se muestra una de las fotografías tomadas durante el trabajo de campo.

Al mismo tiempo, se tomaron notas de campo donde se registraron observaciones y medidas de elementos que presentaron obstáculos, como también se fotografiaron detalles importantes de La Catedral como se puede observar en la Figura 23, mismos que posteriormente se incluyeron en el modelo tridimensional.

Figura 23

Detalles de La Catedral



Nota. En la figura se presenta la escultura de la Virgen de la Elevación patrona de la Diócesis de Ambato.

Levantamiento del Colegio Bolívar. En la etapa de planificación se determinó que este bien inmueble patrimonial es una estructura más compleja, por lo que se decidió que la mejor técnica para la captura de datos era el escaneo láser.

Antes de empezar el trabajo se realizó una visita de campo, la cual fue importante ya que se observó que uno de los patios del colegio era utilizado como parqueadero, de modo que se gestionó con la Dirección Distrital de Educación de Ambato 1, para tener acceso al bien inmueble antes del horario laboral y tomar los datos de esa parte sin tener obstáculos.

Equipo. El escáner laser es un instrumento costoso de comprar o de alquilar, sin embargo, para esta investigación el Instituto Geográfico Militar facilitó tanto el escáner láser TRIMBLE TX5 como el software para el procesamiento de los datos.

Toma de datos. Durante la planificación se determinó las posiciones óptimas para la ubicación tanto del equipo como de las esferas de referencia, esto para asegurar una buena precisión y una gran cobertura de datos.

Una vez que se identificaron los lugares adecuados para cada toma se procedió a iniciar con el levantamiento, en cada punto se estacionó el equipo comprobando que el trípode este bien colocado y montando al escáner con mucho cuidado.

Antes de empezar con la captura de datos se revisó y preparó el equipo, en este paso se ajustaron los parámetros del escáner láser como la resolución y la calidad que son las que determinan el tiempo del rastreo, además se verificó el estado de la batería, que la tarjeta de memoria este ingresada, como también que todos los sensores estén encendidos y en correcto funcionamiento (ver Figura 24).

Figura 24

Configuración de los parámetros del equipo



Finalmente, se creó un nuevo proyecto para documentar el Colegio Bolívar y se empezó con la toma de datos, cabe mencionar que se configuró el equipo con resolución de 1/5 y calidad de 4x que son adecuadas para el propósito de este trabajo, así pues, cada escaneo era de aproximadamente 8 minutos, además este tiempo se aprovechó para realizar observaciones y un croquis, tomando en cuenta la distancia segura al equipo y sin ver directamente al escáner por el tipo de láser.

Figura 25

Escaneo láser del Colegio Bolívar



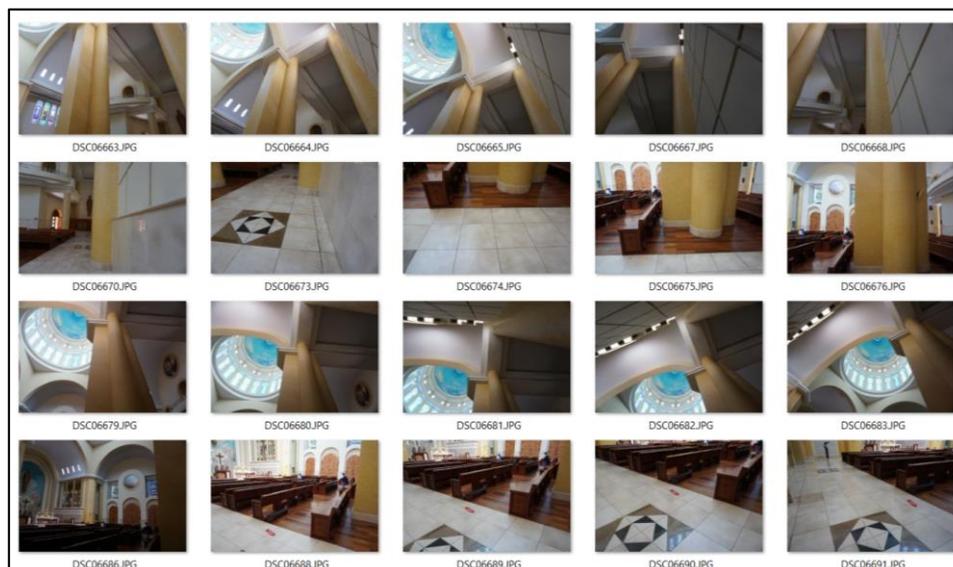
Procesamiento de datos

Las técnicas aplicadas anteriormente permitieron recolectar una gran cantidad de datos, por lo que antes de realizar cualquier proceso se hizo un respaldo de los originales por seguridad. Por otra parte, se necesitaron softwares especializados para obtener los productos finales.

Procesamiento de datos de La Catedral. En el proceso fotogramétrico se registró completamente el interior de la iglesia, por lo cual se obtuvieron un total de 306 fotografías, las mismas tienen diferentes ángulos y perspectivas (ver Figura 26).

Figura 26

Datos obtenidos de La Catedral

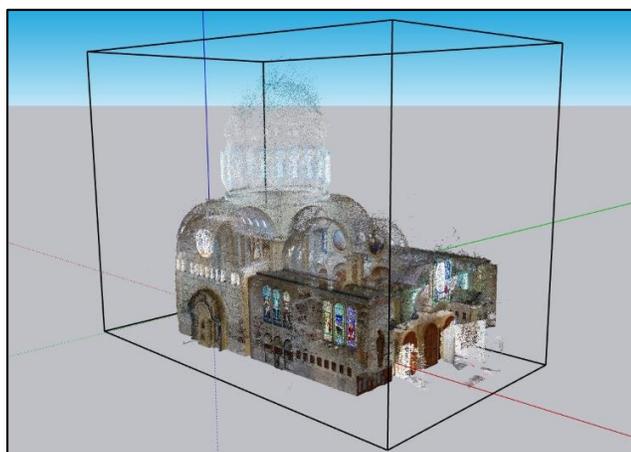


Nota. En la figura se presenta parte de las fotografías que se obtuvieron del trabajo de campo.

Para el procesamiento de los datos existen diferentes softwares, en este caso para obtener la nube de puntos se empleó Agisoft PhotoScan, donde primero se importaron todas las imágenes, después se alinearon las fotografías automáticamente para encontrar puntos en común, al final de este paso se creó una nube de puntos de baja densidad, luego en base al producto anterior se generó la nube de puntos densa (ver Figura 25), cabe recalcar que estos procesos llevaron tiempo, finalmente se exportó la nube de puntos en formato *.laz para modelar el bien inmueble patrimonial.

Figura 27*Nube de puntos densa de La Catedral*

Para crear el modelo tridimensional se utilizó el software SketchUp 2020, con la versión de prueba del complemento Trimble Scan Essentials, que fue útil para trabajar con la nube de puntos. El primer paso fue subir la información obtenida del proceso anterior, cabe señalar que el archivo para ser cargado al programa necesitó ser transformado de formato *.laz a *.rwp, lo que se logró mediante la extensión, una vez hecho esto la nube de puntos pudo visualizarse (ver Figura 28).

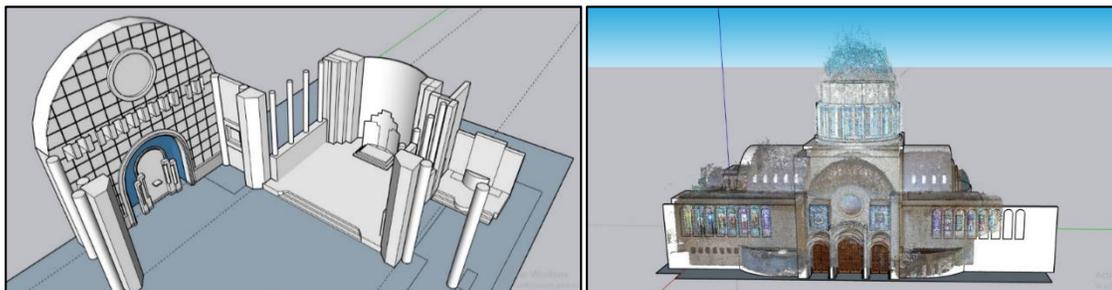
Figura 28*Nube de puntos cargada en el programa*

Nota. En la figura se muestra la nube de puntos generada del interior de La Catedral.

A continuación, se procedió a modelar el interior de La Catedral mediante las herramientas de dibujo que tiene el software, para esto también fue útil la información reunida durante la planificación como también las observaciones y medidas tomadas durante el trabajo de campo. Por otra parte, el complemento fue de gran ayuda para manipular la nube de puntos de manera que se podía encender y apagar su visualización e ir comparando el dibujo que se estaba realizando, por mayor facilidad se empezó con el trazado de grandes estructuras como paredes y columnas.

Figura 29

Creación del modelo tridimensional de La Catedral



Se siguió el proceso hasta completar el esqueleto de la edificación, después se centró en los detalles, se añadieron texturas, se colocaron objetos y se eligieron colores, procurando que el modelo tridimensional quede lo más parecido al bien inmueble patrimonial como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura 30

Comparación de la realidad con el modelo tridimensional



Por último, al tener la forma del interior de La Catedral inclusive la cúpula se decidió hacer el modelo completo con la parte exterior, para lo cual se utilizaron imágenes, proporciones y datos históricos recolectados anteriormente, además para dibujar la torre el software permitió adaptar una fotografía al modelo (ver Figura 31), con lo que se creó el producto final.

Figura 31

Fotografía de la Catedral adaptada al modelo tridimensional



Procesamiento de datos del Colegio Bolívar. Antes de nada, se tomó en cuenta que para este proceso no se podía trabajar con una computadora personal por la gran cantidad de datos obtenidos, de modo que se utilizó una Workstation, luego se importaron los ficheros *.fls (File Laser Scan) desde la tarjeta de memoria SD al computador. En el trabajo de campo se realizaron 43 escaneos en total, por lo que debían existir ese número de carpetas (ver Figura 32), de esos se utilizaron 35, debido a la superposición de datos y el tiempo de procesamiento.

Figura 32

Ficheros del escaneo

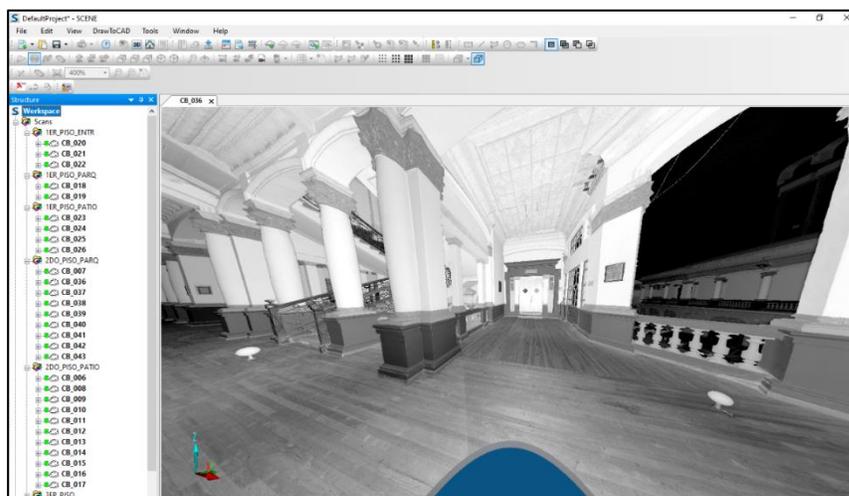
| | | | |
|-------------------------------------|-------------|-----------------|---------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | CB_001.flis | 10/9/2021 13:12 | Carpeta de archivos |
| <input type="checkbox"/> | CB_002.flis | 10/9/2021 13:12 | Carpeta de archivos |
| <input type="checkbox"/> | CB_006.flis | 10/9/2021 13:12 | Carpeta de archivos |
| <input type="checkbox"/> | CB_007.flis | 10/9/2021 13:12 | Carpeta de archivos |
| <input type="checkbox"/> | CB_008.flis | 10/9/2021 13:13 | Carpeta de archivos |
| <input type="checkbox"/> | CB_009.flis | 10/9/2021 13:13 | Carpeta de archivos |
| <input type="checkbox"/> | CB_010.flis | 10/9/2021 13:13 | Carpeta de archivos |
| <input type="checkbox"/> | CB_011.flis | 10/9/2021 13:13 | Carpeta de archivos |
| <input type="checkbox"/> | CB_012.flis | 10/9/2021 13:13 | Carpeta de archivos |
| <input type="checkbox"/> | CB_013.flis | 10/9/2021 13:13 | Carpeta de archivos |
| <input type="checkbox"/> | CB_014.flis | 10/9/2021 13:13 | Carpeta de archivos |
| <input type="checkbox"/> | CB_015.flis | 10/9/2021 13:13 | Carpeta de archivos |
| <input type="checkbox"/> | CB_016.flis | 10/9/2021 13:13 | Carpeta de archivos |
| <input type="checkbox"/> | CB_017.flis | 10/9/2021 13:13 | Carpeta de archivos |
| <input type="checkbox"/> | CB_018.flis | 10/9/2021 13:13 | Carpeta de archivos |
| <input type="checkbox"/> | CB_019.flis | 10/9/2021 13:13 | Carpeta de archivos |
| <input type="checkbox"/> | CB_020.flis | 10/9/2021 13:13 | Carpeta de archivos |

Nota. En la figura se muestra parte de los archivos obtenidos del trabajo de campo.

En este caso, se emplearon dos softwares diferentes: SCENE y Trimble RealWorks. El primero se utilizó con el fin de visualizar los escaneos de una manera más detallada y determinar la posibilidad de unirlos en un solo escaneo.

Figura 33

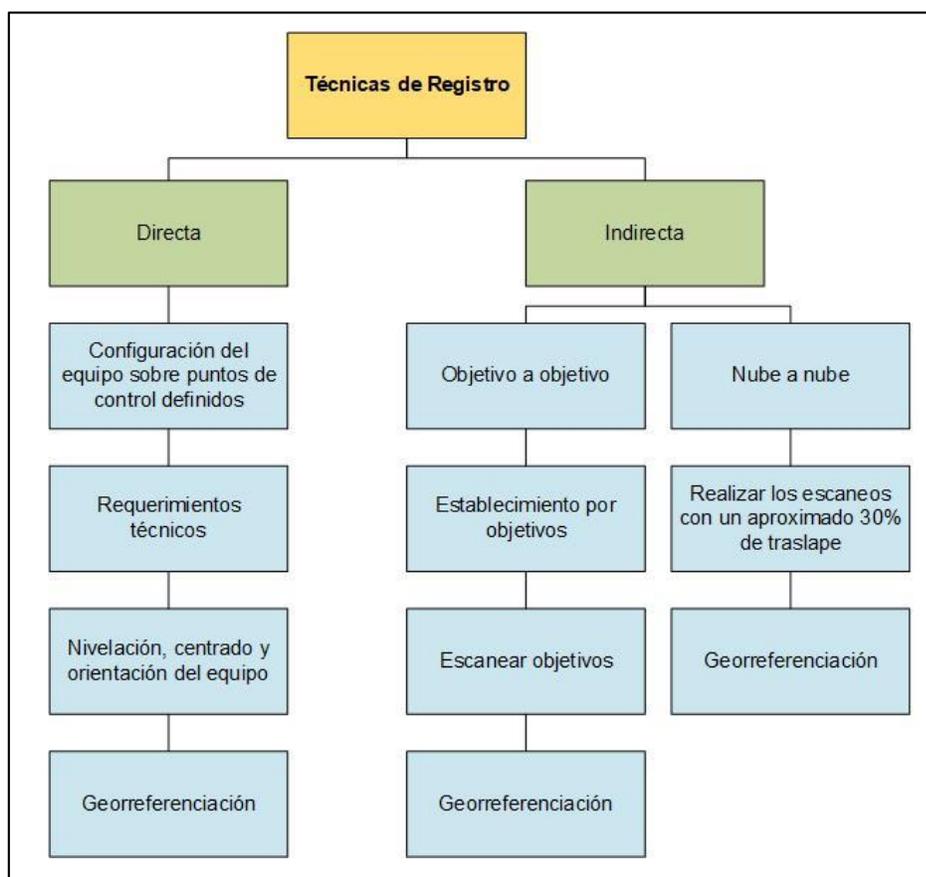
Visualización de los escaneos en SCENE



Una vez realizada la visualización previa, se procede al registro de los escaneos, se lo puede realizar de manera directa o indirecta, tomando en cuenta el nivel de toma de datos previo. Para el presente caso, se realizó un registro indirecto, ya que no se tuvo puntos de control definidos al momento de la toma de datos. En la siguiente figura se detallan los tipos de registro de las nubes de puntos.

Figura 34

Técnicas de registro de escaneos



Nota. Tomado de (Santana, y otros, 2008).

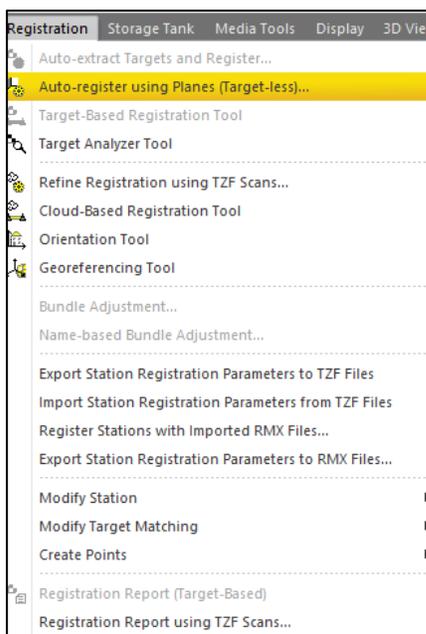
Se evaluó la factibilidad del registro indirecto, tanto de objeto a objeto, como de nube a nube. Con respecto al primer tipo de registro, objetivo a objetivo, la cantidad y distribución de las esferas en las zonas de escaneo, impidieron el óptimo registro. Por

otro lado, el registro indirecto de nube a nube fue la mejor opción, ya que los escaneos consecutivos tenían un traslape mayor al 30%.

Se utilizó el software propietario Trimble RealWorks versión 8.0 mediante el módulo de registro. Como primer paso se importaron los escaneos en formato (.fls), luego, se seleccionó el módulo de registro, finalmente, en la pestaña del mismo nombre, se seleccionó “Auto registro usando planos”.

Figura 35

Auto registro usando planos



Este proceso duró algunas horas, ya que se analizan todos los escaneos de manera automática, buscando objetos comunes entre ellos para su integración total. Una vez terminado el proceso, apareció una tabla, misma que indicaba cada estación de escaneo con su nombre, el error de ajuste de cada una y el porcentaje de coincidencia de los objetos encontrados en cada escaneo. Cabe resaltar que este último parámetro debe ser mayor al 30% para su óptimo ajuste. Además, se seleccionó la opción de descarga del informe de precisiones, mismo que se encuentra en el Anexo 2.

El error de ajuste fue de 2.68 milímetros entre las estaciones de las nubes de puntos.

En la siguiente figura se muestra la tabla resultante del proceso de registro.

Figura 36

Tabla de ajustes de las nubes de puntos

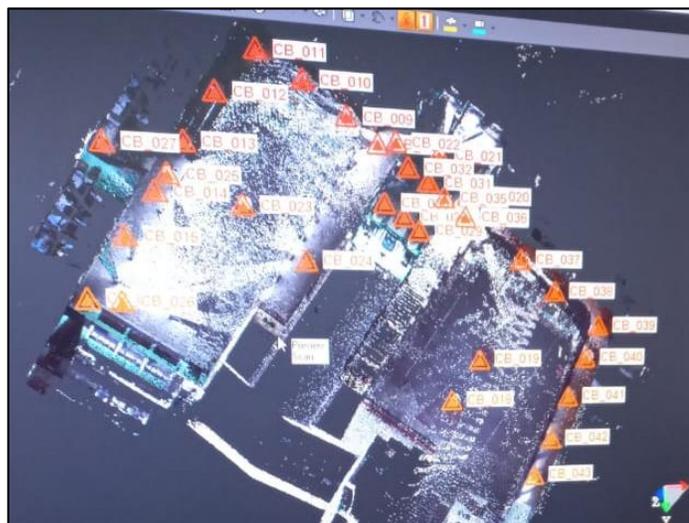
| Name | Cloud-to-cloud error | Coincident Points (%) | Confidence (%) |
|--------------|----------------------|-----------------------|----------------|
| BOL_PRUEBA_1 | | | |
| CB_006 | | | |
| CB_007 | 0.96 mm | 64% | 100% |
| CB_008 | 1.08 mm | 62% | 100% |
| CB_009 | 1.46 mm | 53% | 100% |
| CB_010 | 1.99 mm | 46% | 100% |
| CB_011 | 2.71 mm | 40% | 100% |
| CB_012 | 4.79 mm | 19% | 100% |
| CB_013 | 5.65 mm | 11% | 100% |
| CB_014 | 8.18 mm | 8% | 100% |
| CB_015 | 8.53 mm | 7% | 100% |
| CB_016 | 20.16 mm | 6% | 100% |
| CB_018 | 5.54 mm | 7% | 83% |
| CB_019 | 4.01 mm | 8% | 100% |
| CB_023 | 5.32 mm | 6% | 100% |
| CB_026 | 9.10 mm | 5% | 100% |
| CB_028 | 1.64 mm | 22% | 100% |
| CB_029 | 1.35 mm | 23% | 100% |
| CB_030 | 1.74 mm | 22% | 100% |

Overall cloud-to-cloud error: 2.68 mm

Una vez realizado el registro, se pudo observar de manera espacial la distribución de todas las estaciones en el objeto que se registró. Como se puede observar en la siguiente figura, se activó la opción de visualización de la nube de puntos ya integrada completamente y la ubicación de cada estación.

Figura 37

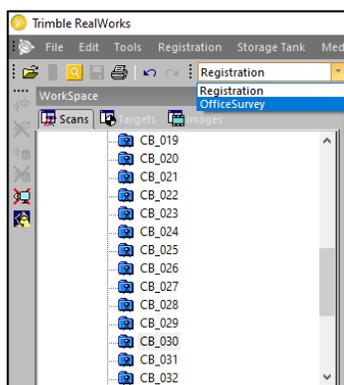
Nube de puntos y estaciones de escaneo



Luego se activó la opción de “OfficeSurvey”, este módulo permite el manejo y gestión de la nube de puntos, por ende, se activan otro tipo de herramientas, luego se procedió a la depuración de la nube de puntos. En la siguiente figura se muestra el cambio de módulo.

Figura 38

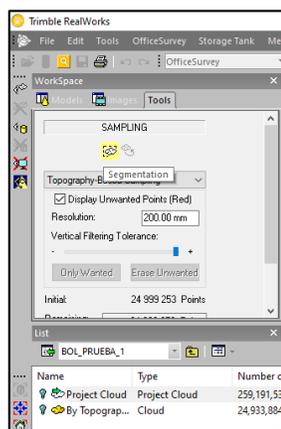
Módulo OfficeSurvey



La opción de muestreo o “sampling” permitió la depuración de la nube de puntos, ya que se iba eliminando las zonas que no eran de interés del registro. Una vez que se seleccionó esta opción se procedió a indicar en la parte de segmentación en conjunto con el método de “Topography Based Sampling”.

Figura 39

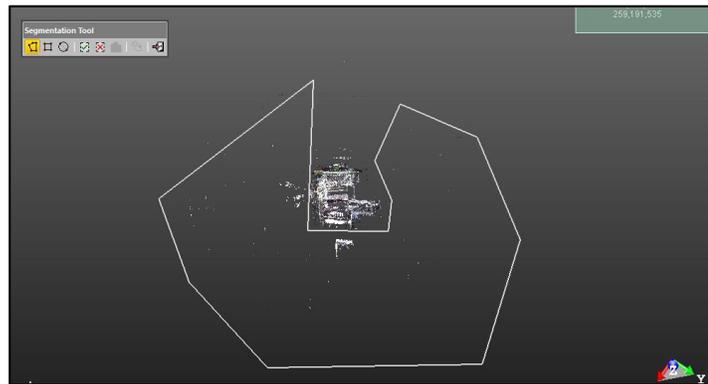
Segmentación de la nube de puntos



La ventana emergente con las herramientas de segmentación en el espacio de trabajo permitió seleccionar los puntos y zonas las cuales se querían eliminar. Cuando ya se ha seleccionado se procedió a crear el polígono que las contenga para después salir de la ventana emergente y configurar en la barra principal.

Figura 40

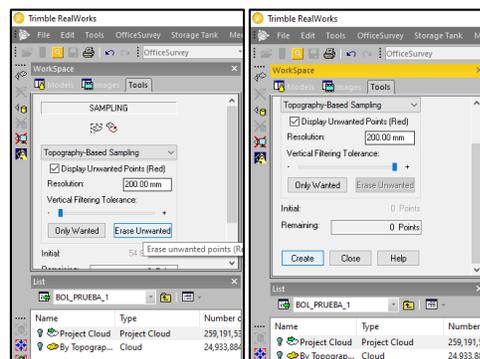
Segmentación y depuración de la nube de puntos



Finalmente, para terminar este proceso de depuración se selecciona la opción de “Eliminar”, hasta que la nube de puntos quede completamente depurada, para luego indicar la opción de crear la nueva nube de puntos. Como se puede apreciar en las siguientes figuras, la cantidad de puntos se redujo, ya que se delimitó los objetos de interés. El total de puntos que contiene la nube completa depurada es de 24993884.

Figura 41

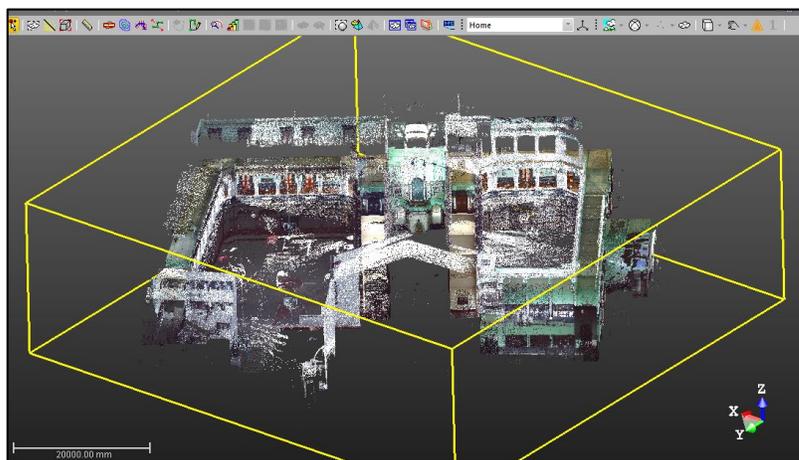
Configuraciones finales depuración nube de puntos



La nube de puntos final quedó encuadrada en el área definida una vez depurada esta. Como se puede apreciar en la siguiente figura, es la nube de puntos completa, resultado del escaneo láser en el Colegio Bolívar.

Figura 42

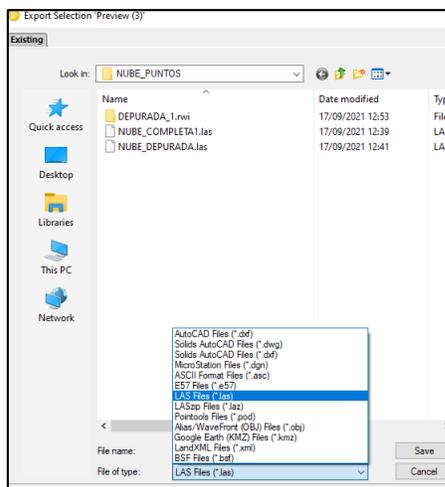
Nube de puntos depurada



Existen diversos formatos para exportar la nube de puntos seleccionada, sin embargo, debido a cuestiones de transferencia de objetos en otros softwares de tipo libre, se procedió a exportar en formatos (.las y .laz), respectivamente.

Figura 43

Formatos de exportación

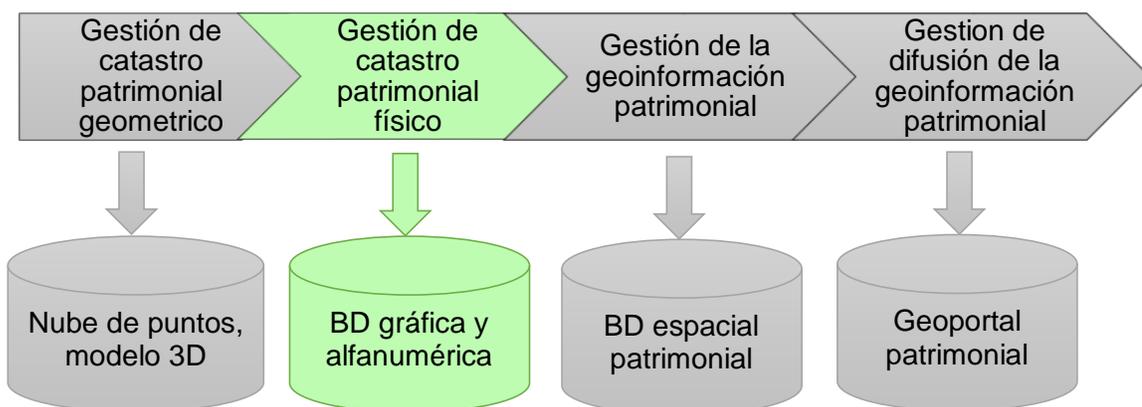


Gestión del Catastro Patrimonial Físico

En este proceso, como primera instancia, se recopiló información, tanto documental como espacial, respecto a los bienes patrimoniales inmuebles de la ciudad de Ambato. La fuente de dicha información fue el Departamento de Planificación del GAD Municipalidad de Ambato. Luego se analizará el nivel de información que se recopiló.

Figura 44

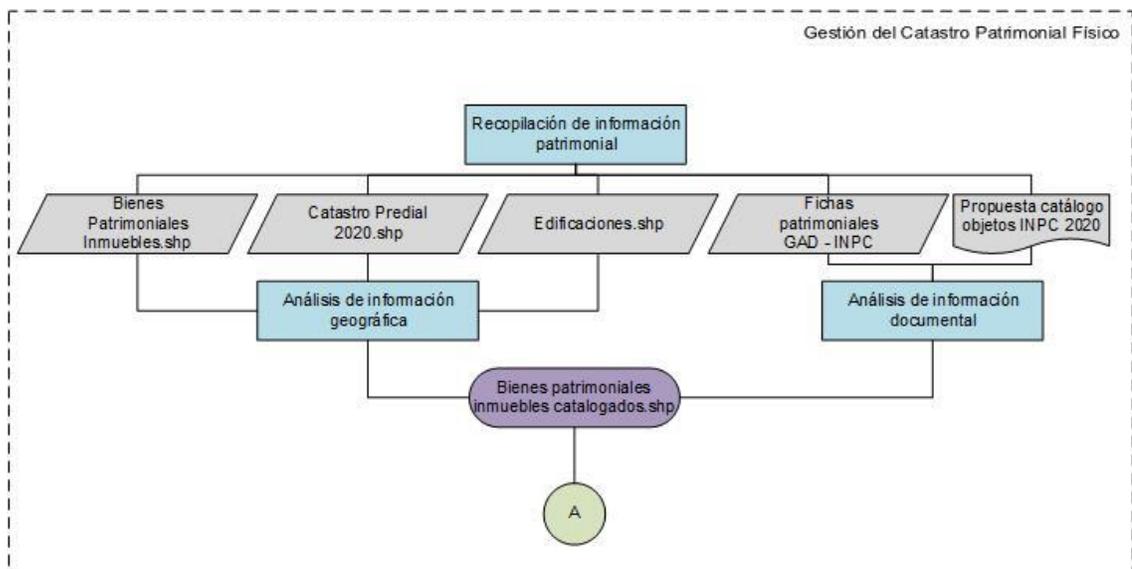
Proceso enfocado en la Gestión del Catastro Patrimonial Físico



En la siguiente figura se denota el flujo de procesos a realizar con la información recolectada, esta fue tanto de carácter documental como geográfico espacial, por ende, se realizó un análisis previo y posterior tratamiento para la obtención de bienes inmuebles patrimoniales catalogados en función de estándares propuestos.

Figura 45

Flujograma de subprocesos de la Gestión del Catastro Patrimonial Físico



Recolección de la información

En la siguiente tabla se detalla la información patrimonial a la que se tuvo acceso, se detalla el formato de entrega, la fuente y su contenido.

Tabla 6

Información Recolectada

| Información | Formato | Fuente | Descripción |
|---------------------------------------|---------|------------|---|
| Bienes Patrimoniales Inmuebles Ambato | .shp | GAD Ambato | Contiene 1061 bienes inmuebles patrimoniales registrados por la unidad de Planificación |
| Delimitación Centro Histórico Ambato | .shp | GAD Ambato | Área correspondiente al Centro Histórico de Ambato |

| | | | |
|---|------|-------------------|---|
| Propuesta de zonas de protección | .shp | GAD Ambato | Zonas colindantes al centro histórico con interés patrimonial |
| Catastro urbano y rural Ambato | .shp | GAD Ambato | Catastro actualizado 2020 |
| Edificaciones | .shp | GAD Ambato | Edificaciones de la zona urbana y rural del cantón Ambato 2019 |
| Propuesta Catálogo de Objetos Patrimoniales | .pdf | INPC | Propuesta de catálogo de objetos patrimoniales |
| Fichas de registro | .pdf | GAD Ambato - INPC | Información patrimonial arquitectónica de los BPI del cantón Ambato |

Con respecto a la información geográfica, ésta estaba dispersa, y en algunas ocasiones también desactualizada. Mediante un análisis geográfico se pudo completar cierta información correspondiente a campos característicos del bien inmueble.

La información documental a la que se tuvo acceso fue: fichas de inventario y registro de patrimonio inmueble del cantón Ambato; Propuesta de Catálogo de Objetos Geográficos para el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. Con las fichas se procedió a verificar y actualizar los datos relacionados con la tipología del bien inmueble, por otro lado, con el documento de la propuesta del catálogo de objetos se pudo revisar de manera bibliográfica los contenidos y clasificación patrimonial inmueble propuesta por el INPC, sin embargo, al ser una propuesta, no es un documento oficial, por ende, se tuvo algunas observaciones generales de este documento, para así poder adaptar al presente proyecto.

Análisis del nivel de información

Bienes Inmuebles Patrimoniales Ambato. Con respecto a la cobertura de los Bienes Patrimoniales Inmuebles, se recibió en formato shapefile, y contenía en total 1061 objetos referentes a inmuebles registrados, ya sean urbanos o rurales. Por otro lado, la codificación de los inmuebles patrimoniales estaba dividido en niveles de registro e inventario. Finalmente, también se recibió información de propuestas de áreas referentes al centro histórico y propuestas de protección del mismo.

Tabla 7

Clasificación primitiva de Bienes Patrimoniales Inmuebles Ambato

| | Registro | Inventario | Tramo |
|--------|-----------------|-------------------|--------------|
| Urbano | 165 | 228 | 47 |
| Rural | 150 | 471 | - |

Nota. Número de Bienes Patrimoniales Inmuebles según su clasificación primitiva.

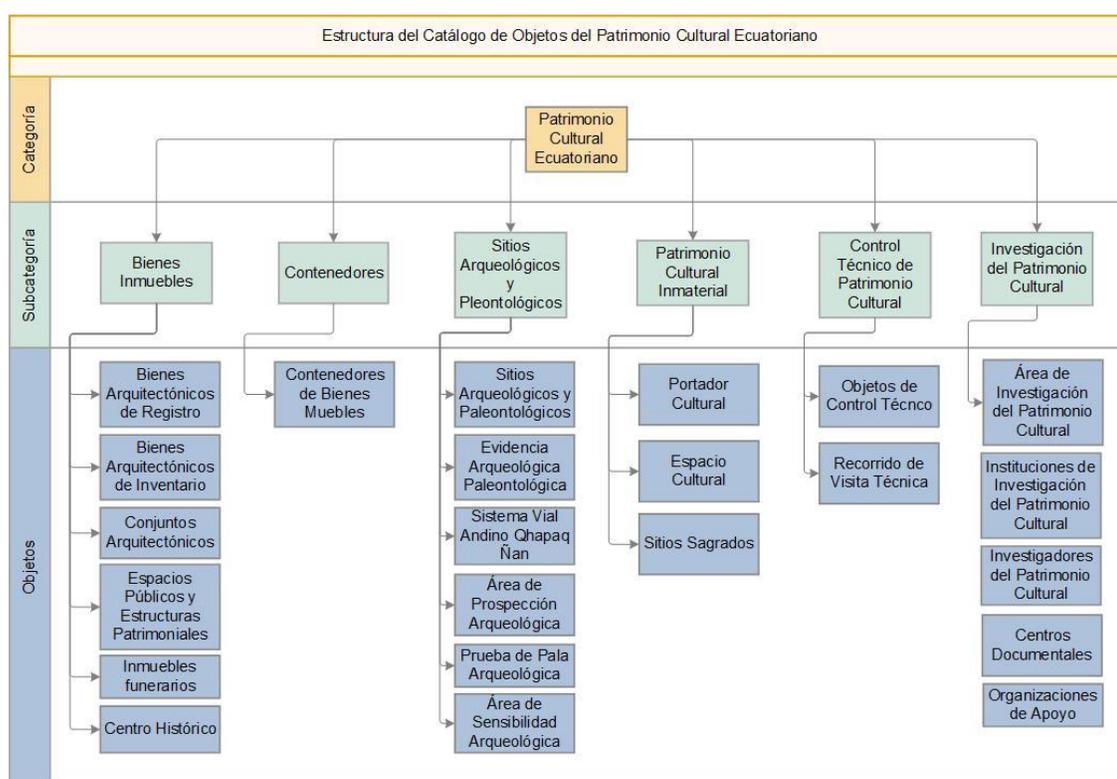
(Autores, 2022).

Fichas patrimoniales. Las fichas patrimoniales, tanto del INPC, como del GADMA, son documentos que tienen información tanto general como arquitectónica con respecto al bien patrimonial inmueble. Para el primer caso, que son las realizadas por el INPC, se refiere a bienes inmuebles patrimoniales registrados legalmente en el SIPCE (Sistema de Información del Patrimonio Cultural del Ecuador), para el segundo caso, corresponden a las fichas realizadas por la unidad de planificación del GAD de Ambato e incluyen los bienes patrimoniales registrados y no registrados en el sistema. En las siguientes figuras se puede observar la estructura de ambas fichas.

Propuesta Catálogo de Objetos Geográficos INPC. En este documento, el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural indica la necesidad organizar y clasificar la información patrimonial para la generación de una base de datos estandarizada que facilite el intercambio de información, por ende, propone la estructura del Catálogo Institucional de Objetos Geográficos. En la siguiente figura se muestra la organización.

Figura 48

Estructura del Catálogo de Objetos INPC



Nota. Tomado y adaptado de (Guevara, 2020).

El objetivo del presente estudio son los bienes inmuebles patrimoniales y los contenedores respectivamente, por ello, en la siguiente tabla se describen los objetos propuestos por el INPC en la estructura del catálogo de objetos, por otro lado, se adicionan los objetos propuestos por los autores.

Tabla 8

Definición de los objetos referentes a los Bienes Patrimoniales Inmuebles

| Objeto | Descripción |
|--------------------------------------|--|
| Bienes Arquitectónicos de Registro | Bienes Inmuebles que no se encuentran reconocidos legalmente como patrimonio cultural pero que podrían mantener valores arquitectónicos culturales o símbolos susceptibles de protección. |
| Bienes Arquitectónicos de Inventario | Edificaciones que poseen características tipológicas, morfológicas y técnico constructivas de valor patrimonial. Se encuentran reconocidos legalmente como patrimonio cultural. |
| Conjuntos Arquitectónicos | Conjuntos de bienes inmuebles en áreas específicas que se destacan dentro del entorno al poseer características culturales. |
| Espacios y Estructuras patrimoniales | Espacios con fines y usos sociales en los que ocurren actividades colectivas que conservan un valor histórico y sociocultural para la población. También se refiere a elementos de articulación territorial o infraestructura de uso público y con valor histórico cultural. |
| Inmuebles funerarios | Arquitectura relacionada con espacios funerarios que conservan un valor histórico y socio cultural para la población. |
| Centro Histórico | Área del centro histórico de la ciudad declarada como ciudad patrimonial. |
| Contenedores de Bienes Muebles | Inmueble, institución o espacio público donde se encuentra uno o varios bienes patrimoniales muebles. |

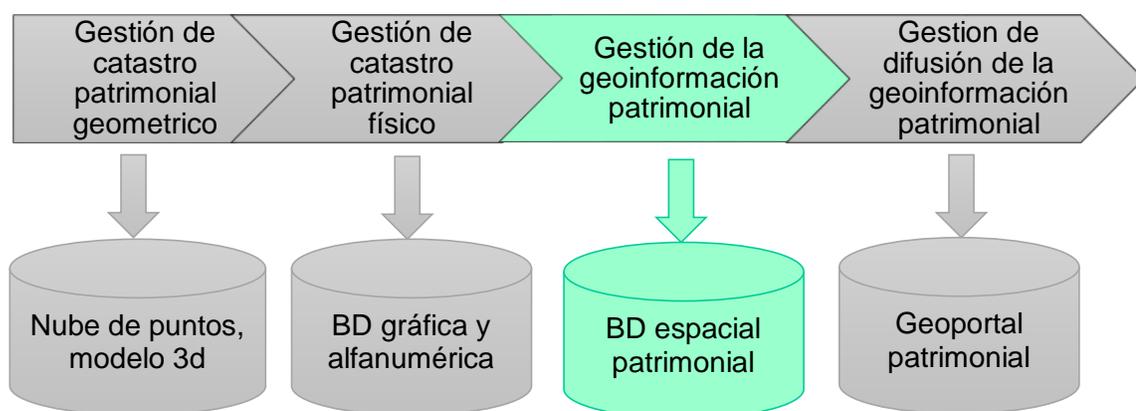
Nota. Caracterización de los bienes patrimoniales inmuebles y contenedores. Adaptado de (Guevara, 2020).

Gestión de la Geoinformación Patrimonial

En este proceso se da paso a la depuración y estandarización de la geoinformación. Una vez revisado la propuesta de catálogo de objetos geográficos del INPC, y tomando las consideraciones pertinentes, se procedió a la creación de una base de datos espacial, cabe recalcar que se tomó en cuenta los modelos de base de datos para su creación. Por otro lado, se presenta la información estandarizada a manera de mapas temáticos.

Figura 49

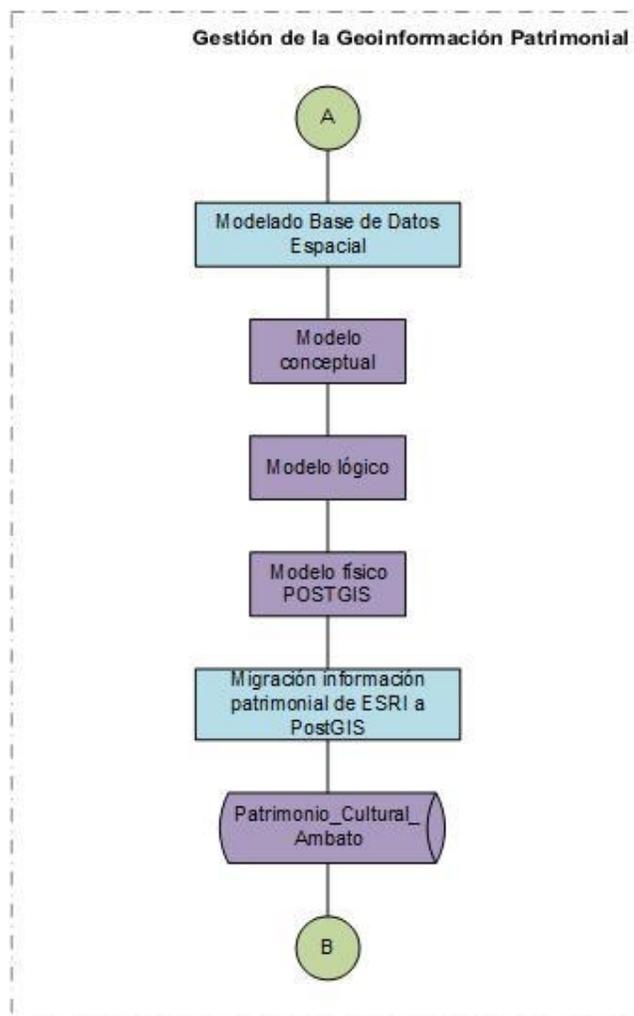
Proceso enfocado en la Gestión de la Geoinformación Patrimonial



En el siguiente diagrama de flujo se detalla la creación de la base de datos espacial, la cual obedece a los parámetros propuestos. En primera instancia se modeló de acuerdo a las especificaciones generales, como son: modelo conceptual, modelo lógico y finalmente el modelo físico, este último ya implementado en un sistema gestor de bases de datos espaciales, que en este caso fue PostGIS.

Figura 50

Flujograma de subprocesos de la Gestión de la Geoinformación Patrimonial



Base de datos espacial

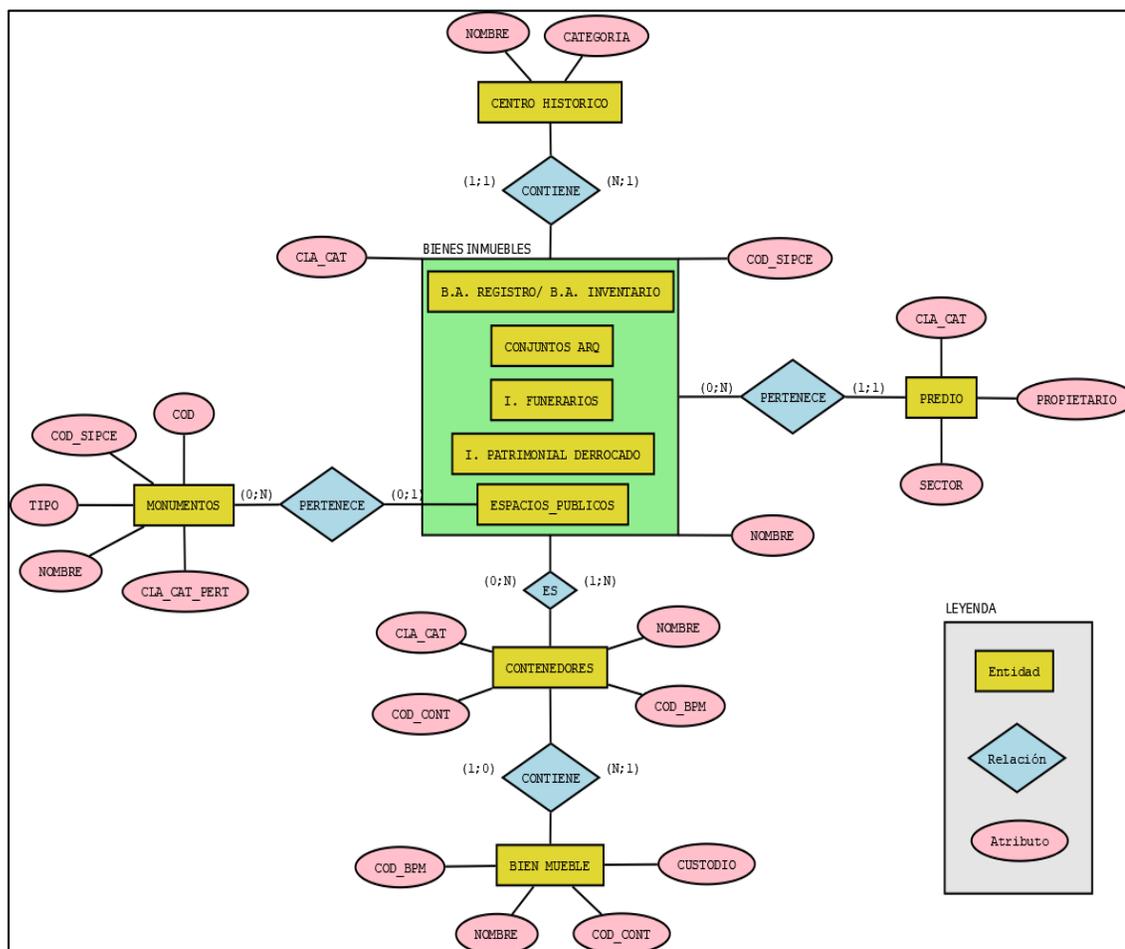
Para el desarrollo del presente proyecto, fue necesario realizar una base de datos espacial, para así ordenar, estandarizar y clasificar la información patrimonial del Cantón Ambato. Como primera instancia se desarrolló el modelado de bases de datos espaciales en sus tres etapas (conceptual, lógico y físico) y se implementó en dos diferentes tipos de gestores, PostgreSQL y ESRI.

Modelo conceptual. El tipo de modelo utilizado fue el modelo entidad relación, en el cual se extrajo los objetos a representar del mundo real y se definió sus relaciones con otros objetos además de establecer los atributos de los mismos. Para este modelo se tuvo presente los objetos establecidos por el INPC pertenecientes a los bienes inmuebles patrimoniales y contenedores patrimoniales, además de especificar las relaciones existentes y los atributos de cada objeto.

Como se puede observar en la siguiente figura, se detalla el modelo entidad relación, en el cual aparte de los objetos a tratar que son los bienes patrimoniales inmuebles, se ha mostrado la relación entre otras entidades, como son: predios, centros históricos, monumentos, contenedores y bienes muebles. Una clave primaria se utiliza como un identificador único de cada entidad, esta clave funciona como el atributo más importante del objeto, por ello, en el presente modelo, se identificó como clave primaria la clave catastral.

Figura 51

Modelo Entidad-Relación



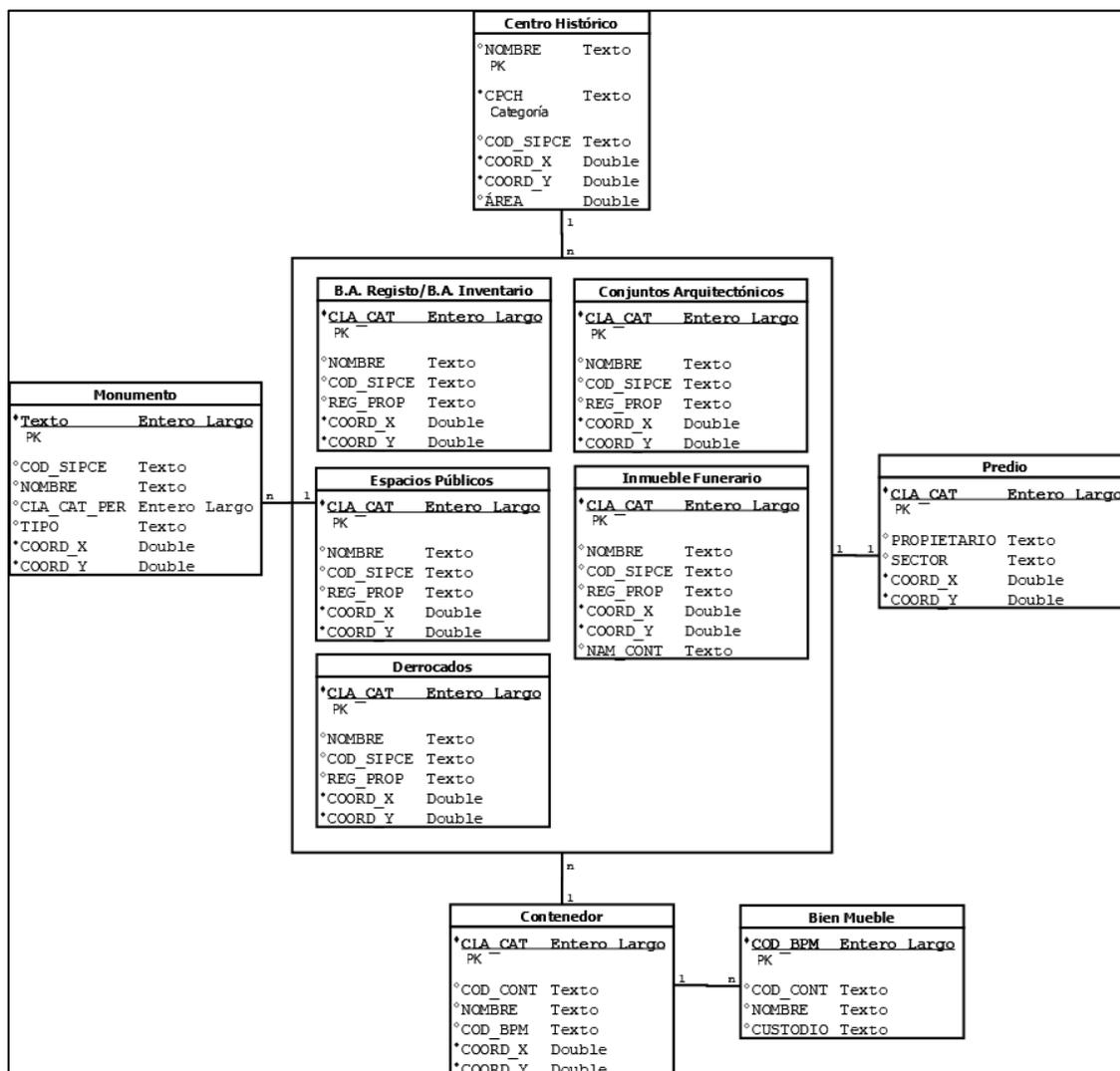
Nota. Modelo conceptual de la base de datos de Bienes Patrimoniales Inmuebles.

(Autores 2021).

Modelo lógico. para este modelo se utilizó el modelo relacional, en el cual se representa la estructura de la base de datos adaptada el gestor de bases de datos a utilizar. También se representa con sus atributos, el tipo de dato que soporta, procesa y almacena la entidad. Como se puede apreciar en la siguiente figura, se representa el modelo relacional.

Figura 52

Modelo Relacional



Nota. Modelo relacional de la Base de Datos de Bienes Patrimoniales Inmuebles. (Autores 2021).

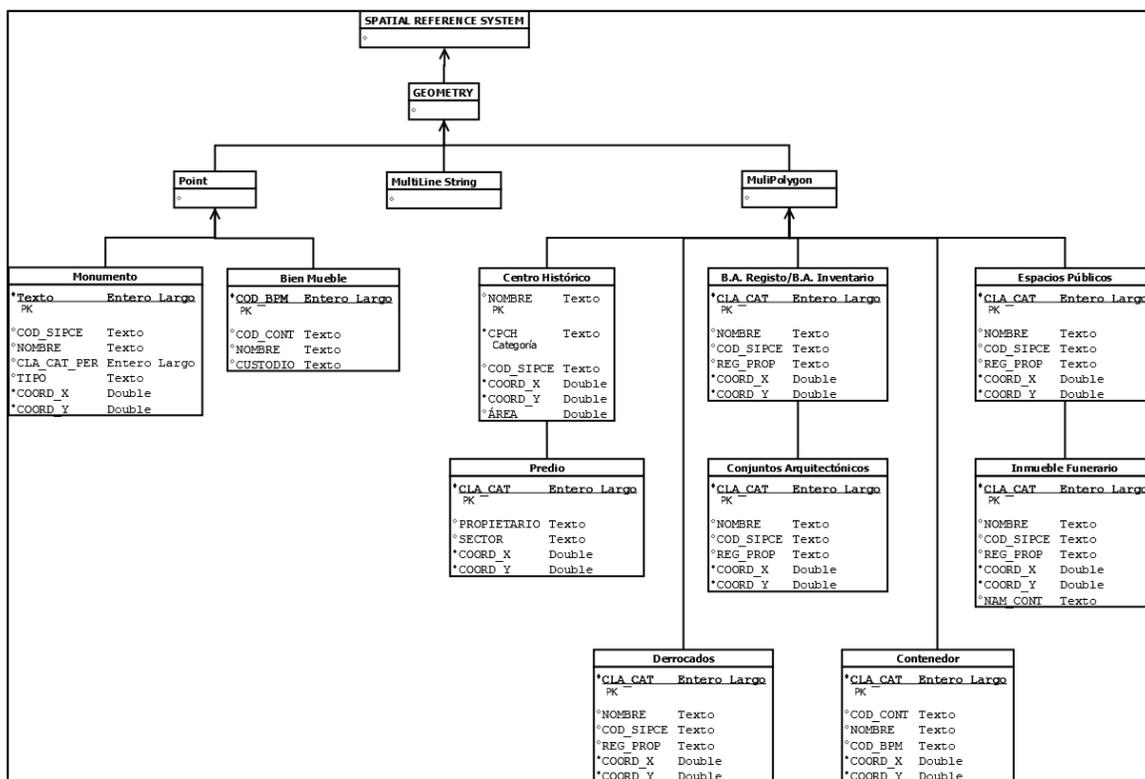
Por otro lado, el modelo lógico también representa la estructura de la base de datos adaptada al sistema gestor de base de datos, que en este caso se debe a PostgreSQL, con su extensión espacial PostGIS. Una de las ventajas de PostGIS es que soporta los estándares OGC (Open Geospatial Consortium), por ello en la siguiente

representación se utilizó jerarquía de clases para el soporte de datos geométricos, para que de esta manera las entidades planteadas se indexen al marco propuesto del OGC.

Las entidades establecidas se adaptan al marco OGC tomando las formas provistas por las geometrías existentes, por ejemplo: punto, multilínea, polígono; estas geometrías agrupan a los objetos de la base de datos y a su vez heredan una clase superior general de “geometría”, misma que está enlazada y soporta un sistema de referencia específico (Bustos, 2012).

Figura 53

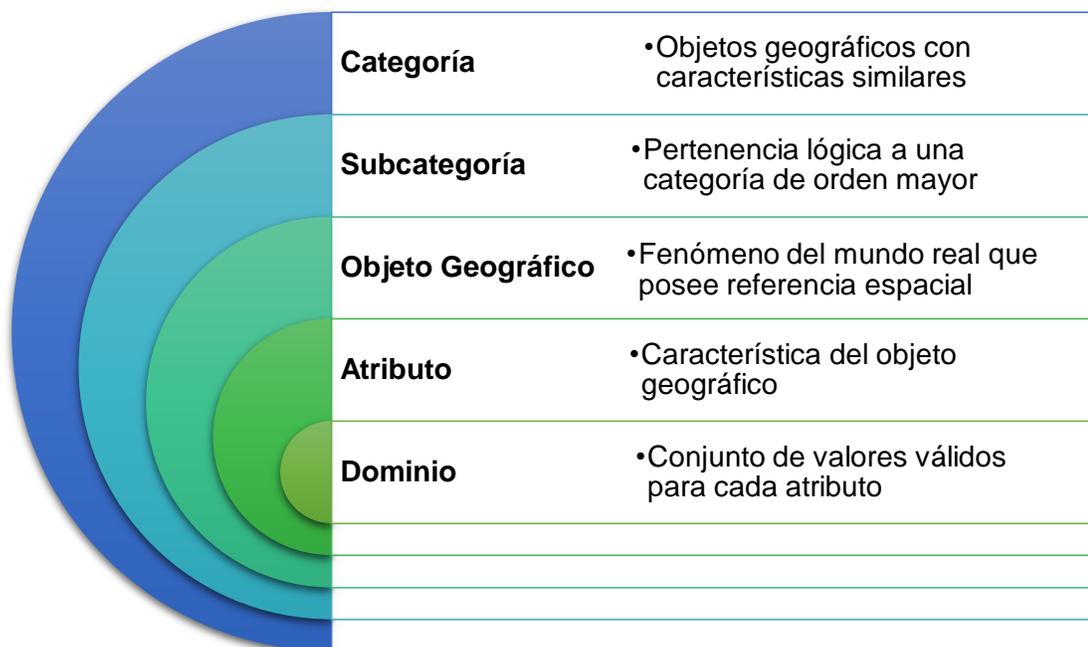
Modelo Lógico OGC



Nota. Modelo lógico adaptado a los estándares OGC. (Autores, 2021).

Figura 55

Esquema de clasificación del Catálogo Nacional de Objetos Geográficos

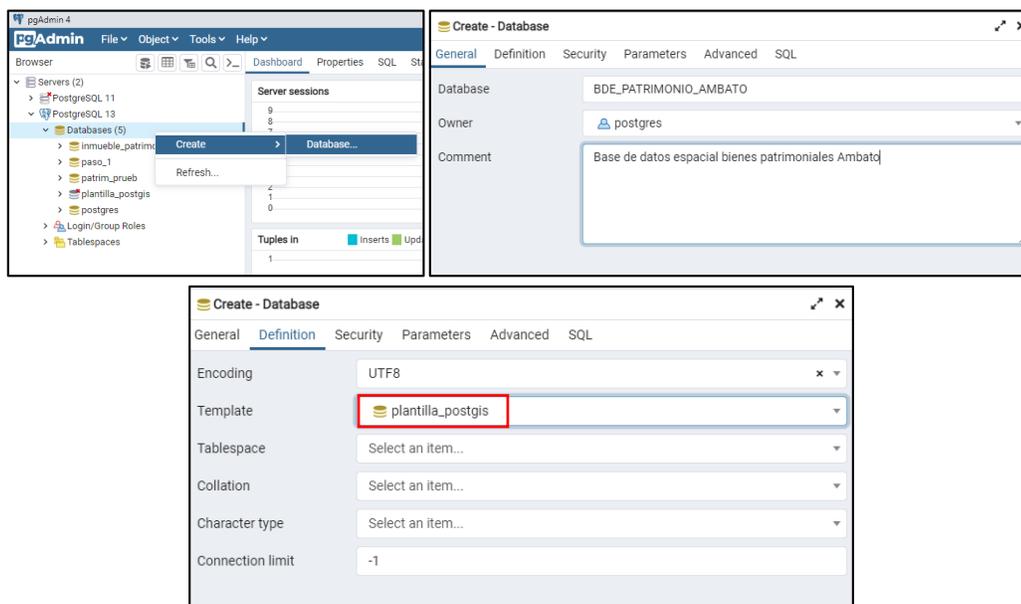


Nota. Esquema propuesto por CONAGE y Secretaría de Planificación con respecto a la estructura de un catálogo de objetos. Adaptado de (Consejo Nacional de Geoinformática, 2016).

Se adaptó el modelo anteriormente presentado usando el sistema de base de datos PostgreSQL con su respectiva extensión espacial PostGIS con el interfaz pgAdmin 4, en el cual se utilizó un servidor local (localhost), con nombre de usuario: "postgres". Haciendo relación con el esquema propuesto, la categoría corresponde a la base de datos, subcategoría a los esquemas, el objeto geográfico a la información a ser importada. En las figuras que se presentan a continuación se explica la creación de cada uno de los elementos.

Figura 56

Creación base de datos espacial POSTGIS



Nota. Creación de base de datos espacial PostGIS. (Autores, 2022).

Cabe recalcar que para darle el carácter espacial a la base de datos en PostgreSQL fue necesario seleccionar una plantilla de PostGIS, misma que fue creada anteriormente. Una vez dada la característica espacial se notó que se había creado la tabla referente al sistema de referencia espacial, ubicada en el esquema público. Luego, se dio paso a la creación de los esquemas (subcategoría).

Figura 57

Creación de esquemas



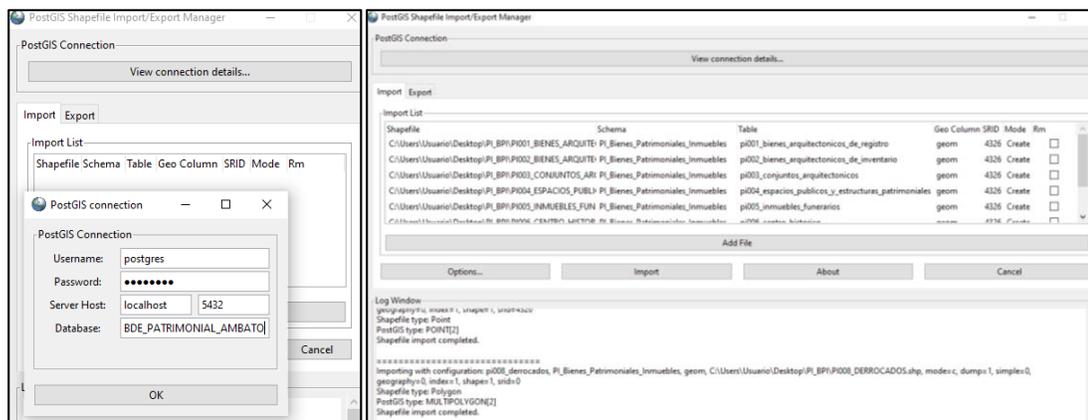
Nota. Creación de esquemas PostGIS. (Autores 2022).

Migración datos ESRI a PostGIS. Una vez creados los esquemas que se establecía en la propuesta de Catálogo de Objetos del INPC, se dio paso a la migración de la información espacial, misma se encontraba en formato (.shp). Este procedimiento se realizó con dos herramientas; la primera que es propia de PostGIS: “Shapefile and DBF Loader Exporter”; por otro lado, la segunda que pertenece a OSGeo4W: “ogr2ogr”.

Para la primera herramienta “Shapefile and DBF Loader Exporter”, hay que tomar en cuenta que sólo permite subir archivos (.shp). Se detalló el estado de la conexión como son el nombre de usuario, contraseña el servidor y la base de datos a la cual se quiere subir la información. Después se importó la información (.shp), se especificó el esquema al cual se iba a subir, para el caso fue: “PI_Bienes_Patrimoniales_Inmuebles” y se estableció el SRID (Identificador de Referencia Espacial) con el cual se iba a trabajar: EPSG 32717.

Figura 58

Migración datos Shapefile and DBF Loader Exporter



Nota. Migración de datos provenientes de formato (.shp) a PostGIS con el uso de la herramienta “Shapefile and DBF Loader Exporter”. (Autores, 2022).

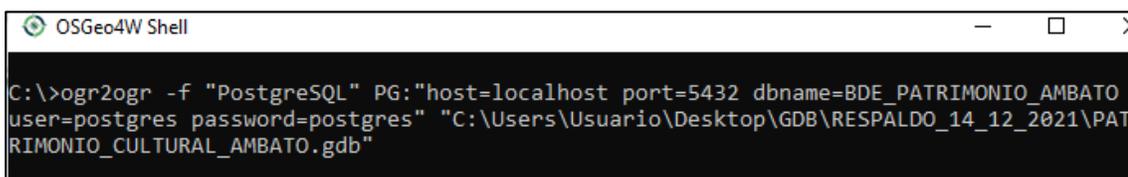
La segunda herramienta perteneciente a OSGeo4W (instalador de Windows para proyectos GIS de código abierto) es “ogr2ogr” de la biblioteca GDAL, para el

presente caso, se utilizó para importar y copiar geodatabases directamente hacia una base de datos espacial en PostGIS. Se estableció el siguiente comando con los parámetros requeridos para la conexión directa e importación de datos.

```
ogr2ogr -f "PostgreSQL" PG:"host=[servidor] port=[número de puerto] dbname=[Base de datos PostGIS] user=[usuario] password=[contraseña]" "[path GDB ESRI]"
```

Figura 59

Migración GDB mediante "ogr2ogr" GDAL



```
OSGeo4W Shell
C:\>ogr2ogr -f "PostgreSQL" PG:"host=localhost port=5432 dbname=BDE_PATRIMONIO_AMBATO user=postgres password=postgres" "C:\Users\Usuario\Desktop\GDB\RESPALDO_14_12_2021\PATRIMONIO_CULTURAL_AMBATO.gdb"
```

Nota. Migración de Geodatabase ESRI a Base de datos PostGIS mediante “ogr2ogr” de GDAL. (Autores, 2022).

Finalmente, subiendo las capas se ha establecido el modelo físico, tanto en PostGIS (pasos anteriores), como en ESRI (manera tradicional). Como se puede apreciar en la siguiente figura el esquema denominado:

“PI_Bienes_Patrimoniales_Inmuebles” tiene los objetos planteados en los modelos anteriores. Por otro lado, en PostGIS se puede obtener la tabla de atributos y la visualización espacial de los objetos.

Figura 60

Interfaz tabla de atributos

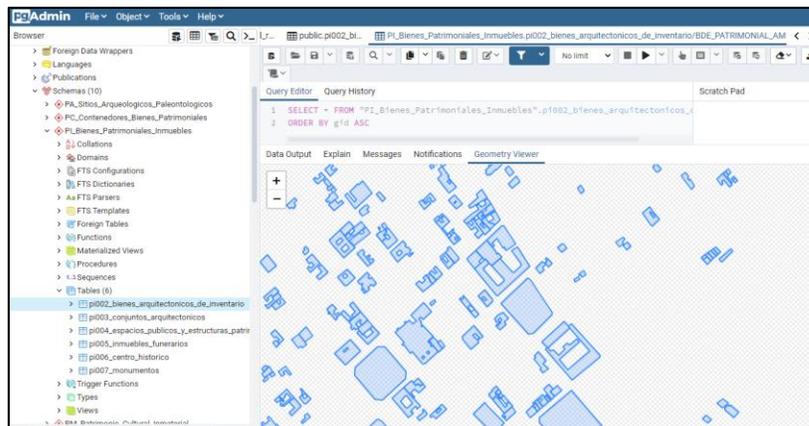
| | gid | objectid | foode | nam | cod_tipo | cha_sit | dir_cp |
|----|-----|----------|-------|--------|-------------|------------|--------------|
| 1 | 1 | 640 | PI002 | UMA068 | 4T03-04-109 | 0101006011 | JUAN LEON ME |
| 2 | 2 | 641 | PI002 | UMA069 | 4T03-04-109 | 0101006020 | JUAN LEON ME |
| 3 | 3 | 642 | PI002 | UMA070 | 4T03-04-109 | 0101006021 | JUAN LEON ME |
| 4 | 4 | 643 | PI002 | UMA070 | 4T03-04-109 | 0101006023 | JUAN LEON ME |
| 5 | 5 | 644 | PI002 | UMA072 | 4T03-04-109 | 0101006025 | JUAN LEON ME |
| 6 | 6 | 645 | PI002 | UMA011 | 4T03-04-111 | 0101006047 | JUAN MONTAL |
| 7 | 7 | 646 | PI002 | UMA012 | 4T03-04-112 | 0101019010 | CUENCA ESQUI |
| 8 | 8 | 647 | PI002 | UMA008 | 4T03-04-107 | 0101023001 | JUAN LEON ME |
| 9 | 9 | 648 | PI002 | UMA007 | 4T03-04-106 | 0101023002 | JUAN LEON ME |
| 10 | 10 | 649 | PI002 | UMA006 | 4T03-04-105 | 0101023003 | JUAN LEON ME |
| 11 | 11 | 650 | PI002 | UMA005 | 4T03-04-104 | 0101023008 | VICENTE ROCI |
| 12 | 12 | 651 | PI002 | UMA003 | 4T03-04-102 | 0101023011 | VICENTE ROCI |
| 13 | 13 | 652 | PI002 | UMA009 | 4T03-04-108 | 0101023020 | CUENCA |
| 14 | 14 | 653 | PI002 | UMA004 | 4T03-04-103 | 0101023022 | VICENTE ROCI |
| 15 | 15 | 654 | PI002 | UMA014 | 4T03-04-114 | 0101024001 | CUENCA |

Nota. Visualización de la tabla de atributos de un objeto del esquema en PostGIS.

(Autores, 2022).

Figura 61

Interfaz visualización de geometrías



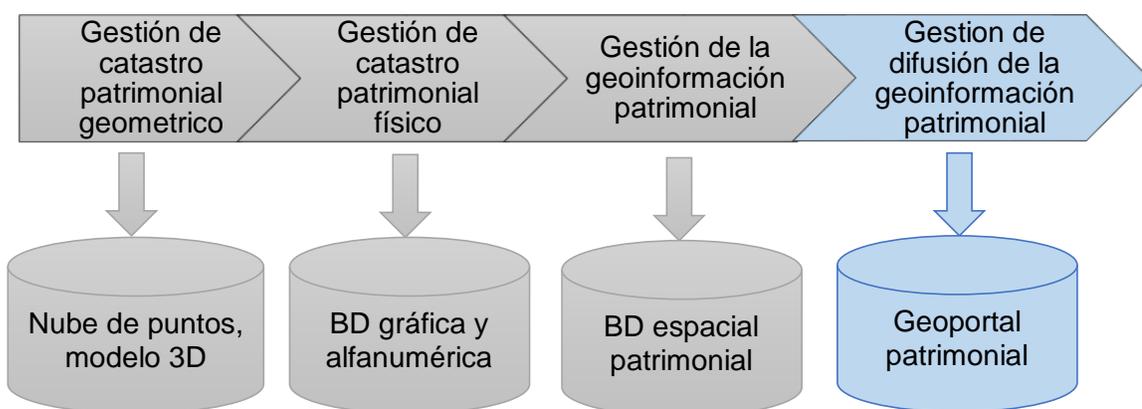
Nota. Visualización de geometrías espaciales del objeto en PostGIS. (Autores, 2022).

Gestión de Difusión de la Geoinformación Patrimonial

El desarrollo de este proceso fue en torno a herramientas de software libre, desde el gestor de base de datos que es PostGIS, el servidor de mapas, GeoServer y finalmente a la aplicación web mapping que fue MapStore. Estas aplicaciones tienen conexión directa y respetan estándares del Open Geospatial Consortium (OGC).

Figura 62

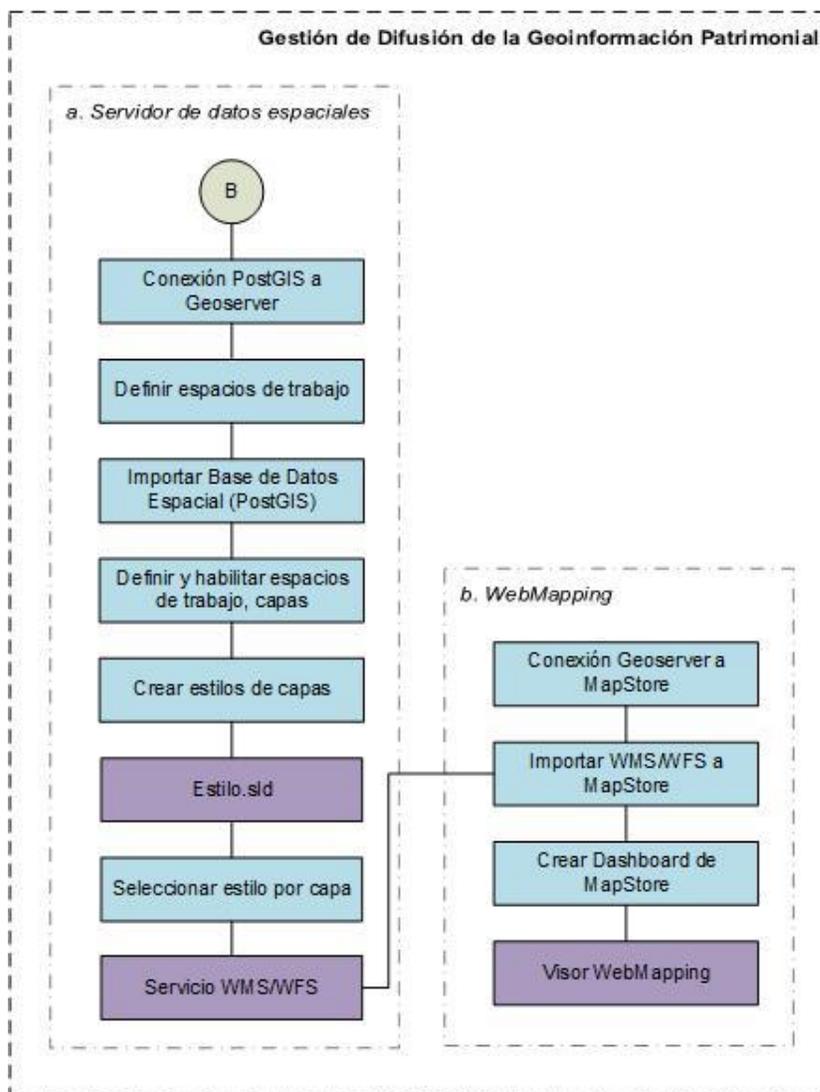
Proceso enfocado en la Gestión de la Difusión de la Geoinformación Patrimonial



En el siguiente diagrama de flujo se detalla los subprocesos para la gestión en el servidor de datos espaciales como en la aplicación web mapping. La base de datos desarrollada en el proceso anterior fue subida al servidor de información espacial (Geoserver) y publicada en formatos definidos por OGC; finalmente con la ayuda de Mapstore se compartieron los mapas de manera gráfica en un servicio web.

Figura 63

Flujograma de subprocesos de la Gestión de Difusión de la Geoinformación Patrimonial



Servidor de datos espaciales

Para compartir y editar los datos espaciales se utilizó la aplicación web Geoserver, que es de código abierto. Esta aplicación se basa en lenguaje de java e implementa estándares que son de interés para el presente proyecto como lo son los definidos por el OGC (Open Geospatial Consortium). Hay que considerar que para el funcionamiento de todas estas aplicaciones basadas en java es indispensable el uso previo de un servidor web, por ende, se utilizó Apache Tomcat versión 9.

Una vez instalado Geoserver, en formato (.war) directamente en Tomcat, se procedió a ingresar al buscador con el URL: <http://localhost:8080/geoserver/web/?1>, finalmente se cargó la respectiva página y lo que siguió fue la creación de un usuario y contraseña definida como administrador para poder tener acceso a la gestión de los datos geográficos, como se puede observar en la siguiente figura, se encuentra el interfaz del usuario administrador de geoserver.

Figura 64

Interfaz Geoserver

The screenshot shows the GeoServer web interface. The top navigation bar includes the GeoServer logo and a user identification area showing 'Identificado como gabrielaquina' and a 'Cerrar sesión' button. The main content area is titled 'Bienvenido' and contains the following information:

- Server Status:**
 - 0 Capas (Agregar capas)
 - 0 Almacenes (Agregar almacenes)
 - 0 Espacios de trabajo (Agregar espacios de trabajo)
- Security Alerts:**
 - La contraseña maestra de este servidor no se ha modificado de su valor por defecto. Es **altamente** recomendable que sea modificada ahora. [Cámbiela](#)
 - La contraseña de administrador de este servidor no se ha cambiado de su valor por defecto. Es **altamente** recomendado que sea modificada ahora. [Cámbiela](#)
 - El cifrado fuerte se encuentra disponible
- Version Information:** Esta instancia de GeoServer está ejecutando la versión 2.20.1. Para más información por favor contacte con el administrador.
- Capacidades del servicio:**
 - WCS: 1.0.0, 1.1.0, 1.1.1, 1.1, 2.0.1
 - WFS: 1.0.0, 1.1.0, 2.0.0
 - WMS: 1.1.1, 1.3.0
 - TMS: 1.0.0
 - WMS-C: 1.1.1
 - WMTS: 1.0.0

The left sidebar menu is organized as follows:

- Servidor:** Estado del servidor, Logs de GeoServer, Información de contacto, Acerca de GeoServer
- Datos:** Previsualización de capas, Espacios de trabajo, Almacenes de datos, Capas, Grupos de capas, Estilos
- Servicios:** WMTS, WCS, WFS, WMS
- Settings:** Global, JAI, Coverage Access

En la parte lateral izquierda se observa las opciones de manejo, ya sea para el servidor, datos, servicios, configuración, entre otros. Con respecto al servidor, es indispensable llenar los datos de información de contacto, ya que aparecerán posteriormente en la información básica de los servicios WMS. Por otro lado, con respecto a la segunda opción de datos, Geoserver permite la creación de espacios de trabajo y almacenes de datos para poder organizar de mejor manera la información geográfica a través de contenedores. Finalmente, en la parte de servicios, se puede habilitar dependiendo el espacio de trabajo y las capas.

Conexión base de datos PostGIS a Geoserver. Como primer paso se creó un espacio de trabajo, en el que se especifica la temática de los datos que van a reposar en este, luego se procedió a subir el almacén de trabajo, que para este caso fue la base de datos espacial, por ende, se creó la conexión directa a PostGIS. En la siguiente figura se detalla tanto la creación del espacio de trabajo como para subir el almacén de trabajo desde PostGIS respectivamente.

Figura 65

Espacio y almacén de trabajo Geoserver

The image shows two side-by-side screenshots from the Geoserver web interface. The left screenshot is titled "Nuevo espacio de trabajo" (New workspace) and shows the "Basic Info" tab. The "Name" field contains "PATRIMONIO" and the "URI del espacio de nombres" (Namespace URI) field contains "www.patrimonioambato.com". There are checkboxes for "Espacio de trabajo por defecto" (checked) and "Isolated Workspace" (unchecked). The right screenshot is titled "Nuevo origen de datos" (New data source) and shows the "Orígenes de datos vectoriales" (Vector data sources) section. The "PostGIS - Base de datos PostGIS" option is selected and highlighted with a red box. Below it, there are sections for "Ráster de orígenes de datos" (Raster data sources) and "Otros orígenes de datos" (Other data sources).

Se realizó la conexión para crear un origen de datos espaciales de tipo vectorial, en el que se detalla la información básica del almacén creado anteriormente, además los detalles de conexión con la base de datos espacial en PostGIS, como son el nombre de la base de datos, el esquema con el que se desea comunicar e importar los datos de éste, el nombre del usuario y contraseña como se muestra en la siguiente figura.

Figura 66

Conexión PostGIS

Importar capas. Las capas del esquema seleccionado de la base de datos espacial se han importado en Geoserver, lo que siguió fue publicar cada capa, por ende, se llenaron los parámetros requeridos tales como sistema de coordenadas, encuadres, estilos, etc.

Figura 67

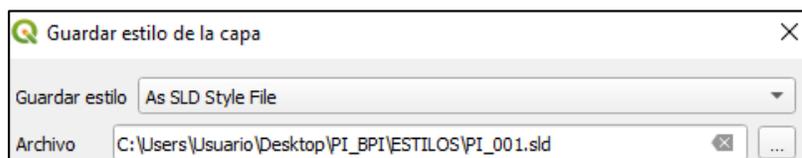
Capas importadas a Geoserver

| <input type="checkbox"/> | Tipo | Titulo | Nombre de la capa | Almacén | Habilitada? | SRS nativo |
|--------------------------|------|---|--|---------------------------|-------------------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | | Ambato2018 | ORTOFOTO_AMBATO:Ambato2018 | Ortofoto Ciudad Ambato | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:32717 |
| <input type="checkbox"/> | | canton_ambato | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO:canton_ambato | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO_P0 | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:32717 |
| <input type="checkbox"/> | | edificaciones_2020 | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO:edificaciones_2020 | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO_P0 | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:32717 |
| <input type="checkbox"/> | | parroquias_ambato | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO:parroquias_ambato | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO_P0 | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:32717 |
| <input type="checkbox"/> | | pc001_contenedores_bienes_muebles | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO:pc001_contenedores_bienes_muebles | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO_PC | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:32717 |
| <input type="checkbox"/> | | pi001_bienes_arquitectonicos_registro | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO:pi001_bienes_arquitectonicos_registro | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO_PI | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:32717 |
| <input type="checkbox"/> | | pi002_bienes_arquitectonicos_inventario | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO:pi002_bienes_arquitectonicos_inventario | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO_PI | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:32717 |
| <input type="checkbox"/> | | pi003_conjuntos_arquitectonicos | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO:pi003_conjuntos_arquitectonicos | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO_PI | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:32717 |
| <input type="checkbox"/> | | pi004_espacios_publicos | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO:pi004_espacios_publicos | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO_PI | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:32717 |
| <input type="checkbox"/> | | pi005_inmuebles_funerarios | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO:pi005_inmuebles_funerarios | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO_PI | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:32717 |
| <input type="checkbox"/> | | pi006_centro_historico | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO:pi006_centro_historico | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO_PI | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:32717 |
| <input type="checkbox"/> | | pi007_monumentos | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO:pi007_monumentos | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO_PI | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:32717 |
| <input type="checkbox"/> | | pi008_inmuebles_derrocados | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO:pi008_inmuebles_derrocados | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO_PI | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:32717 |
| <input type="checkbox"/> | | predios_2020 | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO:predios_2020 | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO_P0 | <input checked="" type="checkbox"/> | EPSG:32717 |

Definir estilos. Para motivos de gestión, visualización y presentación de los datos, fue necesario definir estilos y etiquetas para cada objeto geográfico considerado, para ello se crearon estilos diferentes de cada capa con la ayuda de QGIS, estos se guardan en formato (.sld) y se adjuntan a los parámetros iniciales para publicar la capa.

Figura 68

Estilo de capa en QGIS

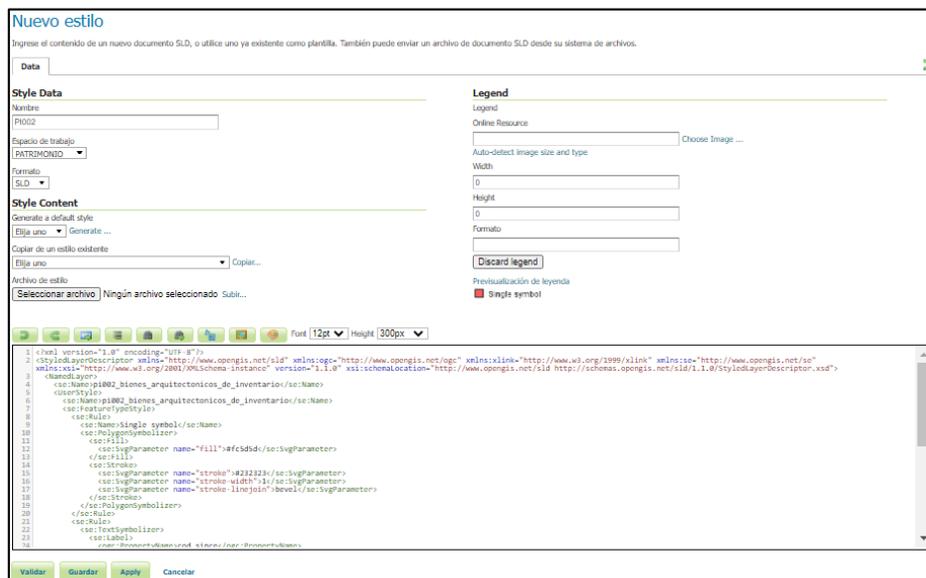


Nota. Guardar estilos (.sld) en QGIS. (Autores, 2022).

Se subieron todos los estilos en formato (.sld) al almacén de trabajo en Geoserver, luego se procedió a asignar cada tipo de estilo a la capa correspondiente, para ello se editó la capa, llenando los campos necesarios, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 69

Creación de estilos en Geoserver



Nota. Se importaron los estilos (.sld) desde QGIS a GeoServer. (Autores, 2022).

Una vez importados los estilos se almacenaron en el espacio de trabajo establecido, estos estilos pueden ser propios para cada capa, por lo que al momento de publicar la capa de información geográfica se establece el estilo deseado en la pestaña de “Publicación”.

Figura 70

Estilos publicados para cada capa

| Nombre del estilo | Espacio de trabajo |
|--|------------------------|
| <input type="checkbox"/> EDIFICACIONES | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO |
| <input type="checkbox"/> PC_001 | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO |
| <input type="checkbox"/> PI_001 | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO |
| <input type="checkbox"/> PI_002 | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO |
| <input type="checkbox"/> PI_004 | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO |
| <input type="checkbox"/> PI_005 | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO |
| <input type="checkbox"/> PI_006 | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO |
| <input type="checkbox"/> PI_007 | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO |
| <input type="checkbox"/> PI_008 | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO |
| <input type="checkbox"/> PREDIOS | BDE_PATRIMONIAL_AMBATO |

Nota. Estilos publicados y alojados en el espacio de trabajo. (Autores, 2022).

Web Map Service (WMS). Este servicio se activa automáticamente para cada capa si así lo requiere en la versión definida por OGC, en este caso, 1.3.0. Como se lo mencionó antes, este servicio estandarizado proporciona un interfaz HTTP para la petición de visualización de capas, las cuales se devolverán en formato de imagen. Se definen tres operaciones para este servicio, de las cuales las dos primeras son de carácter obligatorio.

GetCapabilities. Devuelve los metadatos del servicio, es decir, la descripción del contenido del espacio de trabajo del WMS en conjunto con los parámetros de petición aceptados.

Tabla 9*Parámetros GetCapabilities*

| Parámetro | Descripción |
|-----------|-----------------|
| Service | WMS |
| Request | GetCapabilities |
| Version | 1.3.0 |
| Format | html |

Nota. (Autores, 2022).

Los parámetros mostrados anteriormente se fusionan en el siguiente formato de petición:

http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/ows?service=WMS&version=1.3.0&request=GetCapabilities&Format=html

GetMap. Se obtiene la imagen de la capa requerida, con parámetros geoespaciales y límites definidos.

Tabla 10*Parámetros GetMap*

| Parámetro | Descripción |
|-----------|---|
| Service | WMS |
| Request | GetMap |
| Version | 1.3.0 |
| Layers | PI001_BIENES_ARQUITECTONICOS_DE_REGISTRO... |
| Styles | PI_001, PI_002, PI_003, etc. |
| CRS | 32717 |
| | 750676.1222000001 |
| | 9853407.6916 |
| BBOX | 768568.8022999996 |
| | 9867465.3946 |
| Width | 768 |

| | |
|--------|------------------------|
| Height | 603 |
| Format | application/openlayers |

Nota. (Autores, 2022).

Con los parámetros mostrados en la anterior tabla se visualizan las capas deseadas, por ende, en el parámetro “Layers”, se pueden especificar cuantas capas quieran y en cualquier formato (vector o ráster), además al especificar las capas, también se lo debe hacer con los estilos propuestos para cada una en el parámetro “Styles”, finalmente, en el parámetro “format” se especifica el formato de salida de la imagen. El formato de petición sería:

http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/wms?service=WMS&version=1.3.0&request=GetMap&layers=PI001_BIENES_ARQUITECTONICOS_DE_REGISTRO&bbox=750676.1222000001,9853407.6916,768568.8022999996,9867465.3946&width=768&height=603&srs=EPSG%3A32717&styles=&format=application/openlayers

Web Feature Service (WFS). Este servicio facilita el intercambio de información geográfica mediante internet con especificaciones OGC, lo que posibilita la descarga de capas de información geográfica vectorial en formato GML (Geography Markup Language), tanto la geometría como tabla de atributos. Además, permite el acceso y edición de estos objetos geográficos. Se definen seis operaciones, sin embargo, tres son las principales.

GetCapabilities. Devuelve un documento en formato XML, mismo que describe los parámetros y operaciones del servidor WFS.

Tabla 11

Parámetros GetCapabilities

| Parámetro | Descripción |
|-----------|-------------|
| Service | WFS |

| | |
|---------|-----------------|
| Request | GetCapabilities |
| Version | 2.0.0 |

Nota. (Autores, 2022).

Una vez fusionados los parámetros se obtiene los parámetros y operaciones accesibles del espacio de trabajo “Patrimonio”,

http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/ows?service=WFS&version=2.0.0&request=GetCapabilities

Describe Feature Type. Devuelve la descripción de los tipos de objetos geográficos que el servicio puede ofrecer en formato XML.

Tabla 12

Parámetros Describe Feature Type

| Parámetro | Descripción |
|-----------|---|
| Service | WFS |
| Request | describeFeatureType |
| Version | 2.0.0 |
| typeName | PI001_BIENES_ARQUITECTONICOS_DE_REGISTRO... |

Nota. (Autores, 2022).

Para esta consulta es opcional definir el nombre (typeName), ya que, al no especificar en la consulta, se detallan todos los objetos geográficos del espacio de trabajo.

http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/ows?service=WFS&request=describefeaturetype&version=2.0.0&typeName=%20PI001_BIENES_ARQUITECTONICOS_DE_REGISTRO

GetFeature. Devuelve objetos geográficos seleccionados en formato GML.

Además, permite realizar filtros en función de las propiedades del objeto y consultas espaciales.

Tabla 13*Parámetros GetFeature*

| Parámetro | Descripción |
|-----------|---|
| Service | WFS |
| Request | GetFeature |
| Version | 2.0.0 |
| typeName | PI001_BIENES_ARQUITECTONICOS_DE_REGISTRO... |

Nota. (Autores, 2022).

Los parámetros mostrados anteriormente se fusionaron para solicitar la descarga de información, en esta consulta es necesario especificar el objeto geográfico a obtener en “typeName”,

http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/ows?service=WFS&version=2.0.0&request=GetFeature&typeName=PATRIMONIO%3API001_BIENES_ARQUITECTONICOS_DE_REGISTRO&maxFeatures=50

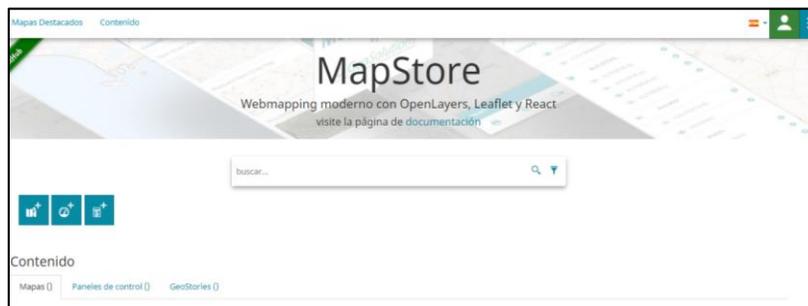
Web Mapping

La herramienta que se utilizó para la gestión, administración y visualización de mapas fue MapStore, que es un marco WebGIS de código abierto y compatible directamente con GeoServer, esta aplicación se instaló mediante el archivo (.war) en la carpeta principal de Apache Tomcat (webapps), de la misma manera como lo fue con GeoServer.

Una vez instalada la aplicación en Apache Tomcat, se procedió a ir a la dirección URL en el buscador: <http://localhost:8080/mapstore/#/>, misma que dio lugar a la página principal, luego fue necesario registrarse como administrador con usuario y contraseña respectiva. Posteriormente se mostraron los contenidos dinámicos a crear que fueron: mapas, panel de control (dashboard) y geo-historias (GeoStory).

Figura 71

Página de inicio MapStore



Nota. Interfaz de inicio de la aplicación MapStore. (Autores, 2022).

Conexión MapStore con Geoserver. Previa a la conexión, se seleccionó la opción en la página principal de “creación de mapas”. Esta selección direccionó la ventana respectiva al SIG en línea, cuya interfaz principal es bastante amigable con el usuario al momento de subir capas, realizar operaciones, consultas, etc. La conexión se realizó directamente al indicar la pestaña “catálogo”, en la cual se detallan los servicios, en este caso serían WMS y WFS, respectivamente, adjuntar un título para finalmente llenar con el URL respectivo de GeoServer.

Figura 72

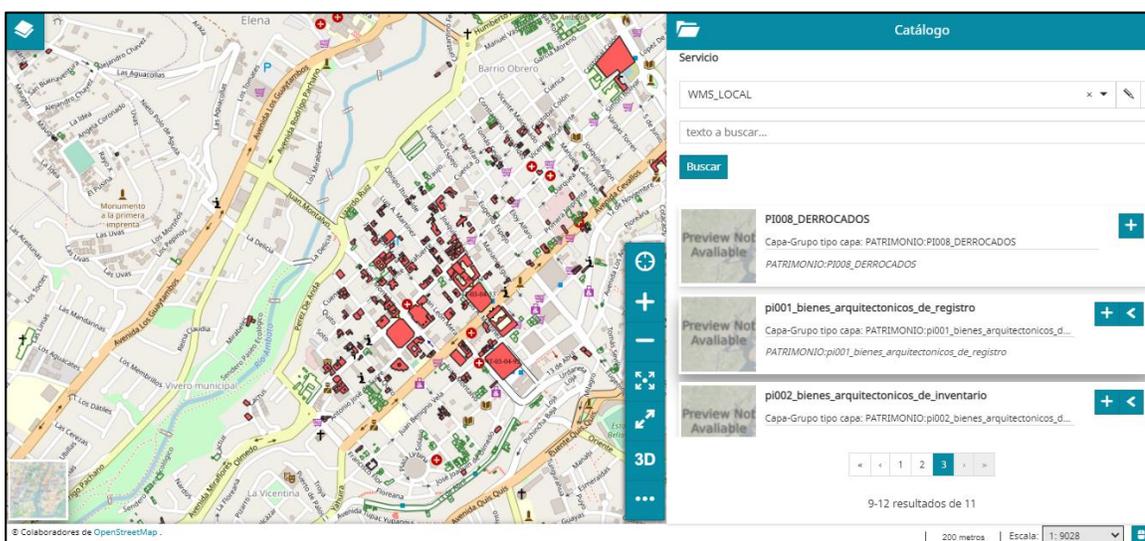
Conexión servicios Geoserver

Nota. Los servicios disponibles en geoserver. (Autores, 2022).

Importar capas. Una vez realizada la conexión con el servidor de mapas se mostraron los espacios de trabajo y las capas de la base de datos que reposan en GeoServer, para luego añadir las capas requeridas al mapa base. Como se puede observar en la siguiente figura cada capa añadida tiene su propio estilo especificado en el servidor de mapas, sin embargo, se pueden modificar en esta aplicación.

Figura 73

Interfaz MapStore (SIG en línea)



Nota. Capas añadidas desde GeoServer. (Autores, 2022).

Propiedades y configuración de capas. Desplegando la opción de “capas” ubicada en el botón azul de la zona izquierda se mostraron tanto las capas añadidas como las opciones de manejo de estas, además, fue posible organizarlas al considerar “añadir grupo” y estructurarlas para su gestión. Al seleccionar una capa en este panel se muestran varias opciones, pero las principales son:

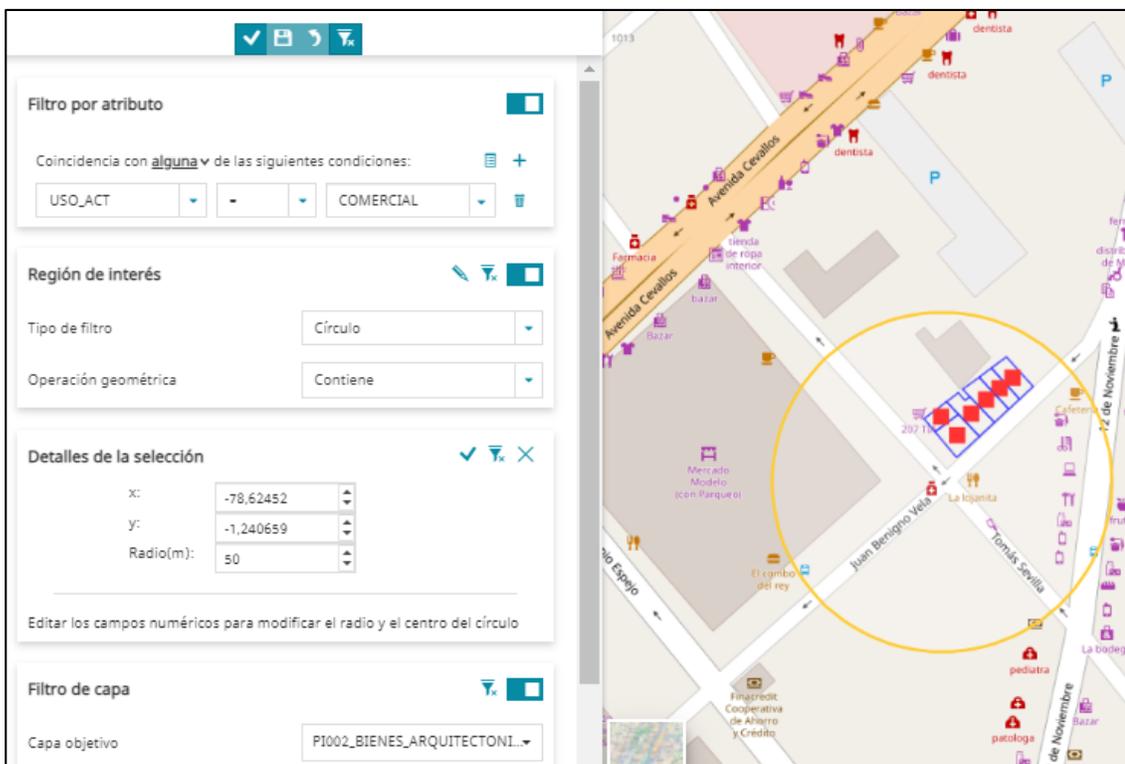
Configuración de la capa seleccionada. Esta opción permitió gestionar la capa de manera general, visualización, estilos e información referente. Cabe mencionar que

estas varían acorde al servicio de la capa seleccionada (WMS o WFS). Por otro lado, los estilos de esta se pueden modificar, ya sea mediante editor visual o de código.

Filtrar capas. Los filtros funcionaron como selecciones, en las que se pudieron realizar mediante atributos o por regiones de interés. Para el primer tipo de filtro funcionó mediante condiciones directamente desde la tabla de atributos, mientras que, para el segundo, mediante filtros espaciales y operaciones geométricas. En la siguiente figura se muestra un ejemplo, en el que se quiere identificar desde la capa: “PI002_BIENES_ARQUITECTONICOS_INVENTARIO”, los inmuebles que su uso actual (USO_ACT) sea comercial (COMERCIAL), además, que se encuentren contenidos en un círculo de radio 50 metros a partir de una coordenada conocida.

Figura 74

Ejemplo filtro de capa



Nota. Ejemplo del filtro y respuesta gráfica. (Autores, 2022).

Abrir tabla de atributos. Dependiendo del servicio establecido en la capa (WMS o WFS), en la tabla de atributos se pudo: visualizar, filtrar y editar la capa seleccionada.

Crear widget para la capa seleccionada. Los tipos de widget para la capa que ofrece esta aplicación son: gráficos (barras, circular o línea); texto adjunto, en el que se puede añadir imágenes; visualizador de la tabla de atributos, finalmente contadores de objetos referentes. De esta manera se puede actualizar constantemente de acuerdo a los datos.

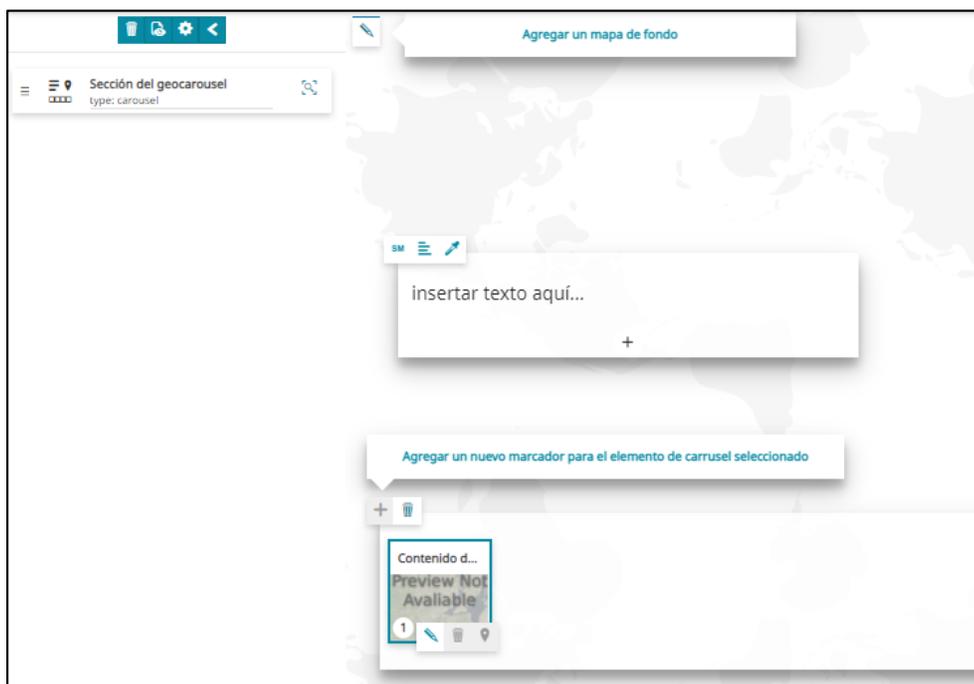
Exportar datos de la capa seleccionada. Los formatos disponibles para descarga de datos son: GML, KML, GeoJSON, CSV y Shapefile. Por otro lado, tiene la disponibilidad los sistemas de referencia seleccionados en el servidor de mapas.

Panel de control y Geo-historias. Para compartir información dinámica y agradable para clientes en general, MapStore ofrece diferentes tipos de aplicaciones como paneles de control (dashboard) y geo-historias. Para el presente proyecto se desarrolló en el segundo módulo (geo-historias), ya que se desea incorporar información gráfica, textual y documental de ciertos bienes de interés patrimonial de la ciudad de Ambato.

La creación de la geo-historia se basó en el geo-carrusel (geo-carousel) para que el contenido sea dinámico y atractivo a la vista. Como se puede observar en la siguiente figura, el panel de inicio para la creación del geo-carrusel consta de: fondo, barra de texto, archivos multimedia y la línea del tiempo, mismas que se fueron llenando y adaptando a la necesidad de la información a compartir.

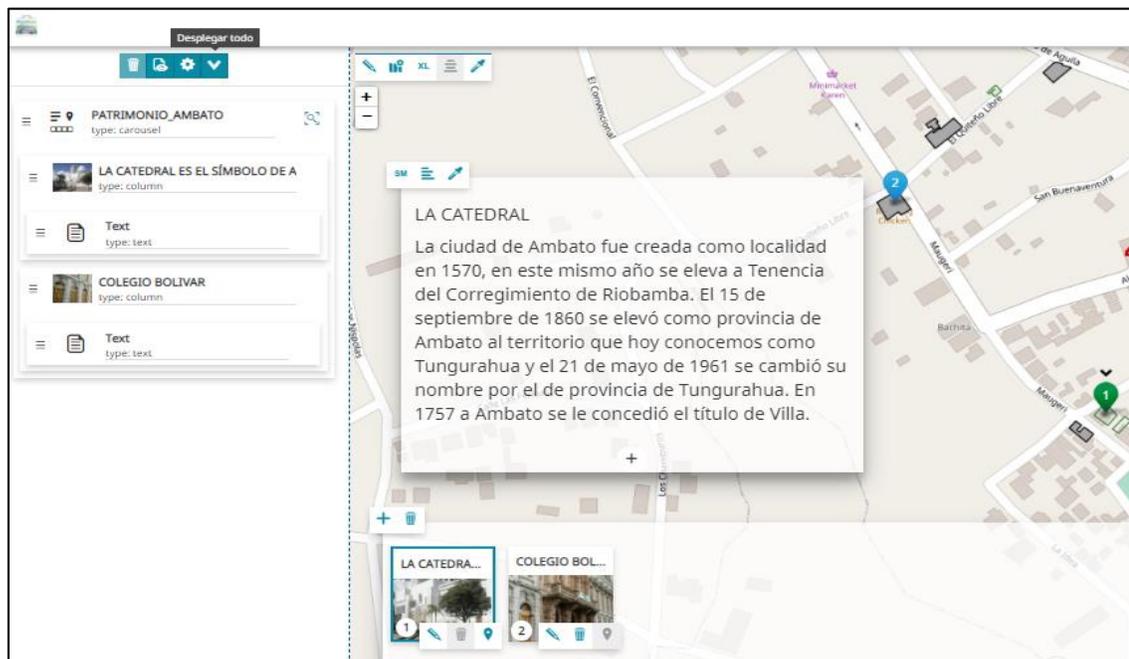
Figura 75

Panel de inicio Geo-Historias modo Carousel



Nota. Panel vacío para la creación de Geo-Carousel. (Autores, 2022).

Se agregó un mapa dinámico para el fondo, en el que subieron las capas referentes al patrimonio inmueble del cantón Ambato; luego en la barra de texto se detalló información bibliográfica y documental de cada objeto (bien inmueble), misma que fue indexada a un contenido de la línea de tiempo. Para la modificación de ésta, se ubicó un marcador espacial en el mapa de fondo, indicando la ubicación de cada objeto, para finalmente adjuntar un archivo multimedia que muestre de manera gráfica las características del objeto. En la siguiente figura se detalla de mejor manera lo explicado anteriormente.

Figura 76*Desarrollo Geo-Carousel Patrimonio Ambato*

Nota. Se muestra el panel de control para la creación del Geo-Carousel, en el cual se detallan algunos Bienes Inmuebles Patrimoniales de la ciudad. (Autores, 2022).

Visualización y difusión de nubes de puntos

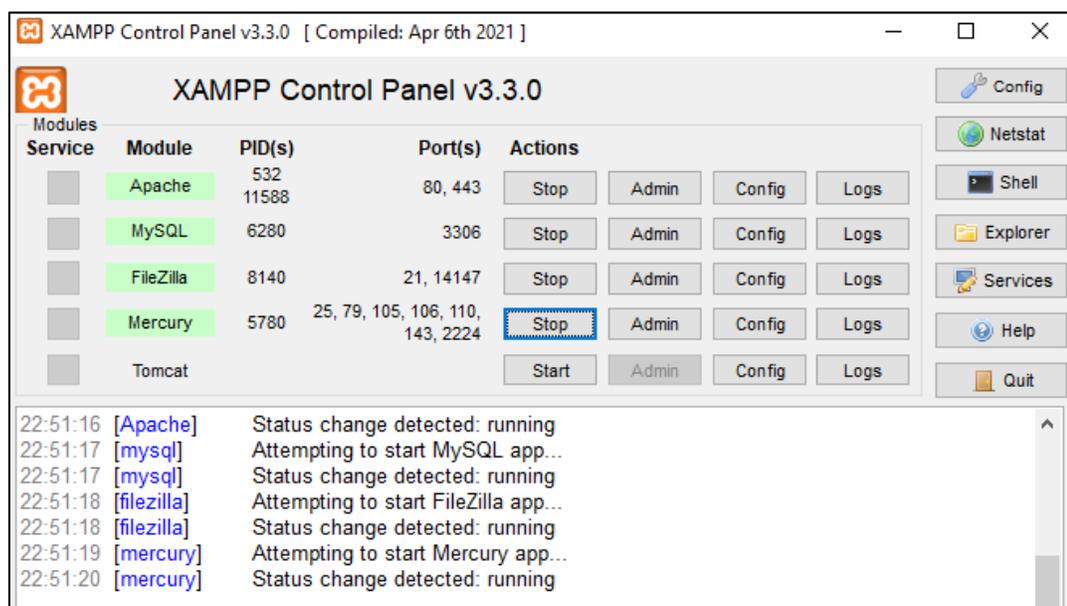
Para la visualización de nubes de puntos tridimensionales se utilizó el software Potree, que es un renderizador de nubes de puntos basado en WebGL y de código abierto. La ventaja de trabajar con Potree, es que tiene varios accesos, uno de ellos, y el que se utilizó fue PotreeConverter,

PotreeConverter lo que hace es convertir archivos LAS (.las) a formato octree (formato que trabaja Potree), luego esta es subida a un navegador web para ser visualizada directamente, sin necesidad de que el cliente tenga que instalarse algún software de visualización.

Previo a la ejecución de PotreeConverter fue necesario contar con un servidor web, para este caso se instaló XAMPP y se activaron los módulos, una vez instalado el servidor se dirigió a la carpeta de instalación, ubicada en el disco C y se procedió a crear una nueva carpeta dentro de la subcarpeta “htdocs” para que reposen ahí los archivos html y la nube de puntos renderizada.

Figura 77

Servidor Web XAMPP



Nota. Activación de módulos XAMPP. (Autores, 2022).

Luego se descargó de la página oficial en GitHub el archivo comprimido de PotreeConverter, para dar paso a la extracción de la carpeta. Se procedió a ejecutar el símbolo del sistema (cmd) en la carpeta mencionada con el siguiente comando:

```
C:\Users\Usuario\Downloads\PotreeConverter_2.1_x64_windows
```

```
(1)\PotreeConverter_2.1_x64_windows>.\PotreeConverter.exe
```

```
C:\MODELO_LASER\NUBE_DEPURADA.las -o C:\xampp\htdocs\Potree -p index
```

Figura 78

Símbolo del sistema PotreeConverter

```

C:\Windows\System32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 10.0.19043.1415]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\Usuario\Downloads\PotreeConverter_2.1_x64_windows (1)\PotreeConverter_2.1_x64_windows>.\PotreeConverter.exe C:\ODEIO_LASER\NUBE_DEPURADA.las -o C:\xampp\htdocs\Potree -p index
threads: 4
paths: 1

Output attributes:
=====
name                offset  size
=====
position            0       12
intensity           12       2
return number       14       1
number of returns   15       1
classification      16       1
scan angle rank     17       1
user data           18       1
point source id     19       2
rgb                 21       6
=====
                               27
=====
ubicAABB: {
  "min": [-52.960688, -52.960688, -52.960688],
  "max": [2160.938004, 2160.938004, 2160.938004],
  "size": [2213.898692, 2213.898692, 2213.898692]
}

points: 24'933'884
total file size: 618.2 MB

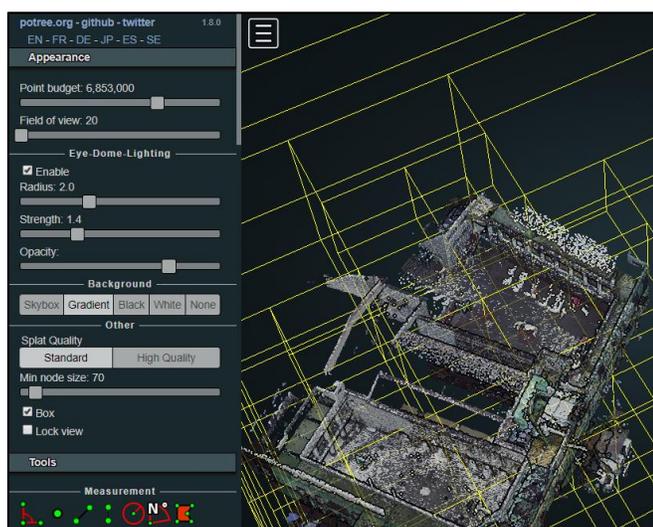
```

Nota. Proceso de conversión al formato Potree en cmd. (Autores, 2022).

En el comando detallado anteriormente se realizó la petición de convertir el archivo (.las) al formato original de Potree, para ello se debe especificar el path de la ubicación de la nube de puntos. Una vez terminado el proceso en el símbolo del sistema se creó automáticamente el archivo html en la carpeta de XAMPP.

Figura 79

Visor web de nube de puntos



Nota. Nube de puntos importada a Potree y subido al servidor web. (Autores, 2022).

Capítulo IV

Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a lo largo de esta investigación, en base a las metas y a la metodología planteada, por lo que se logró cumplir con todos los objetivos.

Manual de procesos para el diseño del catastro patrimonial

La caracterización de los procesos para el diseño del catastro patrimonial permitió elaborar un manual como una herramienta de apoyo a la gestión principalmente de bienes inmuebles, donde se detallan métodos y actividades orientadas a mantener actualizada y estandarizada la información patrimonial, el mismo se adjunta en el Anexo 3.

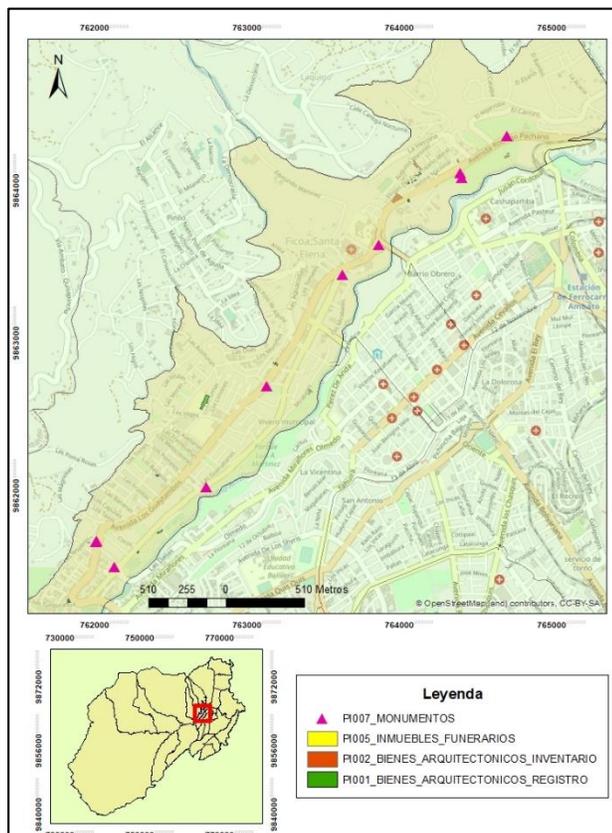
Cobertura del catastro patrimonial georreferenciado de la ciudad de Ambato

El proyecto se desarrolló en torno a la zona urbana. Se determinó que, de las nueve parroquias urbanas, solo cinco poseen bienes inmuebles patrimoniales, estas fueron: Atocha – Ficoa, La Matriz, La Merced, San Francisco y Huachi Loreto.

El siguiente mapa hace referencia a la distribución de bienes patrimoniales inmuebles en la parroquia de Atocha – Ficoa, en su mayor parte hay la existencia de monumentos, por otro lado, se encuentran tres de los museos más representativos de la ciudad, los cuales son: Casa Museo Juan León Mera, Quinta de Juan Montalvo y Museo Martínez Holguín.

Figura 80

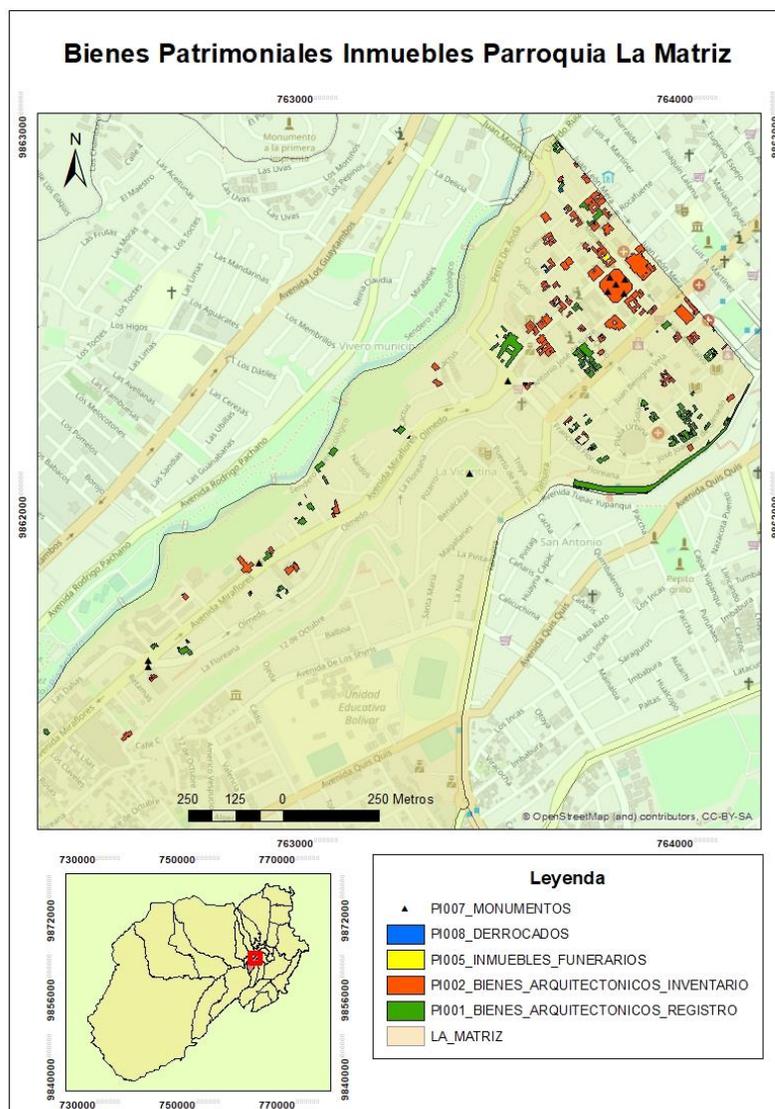
Distribución Bienes Patrimoniales Inmuebles de la parroquia Atocha Ficoa



La parroquia La Matriz se considera como el núcleo actual de Ambato, por ello, aquí se ubican, aparte de museos y edificaciones públicas, las más representativas construcciones religiosas. El ejemplo con mayor relevancia es la Iglesia de La Catedral, seguido por la Iglesia de Santo Domingo e Iglesia de Miraflores. Por otro lado, construcciones como Casa del Portal, La Gobernación, Casa Museo y Mausoleo de Juan Montalvo adquieren importancia para este sector.

Figura 81

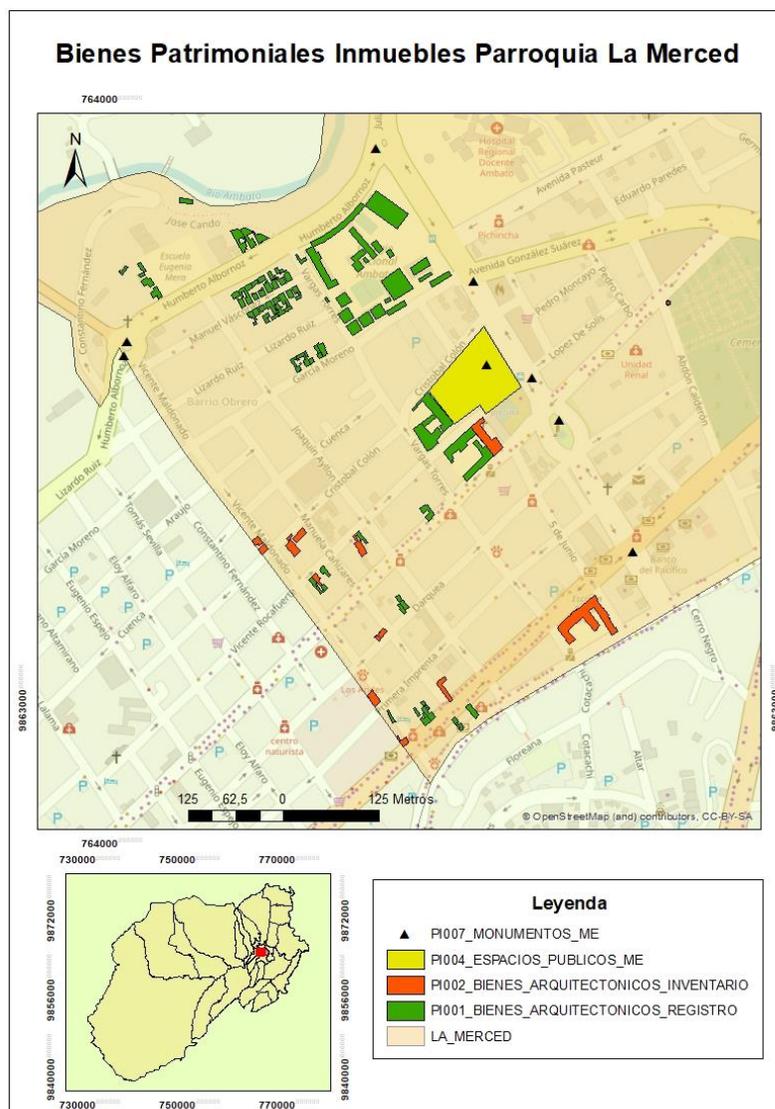
Distribución Bienes Inmuebles Patrimoniales parroquia La Matriz



La Merced es una parroquia que históricamente ha sido la más representativa de Ambato, ya que en ella se han fundado varias edificaciones religiosas, sin embargo, ya no se conservan, debido al terremoto ocasionado hace siglos. La Iglesia de La Merced corresponde a la edificación más representativa del sector.

Figura 82

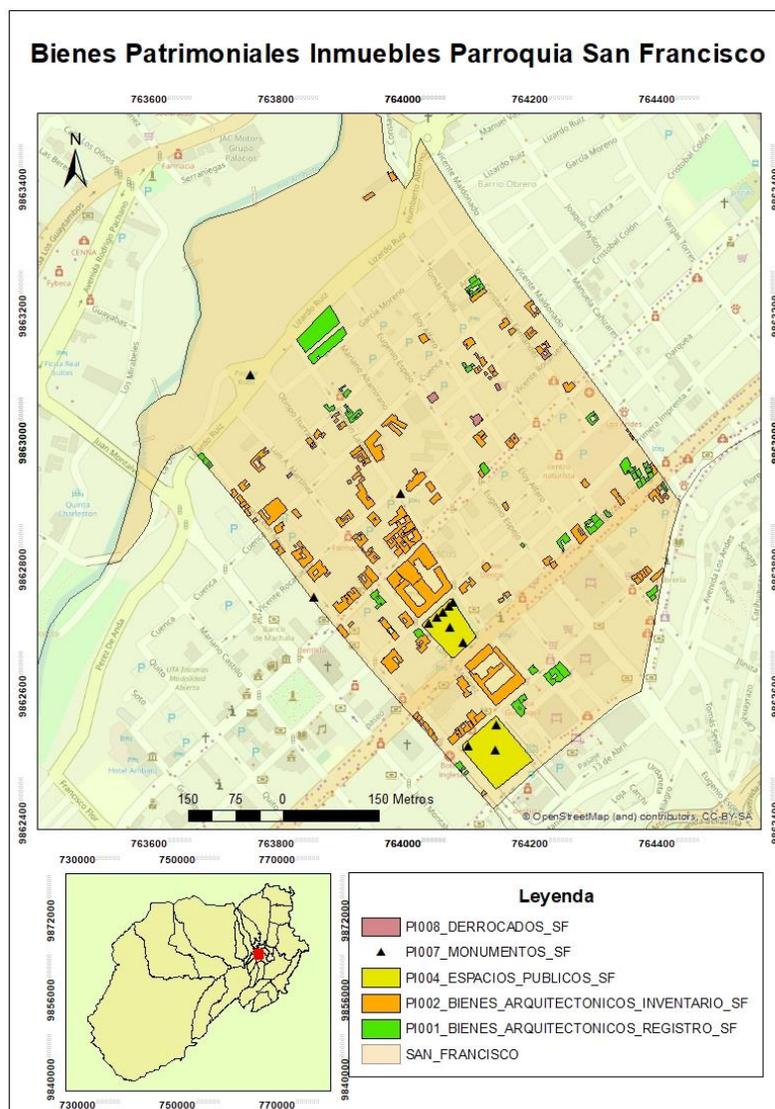
Distribución Bienes Inmuebles Patrimoniales parroquia La Merced



Especialmente, la parroquia San Francisco se encuentra en pleno Centro Histórico, y entre las parroquias de La Merced y La Matriz. Por las razones anteriormente señaladas, también esta parroquia representa la arquitectura religiosa. Las construcciones emblemáticas son: Capilla de la Medalla Milagrosa, Colegio Bolívar, Iglesia La Providencia, entre otros.

Figura 83

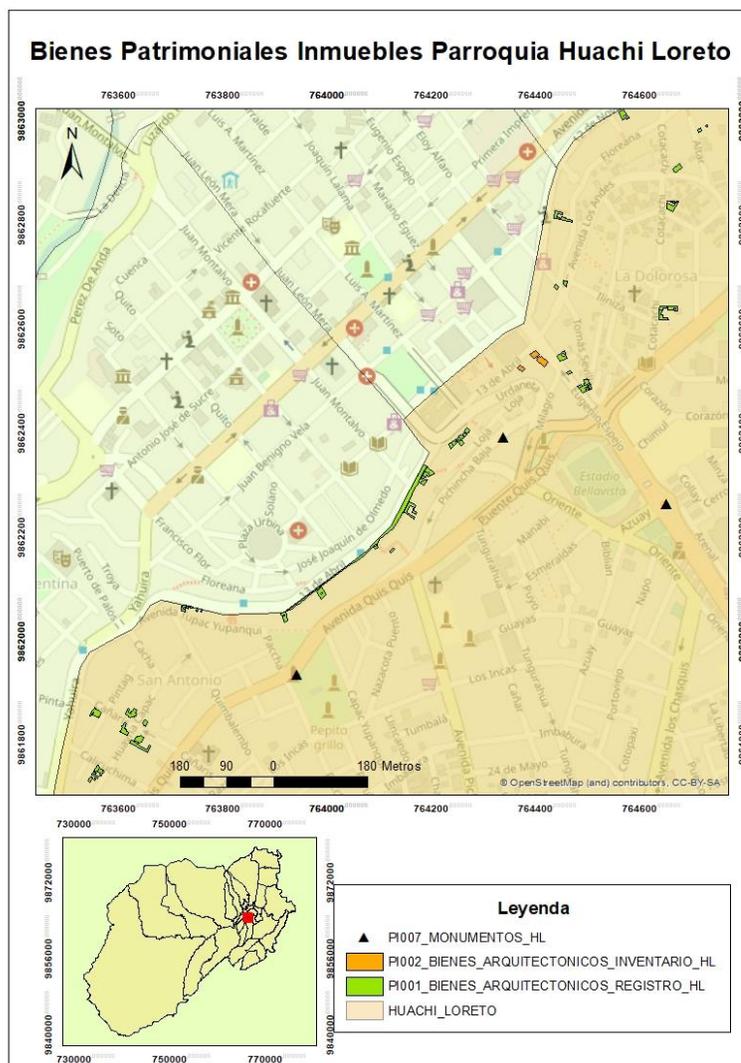
Distribución Bienes Patrimoniales Inmuebles parroquia San Francisco



Esta parroquia urbana, Huachi Loreto, se encuentra colindando el Centro Histórico, por ende, en esta zona no se encuentra mayor cantidad de Bienes Patrimoniales Inmuebles. La calle Trece de Abril corresponde a un espacio público patrimonial de interés.

Figura 84

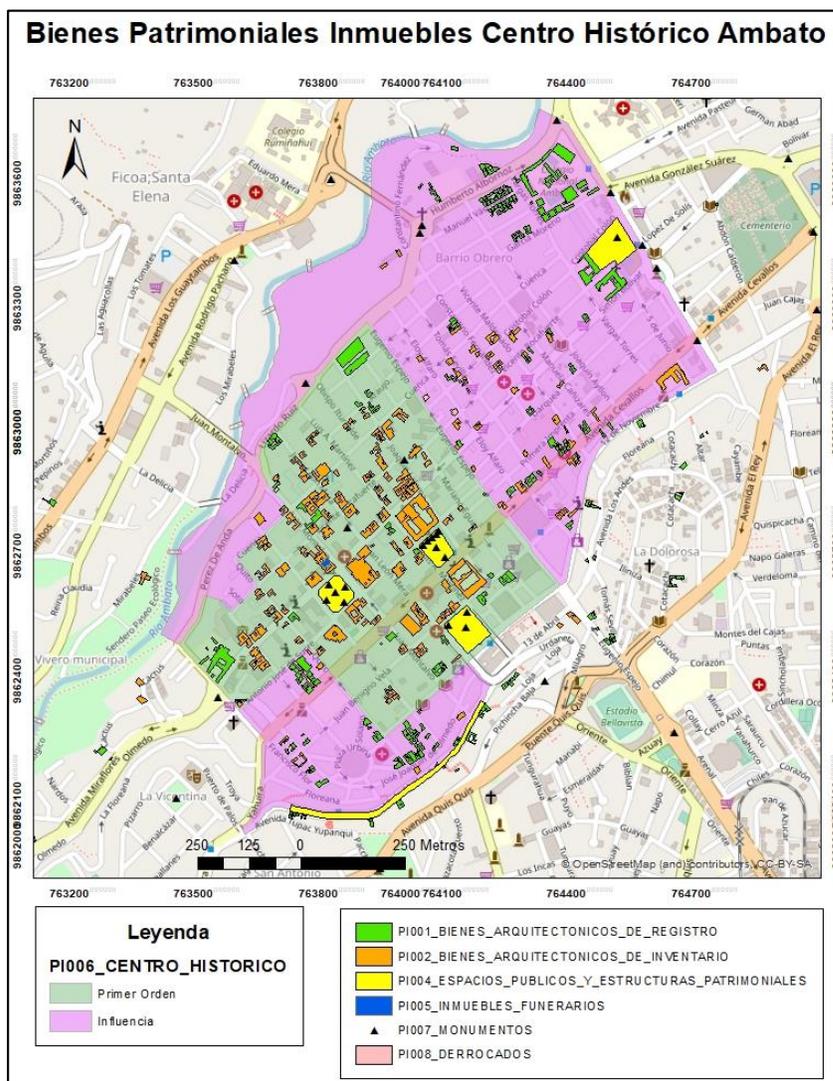
Distribución Bienes Inmuebles Patrimoniales parroquia Huachi Loreto



El Centro Histórico de la ciudad de Ambato se encuentra ubicado entre tres parroquias, La Matriz, San Francisco y La Merced. Como se muestra en el siguiente gráfico, la concentración de la mayor parte de los Bienes Inmuebles Patrimoniales de la ciudad se encuentra en esta zona. El Centro Histórico consta de zonas con diferentes niveles de protección, la de primer orden y la de influencia, respectivamente. Siendo la de primer orden la que contiene la mayor parte.

Figura 85

Distribución Bienes Inmuebles Patrimoniales Centro Histórico Ambato



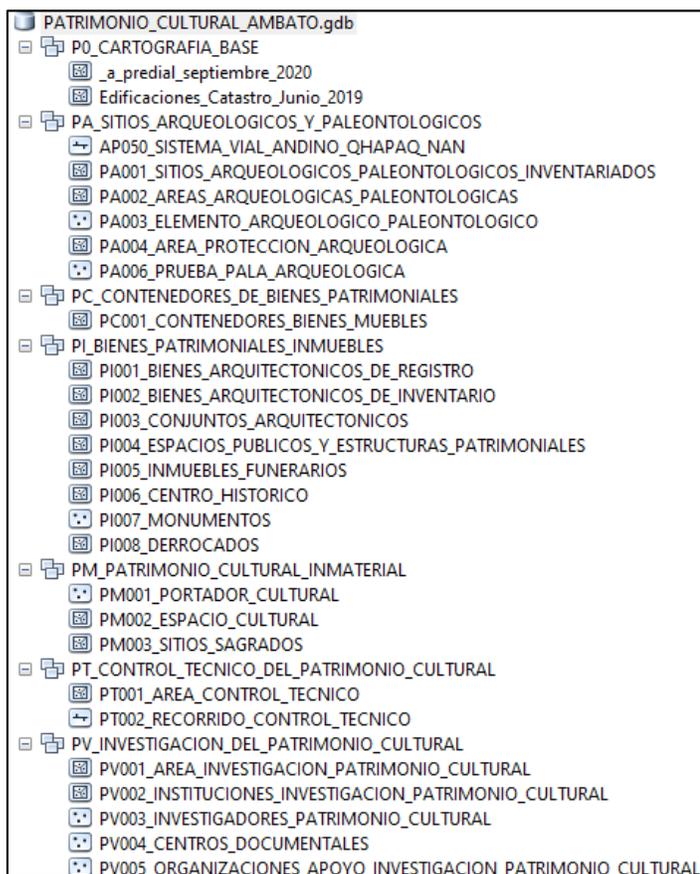
Base de datos espacial: BDE_PATRIMONIAL_AMBATO

Con base al documento: “Propuesta de Catálogo de Objetos Geográficos para el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural” y las consideraciones establecidas por las autoras del presente proyecto se estandarizó la información patrimonial existente perteneciente al GAD Municipalidad de Ambato, para luego dar paso a la estructuración de la base de datos espacial.

De acuerdo a la modelización de bases de datos, el modelo físico corresponde a la materialización de la base de datos, es decir, el producto final, mismo que debe estar implementado en el sistema gestor de base de datos (SGDB), para el presente caso el gestor fue PostgreSQL con su extensión espacial PostGIS. Por otro lado, la misma estructura del catálogo de objetos se desarrolló también en software propietario ArcGIS, por cuestiones de interoperabilidad, en la siguiente figura se aprecia la geodatabase desarrollada y la estructura (modelo físico).

Figura 86

Geodatabase PATRIMONIO_CULTURAL_AMBATO

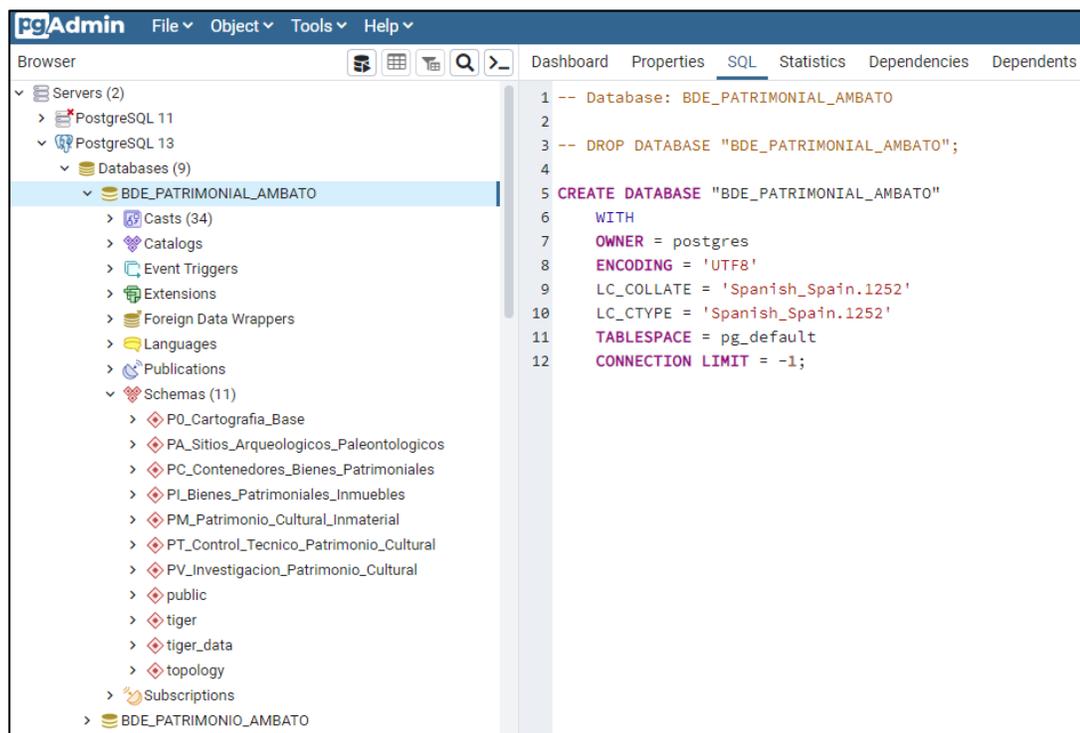


Nota. Base de datos espacial desarrollada en ArcGIS.

En la siguiente figura se muestra la implementación de la base de datos espacial en el sistema gestor de base de datos PostgreSQL y PostGIS. Cabe recalcar que la ventaja de trabajar con el SGDB es la de poder manejar grandes volúmenes de datos, de manera integrada y estandarizada, además de contar con multiusuarios y acceder a permisos de edición, es así, que se maneja de una manera más organizada la base de datos. En BDE_PATRIMONIAL_AMBATO, implementada en PostgreSQL, se puede observar los esquemas creados para el alojamiento de los objetos geográficos.

Figura 87

Base de datos espacial "BDE_PATRIMONIAL_AMBATO"



Nota. Base de datos espacial implementada en PostgreSQL.

Modelo tridimensional de la parte interna del “Colegio Bolívar”

El Colegio Bolívar se ha documentado digitalmente, generando un modelo tridimensional en formato de nube de puntos (.las), mediante el uso del escáner láser. En total se realizaron 29 escaneos en todo el inmueble patrimonial, el error de ajuste general para la unión de todos los escaneos fue de 2,68 milímetros. En las siguientes figuras se puede apreciar desde distintos ángulos la edificación registrada.

Figura 88

Nube de puntos del Colegio Bolívar

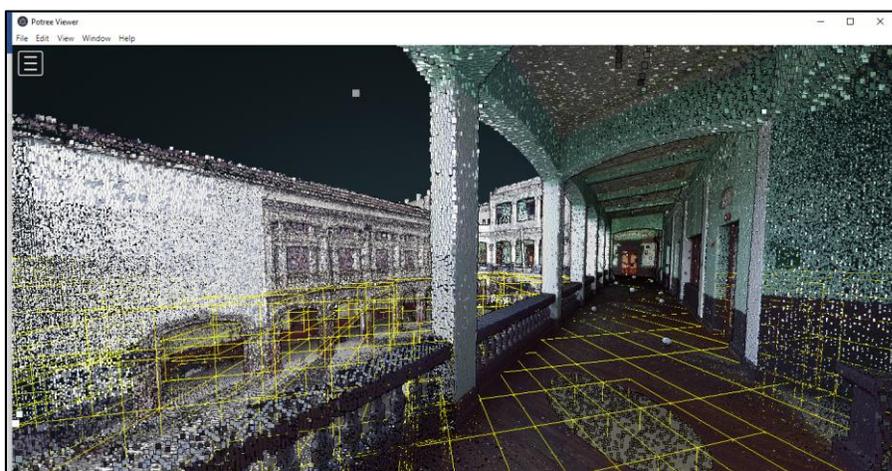
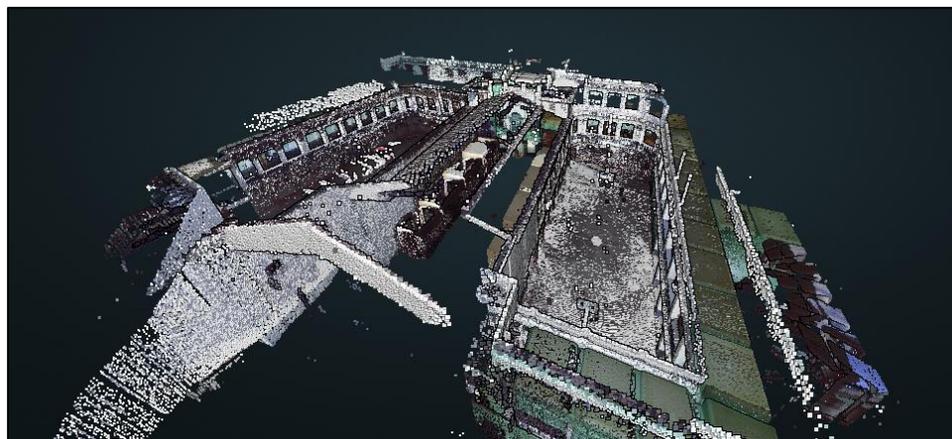


Figura 89

Nube de puntos completa del Colegio Bolívar



Modelo tridimensional de la iglesia “La Catedral”

La Catedral se ha documentado digitalmente, generando una nube de puntos y un modelo tridimensional. La metodología para la captura de datos fue la fotogrametría de rango corto u objeto cercano, la cual dio paso a la generación de la nube de puntos. En las siguientes figuras se pueden apreciar la nube de puntos y el modelo 3D.

Figura 90

Nube de puntos de La Catedral



Figura 91

Nube de puntos parte interna de La Catedral

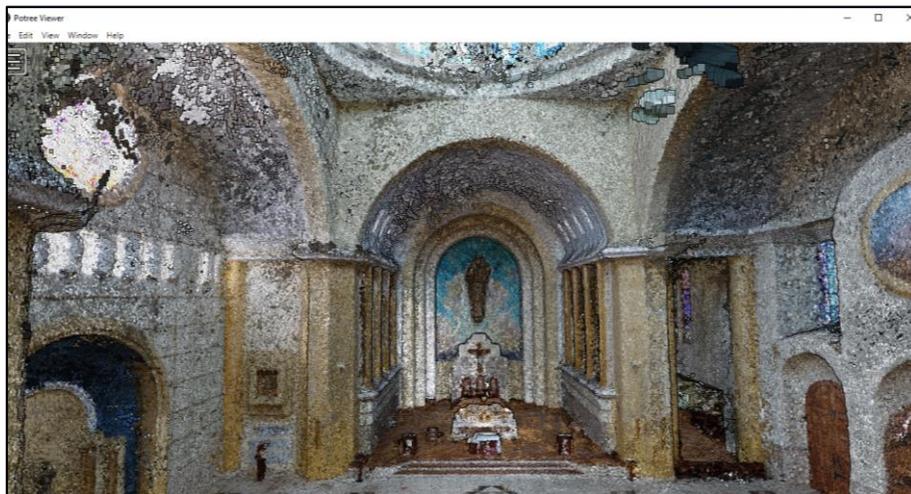
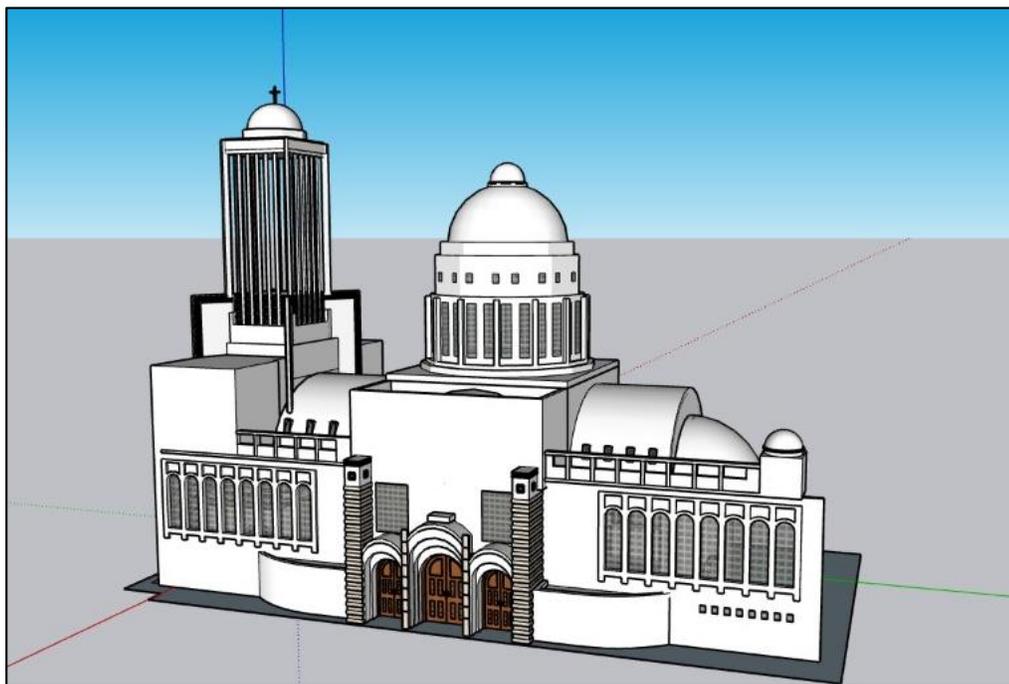


Figura 92

Modelo 3D de la parte interna de La Catedral

**Figura 93**

Modelo 3D de la parte externa de La Catedral



Catálogo de servicios WMS y WFS

El siguiente catálogo de servicios web se ha estructurado con el objetivo de compartir datos mediante servicios interoperables y estandarizados en función de OGC (Open Geospatial Consortium), por lo general, estos son de administración y mantenimiento por parte de las entidades generadoras de información. En la siguiente tabla se presentan los enlaces tanto WMS como WFS de los espacios de trabajo, y sus respectivas capas, para la visualización y descarga de información, cabe recalcar que los enlaces pertenecen al servidor local.

Tabla 14

Catálogo de Web Map Service (WMS)

| Descripción | Enlace |
|--|---|
| Metadatos del servicio | http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/ows?service=WMS&version=1.3.0&request=GetCapabilities&Format=html |
| Bienes Arquitectónicos de Registro (Visualización) | http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/wms?service=WMS&version=1.3.0&request=GetMap&layers=BDE_PATRIMONIAL_AMBATO%3API001_BIENES_ARQUITECTONICOS_REGISTRO&bbox=750676.12%2C9853407.69%2C768568.80%2C9867465.39&width=768&height=603&srs=EPSG%3A32717&styles=&format=application/openlayers |
| Bienes Arquitectónicos de Inventario (Visualización) | http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/wms?service=WMS&version=1.3.0&request=GetMap&layers=BDE_PATRIMONIAL_AMBATO%3API002_BIENES_ARQUITECTONICOS_INVENTARIO&bbox=750676.83%2C9852344.25%2C770345.19%2C9874727.23&width=674&height=768&srs=EPSG%3A32717&styles=&format=application/openlayers |
| Espacios Públicos (Visualización) | http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=BDE_PATRIMONIAL_AMBATO%3API004_ESPACIOS_PUBLICOS&bbox=763700.22%2C9862033.04%2C764536.85%2C9863488.7 |

| | |
|--|--|
| Inmuebles Funerarios (Visualización) | 5&width=441&height=768&srs=EPSG%3A32717&styles=&format=application/openlayers http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=BDE_PATRIMONIAL_AMBATO%3API005_INMUEBLES_FUNERARIOS&bbox=763774.36%2C9862642.45%2C764177.12%2C9864048.16&width=330&height=768&srs=EPSG%3A32717&styles=&format=application/openlayers |
| Centro Histórico (Visualización) | http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=BDE_PATRIMONIAL_AMBATO%3API006_CENTRO_HISTORICO&bbox=763387.32%2C9861997.62%2C764728.85%2C9863749.43&width=588&height=768&srs=EPSG%3A32717&styles=&format=application/openlayers |
| Monumentos (Visualización) | http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=BDE_PATRIMONIAL_AMBATO%3API007_MONUMENTOS&bbox=752432.75%2C9852829.13%2C768520.56%2C9867348.70&width=768&height=693&srs=EPSG%3A32717&styles=&format=application/openlayers |
| Inmuebles Derrocados (Visualización) | http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=BDE_PATRIMONIAL_AMBATO%3API008_INMUEBLES_DERROCADOS&bbox=750725.33%2C9852801.27%2C770232.74%2C9867533.49&width=768&height=580&srs=EPSG%3A32717&styles=&format=application/openlayers |
| Contenedores de Bienes Muebles (Visualización) | http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=BDE_PATRIMONIAL_AMBATO%3Apc001_contenedores_bienes_muebles&bbox=752345.1875%2C9852671.0%2C768604.25%2C9867342.0&width=768&height=692&srs=EPSG%3A32717&styles=&format=application/openlayers |

Nota. Enlaces de los servicios web, tanto de los metadatos (primera fila) como visualización (segunda fila en adelante). (Autores, 2022).

Los enlaces descritos en la siguiente tabla pertenecen a Web Feature Service (WFS), con la función de descarga de la capa. El formato de descarga es GML (Geography Markup Language), en este fichero se va a encontrar detallado todos los objetos pertenecientes a la capa seleccionada, así como la información descriptiva y geométrica.

Tabla 15

Catálogo de Web Feature Service (WFS)

| Capa | Enlace de descarga |
|--------------------------------------|---|
| Bienes Arquitectónicos de Registro | http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/ows?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&typeName=BDE_PATRIMONIAL_AMBATO%3API001_BIENES_ARQUITECTONICOS_REGISTRO |
| Bienes Arquitectónicos de Inventario | http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/ows?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&typeName=BDE_PATRIMONIAL_AMBATO%3API002_BIENES_ARQUITECTONICOS_INVENTARIO |
| Espacios Públicos | http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/ows?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&typeName=BDE_PATRIMONIAL_AMBATO%3API004_ESPACIOS_PUBLICOS |
| Inmuebles Funerarios | http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/ows?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&typeName=BDE_PATRIMONIAL_AMBATO%3API005_INMUEBLES_FUNERARIOS |
| Centro Histórico | http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/ows?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&typeName=BDE_PATRIMONIAL_AMBATO%3API006_CENTRO_HISTORICO |
| Monumentos | http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/ows?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&typeName=BDE_PATRIMONIAL_AMBATO%3API007_MONUMENTOS |

| | |
|--------------------------------|---|
| Inmuebles Derrocados | http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/ows?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&typeName=BDE_PATRIMONIAL_AMBATO%3API008_INMUEBLES_DERROCADOS |
| Contenedores de Bienes Muebles | http://localhost:8080/geoserver/BDE_PATRIMONIAL_AMBATO/ows?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&typeName=BDE_PATRIMONIAL_AMBATO%3Apc001_contenedores_bienes_muebles |

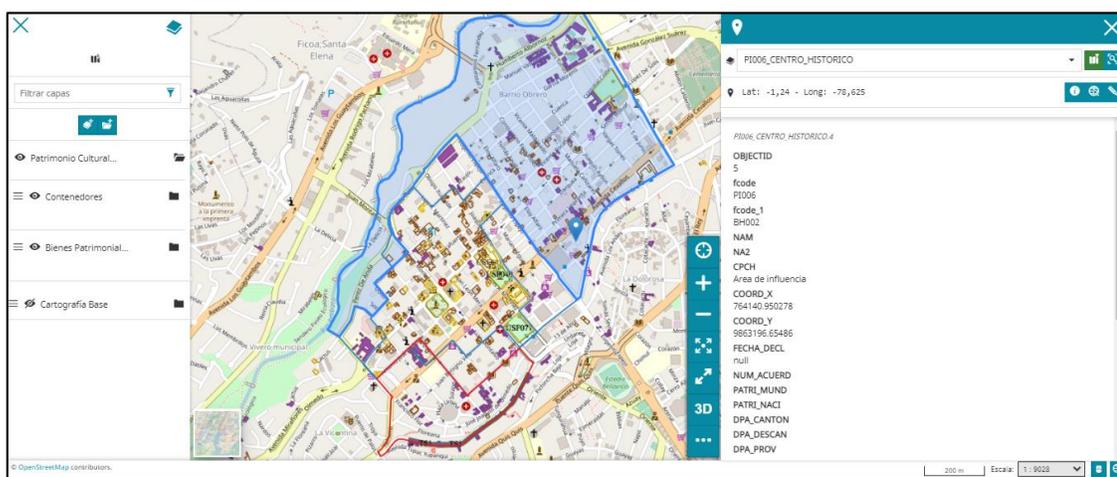
Nota. Enlaces de servicios web para descarga de información geográfica en formato GML. (Autores, 2022).

Geoportal para la difusión de la geoinformación patrimonial del cantón Ambato

El geoportal desarrollado en la aplicación MapStore se encuentra en el siguiente enlace: <http://localhost:8080/mapstore/#/viewer/openlayers/33>, las capas disponibles tanto para visualización, como para descarga son las pertenecientes a: cartografía base, bienes patrimoniales inmuebles y contenedores respectivamente. Como se puede observar en la siguiente figura, se muestra el interfaz de dicho geoportal.

Figura 94

Interfaz Geoportal Patrimonial

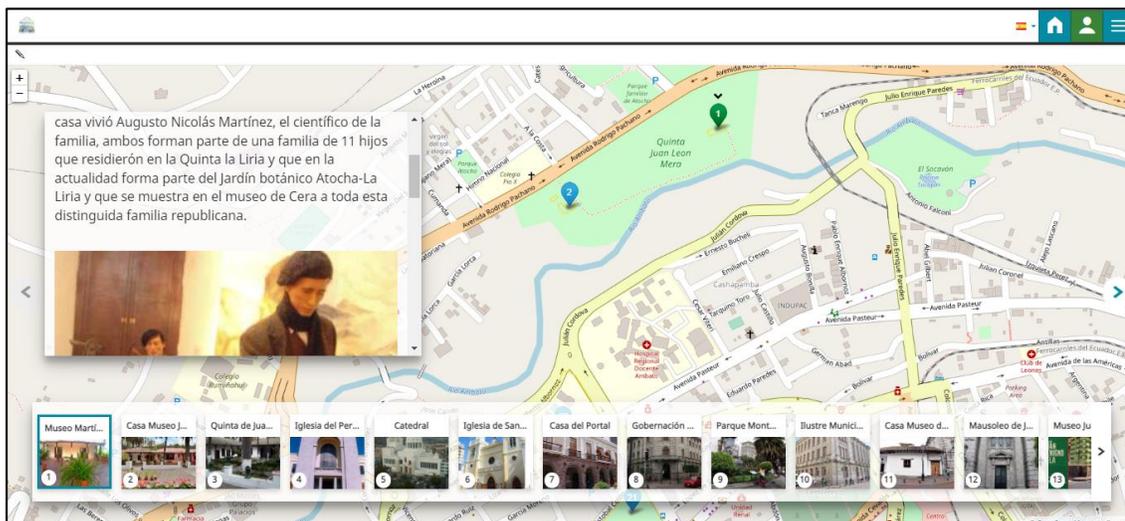


Nota. Geoportal patrimonial con servicios y capas de consulta. (Autores, 2022).

Debido a los diferentes tipos de usuarios del geoportal patrimonial se realizó un visor interactivo, aplicativo que MapStore contiene en su paquete, denominado: Geo-Historias. En este visor se detalla información específica acerca de ciertos bienes patrimoniales inmuebles y contenedores del cantón Ambato, además se comparten enlaces de interés para su difusión, como son los modelos tridimensionales y nubes de puntos correspondientes a los dos bienes inmuebles patrimoniales generados en el presente proyecto.

Figura 95

Visor Interactivo Patrimonial



Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

La distribución de los Bienes Inmuebles Patrimoniales del catón Ambato se encuentran ubicados en casi el 60% en la zona rural, mientras que en la parte urbana un 40%. Los Bienes Inmuebles Patrimoniales pertenecientes a la ciudad de Ambato constituyen una arquitectura de tipo heterogénea, debido a los desastres naturales que se han desarrollado a lo largo de la historia de esta ciudad.

De las nueve parroquias urbanas que conforman la ciudad de Ambato, en cinco de ellas hay la presencia de Bienes Patrimoniales Inmuebles. Atocha Ficoa, se caracteriza por contener en su zona las quintas, estas haciendas que en la actualidad han tomado importancia tanto por su valor arquitectónico como paisajístico. Por otro lado, las parroquias La Matriz, La Merced y San Francisco se caracterizan por la arquitectura religiosa en su entorno y edificaciones públicas históricas; cabe recalcar que en esta zona se encuentra concentrada gran parte de los Bienes Patrimoniales Inmuebles de la ciudad.

La documentación digital de un bien inmueble patrimonial contribuye a su conservación, ya que se logra el monitoreo y la comprensión histórica patrimonial del objeto. Las técnicas utilizadas: fotogrametría de rango corto y escaneo láser permitieron una obtención óptima de los datos, sin embargo, existieron diferencias significativas entre ambas como el costo de los equipos y su ejecución.

Para el caso del registro de La Catedral, realizado mediante fotogrametría de rango corto, su acceso es más fácil y los recursos para su procesamiento no son específicos ni costosos. La precisión del producto final depende del nivel de resolución de la cámara a utilizada.

Para el caso del registro del Colegio Bolívar mediante escáner láser, la obtención de información fue en poco tiempo con una fase previa de planificación, además se obtuvo una precisión milimétrica, con un error de ajuste de 2.68 milímetros entre escaneos. El producto final fue una nube de puntos que una vez depurada, es bastante interactiva entre usuario y objeto a través de plataformas de visualización. Por otro lado, se debe señalar que el costo del equipo es elevado, y los requerimientos tecnológicos para el procesamiento tienen la misma característica, por lo que se debe tomar en cuenta el financiamiento al realizar investigaciones con el equipo.

El geoportal muestra la información generada en este proyecto, es decir, los Bienes Inmuebles Patrimoniales de la ciudad de Ambato, las acciones que se pueden realizar son: visualización, consulta, filtros, edición y descarga de datos; es decir, tiene las características de un Sistema de Información Geográfica, pero la ventaja es que está reposado en la web, y no hay la necesidad de instalación de un software de escritorio. Dicha información es de importancia tanto para técnicos del GAD de Ambato, como para público en general, ya que aporta a la planificación de la ciudad. Por otro lado, la constante actualización de los datos ayudará al seguimiento y conservación de los bienes patrimoniales.

Recomendaciones

Se recomienda el análisis en la zona rural del cantón Ambato, ya que la mayor parte de los Bienes Patrimoniales Inmuebles se encuentran en estas parroquias, y poseen una tipología vernácula y tradicional, lo que realzaría la importancia y concientización al preservar los bienes patrimoniales en la comunidad.

El patrimonio cultural contiene una amplia gama de objetos, sean estos muebles, inmuebles, arqueológicos, documentales e inmateriales, por ello, se recomienda realizar la integración en lo posible de todos los aspectos mencionados, con el fin de espacializarlos y llevar un registro digital completo e integrado de las zonas de interés patrimonial.

Las técnicas para el registro digital de los inmuebles patrimoniales son variadas, por lo que se recomienda en primera instancia determinar las necesidades y estado de conservación de cada bien inmueble, y a partir de ello seleccionar la metodología, precisión métrica y producto a entregar. En gran parte esto contribuye al monitoreo continuo de los cambios tanto de estado y estructurales del bien inmueble. Por otro lado, se recomienda integrar a la comunidad educativa para la realización de este proceso y así poder contribuir en su mayor parte a complementar la información documental de los bienes inmuebles patrimoniales.

La estandarización de la información patrimonial en un territorio contribuye al fácil manejo y gestión de los datos, por ello, se recomienda realizar este proceso a nivel nacional, en conjunto con el Instituto Nacional de Patrimonio, y así poder mejorar la plataforma nacional de información SIPCE.

El desarrollo de aplicaciones con software libre en la actualidad ha tomado importancia, por ende, se recomienda explotar las potencialidades para difundir

información de manera responsable. Por otro lado, el geoportal desarrollado reposa en el servidor local de la computadora, y sería de gran importancia e impacto poder conectar a un servidor físico y generar accesos de administración a los técnicos de patrimonio del GAD de Ambato, para que estos puedan gestionar la información de manera responsable.

Fomentar la importancia del conocimiento del patrimonio cultural en la comunidad, especialmente en las nuevas generaciones, ya que se asegura que perdure en el tiempo y se fortalezca la identidad de un pueblo. Por ello es indispensable incluir a estos en proyectos de investigación patrimoniales para la contribución en la protección del mismo.

Bibliografía

- Álvarez, S., & Borja, D. (2016). *Propuesta de un proceso de jerarquización de los valores del patrimonio en la ciudad de Cuenca*. Obtenido de Universidad de Cuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25754>
- Angás, J. (2019). *Documentación geométrica del patrimonio cultural. Análisis de las técnicas, ensayos y nuevas perspectivas*. Zaragoza: Cæsaraugusta.
- Anguix, Á., & Carrión, G. (2012). Introducción al software libre para las IDE. En M. Bernabé, & C. López, *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales IDE* (págs. 311-320). Madrid: UPM Press.
- Ávila, F. (2014). *DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES PARA GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL: APLICACIÓN PARTICULAR CANTÓN GUACHAPALA*. Obtenido de Universidad de Cuenca: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20240/1/TESIS.pdf>
- Balaguer, M. (2018). *Fotogrametría de Objeto Cercano. Conceptos Básicos*. Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia: <http://gmv.cast.uark.edu/photogrammetry/four-basic-steps-of-a-close-range-photogrammetry-project-3>
- Balaguer, M. (2018). *Fotogrametría de Objeto Cercano: Planificación y desarrollo del proyecto*. Valencia.
- Bermejo, E. (2 de Marzo de 2015). *Infraestructura de datos espaciales (IDE): ¿Qué es y por qué surge?* Obtenido de Geoinnova: <https://geoinnova.org/blog-territorio/infraestructura-de-datos-espaciales-ide-que-es-y-por-que-surge/>
- Bermúdez, L., Masó, J., & Capdevila, J. (2012). OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC). En M. Bernabé, & C. López, *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales* (págs. 265-274). Madrid: UPM Press.
- Beynon, P. (2018). *Sistemas de bases de datos*. Reverté.
- Bonilla, M. (2016). *Desarrollo de una aplicación SIG en la web usando software libre. Caso CONSEP Ecuador*. Quito: UNIGIS.
- Bustos, X. (2012). Desarrollo de un sistema de información geoespacial con uso de software libre. *Terra*, 11-38.
- CELAEP. (2012). Principales Monumentos Históricos Ambato. En GADMA, *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Ambato*.
- Chaparro, M. C. (2018). *Patrimonio cultural tangible. Retos y estrategias de gestión*. Obtenido de https://biblio.colsan.edu.mx/arch/especi/hi_int_018.pdf
- Consejo Nacional de Geoinformática. (2016). *Lineamientos para la Implementación del Catálogo de Objetos Institucionales*. Obtenido de Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geospaciales: https://iedg.sni.gob.ec/geoportal-iedg/documentos/lineamiento_catalogo_objetos_institucional.pdf

- CRESPIAL. (2021). *Disponible plataforma pública y digital elaborada y coordinada por el Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio de Chile*. Obtenido de Centro Regional para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial de América Latina: <http://crespial.org/disponible-plataforma-publica-digital-elaborada-coordinada-ministerio-las-culturas-las-artes-patrimonio-chile/>
- Digital Guide IONOS. (2 de Agosto de 2019). *¿Qué es un servidor web y qué soluciones de software existen?* Obtenido de Digital Guide IONOS: <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/servidor-web-definicion-historia-y-programas/>
- Diócesis de Ambato. (2001). *Obras para la recuperación de la iglesia La Catedral de Ambato*. Ambato.
- Diócesis de Ambato. (2015). *Iglesia La Catedral*. Obtenido de Diócesis de Ambato: <https://diocesisambato.org/locations/la-catedral/iglesia-la-catedral/#prettyPhoto>
- EDISURVEYS. (2012). *Trimble TX5 Scanner Datasheet*. Obtenido de Trimble TX5 Scanner: <https://www.edisurveys.co.uk/wp-content/uploads/Trimble-TX5-Data-Sheet.pdf>
- El Comercio. (22 de Agosto de 2010). *El Colegio Bolívar inició los festejos de sus 150 años*. Obtenido de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/colegio-bolivar-inicio-festejos-150.html>
- Endara, R. (2011). *Conservación y gestión del patrimonio cultural intangible de la ciudad de Quito*. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/886/1/TESIS%20FINAL%20MAESTRIA%20-%20JUNIO%202011.pdf>
- EWEER Ingeniería Láser. (28 de Marzo de 2019). *Láser Escáner en Patrimonio*. Obtenido de Ingeniería Láser: <https://eweerlaser.com/laser-escaner/patrimonio/>
- FARO Andina. (2017). *Faro SCENE*. Obtenido de Metrología, Inspección Dimensional, BIM, Documentación 3D e Ingeniería Inversa: <https://www.faroandina.com/soluciones/faro-scene.html>
- Fernández, P., Fernández, S., & Soro, S. (2017). Documentación del patrimonio inmueble. En V. Muñoz, S. Fernández, & J. Arenillas, *Introducción a la documentación del patrimonio cultural* (págs. 90-113). España: Junta de Andalucía.
- Fernández, S., & Arenillas, J. (2017). Criterios generales para la documentación. En V. Muñoz, S. Fernández, & J. Arenillas, *Introducción a la documentación del patrimonio cultural* (págs. 16-39). España: Junta de Andalucía.
- Fra Paleo, U. (2011). *Diccionari terminològic de fotogrametria*. Barcelona: ICC/Enciclopèdia Catalana.
- Fratila, D. (2016). *Desarrollo de una Infraestructura de Datos Espaciales y un Geoportal mediante software libre en el municipio de Villar del Arzobispo*. Obtenido de

Universidad Politécnica de Valencia:
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/70497/FRATILA%20-%20Desarrollo%20de%20una%20infraestructura%20de%20datos%20espaciales%20y%20Geoportal%20mediante%20software%20lib....pdf?sequence=2&isAllowed=y>

- GADMA. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Ambato 2050*. Ambato.
- García, J. (Julio de 2020). *Primeros pasos con MapStore: creación de mapas web y paneles de control*. Obtenido de MappingGIS:
<https://mappinggis.com/2020/07/mapstore-mapas-web-y-paneles-de-control/>
- Geocom. (2016). *Notas Técnicas software Trimble Realworks*. Obtenido de SOFTWARE TRIMBLE REALWORKS: <https://docplayer.es/43672255-Software-trimble-realworks.html>
- Guevara, C. (2020). *Propuesta de Catálogo de Objetos Geográficos para el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural*. Riobamba: INPC.
- Gutiérrez, C., & Castellanos, L. (4 de Noviembre de 2014). *Base de datos geoespaciales*. Obtenido de CONACYT- Diplomado de Análisis de Información Geoespacial :
<https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/154/1/10-Geodatabase%20-%20Diplomado%20en%20Análisis%20de%20Información%20Geoespacial.pdf>
- Hernández, L. (2016). *Clasificación y Tipos de Patrimonio Cultural*. Obtenido de <https://www.andartearte.com/clasificacion-tipos-patrimonio-cultural/#:~:text=De%20este%20modo%20tenemos%20Patrimonio,o%20documental%2C%20mueble%20y%20etno%C3%B3gico>.
- Hormaza, D. G., & Torres, R. M. (16 de Julio de 2020). El patrimonio cultural en los servicios turísticos en la provincia de Manabí, Ecuador. *PASOS Revista De Turismo y Patrimonio Cultural*, 18(3), 385-400. Obtenido de <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2020.18.027>
- ICOMOS. (1999). *CARTA INTERNACIONAL SOBRE TURISMO CULTURAL*. Obtenido de Consejo Internacional de Monumentos y Sitios:
https://www.icomos.org/charters/tourism_sp.pdf
- IDEE. (Enero de 2021). *Introducción a las IDE*. Obtenido de https://www.idee.es/resources/documentos/Introducci%C3%B3n_IDEE.pdf
- Imasgal. (2018). *Bases de datos espaciales*. Obtenido de Imasgal:
<https://imasgal.com/que-son-bases-de-datos-espaciales/>
- Iniesto, M., & Núñez, A. (2014). *Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales*. Madrid: Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), Dirección General del Instituto Geográfico Nacional (IGN). doi:10.7419/162.12.2014

- INPC. (2011). *Instructivo para fichas de registro e inventario. Bienes inmuebles.* .
Obtenido de AME Virtual: <https://amevirtual.gob.ec/instructivo-para-fichas-de-registro-e-inventario-bienes-inmuebles/>
- Jolaiya, E. (28 de Diciembre de 2020). *WebGIS Section 3: Architecture*. Obtenido de GIS LOUNGE: <https://www.gislounge.com/webgis-section-3-architecture/>
- Kshetri, T., & Jolaiya, E. (18 de Julio de 2021). *Open-Source Web-GIS Development Roadmap*. Obtenido de GIS LOUNGE: <https://www.gislounge.com/open-source-web-gis-development-roadmap/>
- KYOCERA . (15 de Mayo de 2017). *La importancia del modelo de base de datos*.
Obtenido de KYOCERA Document Solutions:
<https://www.kyoceradocumentsolutions.es/es/smarter-workspaces/insights-hub/articles/La-importancia-del-modelo-de-base-de-datos.html>
- Laser Scanning Europe. (23 de Enero de 2021). *Terrestrial Laser Scanners*. Obtenido de Laser Scanning Europe: <https://www.laserscanning-europe.com/en/serviceshardware/terrestrial-laser-scanners>
- Lerma, J., Cabrelles, M., Navarro, S., & Seguí, A. (2013). Modelo fotorrealístico 3D a partir de procesos fotogramétricos: láser escáner versus imagen digital. *Cuadernos de Arte Rupertre*, 85-90.
- Lerma, J., Heras, V., Mora-Navarro, G., Rodas, P., & Matute, F. (2020). GEOPORTAL PROPOSAL FOR THE INVENTORY OF CULTURAL HERITAGE IN NABÓN (ECUADOR). *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 1415-1418. Obtenido de <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2020-1415-2020>
- Lijing, Z., & Jing, Y. (2010). Management methods of spatial data based on PostGIS. *Second Pacific-Asia Conference on Circuits, Communications and System*, 410-413. doi:10.1109/PACCS.2010.5626962
- LISIGE. (2010). *Ley 14/2010, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España*. Madrid: LISIGE.
- Logroño, M. (Septiembre de 2013). *La cooperación internacional y la conservación de Quito Patrimonio de la Humanidad y su centro histórico período 2001-2010*. Obtenido de <https://repositorio.iaen.edu.ec/bitstream/handle/24000/4098/Logro%c3%b1o%20Velo0z.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Luhmann, T., Robson, S., Kyle, S., & Boehm, J. (2013). *In Close-Range Photogrammetry and 3D Imaging*. Berlin/Boston: De Gruyter.
- Martínez, J., & Mora, J. (2016). *Desarrollo de una Infraestructura de Datos Espaciales y un Geoportal mediante software libre en el municipio de Villar del Arzobispo*. Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/70497/FRATILA%20-%20Desarrollo%20de%20una%20infraestructura%20de%20datos%20espaciales>

s%20y%20Geoportal%20mediante%20software%20lib....pdf?sequence=2&isAllowed=y

- Mejía, D., Aguirre, C., & Jara, C. (2015). Modelo de Catastro Patrimonial Georreferenciado para la gestión sostenible del Centro Histórico de Riobamba, Ecuador. *Revista GEOESPACIAL*, 68-80.
- Mejía, V., Jiménez, G., & Garzón, J. (2019). ¿QUÉ ES UN GEOPORTAL Y CÓMO SE CREA? *2do Congreso Latinoamericano de Ingeniería. Retos en la información de ingenieros en la era digital*, 1-9.
- Melendreras, R., Marín, M., & Sánchez, P. (2020). Flujo de trabajo para la digitalización 3D mediante fotogrametría de las tallas de madera policromada del Santísimo Cristo de la Sangre y su ángel. *Intervención. Estudios*, 52-83.
- Mendoza, A., & López, R. (2 de Febrero de 2018). *Base de datos*. Obtenido de Universidad de Chile: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/151632/Bases-de-datos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio Coordinador de Patrimonio. (Agosto de 2012). *Introducción al Patrimonio Cultural*. Obtenido de <http://www.amevirtual.gob.ec/wp-content/uploads/2017/04/libro-introduccion-al-patrimonio-cultural.compressed-ilovepdf-compressed.pdf>
- Ministerio de Cultura y Patrimonio. (2020). *AMBATO*. Obtenido de <https://www.culturaypatrimonio.gob.ec/ambato/#search>
- Morales, A. (2014). *Comenzando a trabajar con metadatos en GIS*. Obtenido de MappingGIS: <https://mappinggis.com/2014/05/trabajar-con-metadatos/>
- Narváez, A. (2015). *"Diseño de un Sistema de Información Espacial Patrimonial, para la gestión e investigación del patrimonio cultural edificado de las Iglesias de San Francisco de Quito y La Merced*. Sangolquí.
- Nieto, J., Lara, L., & Moyano, J. (2021). Implementation of a TeamWork-HBIM for the Management and Sustainability of Architectural Heritage. *Sustainability (Switzerland)*, 1-26. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/su13042161>
- Obe, R., & Leo, H. (2021). *PostGIS in Action*. Simon and Schuster.
- Observatorio de la Sostenibilidad en España. (2009). *Patrimonio natural, cultural y paisajístico: Claves para la sostenibilidad territorial*. España.
- Ortega, M. (2016). *El Patrimonio Cultural tangible e intangible articulado a la ordenación territorial. Aplicado al caso del cantón Paltas provincia de Loja*. Obtenido de Universidad de Cuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25397>
- Ortiz, J. (Dirección). (2017). *Historia de la Iglesia Catedral de Ambato AMBATO AYER Y HOY* [Película]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=96j3i9eQSfM>

- Ortiz, P., & Pino, B. (2013). Digitalización 3D automática con áser escáner, fotogrametría y videogrametría. El caso práctico del Templo de Diana (Mérida). *Virtual Archaeology Review (VAR)*, 90-94.
- Ortiz, T. (2021). *Modelo de IDE con complementos 3D para el mejoramiento del IDESC de Santiago de Cali-Colombia*. Obtenido de Universidad Politécnica de Madrid: https://oa.upm.es/67905/1/TFM_TATIANA_ORTIZ_GONZALEZ.pdf
- Pérez, M. (3 de Febrero de 2021). *Definición de Documentación*. Obtenido de ConceptoDefinición: <https://conceptodefinicion.de/documentacion/>
- Pérez, P., & Flores, L. (2020). Manual de Gestión por Procesos Catastrales. En P. Pérez, & L. Flores, *Organización por Procesos y Subprocesos Catastrales* (págs. 1-17).
- Pinto, I. (2020). *Generación, mantenimiento y explotación de una base de datos geográfica geológica basada en software libre*. Navarra: Universidad Pública de Navarra. Obtenido de Universidad Pública de.
- Pisco, Á., Regalado, J., Gutiérrez, J., Quimis, O., Marcillo, K., & Marcillo, J. (2017). *Fundamentos sobre la gestión de base de datos*. Alicante: Área de innovación y desarrollo. S.L.
- Poveda, L. (2018). *Estudio del repertorio religioso patrimonial del centro de la ciudad de Ambato para el desarrollo de una propuesta de reconstrucción virtual con nuevas tecnologías de visualización*. Obtenido de <http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/906/1/POVEDA%20LUNA%20UIS%20ANDRES.pdf>
- Preti, S., & Tituana, K. (2017). *Metodología de documentación digital del patrimonio aplicado a la arquitectura con características modernas en la ciudad de Cuenca*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Ramos, B. (18 de Febrero de 2020). *Tipos de programas para trabajar con metadatos*. Obtenido de TYC GIS Formación: <https://www.cursosgis.com/tipos-de-programas-para-trabajar-con-metadatos/>
- Registro Oficial del Ecuador. (30 de Diciembre de 2016). *LEY ORGÁNICA DE CULTURA*. Obtenido de Sexto Suplemento al Registro Oficial No. 913: <https://www.culturaypatrimonio.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/01/Ley-Orga%CC%81nica-de-Cultura-APROBADA-Y-PUBLICADA.pdf>
- Reino Garecés, P. A. (2011). Ciento Cincuenta años del Colegio Nacional "Bolívar" de Ambato. En D. Soria, *El Bolívar en su sesquicentenario* (págs. 34-35). Ambato.
- Rivas, M. (Septiembre de 2015). *Fundamentos de Bases de Datos. Modelo Entidad-Relación*. Obtenido de Universidad Autónoma de México : <https://core.ac.uk/download/pdf/55528149.pdf>

- Roig, J. (2020). *Creación de la infraestructura de datos espaciales para el estudio de riesgo de emisiones de gases de efecto invernadero en incendios forestales*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Rosero, M. (2016). *TRANSFERENCIA DE COMPETENCIAS DEL PATRIMONIO CULTURAL*. Obtenido de Instituto Nacional de Patrimonio y Cultura: <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2016/02/Transferencia-GADS-INPC-CNC-2016.pdf>
- Sánchez, D., Erena, M., Gambín, M., Hernández, Z., Atenza, J., López, J., . . . Clemente, A. (2013). Una herramienta de código abierto para la estrategia territorial en el espacio MED. *IV Jornadas Ibéricas de Infraestructura de Datos Espaciales*, 1-12. Obtenido de https://www.idee.es/resources/presentaciones/JIIDE13/jueves/36_codigo_abierto_MED.pdf
- Santana, M., De Bruyne, M., Poelman, R., Hankar, M., Barnes, S., Budei, L., . . . Bioscam, J. (2008). *Theory and practice on Terrestrial Laser Scanning*. VLAAMS Leonardo Da Vinci Agentschap. Obtenido de <https://lirias.kuleuven.be/retrieve/122640>
- Secretaría Técnica Planifica Ecuador. (2019). *Guía para la formulación/actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantonal*. Obtenido de <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/08/GUIA-CANTONAL-FINAL-.pdf>
- Segarra, M. V. (Septiembre de 2016). *Metodología para la Documentación del Patrimonio Cultural Edificado de la ciudad de Cuenca*. Obtenido de Universidad de Cuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25578>
- SONY EUROPE B.V. (2021). *Especificaciones y características completas*. Obtenido de SONY EUROPE: <https://www.sony.es/electronics/camaras-lentes-intercambiables/ilce-6000-body-kit/specifications>
- Soria, D. (2011). *El Bolívar en su sesquicentenario*. Ambato.
- Tamayo, C., & Leite, E. (2015). Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones como herramientas para la gestión del Patrimonio Cultural con una visión emprendedora. *HOLOS*, 290-303. doi:10.15628/holos.2015.3660
- Toasa, F. (17 de Mayo de 2011). *Ciudad, comunidad, ciudadanía*. Obtenido de PonteCool.com: <http://www.pontecool.com/noticia.php?sec=7&ite=30>
- TRIMBLE. (2018). *Trimble RealWorks*. Obtenido de Trimble Geoespacial: <https://geospatial.trimble.com/products-and-solutions/trimble-realworks>
- Tungurahua Turismo. (2021). *Iglesia La Catedral de Ambato*. Obtenido de <https://tungurahuatourismo.com/es-ec/tungurahua/ambato/iglesias-templos/iglesia-catedral-ambato-amn38nurt>
- UNESCO. (1972). *Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural*. Obtenido de <https://whc.unesco.org/archive/convention-es.pdf>

- UNESCO. (2014). *INDICADORES UNESCO DE CULTURA PARA EL DESARROLLO*.
Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Educación:
https://es.unesco.org/creativity/sites/creativity/files/iucd_manual_metodologico_1.pdf
- Unidad de Investigación, Innovación y Competitividad para el Medio Patrimonial. (2020). *Fotogrametría de objetos cercanos*. Obtenido de Universidad de Córdoba:
<http://www.uco.es/patricia/index.php/es/servicios/fotogrametria-de-objetos-cercanos>
- Uyaguari, F., & Encalada, C. (2019). Implementación de una infraestructura de datos espaciales (IDE) y geoportal en la Secretaría del Agua – Demarcación Hidrográfica de Santiago. *Polo del Conocimiento*, 91-115.
- Velasteguí, J., & Guerrero, F. (2013). *Uso y procesamiento del sistema escáner láser para el modelamiento 3D de datos geoespaciales en las áreas de la construcción, patrimonio cultural y espeleología*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/7764>

Anexos