

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
ESCUELA DE TOPOGRAFÍA, CATASTRO Y GEODESIA**



Trabajo Final de Graduación en la modalidad Proyecto de Graduación

**Propuesta para la implementación de un observatorio de valores de mercado de terrenos para el cantón de Belén de la provincia de Heredia, mediante la aplicación de un Sistema de Información Geográfica.**

**Alexis Chinchilla Álvarez  
María José Córdoba Ruiz  
Cristofer Leitón Elizondo**

CAMPUS OMAR DENGO  
HEREDIA, COSTA RICA  
MAYO, 2024

## Trabajo Final de Graduación

---

Este trabajo fue \_\_\_\_\_ por el Tribunal Evaluador de la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia de la Universidad Nacional, como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Topografía y Geodesia.

---

MSc. Manuel Ramírez Núñez  
Presidente del Tribunal Evaluador

---

MSc. Kenneth Ovares Sánchez  
Representante de la ETCG

---

M.Sc. Carlos Sevilla Hernández  
Tutor

---

Lic. Alexander González Salas  
Asesor

---

M.Sc. Bernal Alvarado Sánchez  
Asesor

---

Alexis Chinchilla Álvarez  
Graduando

---

María José Córdoba Ruiz  
Graduando

---

Cristofer Leitón Elizondo  
Graduando

### Dedicatoria

A Dios por darme tantas bendiciones y permitirme llegar hasta aquí. A mis padres quienes son pilares fundamentales en mi vida, a mi mamá Rosario porque sin ella, sus atenciones, su amor y sus palabras de aliento no hubiese podido emprender y culminar este camino; a mi papá Agustín por cada consejo y por impulsarme siempre a superarme día con día. A toda mi familia por estar pendiente y apoyarme en los momentos difíciles. A los amigos que se tomaron un momento para estar conmigo en tan limitados tiempos, gracias porque en muchas ocasiones me dieron el ánimo de seguir adelante. Y a mis compañeros de proyecto Cris y Alexis, por darme ese impulso de seguir mejorando y de retarme a mí misma constantemente, por ser mis acompañantes en estos tiempos de cambio, por tanta paciencia y esfuerzo compartido. A mis ángeles en el cielo. Desde mi corazón esto es para todos ustedes.

María José Córdoba Ruiz

Le agradezco a Dios por permitirme vivir este momento, se lo dedico a mi madre Ana Yancy Álvarez Villalobos y a mi padre Alexis Chinchilla Díaz, solo puedo decirles que las palabras no me alcanzan para poder agradecerles todos los sacrificios que han hecho por mí y mis hermanas, ustedes son mi inspiración y mayor ejemplo por seguir en la vida, los amo. A Adriana, Diana y César, gracias por siempre estar, escucharme y aconsejarme cuando más lo he necesitado, los amo.

Gracias a María José y a Cristofer, por haber iniciado este largo camino juntos y haberlo culminado con éxito, así como a todas esas amistades que de una u otra manera me acompañaron a lo largo de todo este proceso, cuyo apoyo y ayuda fue indispensable en momentos difíciles.

Alexis Adrián Chinchilla Álvarez

Hoy dedico este TFG a quienes considero pilares fundamentales en este proceso y en mi vida. Se lo dedico a Dios, porque Él es fuente de sabiduría, es quien nos da la fuerza de seguir y nos orienta en los caminos que tomamos. Se lo dedico a mi familia, ya que son lo más preciado que tengo, mi fuente de inspiración, mi todo. Mis queridos padres, Cecilia y Gerardo, esto es para ustedes, no tengo palabras para describir el amor y la gratitud tan grande que siento de tenerlos como padres, gracias por los consejos, por ser siempre mi brújula y mi luz en todo momento. Esto también es para ustedes Kari y Pao, por estar siempre presentes, las amo. Dedico esto igualmente a mis compañeros de trabajo, María José y Alexis, por todas las reuniones construyendo lo que fue una idea que en un inicio soñamos juntos. También, se lo dedico a mis amigos, porque ellos han contribuido y enriquecido mi existencia en esta vida.

Cristofer Gerardo Leitón Elizondo

### Reconocimientos

Primeramente, a Dios, por regalarnos el don de la vida, por la salud, guiarnos y permitirnos superarnos cada día a pesar de los obstáculos.

Agradecemos infinitamente a nuestras familias por darnos el privilegio de estudiar, por la paciencia, apoyo, comprensión, amor, tolerancia, atención y consejos brindados a lo largo del camino recorrido en nuestras vidas, porque sin ustedes, no seríamos las personas de hoy en día.

Reconocemos a nuestra Alma Mater, la Universidad Nacional de Costa Rica por ser nuestro hogar de estudio y a nuestra Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia, donde iniciamos hace varios años nuestro crecimiento humanístico y profesional, hasta concluir hoy con esta etapa, permitiéndonos devolver a la sociedad parte de la enseñanza cultivada.

De la misma forma, agradecemos el apoyo de los profesores Carlos Sevilla Hernández, Alexander González Salas y Bernal Alvarado Sánchez, por ser nuestros asesores, confiar en el proyecto, por sus ideas y aportes brindados desde el comienzo de este. Asimismo, a todos los profesores que a lo largo de los años contribuyeron a nuestra formación académica y profesional.

A Don Martín Carpio Mejía, por la disposición de orientarnos en el desarrollo y correcto funcionamiento de la BD, siendo de gran aporte toda su experiencia en esta área. Así como a quienes nos brindaron el conocimiento básico relacionado al manejo de datos espaciales.

Sin olvidarnos de todas las personas que brindaron su granito de arena, con su opinión, recomendaciones, información, para que este trabajo se culminara con éxito.

---

Índice de contenidos

| Contenido  | Página |
|--|--------|
| Resumen.....   | 1      |
| Capítulo 1:.....                                     | 2      |
| Introducción.....                                    | 2      |
| Capítulo 2:.....                                     | 4      |
| Marco teórico.....                                   | 4      |
| 2.1. Observatorio de valores de terrenos.....        | 4      |
| 2.2. Fundamentos catastrales.....                    | 5      |
| 2.2.1. El catastro en Costa Rica.....                | 5      |
| 2.3. Sistemas de Información Geográfica.....         | 9      |
| 2.3.1. Modelo vector.....                            | 10     |
| 2.3.2. Modelo ráster.....                            | 11     |
| 2.3.3. Dato.....                                     | 14     |
| 2.3.4. Metadato.....                                 | 15     |
| 2.3.5. QGIS.....                                     | 15     |
| 2.3.6. QField.....                                   | 16     |
| 2.3.7. QGIS Cloud.....                               | 17     |
| 2.4. Bases de datos.....                             | 19     |
| 2.4.1. Modelos de datos.....                         | 20     |
| 2.4.2. Sistema Gestor de Base de Datos Postgres..... | 25     |
| 2.4.3. pgModeler.....                                | 26     |
| 2.4.4. pgAdmin 4.....                                | 27     |
| 2.4.5. Lenguaje de Consulta Estructurado.....        | 28     |
| 2.5. GeoServer.....                                  | 29     |
| 2.5.1. Open Geospatial Consortium.....               | 29     |
| 2.6. Servidores web.....                             | 30     |
| 2.6.1. Servidor Amazon Web Services.....             | 33     |
| 2.6.2. Apache Tomcat.....                            | 34     |
| 2.7. Valoración inmobiliaria.....                    | 34     |
| 2.7.1. Criterios de valoración.....                  | 35     |

## Trabajo Final de Graduación

---

|   |    |
|---|----|
| 2.7.2. Zonificación en el cantón de Belén .....                                       | 37 |
| 2.7.3. Variables de estudio .....   | 39 |
| 2.7.4. Fundamentos legales que respaldan la publicación y uso de los datos .....      | 40 |
| Capítulo 3:.....  | 41 |
| Objetivos.....  | 41 |
| Capítulo 4:.....  | 42 |
| Metodología.....  | 42 |
| 4.1. Recopilación de la información .....   | 42 |
| 4.1.1. Información catastral .....  | 42 |
| 4.1.2. Información de valores de mercado .....  | 43 |
| 4.1.3. Elaboración de formulario para consulta con expertos .....                     | 43 |
| 4.1.4. Recolección de información en campo.....                                       | 44 |
| 4.2. Elaboración de la base de datos .....  | 45 |
| 4.2.1. Diseño del modelo conceptual.....  | 46 |
| 4.2.2. Diseño del modelo lógico.....  | 46 |
| 4.2.3. Implementación del modelo físico .....   | 48 |
| 4.3. Hospedaje de la base de datos con un servidor web .....                          | 49 |
| 4.4. Instalación de GeoServer en instancia Elastic Compute Cloud (EC2) de AWS.....    | 54 |
| 4.5. Configuración de GeoServer como plataforma para brindar geoservicios .....       | 60 |
| 4.6. Creación del visor web a través de QGIS Cloud.....                               | 68 |
| 4.7. Creación de la página web .....  | 70 |
| 4.7.1. Creación de página web con Webnode .....                                       | 70 |
| 4.8. Configuración de información para ingreso con la aplicación QField .....         | 71 |
| 4.9. Recolección y actualización de datos geospaciales con la aplicación QField ..... | 73 |
| Capítulo 5:.....  | 75 |
| Resultados.....   | 75 |
| 5.1. Datos obtenidos de la consulta con profesionales en valoración .....             | 75 |
| 5.2. Tablas obtenidas de la primera recolección de información en campo .....         | 81 |
| 5.3. Implementación del modelo conceptual.....  | 82 |
| 5.4. Implementación del modelo lógico.....  | 83 |
| 5.4.1. Actualización y estandarización de la información.....                         | 83 |

---

## Trabajo Final de Graduación

---

|  |     |
|--|-----|
| 5.5. Implementación del modelo físico y creación de tablas en la base de datos ..... | 88  |
| 5.5.1. Administración de datos con pgAdmin 4, PostgreSQL.....                        | 91  |
| 5.5.2. Importación de las tablas a la base de datos .....                            | 94  |
| 5.5.3. Creación de tablas con la información a publicar en la base de datos .....    | 96  |
| 5.5.4. Creación de usuarios y roles en la base de datos.....                         | 98  |
| 5.5.5. Aprovechamiento del lenguaje SQL para el análisis de datos.....               | 99  |
| 5.6. Alojamiento de la Base de datos en Amazon Web Services.....                     | 115 |
| 5.7. Extensión PostGIS como medio de conexión con herramientas geoespaciales.....    | 115 |
| 5.7.1. Conexión de la base de datos con QGIS a través de PostGIS .....               | 117 |
| 5.7.2. Conexión de la base de datos con GeoServer a través de PostGIS .....          | 119 |
| 5.8. Alojamiento de GeoServer en el servidor Amazon Web Service .....                | 121 |
| 5.8.1. Publicación de capas con GeoServer.....                                       | 122 |
| 5.9. GeoServer como proveedor de geoservicios y conexión con QGIS .....              | 126 |
| 5.10. Visor web creado con QGIS Cloud.....   | 130 |
| 5.10.1. Consulta de valores históricos en el visor .....                             | 137 |
| 5.11. Página web creada con Webnode.....   | 139 |
| 5.12. QField como herramienta para captura de información.....                       | 140 |
| 5.13. Manual de uso del visor y glosario .....                                       | 143 |
| 5.14. Elaboración de formulario para actualización de valores de mercado.....        | 144 |
| Capítulo 6:.....   | 146 |
| Análisis de resultados .....   | 146 |
| 6.1. Actualización, estandarización de la información y QField .....                 | 146 |
| 6.2. Implementación del modelo conceptual.....                                       | 147 |
| 6.3. Desarrollo de los modelos lógico y físico .....                                 | 148 |
| 6.4. Administración de datos con pgAdmin 4, PostgreSQL .....                         | 151 |
| 6.5. Importación de las tablas a la base de datos.....                               | 152 |
| 6.6. Implementación y beneficios de PostGIS .....                                    | 154 |
| 6.7. Alojamiento en servidores web.....  | 155 |
| 6.8. GeoServer como herramienta para la difusión de datos geoespaciales.....         | 158 |
| 6.9. Desarrollo del visor web con QGIS Cloud .....                                   | 159 |

## Trabajo Final de Graduación

---

|   |     |
|---|-----|
| 6.10. Comparativa entre el visor del observatorio de valores de mercado de terrenos de Belén con otros visores encontrados en Latinoamérica ..... | 160 |
| 6.11. Implementación de la página web.....  | 165 |
| Capítulo 7:.....  | 166 |
| Conclusiones .....  | 166 |
| Capítulo 8:.....  | 170 |
| Recomendaciones .....   | 170 |
| Referencias.....  | 172 |
| Anexos .....  | 183 |

**Índice de cuadros**

|   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| Cuadro 4.1. Configuración del formulario de atributos para la tabla provincia .....               | 72            |
| Cuadro 5.1. Estandarización y actualización de la tabla provincia. ....                           | 84            |
| Cuadro 5.2. Estandarización y actualización de la tabla cantón. ....                              | 84            |
| Cuadro 5.3. Estandarización y actualización de la tabla distrito. ....                            | 84            |
| Cuadro 5.4. Estandarización y actualización de la tabla valor de mercado. ....                    | 85            |
| Cuadro 5.5.1. Estandarización y actualización de la tabla terreno. ....                           | 85            |
| Cuadro 5.5.2. Estandarización y actualización de la tabla terreno. ....                           | 85            |
| Cuadro 5.5.3. Estandarización y actualización de la tabla terreno. ....                           | 86            |
| Cuadro 5.6. Estandarización y actualización de la tabla fotos. ....                               | 86            |
| Cuadro 5.7. Estandarización y actualización tabla valor de mercado, San Antonio. ....             | 87            |
| Cuadro 5.8. Estandarización y actualización tabla terreno, San Antonio. ....                      | 88            |
| Cuadro 5.9. Cantidad de ofertas en dólares en el distrito de San Antonio. ....                    | 109           |
| Cuadro 5.10. Cantidad de ofertas en dólares en el distrito de La Ribera. ....                     | 110           |
| Cuadro 5.11. Cantidad de ofertas en dólares en el distrito de La Asunción. ....                   | 111           |
| Cuadro 5.12. Cambios en el valor de mercado de terrenos con respecto al tiempo en Belén.<br>..... | 112           |
| Cuadro 5.13. Correlación de vecindad en un sector de La Ribera. ....                              | 113           |
| Cuadro 5.14. Correlación de vecindad en un sector de La Asunción. ....                            | 114           |
| Cuadro 6.1. Comparación entre los SGBDR: Oracle, Microsoft SQL Server y PostgreSQL.<br>.....      | 151           |

**Índice de figuras**

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| Figura 2.1. Visor zona catastral del SIRI, cantón de Belén. ....                                       | 6             |
| Figura 2.3. Modelo vector.....   | 11            |
| Figura 2.4. Modelo ráster.....   | 13            |
| Figura 2.5. Descomposición de una imagen en varias capas. ....   | 13            |
| Figura 2.6. Interfaz de QGIS. ....   | 16            |
| Figura 2.7. Interfaz de QField.....  | 17            |
| Figura 2.8. Visor QGIS Cloud.....  | 19            |
| Figura 2.9. Proceso de abstracción. ....   | 20            |
| Figura 2.10. Etapas para el desarrollo de Sistemas de Bases de Datos. ....                             | 23            |
| Figura 2.11. Simbología diagrama Entidad – Relación. ....  | 24            |
| Figura 2.12. Representación de una relación.....   | 24            |
| Figura 2.13. Interfaz de pgModeler. ....   | 27            |
| Figura 2.14. Interfaz de pgAdmin 4.....  | 28            |
| Figura 2.15. Interfaz de Amazon Web Services. ....   | 34            |
| Figura 4.1. Resumen de configuración de la instancia en AWS.....                                       | 52            |
| Figura 4.2. Sección de Configuración en AWS.....   | 52            |
| Figura 4.3. Creación de servidor en pgAdmin 4.....   | 53            |
| Figura 4.4. Conexión de AWS con pgAdmin 4.....   | 53            |
| Figura 4.5. Elección de la imagen del software y del tipo de instancia.....                            | 56            |
| Figura 4.6. Configuración establecimiento de la regla de seguridad.....                                | 56            |
| Figura 4.7. Instalando herramientas en la instancia por medio de la línea de comandos. ....            | 59            |
| Figura 4.8. Interfaz de bienvenida a GeoServer. ....   | 60            |
| Figura 4.9. Creación de usuarios administrativos en GeoServer.....                                     | 61            |
| Figura 4.10. Definición del SRC y el cálculo de los encuadres de la capa.....                          | 65            |
| Figura 4.11. Sección en donde se gestionan y muestran las ocho capas públicas para este proyecto. .... | 66            |
| Figura 4.12. Previsualización de la tabla “ofertas_y_ventas” publicada.....                            | 66            |
| Figura 4.13. Previsualización de la capa del distrito de La Asunción publicada. ....                   | 67            |
| Figura 4.14. Cargando un nuevo estilo con formato (.SLD). ....   | 68            |

## Trabajo Final de Graduación

---

|   |     |
|---|-----|
| Figura 4.15. Conexión y carga de información de la base de datos con QGIS. ....                           | 72  |
| Figura 5.1. Respuestas de los expertos a la pregunta 1 del formulario.....                                | 76  |
| Figura 5.2. Respuestas de los expertos a la pregunta 2 del formulario.....                                | 76  |
| Figura 5.3. Respuestas de los expertos a la pregunta 3 del formulario.....                                | 77  |
| Figura 5.4. Respuestas de los expertos a la pregunta 4 del formulario.....                                | 78  |
| Figura 5.5. Respuestas de los expertos a la pregunta 5 del formulario.....                                | 79  |
| Figura 5.6. Respuestas de los expertos a la pregunta 6 del formulario.....                                | 80  |
| Figura 5.7. Respuestas de los expertos a la pregunta 7 del formulario.....                                | 81  |
| Figura 5.8. Diagrama del modelo conceptual. ....  | 82  |
| Figura 5.9. Modelo lógico en pgModeler. ....  | 83  |
| Figura 5.10. Creación de las tablas “Canton” y “Distrito” en lenguaje SQL. ....                           | 89  |
| Figura 5.11. Creación de la tabla “Valor_mercado” en lenguaje SQL.....                                    | 89  |
| Figura 5.12. Creación de la tabla “Terreno” y sus debidas restricciones en lenguaje SQL. ....             | 90  |
| Figura 5.13. Determinación de las claves primarias y las foráneas en lenguaje SQL. ....                   | 90  |
| Figura 5.14. Creación de las tablas “Fotos” y “Provincia” en lenguaje SQL.....                            | 91  |
| Figura 5.15. El servidor, la base de datos y los esquemas desarrollados en pgAdmin 4.....                 | 92  |
| Figura 5.16. Esquema “belen” y sus respectivas tablas en pgAdmin 4.....                                   | 92  |
| Figura 5.17. Esquema “observatorio” y sus respectivas tablas en pgAdmin 4.....                            | 93  |
| Figura 5.18. Despliegue de las columnas de la tabla “terreno”. ....                                       | 94  |
| Figura 5.19. Despliegue de las columnas de la tabla “valor_mercado”. ....                                 | 93  |
| Figura 5.20. Datos cargados en la base de datos de la tabla distrito.....                                 | 95  |
| Figura 5.21. Datos cargados en la base de datos de la tabla terreno.....                                  | 95  |
| Figura 5.22. Datos cargados en la base de datos de la tabla valor de mercado. ....                        | 96  |
| Figura 5.23. Elaboración de código de programación en SQL (script), tabla consulta<br>profesionales. .... | 97  |
| Figura 5.24. Elaboración de código de programación en SQL (script), tabla ofertas y ventas.<br>.....      | 97  |
| Figura 5.25. Tablas creadas para mostrar los datos de interés en el visor web. ....                       | 98  |
| Figura 5.26. Despliegue de las columnas de la tabla “consultas_profesionales”. ....                       | 98  |
| Figura.5.27. Generación de usuarios y roles en la base de datos.....                                      | 99  |
| Figura 5.28. Cantidad de terrenos estudiados por distrito. ....   | 100 |

---

## Trabajo Final de Graduación

---

|  |     |
|--|-----|
| Figura 5.29. Cantidad de terrenos según el tipo de referencia.....                                   | 101 |
| Figura 5.30. Número de terrenos de acuerdo con la zonificación de uso de suelo.....                  | 102 |
| Figura 5.31. Cantidad de terrenos según la disponibilidad de electricidad y cañería.....             | 103 |
| Figura 5.32. Cantidad de terrenos según la disponibilidad de cordón y caño. ....                     | 103 |
| Figura 5.33. Cantidad de terrenos según la existencia de alumbrado y acera. ....                     | 104 |
| Figura 5.34. Número de terrenos según la distancia frente a calle pública. ....                      | 105 |
| Figura 5.35. Sentencias SQL para obtener los rangos de regularidad .....                             | 105 |
| Figura 5.36. Análisis de la cantidad de terrenos según el factor de regularidad. ....                | 106 |
| Figura 5.37. Cantidad de terrenos según el área. ....  | 106 |
| Figura 5.38. Número de terrenos según la distancia frente a calle pública. ....                      | 107 |
| Figura 5.39. Sentencias SQL para obtener los terrenos por distrito según el tipo de moneda.<br>..... | 108 |
| Figura 5.40. Cantidad de terrenos por distrito según el tipo de moneda. ....                         | 109 |
| Figura 5.41. Sección de la extensión PostGIS creada en la base de datos.....                         | 115 |
| Figura 5.42. Consulta SQL para transformar coordenadas y definir el tipo de geometría. ....          | 116 |
| Figura 5.43. Previsualización de la información en la base de datos. ....                            | 116 |
| Figura 5.44. Ubicación de los datos cargando un mapa base en pgAdmin 4. ....                         | 117 |
| Figura 5.45. Detalles de la conexión “Observatorio_AWS”. ....  | 118 |
| Figura 5.46. Vista previa de la capa “la_ribera” usando una conexión PostGIS.....                    | 119 |
| Figura 5.47. Vista previa de la capa “terrenos” usando una conexión PostGIS.....                     | 119 |
| Figura 5.48. Determinación de la base de datos como origen de los insumos en GeoServer.<br>.....     | 120 |
| Figura 5.49. Capas publicadas usando la conexión PostGIS y el esquema “belen”.....                   | 121 |
| Figura 5.50. Capas publicadas usando conexión PostGIS y el esquema “publicaciones”. ....             | 121 |
| Figura 5.51. Capa de uso de suelos publicada. ....   | 123 |
| Figura 5.52. Capa del distrito de San Antonio publicada. ....  | 123 |
| Figura 5.53. Capa del distrito de La Ribera publicada. ....  | 124 |
| Figura 5.54. Capa del distrito La Asunción publicada. ....   | 124 |
| Figura 5.55. Capa de la tabla “Consulta_profesionales” publicada con GeoServer.....                  | 125 |
| Figura 5.56. Capa de la tabla “Ofertas_y_ventas” publicada con GeoServer. ....                       | 125 |
| Figura 5.57. Interoperabilidad a través de PostgreSQL, PostGIS, Geoserver, QGIS y<br>QField. ....    | 126 |

---

## Trabajo Final de Graduación

---

|  |     |
|--|-----|
| Figura 5.58. Conexión WMS del esquema “Belen” con los geoservicios brindados con GeoServer. .... | 127 |
| Figura 5.59. Conexión WMS del esquema “Publicaciones” con los geoservicios.....                  | 127 |
| Figura 5.60. Conexiones WMS realizadas y funcionales. ....                                       | 128 |
| Figura 5.61. Conexión WFS del esquema “Belen” con los geoservicios brindados con GeoServer. .... | 128 |
| Figura 5.62. Conexión WFS del esquema “Publicaciones” con los geoservicios brindados. ....       | 129 |
| Figura 5.63. Conexiones WFS usando los geoservicios brindados con GeoServer. ....                | 129 |
| Figura 5.64. Carga de todas las capas WMS en un proyecto nuevo en QGIS.....                      | 130 |
| Figura 5.65. Visor web para el cantón de Belén.....  | 130 |
| Figura 5.66. Capas de distritos del cantón de Belén.....   | 131 |
| Figura 5.67. Capas de consultas_profesionales y ofertas_y_ventas de Belén.....                   | 131 |
| Figura 5.68. Mapas base utilizados para el visor.....  | 132 |
| Figura 5.69. Herramienta de opacidad del visor.....  | 132 |
| Figura 5.70. Herramienta de medición del visor.....  | 132 |
| Figura 5.71. Panel de navegación del visor.....  | 133 |
| Figura 5.72. Herramienta de búsqueda del visor.....  | 133 |
| Figura 5.73. Herramienta para cambio de coordenadas del visor.....                               | 134 |
| Figura 5.74. Simbología de “cluster” de ofertas del visor.....                                   | 134 |
| Figura 5.75. Simbología de “cluster” de ofertas del visor al acercarse. ....                     | 135 |
| Figura 5.76. Atributos mostrados al consultar un marcador del visor.....                         | 136 |
| Figura 5.77. Visualización de todos los atributos contenidos en una oferta.....                  | 137 |
| Figura 5.78. Información de los datos en el visor.....   | 138 |
| Figura 5.79. Consulta en la pestaña ofertas y ventas, primera recolección. ....                  | 138 |
| Figura 5.80. Consulta en la pestaña ofertas y ventas, actualización.....                         | 139 |
| Figura 5.81. Servicios brindados en el sitio web. ....   | 140 |
| Figura 5.82. Uso de QField en campo para la recolección de información.....                      | 141 |
| Figura 5.83. Formulario en QField para la tabla valor mercado.....                               | 142 |
| Figura 5.84. Formulario en QField para la tabla terreno.....                                     | 142 |
| Figura 5.85. Manual de uso del visor.....  | 143 |
| Figura 5.86. Glosario para las capas distritales del visor.....                                  | 144 |

---

## Trabajo Final de Graduación

---

|  |     |
|--|-----|
| Figura 5.87. Formulario de valores de mercado de terrenos. ....      | 145 |
| Figura 5.88. Extracto del formulario para obtención de valores. .... | 145 |
| Figura 6.1. Visor de desarrollo urbano e inmobiliario Proaxis.....   | 161 |
| Figura 6.2. Visor Mapas Bogotá.....                                  | 162 |
| Figura 6.3. Observatorio del Mercado Inmobiliario (OMI).....         | 163 |

**Índice de mapas**

**Página**

Mapa 1: Zonificación del cantón de Belén. ....39

**Índice de anexos**

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| Anexo 1. Resultados preliminares de las tablas valor de mercado, terreno, servicios y entorno, para el cantón de San Antonio ..... | 183           |
| Anexo 2. Manual de uso para el usuario.....  | 185           |
| Anexo 3. Glosario del observatorio. ....   | 189           |
| Anexo 4. Formulario para recolección de valores de mercado de terrenos en Belén.....   | 197           |

### Lista de acrónimos y siglas

|         |   |
|---------|---|
| AWS:    | Amazon Web Services<br>Servicios Web de Amazon  |
| AyA:    | Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado                                |
| CPU:    | Central Processing Unit<br>Unidad Central de Procesamiento                            |
| CRTM05: | Costa Rica Transversal Mercator 2005  |
| DDL:    | Data Definition Language<br>Lenguaje de Definición de Datos                           |
| DLC:    | Data Control Language<br>Lenguaje de Control de Datos                                 |
| DML:    | Data Manipulation Language<br>Lenguaje de Manipulación de Datos                       |
| DNS:    | Domain Name System<br>Sistema de Nombres de Dominio                                   |
| EC2:    | Elastic Compute Cloud<br>Nube de Computo Elástico                                     |
| EPSG:   | European Petroleum Survey Group<br>Grupo de Estudio de Petróleo Europeo               |
| FK:     | Foreign Key<br>Llave Foránea  |
| FTP:    | File Transfer Protocol<br>Protocolo de Transferencia de Archivos                      |
| HTTP:   | Hypertext Transfer Protocol<br>Protocolo de Transferencia de Hipertexto               |
| HTTPS:  | Hypertext Transfer Protocol Secure<br>Protocolo de Transferencia de Hipertexto Seguro |
| IA:     | Inteligencia Artificial   |
| IP:     | Internet Protocol<br>Protocolo de Internet  |

## Trabajo Final de Graduación

---

|        |  |
|--------|--|
| MER:   | Modelo Entidad Relación  |
| OGC:   | Open Geospatial Consortium<br>Consortio Geoespacial Abierto                  |
| OMI:   | Observatorio del Mercado Inmobiliario  |
| ONT:   | Órgano de Normalización Técnica  |
| OSM:   | OpenStreetMap  |
| PK:    | Primary Key<br>Llave Primaria  |
| RAM:   | Random Access Memory<br>Memoria de Acceso Aleatorio                          |
| RDS    | Relational Database Service<br>Servicio de Bases de Datos Relacionales       |
| SGBD:  | Sistema Gestor de Base de Datos  |
| SGBDR: | Sistema Gestor de Bases de Datos Relacionales                                |
| SIG:   | Sistema de Información Geográfica  |
| SIRI:  | Sistema de Información del Registro Inmobiliario                             |
| SLD:   | Styled Layer Descriptor<br>Descriptor de Capas Estilizadas                   |
| SMTP:  | Simple Mail Transfer Protocol<br>Protocolo Simple de Transferencia de Correo |
| SNIT:  | Sistema Nacional de Información Territorial                                  |
| SQL:   | Structured Query Language<br>Lenguaje de Consulta Estructurado               |
| SRC:   | Sistema de Referencia de Coordenadas<br>Coordinate Reference System          |
| SRS:   | Sistemas de Referencia Soportados<br>Supported Reference Systems             |
| SSD:   | Solid State Drive  |

## Trabajo Final de Graduación

---

|        |  |
|--------|--|
|        | Disco de Estado Sólido   |
| SSH:   | Secure Shell<br>Cápsula Segura   |
| SSL:   | Secure Sockets Layer<br>Capa de Conexión Segura  |
| UDDI:  | Universal Description Discovery and Integration<br>Descripción, Descubrimiento e Integración Universal |
| URL:   | Uniform Resource Locator<br>Localizador de Recursos Uniforme   |
| VM:    | Virtual Machine<br>Máquina Virtual   |
| WCS:   | Web Coverage Service<br>Servicio de Cobertura Web  |
| WFS:   | Web Feature Service<br>Servicio de Características Web   |
| WGS84: | World Geodetic System 1984<br>Sistema Geodésico Mundial 1984   |
| WMS:   | Web Map Service<br>Servicio de Mapas Web   |
| ZAV:   | Zonas de Áreas Verdes  |
| ZCCE:  | Zona Comercial y de Control Especial   |
| ZI:    | Zona Industrial  |
| ZMCR:  | Zona Mixta Comercial-Residencial   |
| ZP:    | Zonas de Protección  |
| ZPI:   | Zona Público Institucional   |
| ZRAD:  | Zona Residencial Alta Densidad   |
| ZRBD:  | Zona Residencial Baja Densidad   |
| ZRMD:  | Zona Residencial Media Densidad  |

**Lista de variables numéricas y constantes**

| <b>Variable</b>      | <b>Símbolo</b> | <b>Valor y Unidad</b> |
|----------------------|----------------|-----------------------|
| Área                 | A              | m <sup>2</sup>        |
| Colón Costarricense  | ₡              | -                     |
| Distancia            | D              | m                     |
| Dólar Estadounidense | \$             | -                     |
| Gigabyte             | GB             | 10 <sup>9</sup> bytes |
| Megabyte             | MB             | 10 <sup>6</sup> bytes |
| Perímetro            | P              | m                     |

## **Resumen**

El presente trabajo de graduación está enfocado en el área de avalúos, debido a que se identificó la existencia de limitadas referencias que posibiliten estimar el valor comercial de un terreno.

Asociado a lo anterior, se planteó como objetivo general implementar una propuesta de un observatorio de valores de mercado de terrenos a partir de un Sistema de Información Geográfica (SIG), que permita a una serie de usuarios la consulta sobre información estandarizada en el cantón de Belén de la provincia de Heredia.

Los insumos catastrales y valores comerciales requeridos para el desarrollo de esta propuesta se obtuvieron de diversas fuentes. Posteriormente, con ayuda de herramientas para gestión de bases de datos (BD) se creó una utilizando PostgreSQL, la cual se vinculó con el SIG QGIS para lograr una mejor manipulación de los datos geoespaciales. La importación de los datos a las respectivas tablas de la BD se logró utilizando distintas metodologías.

Para un mayor dinamismo de la BD, se recurrió al alojamiento de esta en un servidor web, permitiendo manipular y actualizar esta de forma remota incluso desde una aplicación móvil. Para visualizar la propuesta desarrollada, se establecieron geoservicios y un visor alojado en una página web.

Los resultados obtenidos demuestran que realizar el adecuado modelado de la base de datos permite obtener una estructura planificada, que favorece a la administración, ingreso, consultas y actualización de la información, que acompañada de servidores web brinda funcionalidades como la escalabilidad, disponibilidad, accesibilidad y seguridad de los datos. Por otra parte, al comparar el visor desarrollado con otros de Latinoamérica, este destaca en los datos mostrados, ya que brinda insumos que describen detalladamente la propiedad, su entorno e información relacionada con el valor comercial, siendo una plataforma de mucho beneficio para los usuarios interesados en los valores del mercado inmobiliario.

## **Capítulo 1: Introducción**

En la actualidad se encuentra una necesidad entre los profesionales en valoración al indagar sobre información relacionada con valores de mercado en terrenos a nivel nacional, si bien existen algunas plataformas como las páginas web de bienes raíces o ventas de terrenos, que poseen datos útiles, estas no siempre muestran resultados acompañados de una parte gráfica que espacialmente oriente al interesado, por otro lado, las plataformas que si funcionan como visores son de pago, lo que los hace poco accesibles para muchos usuarios, a partir de esta necesidad, nace el interés de realizar una propuesta que pueda sentar las bases para subsanar esta deficiencia, en la accesibilidad en cuanto a valores y otras características de relevancia; por lo que con este proyecto se pretende brindar una iniciativa para crear espacios donde se pueda compartir insumos y generar un sistema para el análisis del mercado para los diferentes profesionales de la valoración. Darle importancia al valor de las propiedades se traduce en lograr un mejor gestionamiento del territorio, apuntando hacia la gestión social y ambiental.

Debido al crecimiento poblacional y desarrollo territorial, se ha visto la necesidad de crear espacios que permitan implementar un adecuado ordenamiento del territorio, en muchos países se han elaborado propuestas y soluciones a través de la creación de herramientas para el monitoreo de la propiedad, en muchas de la región estas aplicaciones funcionan con fines de recaudación municipal, tanto para cobro como para cálculo de impuestos, por otro lado, algunas poseen características de monitoreo por medio de imágenes y censos, que proporcionan información de una propiedad en su totalidad, tomando en cuenta sus características físicas, transformando estos datos en mapas, gráficos y en otros insumos de utilidad para muchos usuarios de los visores u observatorios.

En Costa Rica se han empezado a desarrollar herramientas de este tipo y normativas para abarcar las limitantes que se presentan en el área de las valoraciones, sin embargo, muchos de estos esfuerzos no se encuentran a disposición de la población, por lo que este proyecto se enfoca en la creación de una propuesta de observatorio de valores de acceso libre, que recopila los actuales de terrenos en el cantón de Belén, donde además de almacenar precios, se encuentran características que representan la propiedad y parte de su entorno, propiciando más atributos de apoyo que pueden ser consultados al momento de requerir hacer una valoración o bien, hacer la investigación en la zona en caso de querer realizar una compra en dicho cantón. La aplicación de este tipo de observatorios de valores puede brindar gran información del mercado inmobiliario, logrando ofrecer valores fiables y comparables entre sí, permitiendo generar una fuente de consulta para cualquier usuario, incluso para entidades o empresas correspondientes que puedan emplearla como un insumo para la toma de decisiones.

Uno de los aspectos considerados para la elección de la zona de trabajo, se basó en el desarrollo constante del cantón de Belén, ya que este ha obtenido muy buenos resultados en el Índice de Competitividad Cantonal, donde incluso ha podido estar ubicado en el puesto número uno a nivel de los cantones del país, superando otros como San José, Montes de Oca, Tibás y Curridabat. Esos resultados señalados ratifican la buena gestión que se ha venido realizando desde ya hace varios años por parte de la municipalidad y de la comunidad en general del cantón belemita, donde con un esfuerzo conjunto buscan seguir mejorando las condiciones y equidad del cantón.

Tomando en cuenta que dicho índice representa un aporte de gran valor para el presente y el futuro del país, este permite evaluar el potencial productivo y la competitividad nacional de los cantones. Obteniéndose de esta manera un valioso acercamiento a la realidad particular que se vive en cada uno de ellos, dando el margen de abordar la información y así adquirir parámetros que pueden ser valiosos en este tipo de estudios, ya que en él, se detalla la situación de la infraestructura y las características del gobierno local, las condiciones de la actividad económica, el clima laboral, la capacidad de innovación, el clima empresarial, la calidad de vida y las oportunidades de emprendimiento e inversión que en el cantón de Belén se ofrece.

Además, este índice considera la Política de Desarrollo Urbano, debido a que este bajo los principios jurídicos: promueve, coordina, dirige y ejecuta el más lógico y apropiado ordenamiento del uso del suelo dentro de su jurisdicción, con el fin de acoplar el concepto de desarrollo urbano ordenado, incluyendo las disposiciones de la Ley de Planificación Urbana. Igualmente, tomando en cuenta como un insumo esencial para determinar al cantón de Belén como el sitio de estudio es el Plan Regulador, ya que en él se detalla la división territorial en nueve zonas de uso, lo cual permite un análisis de valores de terrenos ordenado.

En el presente documento se detalla la metodología aplicada para el desarrollo de la propuesta mencionada, en este se destacan conceptos importantes para la comprensión y profundización del proyecto, por otro lado, se puntualizan y explican los procesos realizados que permitieron obtener múltiples resultados que fueron evaluados para establecer los definitivos, para lograr concretar la herramienta; parte de estos resultados arrojados se analizaron y se justificaron mostrando a través de estos las decisiones tomadas para la implementación del proyecto. Posteriormente se muestran los productos obtenidos en este trabajo final de graduación, las conclusiones analizadas por los integrantes del presente y por último algunas recomendaciones que se consideraron de importancia para compartir con los futuros desarrolladores de estrategias similares o interesados en proyectos investigativos.

## Capítulo 2: Marco teórico

En el presente apartado, se muestran los principios esenciales que respaldan la creación y el funcionamiento del Observatorio de Valores de Mercado de Terrenos, se definen conceptos claves como fundamentos catastrales, Sistemas de Información Geográfica, además de herramientas para la recolección y distribución de datos como QField y QGIS Cloud. Asimismo, se profundiza en la importancia de las bases de datos y de los Sistemas Gestores de Bases de Datos como es el caso de PostgreSQL, incorporando a esto herramientas como pgModeler y pgAdmin 4, necesarias para la gestión eficiente de la información.

Por otra parte, en esta sección también se abarcan temas asociados con valoración inmobiliaria, la zonificación del cantón de Belén, aspectos legales relacionados con el uso de los datos del proyecto, la importancia de servidores web y de GeoServer para la distribución y visualización de datos geoespaciales; conocimientos indispensables para la correcta interpretación de los datos recopilados y analizados en el presente trabajo final de graduación.

### 2.1. Observatorio de valores de terrenos

La definición de observatorio se contempla como un sistema de información creado por universidades, gobiernos y empresas privadas, para supervisar la evolución de un fenómeno, dominio o tema estratégico, en el tiempo y espacio. Los observatorios pueden a su vez tener un carácter territorial, ambiental, social o legal, pueden también tener repercusiones o estar directamente vinculados con las políticas públicas, o pueden tomar en cuenta valores, donde estarían relacionados con políticas tributarias (Eguino & Erba, 2020).

Los observatorios de valor estarán ligados directamente a una estructura municipal, a bancos, bienes raíces, notarios y cualquier entidad que pueda suministrar información valiosa para las bases de datos, con el fin de que se pueda adquirir toda la información posible del mercado de estos organismos o empresas. En Medellín, Colombia, la experiencia consiste en datos de terceros, encuestas de campo y de ofertas, inserción de bases de datos, validación y generación de productos a través de análisis estadísticos y zonas homogéneas, dando como resultados informes del mercado inmobiliario (Cavalcanti, 2014).

Silva en el 2006, menciona que hacer uso de una base de datos del mercado inmobiliario asociada al registro puede ser muy útil para la administración municipal, esto debido a que se puede establecer una tributación más justa, ya que se tendrá una base de cálculo de los impuestos inmobiliarios municipales, asistiendo en evaluaciones individuales de bienes raíces, incluyendo la expansión de la publicidad inmobiliaria, transacciones más seguras, capacitación profesional y reducción de la falta de conocimiento en el diseño y construcción de bienes

raíces, lo que a su vez cumpliría eficientemente un apoyo a la toma de decisiones políticas del gobierno municipal.

Un observatorio territorial es una herramienta que administra haciendo uso de la tecnología, monitoreando la ciudad por medio de censos e imágenes. Este tipo de instrumento puede ser estructurado por el ente que administra el catastro territorial, por instituciones académicas por medio de convenios que las involucren, además de entidades públicas y/o privadas que tengan interés en unir esfuerzos en áreas y espacios específicos. Los observatorios de valores se enfocan en el mercado inmobiliario (Erba, 2016).

### **2.2. Fundamentos catastrales**

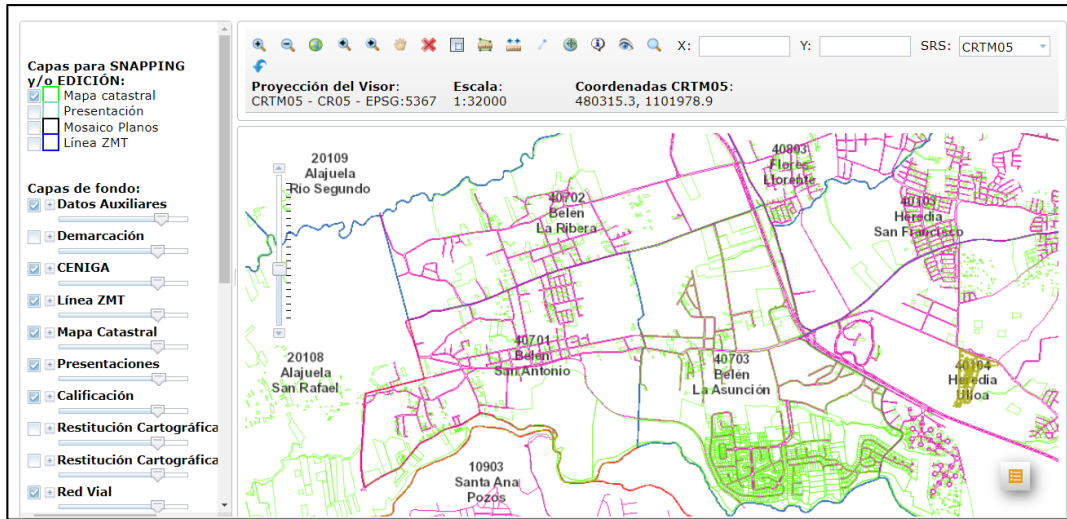
Se comprende al catastro como la representación y descripción gráfica, numérica, literal y estadística del territorio nacional, su importancia y labor; al ser de interés público puede ser utilizado para varios fines, entre los cuales están: los jurídicos, económicos, fiscales, administrativos, y a todos aquellos que determinen las leyes y sus reglamentos (Ley 6545, 1981).

En la Ley 6545 (1981), se establecen dos unidades importantes para el catastro: el predio, definido como la fracción establecida por una o varias parcelas colindantes, que dependen entre ellas, ubicadas en una sola provincia y que pertenecen a uno o varios propietarios; y la finca, entendiéndose como el fragmento de terreno inscrita o con posibilidad de ser registrada como unidad jurídica ante el Registro Público, siendo identificada por un número que la hace única.

#### **2.2.1. El catastro en Costa Rica**

A nivel nacional, las tecnologías geomáticas bajo el modelo catastral-registral, han provocado un cambio en las últimas décadas, donde se han unificado las labores catastrales y registrales; de esa manera una actividad de gran aporte es el diseño e implementación del Sistema de Información del Registro Inmobiliario (SIRI) (Chaves, Medina, & Torres, 2017).

En la Figura 2.1, se observa en la plataforma del SIRI el cantón de Belén de la provincia de Heredia, en la cual se detalla la presencia de la información catastral predial, la red vial, división política e información de georreferenciación, siendo esta de importancia para los profesionales en valoración.

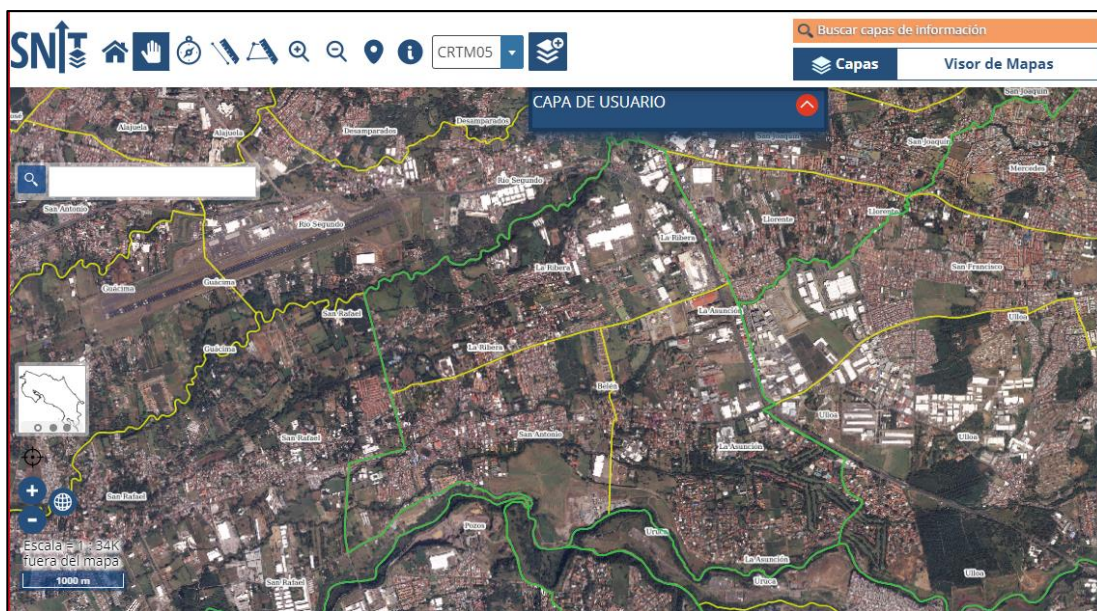


**Figura 2.1. Visor zona catastral del SIRI, cantón de Belén.**

Fuente: <https://siri.rnp.go.cr/SIRI/index.jsp>

De igual forma, existe el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT), el cual es un sistema abierto, de acceso sencillo y estandarizado, que opera sobre la plataforma de internet, garantizando un acceso universal a los datos espaciales que se encuentran almacenados; este sistema a su vez está diseñado e implementado como una infraestructura de datos espaciales y recursos tecnológicos que faciliten la obtención, uso y acceso de la información georreferenciada del país, donde los usuarios podrán utilizarlo y este a su vez permitirá el intercambio de información acerca del territorio nacional entre todas aquellas instituciones públicas y privadas que la requieran, debido a que el SNIT cuenta con un banco de datos amplio de información georreferenciada como: planes reguladores, áreas silvestres protegidas, territorios indígenas, cartografía, mapas de vías, entre otras (Chaves et al., 2017).

El SNIT posee los servicios de Web Map Service (WMS) y los Web Feature Service (WFS), de esa manera se brindan servicios de mapas en web de tipo ráster y fenómenos en web de tipo vectorial, permitiendo que los usuarios puedan visualizar, consultar y descargar la información, ambos realizando la conexión desde un Sistema de Información Geográfico. En la Figura 2.2 se muestra la plataforma principal del SNIT en el área de estudio, a través de la cual se pueden obtener los servicios Open Geospatial Consortium (OGC) mencionados (Instituto Geográfico Nacional, 2021).



**Figura 2.2. Visor principal del SNIT, cantón de Belén.**

Fuente: <https://www.snitcr.go.cr/Visor/index2019>

En Costa Rica el Registro Inmobiliario es el responsable por la actividad registral, bajo cuya dirección se encuentra la subdirección catastral y registral. Su propósito es robustecer la seguridad inmobiliaria registral a través de los efectos jurídicos al momento de su publicación, atendiendo a la eficacia y eficiencia en la tramitación de los documentos presentados. El país actualmente está en el proceso de afianzar y formar el catastro de la totalidad de los predios existentes, integrando los datos y compatibilizándolos con el registro legal (Chaves et al., 2017).

La subdirección registral, es el responsable por la situación jurídica (propietario, derechos, gravámenes, entre otros) y tiene en sus oficios más importantes la de registrar los documentos relacionados con las propiedades, estos registros a lo largo de los años se han manejado bajo tres sistemas de manipulación de datos, formas que reflejan una evidente evolución en los mecanismos de inscripción, ya que se presentan en: el sistema de tomos, el sistema de folio real y el sistema digitalizado (Chaves et al., 2017).

Es de gran importancia detallar que, en Costa Rica, para poder localizar los bienes inmuebles, se puede realizar de varias maneras: utilizando el número de finca, nombre físico o jurídico y el número de identificación del propietario. También, se puede consultar el historial registral de la finca por medio del sitio web nombrado Sistema de Certificaciones e Informes Registrales del Registro Nacional.

Para conocer un poco más del catastro se describen los siguientes conceptos:

- **Plano de agrimensura:** Representa de forma matemática y gráfica las características de un inmueble, cumpliendo con todas las normas reguladas por el Reglamento de la Ley de Catastro (Reglamento de la Ley 34331, 2020).
- **Plano catastrado:** Se denomina al plano de agrimensura que ha sido sometido al proceso de inscripción en el registro nacional y los efectos de este estarán definidos en el Reglamento a la Ley de Catastro Nacional (Reglamento a la Ley de Catastro Nacional, 2020).
- **Mapa catastral:** Consiste en una capa de información digital que describe la situación gráfica y literaria de los predios. Estos son representados a través de un polígono el cual se asocia con la descripción física de una propiedad inscrita, un terreno no inscrito o un predio de dominio público. Esta información se debe de construir en formato “shape” (shp), y no debe de tener traslapes ni aberturas entre los distintos polígonos, asimismo, deberá cubrir la extensión completa de la zona de trabajo (Registro Nacional, 2018).
- **Inmueble:** Según el artículo 254 y 255 del Código Civil, se define como bien inmueble por naturaleza a las tierras, los edificios y demás construcciones que se hagan en la tierra, y por otro lado todo lo que esté adherido a la tierra o unido a los edificios y construcciones, de una manera fija y permanente, así como servidumbres y demás derechos reales sobre inmuebles (Código Civil, 1887).

### 2.2.2. Aplicaciones en la valoración

En el área catastral es indispensable la georreferenciación porque es la que nos permite ubicar espacialmente el predio o las zonas a estudiar, tomando en cuenta a su vez, características como forma, ubicación y dimensiones de cada terreno; atributos que permiten asentar la estructura de las bases de datos. Aquí la importancia también de contar con sistemas de referencia únicos, porque otorgan una continuidad de la información gráfica a la información territorial y viceversa, e integrar los productos que se hayan creado por diferentes autores (Eguino & Erba, 2020).

Debido a que el SIRI se ha convertido en una herramienta que contiene toda la información de datos compatibilizados, que a su vez es un elemento tecnológico que permite y asegura la vigencia, así como la perdurabilidad de la información catastral-registral a partir de los planos catastrados georreferenciados y de la sistematización de los procesos que realiza el Registro Inmobiliario, donde este se considera el órgano del Registro Nacional encargado de integrar las funciones catastrales y registrales inmobiliarias, además de las mencionadas en la Ley 8710 (Chaves, Medina, & Torres, 2017).

La información mantenida por el SIRI es accesible por diferentes instituciones estatales, como por ejemplo las municipalidades y el Órgano de Normalización Técnica (ONT), e igualmente los agrimensores obtienen información geométrica de la descripción física de la propiedad (área, linderos y coordenadas) y acceso a cartografía digital georreferenciada (Chaves, Medina, & Torres, 2017).

Eguino y Erba (2020), mencionan que estos programas o herramientas como SIRI y SNIT fueron orientados para poder integrar los sistemas de catastro y registro de las propiedades del país, pero meramente con fines de representación, descripción gráfica, numérica, literal y estadística con fines administrativos, jurídicos, entre otras; sin prestar la suficiente atención a la gestión fiscal, el mercado inmobiliario y la tributación. De esta forma es cómo surge una estrategia alternativa, que consiste en implementar al modelo catastral, una vinculación con la administración tributaria a través de nuevos métodos de tasación y el establecimiento de observatorios para el levantamiento continuo y sistemático de datos del mercado inmobiliario.

### 2.3. Sistemas de Información Geográfica

Se definen como un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para agilizar la obtención, manipulación, gestión, representación, análisis y salida de datos espaciales debidamente georreferenciados, para solucionar problemas complejos de planificación y gestión (Múnera, 2017).

Sánchez, Comas, y García (2019) mencionan que un SIG es un sistema computacional que vincula la información geográfica con información descriptiva, y se utilizan para lograr analizar y visualizar información espacio – temporal.

Por su parte, Esri (2014) define a los SIG como un sistema utilizado para descubrir y categorizar la Tierra y otras geografías con el fin de publicar y estudiar la información a la cual se hace referencia espacialmente. El objetivo que presentan estos sistemas consiste en crear, compartir y aplicar productos de información que respalden el trabajo de organizaciones, y permitan administrar la información pertinente.

Cabe destacar que los SIG almacenan la información geográfica, que representa a todos los elementos que se relacionan con el territorio, lo cual muestra la ubicación en un lugar determinado, dicha información se encuentra almacenada en una capa específica, lo que facilita el proceso de consulta al momento de extraer los resultados (Múnera, 2017).

Santos (2020), enfatiza en que el poder de un SIG no solo está en la habilidad de visualizar las relaciones, sino también en formar una expresión integral debido a su capacidad de lograr responder a asuntos relacionados con inconvenientes de índole espacial. En ese aspecto, los

SIG se encuentran preparados para dar respuesta a múltiples incógnitas, asociados con la localización y organización espacial de las actividades en el territorio, lo que permite tener un mejor panorama al momento de la toma de decisiones.

Múnera (2017), hace referencia que los sistemas de información geográfica deben de cumplir con tres funciones básicas, las cuales son:

- **Representar y visualizar los datos:** Los SIG deben permitir superponer variedad de datos, para que de forma simultánea se pueda visualizar el comportamiento que presentan los diferentes datos de determinadas variables.
- **Administrar datos geográficos:** Dentro de las funciones, deben de permitir la creación o modificación de los datos geográficos, esto con la finalidad de mantener los datos actualizados y lograr proporcionar más información a los usuarios.
- **Análisis espacial:** A través de las diferentes fuentes de consultas, los usuarios pueden generar nuevos conocimientos, esto aplicando técnicas cualitativas, cuantitativas y gráficas para lograr la identificación de los componentes del espacio y así lograr comprender la funcionalidad de los componentes identificados.

Los modelos de datos son los encargados de la debida representación del mundo real, esta representación se puede dar a través del modelo vector y el modelo ráster.

### 2.3.1. Modelo vector

Se encuentra conformado por formas geométricas, por lo que presenta tres tipos de geometría, los cuales son: puntos, líneas y polígonos. Los puntos se logran representar por un par de coordenadas (x, y), las líneas se representan a través de un par de coordenadas de inicio y un par de coordenadas finales, los polígonos se representan con una sucesión de puntos coordenados donde el punto final debe de ser el mismo donde se inició. Los atributos se encuentran en tablas alfanuméricas para ser entrelazados con sus respectivas entidades cartográficas (Espinosa & Hernández, 2018).

Silva (2017), menciona que este tipo de modelo presenta las siguientes ventajas y desventajas:  
Ventajas:


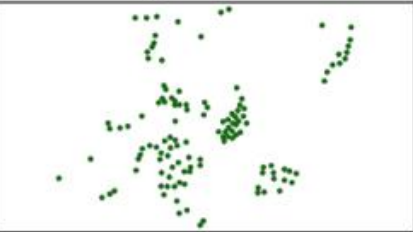

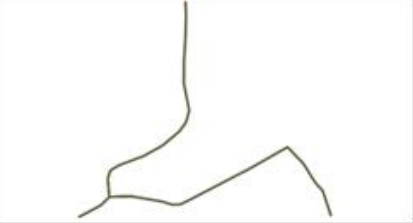


1. Optimización de representación gráfica.
2. Óptima representación de relaciones topológicas.

3. Cálculo preciso de magnitudes geométricas.
4. Necesita poco espacio en la memoria.

Desventajas:

1. Difícil comparación de mapas.
2. Compleja estructura de datos.
3. Captura de datos costosa.

En la siguiente figura, se observan las tres formas geométricas con las que se cuenta en el modelo vector.

| Primitiva | Entidad espacial  | Representación   |
|-----------|---|--|
| Puntos    |   |   |
| Líneas    |  |  |
| Polígonos |  |  |

**Figura 2.3. Modelo vector.**

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.2. Modelo ráster

Según Espinosa y Hernández (2018) un modelo ráster es un arreglo de filas y columnas del mismo tamaño. La intersección entre la fila y la columna es conocida como celda, para cada una de estas existe información que la detalla.

Caso contrario al modelo vector, en el modelo ráster no se conocen las coordenadas de cada celda, solo el valor de esta. La resolución del ráster está dada por el tamaño de la celda y los datos de cada una de estas es contigua, por lo que no se superponen entre sí, otra característica de las celdas es que cubren un área en específico, lo que permite formar una malla regular.

Cabe destacar que el tamaño de la celda se denomina resolución espacial y es el encargado de definir la calidad de la imagen, donde un valor pequeño de píxel implica mayor resolución y un valor mayor conlleva a una menor resolución (Espinosa & Hernández, 2018).

Silva (2017), menciona que este tipo de modelo presenta las siguientes ventajas y desventajas:

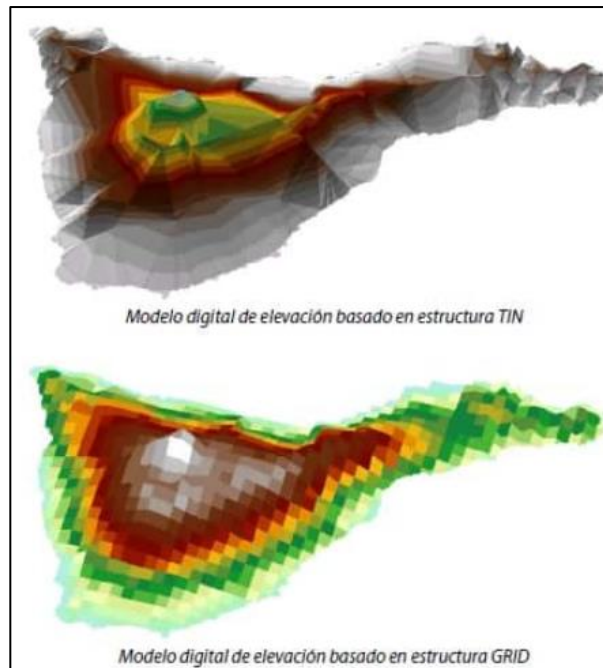
Ventajas:

1. Sencilla manipulación y gestión de la información.
2. Estructura de datos simples.
3. Sencilla captura de datos.

Desventajas:

1. Difícil representación de ciertas relaciones topológicas.
2. Mayor ocupación de memoria.
3. Menor precisión en el cálculo de áreas y longitudes.

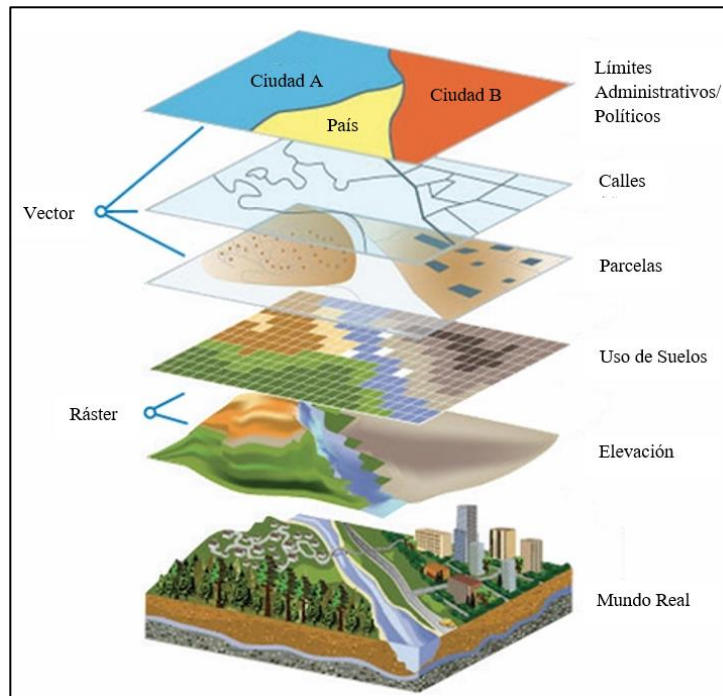
En la Figura 2.4, se observa el modelo ráster aplicado en una zona de estudio determinada.



**Figura 2.4. Modelo ráster.**

Fuente: <https://geoinnova.org/blog-territorio/modelo-vectorial-y-modelo-raster/>

En la siguiente figura se muestra como se aprecia el modelo ráster y vectorial en una misma área de estudio, donde se pueden tener diferentes perspectivas de una misma realidad.



**Figura 2.5. Descomposición de una imagen en varias capas.**

Fuente: <https://geopaisa.blog/2017/03/08/que-es-un-sig/>

Los Sistemas de Información Geográfica se han convertido en una herramienta de trabajo fundamental, para el análisis y resolución de variedad de problemas que se pueden presentar en: industrias, empresas, instituciones gubernamentales y sociales. La variedad de utilidades que brindan permite que sean empleados en casi todas las actividades que cuentan con un componente espacial, siendo una herramienta esencial en gestión estratégica, análisis demográfico, aplicaciones de urbanismo, gestión de riesgos, entre otros (Vázquez, 2018).

Los programas son un componente importante para los SIG, debido a esto, realizar una efectiva elección permitirá una adecuada administración de los datos para el manejo de información y visualización de esta. Por esta razón los SIG están disponibles para el usuario como software libre, lo que significa que es una tecnología de código abierto, brindándole la libertad al usuario de utilizarlo y adaptarlo a las necesidades que requiera mediante el acceso al código fuente y su libertad de redistribuirlo (Olivo, 2019). Las ventajas que presenta el software libre es que el usuario tiene la libertad de ejecutar, estudiar, copiar, cambiar, distribuir y mejorar el código cada vez que lo desee (Vázquez, 2018).

También existen los softwares comerciales, los cuales se distribuyen únicamente en código binario, lo que prohíbe su redistribución, modificación y publicaciones de mejoras, lo que propicia que no se pueda adaptar a las necesidades que requiera el usuario, además de que el acceder a ellos requiere de una inversión económica (Olivo, 2019).

### 2.3.3. Dato

Del Prado y Lamas (2014), definen el dato como una representación simbólica de un atributo o característica de una entidad. El dato no presenta un valor semántico (sentido) por sí mismo, pero a la hora de ser ejecutado se puede utilizar en el proceso de cálculos o toma de decisiones. Además, los autores hacen mención en que los datos se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Datos de entrada:** Se suministran al ordenador desde el teclado, mouse, módem o desde diferentes soportes de información como discos duros y llaves mayas.
- **Datos intermedios:** Se obtienen en la segunda fase del procesamiento de la información.
- **Datos de salida:** Completan el proceso de tratamiento de la información, donde los resultados finales se pueden apreciar a través de mecanismos como el monitor, impresora, entre otros, que con su distribución y análisis completan el proceso.

### 2.3.4. Metadato

Esta definición no ha cambiado mucho durante el tiempo, por lo que Abarca (2017), hace mención de que el metadato es el dato que define y describe otros datos, en otras palabras, es información que facilita datos sobre otra información, partiendo del hecho de que los documentos se encuentran en forma electrónica.

Pérez (2018), define al metadato como la información relacionada con la calidad, contexto y atributos de un objeto, con el propósito de facilitar la preservación, evaluación, recuperación y autenticación de este.

Según Martínez y Amaya (2017), los metadatos pueden ser de diferentes tipos como:

- **Metadatos descriptivos:** Como su nombre lo indica estos se utilizan para describir e identificar los atributos de los recursos de información con los que se cuenta.
- **Metadatos administrativos:** Estos facilitan el registro y manejo de diversos aspectos como: derechos de autor, permisos de acceso, además de las acciones necesarias para la correcta preservación de la información.
- **Metadatos estructurales:** Este tipo de metadatos brindan datos sobre la estructura interna de los recursos, permitiendo establecer relaciones técnicas entre variedad de tipos de publicación (capítulos de un libro, volumen específico de una revista, artículos científicos, entre otros).
- **Metadatos semánticos:** Se encargan de darle un significado o contexto específico a la información almacenada en los atributos.

### 2.3.5. QGIS

QGIS nació en mayo de 2002, y es un sistema de información geográfica de Código Abierto licenciado bajo GNU - General Public License. QGIS es un proyecto oficial de Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). En la actualidad dicho sistema es ejecutable en la mayoría de las plataformas como: Linux, Unix, Mac OS X, Windows y Android, soporta numerosos formatos y funcionalidades de datos vector, datos ráster y bases de datos, cabe destacar que, este programa trabaja con herramientas Qt y C++, lo que significa que posee una interfaz gráfica de usuario agradable y fácil de usar (QGIS, 2021).

En la Figura 2.6 se muestra la interfaz con la que trabaja el software de acceso libre QGIS.

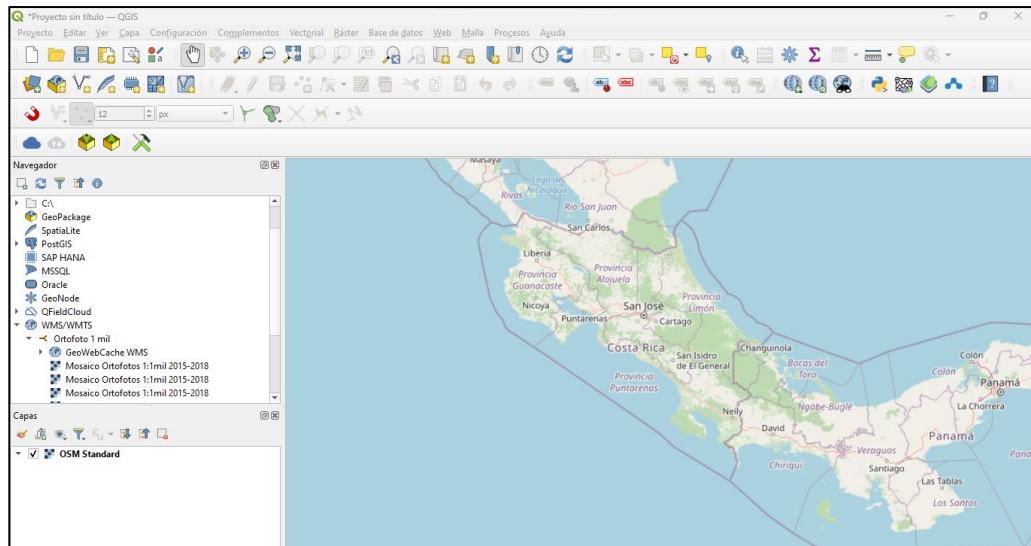


Figura 2.6. Interfaz de QGIS.

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.6. QField

De acuerdo con Ortiz et al. (2021), QField es una herramienta tecnológica que permite levantar y manipular distintos tipos de información, utilizando variedad de capas base que colaboran a la captura de datos, permitiendo trabajar con o sin conexión a Internet. Esta herramienta se diseñó para móviles como celulares y tabletas con sistema operativo IOS y Android.

QField se desarrolló tomando como base los siguientes principios:

- **Mantenlo simple:** En campo las necesidades y requisitos no son las mismas que en oficina. QField busca ayudar a los usuarios a desempeñar las tareas que necesitan sin saturar la interfaz de usuario, permitiendo realizar solamente las tareas específicas requeridas en campo. Esto significa que toda la configuración necesaria se debe de realizar primero en una computadora con QGIS instalado (QField, 2022).
- **Ser compatible con QGIS:** QField está basado en QGIS, por lo tanto, el motor de renderizado es el mismo que en QGIS para escritorio, por lo que un proyecto deberá verse igual tanto en una computadora como en un dispositivo móvil (QField, 2022).
- **Modo basado:** QField se basa en modos, estos definen la tarea que un usuario está realizando (QField, 2022).

En la Figura 2.7 se muestra la interfaz con la que trabaja el software de acceso libre QField.



**Figura 2.7. Interfaz de QField.**

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.7. QGIS Cloud

Consiste en una infraestructura de bases de datos espacial en internet, donde se pueden publicar proyectos realizados en QGIS como mapas y datos, de modo que estos productos puedan ser compartidos con otros. Cabe destacar que, QGIS Cloud no requiere de: servidores, infraestructura o conocimiento experto, ya que es un complemento que se instala desde el QGIS Desktop (QGIS Cloud, 2021).

Esta plataforma proporciona al usuario modificar el almacenamiento de los datos considerando cualquier herramienta compatible como pgAdmin 4, el navegador de QGIS. Los datos compartidos a través de esta plataforma son compatibles con OGC y permite mostrar mapas como WMS o bien descargar los datos como WFS. El almacenamiento de los datos se da desde la nube de PostgreSQL, este acceso se encuentra protegido con una contraseña (Duarte et al., 2021).

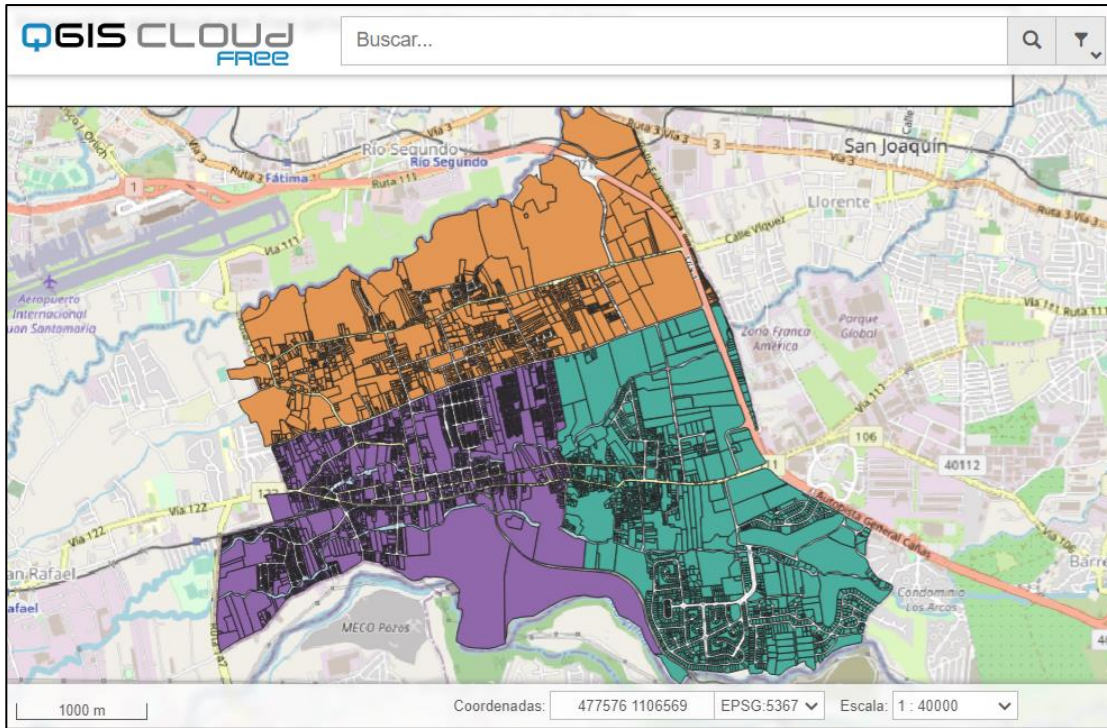
De acuerdo con QGIS Cloud (2021), al utilizar esta herramienta obtenemos:

- QGIS Server, el servidor de datos y mapas compatible con OGC.
- Cliente Web GIS con todas las funciones.
- Cliente GIS móvil moderno.
- Servicios de Mapas Web (WMS).
- Servicios de Características Web (WFS).
- Servicios de Cobertura Web (WCS).
- Control de acceso a los mapas y datos.

Y a su vez, las ventajas que se obtienen son:

- Bajos costos.
- Fácil manipulación.
- No requiere de infraestructura en línea.
- Alta seguridad de los datos a través de la Capa de Conexión Segura o por sus siglas en inglés SSL y bases de datos personales PostgreSQL.
- Protección con contraseña de mapas publicados.
- Variedad de funcionalidades adicionales.

En la Figura 2.8, se muestra el QGIS Cloud aplicado para representar el cantón de Belén, Heredia.



**Figura 2.8. Visor QGIS Cloud.**

Fuente: elaboración propia.

## 2.4. Bases de datos

Un modelo de datos es un conjunto de estructuras descriptivas de alto nivel almacenando grandes detalles de la información. Los Sistemas Gestores de Bases de Datos (SGBD) permiten definir los datos que se van a guardar en un modelo, generalmente se basan en un modelo relacional al gestionar grandes cantidades de información. Un Sistema Gestor de Bases de Datos Relacionales (SGBDR) proporciona dos herramientas primordiales: una estructura para almacenar datos de forma ordenada y un mecanismo de consulta y manipulación de datos sencillo y eficiente. (López, 2016).

De igual manera López (2016), menciona que el SGBDR debe proporcionar información extensa en forma de tablas y en forma de vistas, además debe permitir su recuperación, haciendo posible así que el usuario tenga acceso a información de manera sintética.

Aranda (2016), menciona que dentro de estas bases de datos existen tipos como lo son las bases de datos relacionales y las bases de datos deductivas; incluyéndose en estas las bases de datos con restricciones.

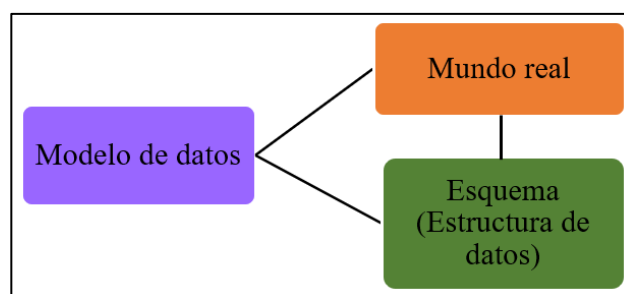
- Las bases para los modelos relacionales utilizan lenguajes formales como el álgebra relacional, cálculo relacional y el cálculo relacional de dominios. Dicho modelo es el más utilizado actualmente para la implementación de bases de datos, sin embargo, este

modelo muestra una insuficiente formulación en consultas, ya que restringe el uso de la recursión; que consiste en la repetición de una función para la resolución de condiciones, esto al momento de expresar consultas. La mayoría utiliza el lenguaje de consulta estructurado (SQL), que permite un uso general de la recursión.

- Las bases de datos deductivas incluyen mecanismos para definir reglas que permiten deducir información adicional a partir de datos almacenados, estas reglas son expresadas por medio de un lenguaje declarativo y seguidamente por medio de un motor de inferencia que deduce la nueva información. La mayoría utilizan el lenguaje Datalog, que es una extensión de Prolog para bases de datos, este utiliza las técnicas de estratificación para incorporar negación y recursión en sus bases de datos.
- Las bases de datos con restricción se centran en los lenguajes de consulta sin recursión y con restricciones, dichos lenguajes proporcionaron problemas para la investigación y derivaron aplicaciones que se utilizan en la actualidad para la representación de la información espacial.

### 2.4.1. Modelos de datos

Los modelos de datos son la herramienta encargada de la descripción de los datos, las relaciones entre ellos y la semántica o restricciones de consistencia. El desarrollo del modelo de abstracción permite la interpretación, simplificación y reducción de parámetros, por lo que así permite indicar propiedades que caracterizan la realidad y establecer un modelo que permita representarla (López, 2016). En la Figura 2.9 se muestra de forma gráfica el proceso de abstracción.



**Figura 2.9. Proceso de abstracción.**

Fuente: elaboración propia

Según lo investigado se determina que los modelos de datos se dividen en tres grupos:

**Modelo conceptual:** el esquema conceptual se encarga de describir el tipo de entidades, sus atributos, relaciones, restricciones o reglas de integridad, este responderá a las necesidades del conjunto de la empresa, por lo que se establecen de forma centralizada durante el diseño lógico

de la base de datos. Cada aplicación podrá tener una visión particular y parcial del modelo conceptual; estos esquemas pueden considerar redefiniciones con las partes o términos que convengan en las necesidades de sus aplicaciones (Camps et al., 2016).

Este modelo se utiliza con el fin de definir y comunicar relaciones de alto nivel entre conceptos y/o entidades, ayudan a una organización a visualizar sus datos y relaciones entre diferentes tipos de información en un contexto. Son utilizados en las primeras etapas del modelado de datos para así organizar, definir conceptos y reglas en relación con los requisitos de uso. Este modelo es el menos detallado de los tres tipos, pero no por eso menos útil, ya que uno de sus beneficios es que facilita la comprensión y comunicación rápida a las personas interesadas, pero menos desarrolladas en el campo tecnológico (erwin, Inc., 2022).

Al construir un modelo de datos conceptual de forma anticipada se pueden evitar descuidos y el olvido de partes importantes, así como las relaciones y su potencial, ya que en ocasiones esto se descuida debido a la concentración en los detalles de diseño y el trabajo bajo presión en función de plazos (erwin, Inc., 2022).

**Modelo lógico:** de acuerdo con Mendoza y López (2018), para iniciar con el diseño de este modelo, es necesario haber finalizado la etapa de diseño del modelo conceptual, con esto se define el tipo de base de datos que mejor se ajuste a las necesidades que se requieren. Por ejemplo, si se piensa trabajar con un SGBDR, se tendrá un conjunto de relaciones donde las entidades se transforman en tablas normalizadas con sus respectivos atributos. La normalización de las tablas se realiza para evitar la redundancia, proteger la integridad y evitar problemas de actualización de los datos almacenados en las tablas.

Asimismo, Santana et al. (2017), precisan que con este modelo se crean las tablas con todos los atributos necesarios para cada elemento que se presenta en el esquema conceptual, donde se detallan las restricciones y condiciones para completarlas, además, se añaden campos identificadores y claves foráneas, estas claves foráneas tienen la funcionalidad de identificar una columna o grupo de columnas en una tabla y de esta forma, logra interrelacionar los elementos del modelo conceptual y se define el tipo de dato que se incluye en cada campo, estos datos pueden ser: enteros, alfanuméricos, numéricos, entre otros.

Rovetto (2020), menciona que en la fase de diseño lógico:

- a. Se debe de depurar el modelo conceptual para lograr diseñar el modelo lógico de datos detallados.
- b. El modelo debe de validarse con las necesidades de los usuarios mientras se encuentra en desarrollo.

- c. Este modelo posee gran importancia durante la etapa de mantenimiento, ya que es parte del ciclo de vida del sistema.
- d. Proporciona la información necesaria para llevar a cabo el diseño físico.

**Modelo físico:** el modelo o diseño físico busca realizar una transformación del modelo lógico adaptándose a una configuración de software/hardware determinado, permitiendo de esta manera generar un modelo del mundo real expresado en términos de algún SGBD, como pueden ser tablas y estructuras de acceso como los índices, e igualmente expresado mediante el lenguaje de definición de datos del SQL (Beynon-Davies, 2018).

Domínguez (2018), menciona que la fase inicial del diseño de la base de datos física es la traducción del modelo de datos lógico global a una forma que puede ser implementada. La siguiente fase menciona que contempla la parte de diseño del archivo de organización y las formas o métodos que pueden emplearse para el almacenamiento, análisis de las transacciones o posibles cambios que se ejecuten en la base de datos, también de la elección favorable de archivos de organización, el añadir índices primarios y secundarios, la parte de introducir y controlar la redundancia para mejorar el funcionamiento, para finalmente, estimar el espacio del disco necesario para su implementación.

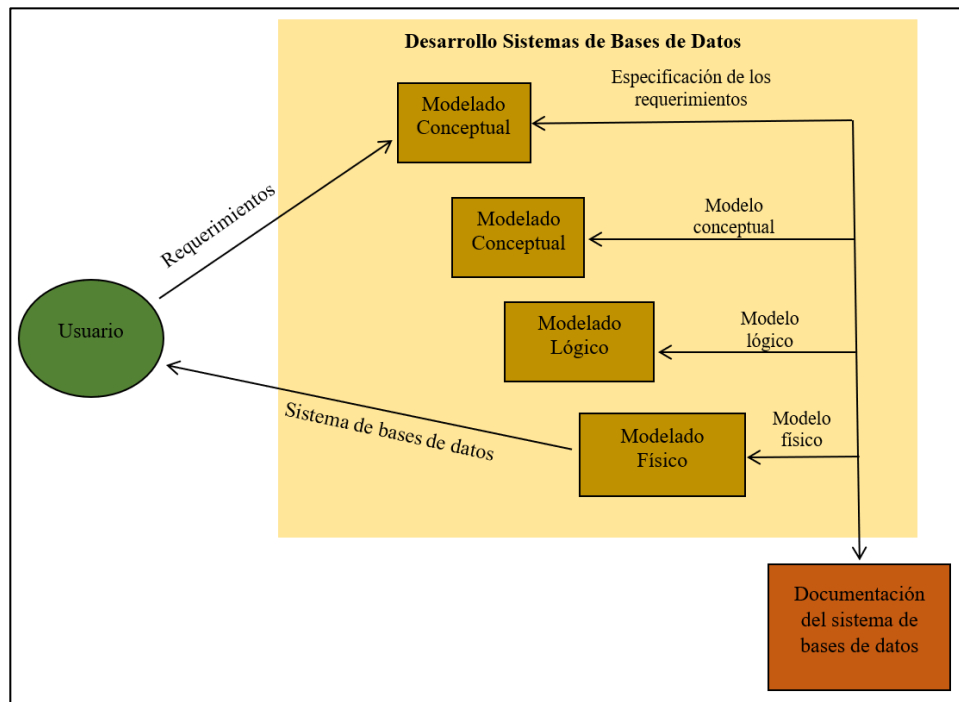
El objetivo del modelo físico es plantear un esquema interno que soporte y se acople a la estructura conceptual, cumpliendo con los objetivos del diseño lógico con la máxima eficiencia de los recursos suministrados por la máquina, así mismo dependiendo en gran manera por el SGBD. Otro detalle de importancia para su desarrollo son los aspectos de implementación, los cuales normalmente consisten en la elección de estructuras físicas para poder llevar a cabo las relaciones, entre estos están: la selección del tamaño de las memorias intermedias (buffers) o de las páginas, entre otras (Domínguez, 2018).

Conesa y Rodríguez (2018), mencionan que para realizar el paso del modelo lógico al físico se debe tener un conocimiento abundante sobre SGBD, debido a que, el diseño físico puede verse sumamente influenciado según el sistema que se implemente en la base de datos, el cómo se lleve a cabo su implementación, los dispositivos de almacenamiento para guardar los datos y el entorno hardware donde se aloje el SGBD. De esa forma, se deberá tener un conocimiento de los siguientes elementos:

- Soporte ofrecido a la integridad referencial.
- Tipos de índices que se pretenden usar y que estén disponibles.
- Tipos de datos disponibles.

- Tipos de restricciones de integridad disponibles.
- Parámetros de configuración que puedan afectar al rendimiento.
- Construcciones de Lenguaje de Consulta Estructurado (SQL) disponibles de soporte al diseño físico.
- Particularidades del SGBD utilizado (y en consecuencia del lenguaje SQL).

En la Figura 2.10 se representa de manera gráfica las etapas para el desarrollo de Sistemas de Bases de Datos.



**Figura 2.10. Etapas para el desarrollo de Sistemas de Bases de Datos.**

Fuente: elaboración propia

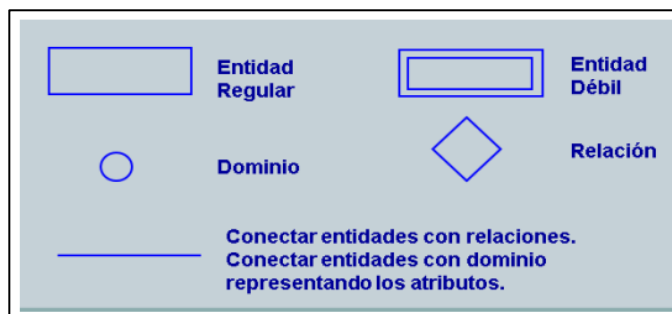
Según Pisco et al., (2020), entre los modelos mencionados destacan dos muy relevantes: el modelo entidad relación y el modelo relacional.

El Modelo Entidad Relación (MER) es un modelo de datos de alto nivel, se basa en la percepción de un mundo real y en el diseño de las bases de datos. Por otra parte, la entidad es un objeto existente y se puede distinguir de otros objetos por medio de sus características que se llamarán atributos, estas pueden ser concretas como una persona o abstractas como una

## Trabajo Final de Graduación

fecha; la entidad se distingue de otra por estos atributos o propiedades, si estos toman un conjunto de valores se les conoce como dominio del atributo.

La relación se define como la asociación que existen entre dos o más entidades, la cantidad de entidades en una relación va a determinar el grado de la relación. En la siguiente figura se muestra la simbología a emplear para el desarrollo del diagrama Entidad - Relación.

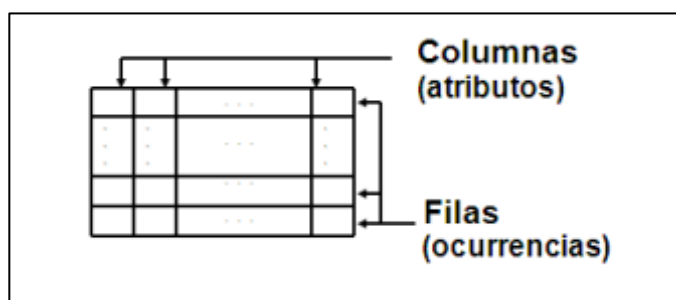


**Figura 2.11. Simbología diagrama Entidad – Relación.**

Fuente: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2077/1/Fundamento%20sobre%20la%20Gestio%20de%20bases%20de%20datos.pdf>

El modelo relacional se establece como el principal modelo para las aplicaciones de procesamiento de datos, obteniendo una posición prioritaria esto gracias a su simplicidad que hace más fácil el trabajo del programador en comparación con otros modelos, está basado en las relaciones matemáticas, permitiendo ampliar esta teoría en problemas como el diseño de sublenguajes de datos y otros (Pisco et al., 2020).

En la Figura 2.12 se muestra la representación de una relación en el modelo relacional.



**Figura 2.12. Representación de una relación.**

Fuente: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2077/1/Fundamento%20sobre%20la%20Gestio%20de%20bases%20de%20datos.pdf>

Tanto los objetos o entidades del modelo relacional se representan a través de tablas que se llamarán relaciones, cada una de estas estará compuesta por filas y columnas, donde las filas serán las ocurrencias de los objetos y las columnas serán los atributos o campos que tomarán valores en los dominios respectivos. (Pisco et al., 2020).

Según López (2016) al utilizar los SGBD hay muchas ventajas de las cuales se pueden mencionar algunas como:

- Independencia de los datos, programas y procesos; esto brinda la posibilidad de modificarlos sin cambiar el código de las aplicaciones.
- Menor redundancia; no hace falta la repetición de datos, solo se indica la forma en la que estos se relacionan.
- Integridad de los datos; dificultad de perderlos o de realizar incoherencias con ellos.
- Coherencia de los resultados; al recogerse y almacenarse la información por única vez, los resultados son coherentes ya que en los tratamientos se utilizan siempre los mismos.
- Mayor seguridad; al permitir limitar el acceso a los usuarios, cada tipo de usuario podrá acceder a ciertas cosas.
- Datos más documentados; gracias a los metadatos que permiten describir toda la información.
- Reducción del espacio de almacenamiento; esto gracias a una mejor estructuración de los datos.
- Interoperabilidad sobre los datos; de esta forma es más fácil controlar el acceso de usuarios de forma concurrente, gracias al acceso y conexiones de forma simultánea.

### **2.4.2. Sistema Gestor de Base de Datos Postgres**

En la actualidad es de gran importancia para cualquier entidad, ya sea pública o privada el almacenamiento, mantenimiento, actualización, protección y seguridad de los datos que en ellas se manejan diariamente, por lo tanto para lograr lo mencionado, estas deben depositar su confianza en los Sistemas Gestores de Bases de Datos, los cuales son sistemas creados y especializados para cumplir con las diversas necesidades que se tiene de la información, debido a que estos sistemas generan independencia de los datos, optimizan la concurrencia de acceso a la información por parte de los usuarios, garantizan la integridad de los mismos, proveen herramientas de recuperación en caso de que se presenten fallos y por ende brindan mucha seguridad de la información que se encuentra almacenada en sus bases de datos (Pilicita et al., 2021).

Su importancia es tal, que uno de los principales objetivos de los SGBD es tratar de ocultar toda la complejidad o funcionalidad que conlleva el uso de las bases de datos a gran escala, mejorando su administración con el fin de que sea de manera tanto práctica como eficiente (Pilicita et al., 2021).

De esa manera es donde PostgreSQL surge como uno de los sistemas de gestión de bases de datos más populares, sobresaliente y respetado, debido a que a pesar de ser de código abierto compite cara a cara con los gestores de bases de datos comerciales, destaca por su robustez, estabilidad, rendimiento a la hora de gestionar grandes cantidades de información, por su compatibilidad con los diversos sistemas operativos y porque soporta ampliamente el lenguaje consultas de estructurado (SQL) (Camps et al., 2007).

Es de fácil instalación en los sistemas operativos: Windows, macOS y Linux, la creación de las bases de datos se pueden realizar utilizando la línea de comandos o incluso procesando la creación mediante la interfaz gráfica, la cual también es bastante interactiva con el usuario; PostgreSQL también cuenta con características atractivas como son la herencias de tablas (clases), la capacidad de realizar consultas, índices y gran variedad de tipos de datos dentro de los cuales se pueden incluir arreglos, tipos geométricos, de direcciones de red e incluso de datos binarios de gran tamaño, en el cual se pueden agregar fotos, archivos PDF o incluso videos. Además, en PostgreSQL se puede realizar el procesamiento de transacciones, integridad referencial y procedimientos almacenados (Camps et al., 2007).

### 2.4.3. pgModeler

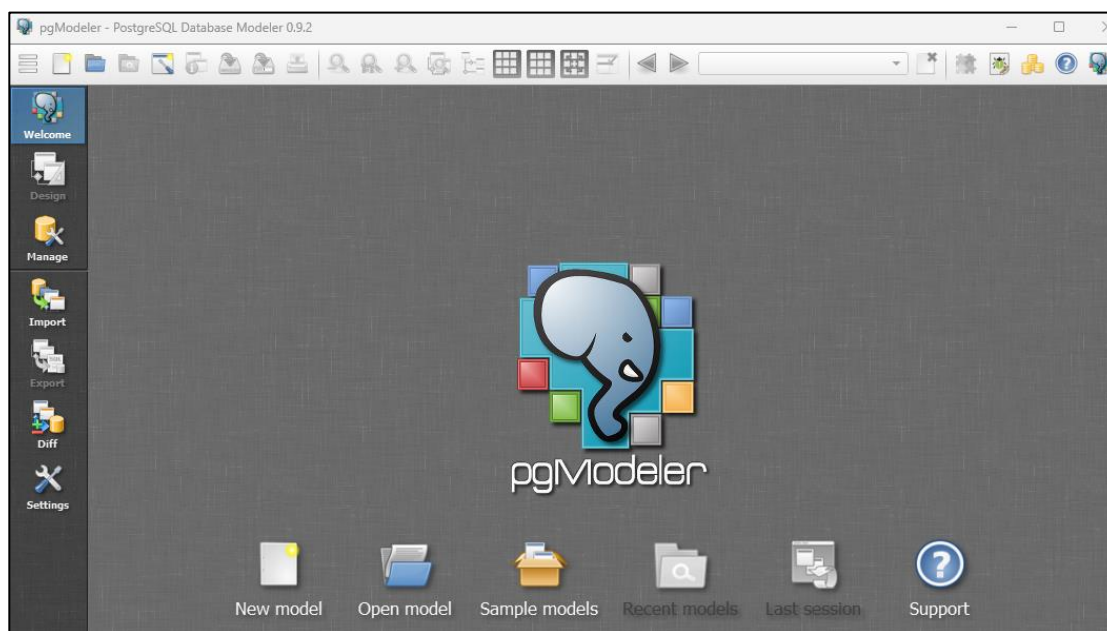
El pgModeler es un programa Open Source que se utiliza para el diseño y modelado de estructuras de bases de datos en PostgreSQL. Esta herramienta posee una interfaz simple que, por medio de formularios y campos, orienta al usuario a formar el código SQL de forma correcta, el cual puede ser exportado al pgAdmin 4 en lenguaje SQL (Mora, 2020).

De acuerdo con pgModeler (s.f), la herramienta cuenta con las siguientes características:

- Manejo de variedad de objetos con una interfaz sencilla: pgModeler admite la confección del objeto más básico como una columna, hasta objetos más avanzados definidos por el usuario, todo a través de formularios.
- Generación de columnas y restricciones: pgModeler crea todas las columnas y restricciones de manera automática a medida que el usuario define y vincula las tablas, utilizando los objetos de relación con los que dispone.

- Validación de la estructura del modelo y correcciones automáticas: pgModeler generalmente valida los modelos para evitar desvincular referencias o reglas durante el diseño y al exportar el modelo a PostgreSQL. Esta validación permite generar un modelo de base de datos en su mayoría, libre de errores.

En la Figura 2.13 se observa la interfaz de pgModeler.



**Figura 2.13. Interfaz de pgModeler.**

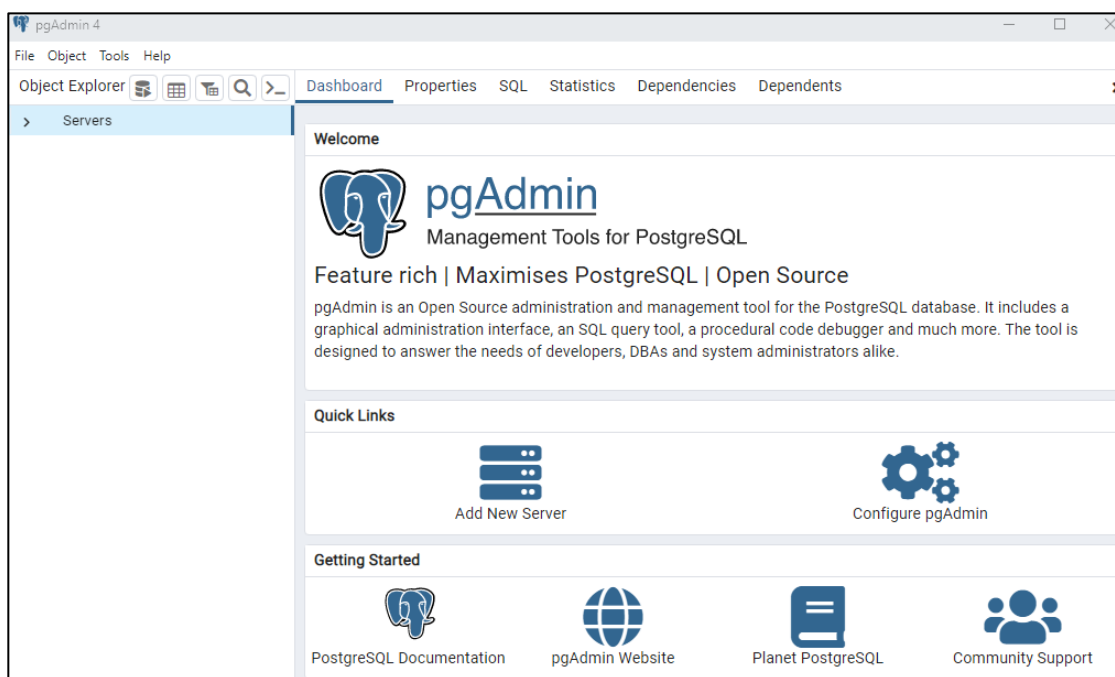
Fuente: elaboración propia.

### 2.4.4. pgAdmin 4

PgAdmin 4 es una aplicación con interfaz gráfica para gestionar bases de datos PostgreSQL, siendo la más completa y popular con licencia de código abierto. Está disponible libremente bajo los términos de la Licencia de PostgreSQL y puede ser redistribuido siempre que los términos de la licencia sean cumplidos. Se puede utilizar en los sistemas operativos Linux, Solaris, Mac OS X y Windows (Padrón, 2013).

Soporta todas las características de PostgreSQL y está diseñado para dar respuesta a las necesidades de la mayoría de los usuarios, desde la escritura de consultas simples en SQL (Structured Query Language, Lenguaje de Consulta Estructurado) hasta el desarrollo de bases de datos complejas. Posee un editor SQL con resaltado de sintaxis, un editor de código de la parte del servidor y un agente para lanzar scripts programados y ofrece una alta seguridad en la transferencia de información entre el cliente y el servidor de base de datos (Padrón, 2013).

En la siguiente figura se visualiza la interfaz de la aplicación pgAdmin 4.



**Figura 2.14. Interfaz de pgAdmin 4.**

Fuente: elaboración propia.

### 2.4.5. Lenguaje de Consulta Estructurado

El Lenguaje de Consulta Estructurado o SQL por sus siglas en inglés, es un lenguaje de computación para trabajar con datos y las relaciones que existen entre ellos, este tipo de lenguaje no es difícil de leer ni de entender debido a que es un lenguaje estándar internacional reconocido por organismos de estándares como ISO y ANSI (Microsoft, 2020).

El SQL es utilizado para describir conjuntos de datos que pueden ser útiles al momento de responder preguntas, la sintaxis SQL se basa en el idioma inglés y utiliza gran cantidad de los elementos de la codificación de Visual Basic para Aplicaciones. Asimismo, el SQL permite la consulta de la base de datos y además realiza las funciones de definición, control y gestión de dicha base (Microsoft, 2020).

De acuerdo con Fernandes (2020), SQL se divide en tres tipos de instrucciones:

**Lenguaje de Definición de Datos (DDL, Data Definition Language):** Este tipo de instrucción tiene el propósito de crear, modificar o eliminar objetos en una base de datos como lo son las vistas, procedimientos, tablas, entre otros.

**Lenguaje de Control de Datos (DCL, Data Control Language):** Se utiliza para controlar quién o qué tiene acceso a objetos específicos en la base de datos, ya sea una persona o un

programa de aplicación. Además, permite controlar el tipo de acceso de los usuarios en lo que respecta a visualización y/o manipulación de la información.

**Lenguaje de Manipulación de Datos (DML, Data Manipulation Language):** este lenguaje recoge la operación de intercambio de información entre tablas, y se emplea para recuperar, agregar, modificar o borrar datos almacenados en una base de datos.

Asimismo, Pisco et al. (2020), precisa que el DML se puede clasificar en dos grupos:

- Lenguajes de consulta procedimental: Este lenguaje da instrucciones al sistema para que realice una serie de operaciones en la base de datos y así ejecutar un resultado final.
- Lenguajes de consulta no procedimental: En estos lenguajes el usuario describe la información deseada sin realizar alguna operación específica para su obtención. Entre las características de estos lenguajes se encuentran: consultas, operaciones, insertar, modificar y suprimir datos.

### 2.5. GeoServer

De acuerdo con GeoServer (2010) “GeoServer es un servidor de software de código abierto escrito en Java que permite a los usuarios compartir y editar datos geoespaciales. Diseñado para la interoperabilidad, publicar datos de cualquier fuente de datos espaciales importantes utilizando estándares abiertos.”

De acuerdo con Naranjo (2013), algunas de las principales características de GeoServer son:

1. Es multiplataforma (Windows, Linux, entre otros).
2. Trabaja con formatos vectoriales y ráster.
3. Cuenta con imágenes de gran calidad.
4. Puede trabajar con variedad de proyecciones.

#### 2.5.1. Open Geospatial Consortium

El Open Geospatial Consortium (OGC) es un consorcio de expertos comprometidos para mejorar el acceso a la información geoespacial, conectando a personas y comunidades a través de la tecnología para solventar desafíos globales y trabajar las necesidades diarias. (OGC, 2002)

De acuerdo con el SNIT (2020), los mapas estándar de OGC promueven el desarrollo, uso de técnicas y los estándares de sistemas abiertos en el área de la información geográfica.

Dentro de los servicios OGC se encuentran los servicios WMS y WFS:

El servicio de mapas WMS es una especificación internacional para generar y utilizar mapas dinámicos en la web, este tipo de servicio es de gran utilidad cuando se pretende que los mapas o servicio de imágenes se encuentren disponibles en línea, de forma que cualquiera tenga acceso a través de diversas plataformas y clientes (ArcGIS Server, 2018).

Este tipo de servicio cuenta con la capacidad de transformar la información geográfica de un SRC a otro, lo cual indica que los datos se mantienen en el sistema original de referencia, y es el servidor el que genera el producto en el sistema deseado (Naranjo 2013).

A diferencia de los servicios WMS, los WFS generan entidades con geometría y atributos que los clientes pueden llegar a utilizar en los análisis geoespaciales, por otra parte, estos servicios admiten filtros para ejecutar consultas espaciales y de atributos, a su vez, permiten el acceso y edición de los objetos geográficos desde cualquier sitio (ArcGIS Server, 2018).

Al utilizar los servicios WFS, se trabaja con los datos de objeto a objeto geográfico, estos se pueden analizar, combinar y descargarse con otros datos, permitiendo que el usuario acceda y trabaje únicamente con la información deseada (Martín, 2023).

### 2.6. Servidores web

Un servidor es un ordenador de gran potencia con capacidad de prestar el servicio de transmisión de información solicitada por sus clientes, ya sea, ordenadores, dispositivos móviles, impresoras, personas, entre otros (de Souza, 2019).

El servidor web es un componente de los servidores y cuya principal función es la de almacenar en web, todos los archivos creados por una página web (textos, imágenes, videos, etc.) y de transmitirlos a otros usuarios por medio de los navegadores y el protocolo HTTP. Además, se define como un dispositivo virtual capaz de brindar espacio y estructura a los sitios web, para que almacenen y manejen sus páginas. La comunicación entre un servidor y sus clientes se basa en HTTP, o sea, en el protocolo de transferencia de hipertexto o en su variante codificada HTTPS. El servidor web se encuentra permanentemente en espera de una solicitud de información. (de Souza, 2019)

Como explican Mejía, León y Valero. (2018) un servidor web es una aplicación que permite responder a las solicitudes que requieren los navegadores, proporcionando recursos a través del protocolo HTTP o de forma segura por medio de los protocolos HTTPS.

Los servidores web también utilizan el Protocolo Simple de Transferencia de Correo (SMTP) y el Protocolo de Transferencia de Archivos (FTP) para procesar archivos para el correo electrónico o el almacenamiento. Dichos servidores siguen un modelo cliente-servidor, en el que un programa conocido como cliente solicita un recurso o servicio a otro programa, o sea el servidor (Betania V, 2023).

Según Betania V. (2023) para realizar el procesamiento de peticiones de los clientes web, los servidores web siguen algunos pasos:

1. Cuando algún usuario de la web requiere cargar el contenido de una página web, el navegador solicita acceso a través de internet; denominándose petición HTTP. Por lo que el navegador busca la dirección IP (Internet Protocol) del sitio web traduciendo la URL de la página web, por medio del Sistema de Nombres de Dominio (DNS) o bien, buscando en el almacenamiento caché. Este proceso realiza la búsqueda del servidor web donde se almacenan los archivos del sitio.
2. El servidor recibe la petición HTTP y la procesa a través de su servidor HTTP; cuando este servidor acepta la solicitud, buscará en los archivos del servidor para obtener los datos requeridos.
3. Para finalizar, el servidor web devuelve los archivos del sitio web al navegador que envió dicha solicitud, y así el usuario ve el contenido del sitio.

Si el servidor HTTP no encuentra o procesa los archivos solicitados, responderá al navegador web con un mensaje de error.

Según Mejía et al. (2018) los servicios web se dividen en dos:

Servicios web internos: pertenecen a las compañías que los utilizan y pueden ser de utilidad para conectar diferentes departamentos de una empresa.

Servicios web externos: permite a las empresas el intercambio de servicios a través de internet. Una compañía interesada en un servicio particular puede consultar en un directorio de servicios web como UDDI (Universal Description, Discovery and Integration).

de Souza. (2019) menciona que las características necesarias de un servidor web son:

### A nivel de software

- Sistema operativo

Se encarga de que el hardware funcione e interactúe con los servicios que corre el sistema. Algunos ejemplos son: Unix, Linux o Windows.

- Sistema de archivos

Es una guía que le permite al sistema ubicar, ordenar y filtrar datos en el disco duro, con el fin de poder leerlos, modificarlos o eliminarlos.

- Software servidor HTTP

Son los diferentes tipos de servidores web especializados en la transmisión de contenido como: Apache, Nginx, IIS, Caddy, entre otros.

- Virtual Hosting

Permite el alojamiento en varios sitios web del mismo servidor web e IP.

- Despacho de ficheros estáticos y dinámicos

Estos ficheros estáticos brindan soporte para el alojamiento y despacho de archivos como: JPG, GIF, PNG, TXT, CSS, HTML, JavaScript, entre otros.

Los ficheros dinámicos funcionan para información en PHP, ASP, Python, Ruby y GO.

- Monitoreo de Red y Límites

Permite monitorear el tránsito de red, paquetes que entran y salen, servicios de sistema y uso de hardware como:

- ✓ Uso del almacenamiento.
- ✓ Consumo de RAM.
- ✓ Porcentaje de ocupación del CPU.
- ✓ Velocidad de la red.

- ✓ Rendimiento de escritura/lectura en disco.
- Sistema de seguridad

El sistema de seguridad de un servidor debe:

- ✓ Imponer límites de acceso por dirección IP
- ✓ Denegar o permitir acceso a ciertos archivos o URL
- ✓ Solicitar usuario y contraseña para autenticación básica HTTP
- ✓ Realizar un filtrado de peticiones inseguras
- ✓ Dar soporte para despachar información cifrada con certificados de seguridad SSL vía HTTPS

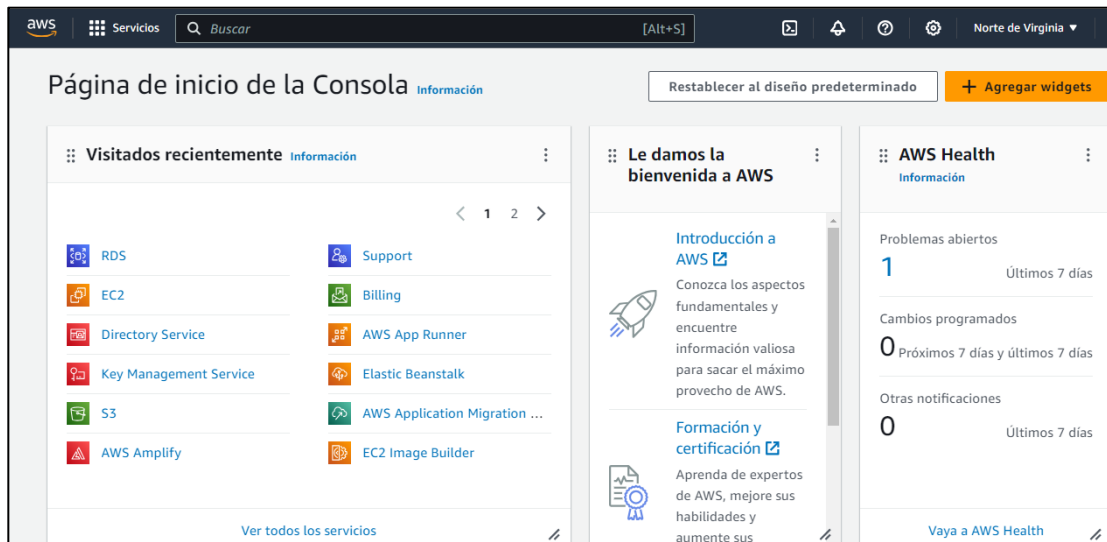
### 2.6.1. Servidor Amazon Web Services

Amazon Web Services (AWS) es una nube, que brinda gran variedad de servicios, ofreciendo tecnologías de infraestructura como bases de datos, cómputo, alojamiento, hasta tecnologías emergentes como inteligencia artificial. AWS cuenta con una extensa variedad de base de datos que están diseñadas especialmente para distintos tipos de aplicaciones, permitiendo elegir las opciones que mejor se ajusten al trabajo que se desea realizar, a fin de obtener el mejor costo y rendimiento (AWS, 2011).

Dentro de las opciones que se pueden desarrollar en AWS se encuentra el Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2), esta opción cuenta con las siguientes características:

- Instancias: servidores virtuales.
- Imágenes de máquina de Amazon (AMI): plantillas preconfiguradas con lo necesario para alojar las instancias en el servidor.
- Tipos de instancia: variedad de configuraciones para la CPU, alojamiento, memoria, capacidad de red, entre otros.
- Pares de claves: AWS almacena la clave pública y el usuario creador la clave privada en un sitio seguro.

En la Figura 2.15, se muestra la interfaz de AWS.



**Figura 2.15. Interfaz de Amazon Web Services.**

Fuente: elaboración propia.

### 2.6.2. Apache Tomcat

Apache Tomcat surgió de un proyecto de Sun Microsystems y su desarrollo fue continuado por Apache Software Foundation (ASF), el mismo es un servidor de código abierto, disponible gratuitamente desde la plataforma oficial del sitio, está desarrollado en Java y es funcional en múltiples sistemas operativos, entre ellos: Windows, Linux, Mac OS, Solaris, entre otros (Apache Tomcat, 2015).

Además, permite transformar cualquier espacio de trabajo en un servidor, ya sea de forma local o de forma remota a través de la dirección IP, ya que pueden contener aplicaciones de tipo web Java y sus servicios web asociados, de modo tal que los mismos puedan ser consumidos desde cualquier ubicación física (Apache Tomcat, 2015).

Brinda soporte al uso de Servlets que son programas Java ejecutados en el servidor y de las especificaciones Java Server Pages (JSP) tecnología de Java para la elaboración de sitios web dinámicos. Sus configuraciones se encuentran localizadas en archivos XML y las aplicaciones web que se almacenan están empaquetadas en un archivo WAR, el cual es el formato de fichero para la especificación Servlet del sistema (Apache Tomcat, 2015).

### 2.7. Valoración inmobiliaria

La valoración inmobiliaria se define como la estimación del valor de activos cuyo soporte es un bien material e inmobiliario, la terminología “valuación” involucra un juicio sobre la

equivalencia entre una propiedad (la que está siendo valorada) y una cantidad de dinero (unidad de medida), tomando en cuenta las condiciones, el período especificado, el análisis de los elementos y características que se le atribuyen al objeto a valorar y que pueden afectar su valor. Por lo tanto, valorar una propiedad significa expresar su valor en una cantidad de dinero, motivo por el cual deben de considerarse algunos procesos de cálculo para obtener o construir un valor objetivo, reconociendo las características propias del bien y del entorno de este (Morri & Benedetto, 2019).

En Costa Rica el proceso mediante el cual se define una valuación se conoce como avalúo y se establece de manera legal como “el conjunto de cálculos, razonamientos y operaciones, que sirven para determinar el valor de un bien inmueble de naturaleza urbana o rural, tomando en cuenta su uso” (Artículo 1 bis de la Ley No. 7509, Ley de Impuesto Sobre Bienes Inmuebles, 1995).

### 2.7.1. Criterios de valoración

De acuerdo con Merino (2015), al realizar una valoración es importante estar al tanto de cuál es el aspecto económico que se pretende valorar, debido a que no se puede interpretar si se desconoce el fin para el cual se ha hecho, por lo que es necesario contar con criterios, los cuales no deben de tener ninguna interpretación, sino que deben de tenerse como una serie de conceptos distintos. Algunos de estos conceptos son:

- **Valor:** Se considera como la estimación de un valor probable que pudiese llegar a pagar por diferentes servicios o por algún bien en un determinado intercambio, así como una forma de medir los beneficios económicos de la posesión de bienes o servicios. El valor depende de la relación entre la oferta y la demanda, de la necesidad de adquirir el bien o servicio y de las posibilidades existentes de poder ser transferido (INTECO, 2020).
- **Valor real:** Es el propio valor de la cosa, con respecto a características de la propia materialidad del inmueble, esta como coadyuvante del valor de la propiedad permite su existencia, por lo tanto, se denomina real, consintiendo el estudio de todo lo que lo materializa, posibilitando su diferenciación y de esta manera declararse con valor (Ferrando et al., 2017).
- **Valor de uso:** Valor que tiene un inmueble o localización específica, generalmente, este va unido al atractivo o utilidad que presenta el inmueble, en otras palabras, este responde a la capacidad de satisfacer una necesidad dada (Rodríguez, 2015).

- **Valor Unitario:** Es el valor por metro cuadrado de la tierra, donde se toma en cuenta a un lote típico y a partir de este se hace una comparativa del resto de los lotes urbanos. Este método permite imaginar espacialmente el valor de la tierra como si todo el territorio se encontrara fraccionado en lotes con las mismas dimensiones (igual al del lote típico), excluyendo el posible efecto que cambios en el frente o el fondo de cada lote, puedan tener sobre el coste por metro cuadrado (Monzani et al., 2020).
- **Valor de cambio:** Capacidad que se le da a la propiedad de un objeto para adquirir otros bienes o cantidad de dinero necesaria para adquirir el bien que se valora (García, 2006).
- **Principio de cambio:** Los bienes raíces cambian paulatinamente su valor debido a múltiples agentes físicos, económicos políticos y sociales, aumentando su valor por la inflación, la plusvalía, renovación, mejoras en la zona, entre otros; o disminuyéndolo por razones como la contaminación ambiental, la sobreoferta, el deterioro físico-social, económico. Por otro lado, el cambio de uso de suelo o la implementación de reglamentos de construcción son factores que igualmente influyen en el valor de los bienes raíces (Cuautli, 2018).
- **Valor de mercado:** Es la cantidad estimada en la que puede ser intercambiado un activo o pasivo, en una fecha de valuación entre un comprador y un vendedor dispuesto, seguido de una adecuada comercialización y en la cual las partes hayan acordado con conocimiento, sin presión y prudencia, en una transacción independiente (International Valuation Standards Council, 2020).
- **Precio:** Cuando se realiza una venta, el precio de esta pasa a ser un hecho histórico, que puede ser acumulado y de paso puede ser de conocimiento público o confidencial. El precio puede venir reflejado por otro tipo de variables según el tipo de bien o servicio, entre estos se puede mencionar la tasa, comisión, cotización, peaje, honorarios, entre otros. Sin embargo, el precio es un indicador del valor relativo que un vendedor y comprador le han asignado a un bien o servicio en una condición específica (INTECO, 2020).
- **Costo:** Monto requerido para producción o creación de un bien o servicio, cuando este se ha finalizado, su costo se convierte en un hecho histórico. Este concepto se relaciona directamente con el precio, ya que los precios que se pagan por un bien o servicio se convierten en el costo para el comprador (INTECO, 2020).
- **Homologación:** Es el procedimiento que se encarga de comparar las características del bien a valorar con la de los comparables para así definir un valor del primero en función

del segundo, esto según diferencias o similitudes; un precio de compraventa o una renta homogeneizada (Richmond, 2018).

- **Valor intrínseco:** Este valor responde a la naturaleza material del inmueble, relativo al valor de coste de fabricación, en el que se incluye la construcción del edificio, la adquisición de suelo y la promoción, en su caso (Casas, 2017).
- **Valuador:** Profesional o empresa que posee la habilidad, experiencia y cualificación necesaria para ejecutar una valuación de manera competente, imparcial y eficaz. En algunos entornos legales se necesita de una licencia para ejercer como valuador (International Valuation Standards Council, 2020).
- **Avalúo catastral:** Proceso por el cual un valuador proporciona su criterio profesional con el fin de notificar el valor de un bien con un determinado objetivo, esto con referencia a una moneda de curso legal y a una fecha en específico. Permite mantener la información reajustada de cada predio en aspectos físicos, jurídicos y demás variantes que pueden generar la depreciación o alza del valor del inmueble (INTECO, 2020).
- **Valor plottage:** Se describe como el incremento de valor que resulta de la unión de dos o más propiedades, debido a que se puede producir una mayor utilidad teniéndose reunidas, por lo tanto, el valor aumenta o puede ser mayor a la suma de los valores de cada uno de los inmuebles por separado (INTECO, 2020).

### 2.7.2. Zonificación en el cantón de Belén

De acuerdo con el Plan Regulador de la Municipalidad de Belén (1996), el cantón se divide en las siguientes zonas:

**Zona Residencial Alta Densidad (ZRAD):** Zona con mayor desarrollo urbano debido a su infraestructura, disponibilidad de agua potable, valor de suelo y mínimo impacto en las zonas de protección de los acuíferos.

**Zona Residencial Media Densidad (ZRMD):** Son los sectores semiurbanos que, por su infraestructura, disponibilidad de agua potable y eventual impacto en las zonas de protección no permite que pueda haber mayor densidad a la indicada.

**Zona Residencial Baja Densidad (ZRBD):** Corresponde a sectores ya específicos por su desarrollo actual, además de zonas aledañas a áreas de protección de manantiales y de terrenos

actualmente utilizados en la agricultura, con el fin de reducir la posible contaminación de acuíferos por cercanía de tanques sépticos.

**Zona Industrial (ZI):** Zona que se encuentra en proceso de desarrollo y consolidación, pero por estar cerca de zonas urbanas, solo se permite el uso cuyo proceso no genere molestias y contaminación alguna al medio ambiente y a los mantos acuíferos cercanos.

**Zona Público Institucional (ZPI):** Corresponde a los terrenos ocupados actualmente por instituciones gubernamentales, municipales y autónomas. En este tipo de zona se pretende proteger los usos y reservar las áreas necesarias para una eventual ampliación o instalaciones nuevas.

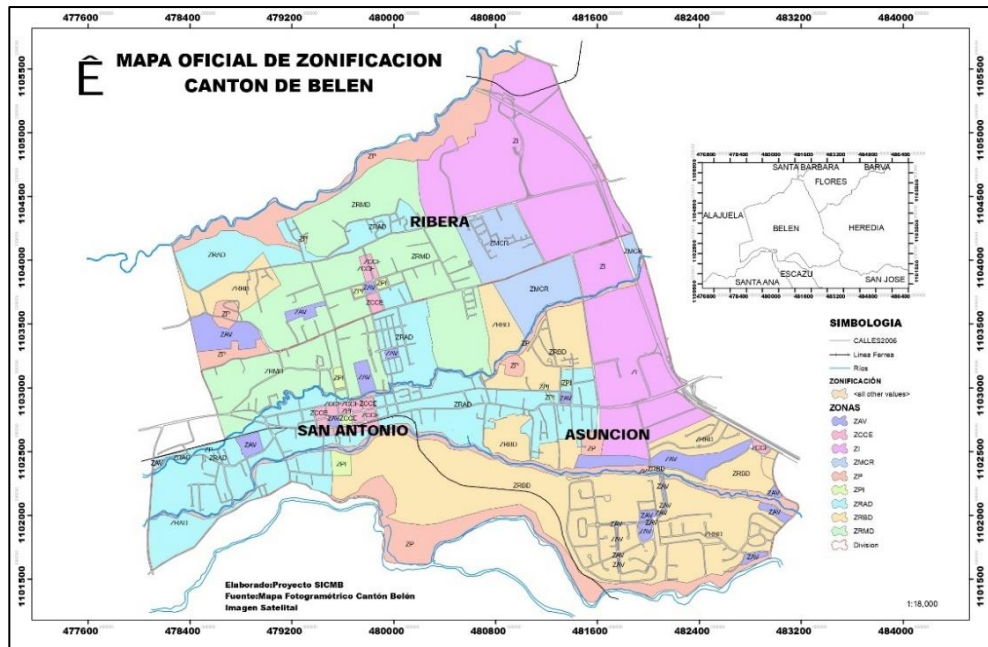
**Zonas de Áreas Verdes (ZAV):** Estas áreas son destinadas para el uso público recreacional y para el desarrollo de actividades al aire libre, como lo son las plazas para la práctica deportiva y las áreas de parque definidas como un porcentaje del área para urbanización. Dentro de estas áreas solo se permite la construcción de elementos requeridos para el disfrute, como lo son: baños públicos, casetas para esperar transporte público, casetas de vigilancia, entre otros, siempre y cuando no superen el 10% del área total.

**Zonas de Protección (ZP):** Estas áreas son consideradas como no urbanizables o construibles, por lo que deben ser protegidas de un uso urbano debido al peligro que puede implicar para las personas, como para las construcciones por la inestabilidad del terreno. En estos espacios se incluyen las riberas de las quebradas, los ríos, los pozos y manantiales con sus respectivas zonas de protección, estas zonas deben ser obligatoriamente protegidas para prevenir la contaminación.

**Zona Comercial y de Control Especial (ZCCE):** En cada distrito se ha generado una zona comercial que se denomina central, en la que debido al alto costo del terreno se define una reglamentación que la protege y controla los usos existentes y futuros, como lo son la protección de edificaciones de valor cultural. Dentro de esta zona se permiten los usos comerciales, culturales, similares o complementarios al uso comercial, con excepciones como lo son las bodegas y comercios al por mayor.

**Zona Mixta Comercial-Residencial (ZMCR):** En esta zona se busca suministrar el apoyo para las zonas industriales que coexistan con el uso residencial, por lo que se identifican usos residenciales, comerciales y de servicios no molestos, como lo son oficinas de servicios profesionales o pequeños talleres que se encuentren en lo interno de su propiedad.

A continuación, en el Mapa 1, se muestra la zonificación oficial del cantón de Belén.



**Mapa 1: Zonificación del cantón de Belén.**

Fuente: [https://www.belen.go.cr/documents/20181/28505/mapa\\_planregulador.pdf/8e65c391-83e2-4697-8814-61b953af4c4f](https://www.belen.go.cr/documents/20181/28505/mapa_planregulador.pdf/8e65c391-83e2-4697-8814-61b953af4c4f)

### 2.7.3. Variables de estudio

El Órgano de Normalización Técnica (ONT) es la entidad encargada de suministrar a las municipalidades las disposiciones generales y la metodología para la elaboración de avalúos de bienes inmuebles, analizar la calidad de estos, mantener la coordinación entre dicho órgano y los municipios, garantizando la homogeneidad y precisión en la determinación del valor de los bienes inmuebles (Reglamento a la Ley de Impuesto sobre Bienes Inmuebles, 1997).

Para el desarrollo de valoraciones óptimas, el ONT suministra los métodos para la valoración de terrenos, tal es el caso del método de factores de ajuste o comparativo, que considera los factores: regularidad, nivel, topografía, frente, fondo, servicios, tipo de vía, ubicación y zona (ONT, 2018). Para el desarrollo de la propuesta del observatorio de valores de mercado de terrenos, se pretende tomar como base las características mencionadas como insumo.

En lo que concierne a servicios el ONT, considera como tales: acera, cordón, caño, cañería, telefonía, alumbrado público y electricidad, sin embargo, desde el punto de vista de los miembros del proyecto existen otros servicios que también pueden tomarse en cuenta como valor agregado a la hora de suministrar información a los usuarios que hagan uso del observatorio, estos serían: cercanía o acceso a transporte público, a centros de salud, educación y abastecimiento de primera necesidad, entre otros que pueden surgir durante la elaboración del proyecto.

### 2.7.4. Fundamentos legales que respaldan la publicación y uso de los datos

Para poder establecer de manera funcional el Observatorio de Valores, fue requerido tomar en consideración los factores y servicios mencionados, al igual que otras características que permiten describir de forma detallada el bien inmueble, incluso siendo necesario la obtención y almacenamiento de datos que pueden considerarse como sensibles, ejemplos de estos datos que están incorporados en el observatorio son: el valor, el número de finca (incorporado no de manera intrínseca en el ID de referencia) y fotografías: de la fachada, frente a calle pública, rótulos que incluyen el número de contacto de quien ofrece la oferta.

En búsqueda de subsanar estos aspectos legales o la utilización de dichos datos sensibles, se recurre a los incisos 2 y 3 del artículo 9 de la Ley N°8968, Ley de Protección de la Persona frente al tratamiento de sus datos personales.

#### Inciso 2. Datos personales de acceso restringido

Los datos personales de acceso restringido son aquellos que aun estando en registros de acceso al público, no son de acceso limitado, por ser de interés solo para su titular o para la Administración Pública. La implementación de estos datos será lícita únicamente para fines públicos o si se cuenta con el consentimiento expreso del titular (Ley N°8968, 2011).

#### Inciso 3. Datos personales de acceso irrestricto

Este inciso dice que “Datos personales de acceso irrestricto son los contenidos en bases de datos públicas de acceso general, según lo dispongan las leyes especiales y de conformidad con la finalidad para la cual estos datos fueron recabados” (Ley N°8968, 2011, párr.68).

El uso de estos datos se justifica, ya que la información recolectada se tomó de plataformas de acceso público, como lo son: Encuentra 24, Marketplace, páginas web de bienes raíces, información registral y catastral del SIRI, así como el Sistema de Certificaciones e Informes Digitales, respetándose lo que cita la ley en cuanto a datos de uso irrestricto.

## Capítulo 3: Objetivos

### Objetivo general:

Implementar una propuesta de un observatorio de valores de mercado de terrenos a partir de un Sistema de Información Geográfica, que permita a una serie de usuarios la consulta sobre información estandarizada en el cantón de Belén de la provincia de Heredia.

### Objetivos específicos:

1. Diseñar un observatorio por medio de la información recolectada a través de las diferentes fuentes consultadas y del modelado de bases de datos, que permita la comparación y visualización de valores de mercado de terrenos considerando las características de los predios del cantón de Belén, obteniendo valores acordes a la realidad del sitio.
2. Implementar una base de datos espacial, incorporando la información recopilada de valores de mercado de terrenos del cantón de Belén, así como los atributos que intervienen en la valoración de terrenos, sistematizando el almacenamiento, análisis, edición, consulta y distribución de la información.
3. Desarrollar una plataforma para la visualización y publicación de información relacionada con las características y valor de los terrenos, mediante la utilización de instrumentos SIG y web, permitiendo a los usuarios el análisis del mercado inmobiliario.

## Capítulo 4: Metodología

Al momento de diseñar el observatorio de valores se planeó considerar las necesidades que requería la base de datos para su correcto funcionamiento, abarcando desde la información que sería ingresada en lo que concierne a dimensiones, características tanto de la propiedad como de la zona y valores de mercado, hasta el proceso de estructuración que esta conlleva, donde se llevarían a cabo actividades como recolectar, dividir la información y ordenarla en tablas, el proceso de construcción de los modelos: conceptual, lógico y físico, el establecimiento de la base de datos con servidores web, conexión de la misma con GeoServer y QGIS, determinar los geoservicios, la creación y diseño del visor así como de la página web.

Por lo tanto, en el presente apartado se detallarán los procesos realizados para la implementación de un observatorio de valores de mercado de terrenos, en el cantón de Belén en la provincia de Heredia.

### 4.1. Recopilación de la información

Esta actividad como parte del desarrollo de este proyecto fue una en las que más cuidado y rigurosidad se tuvo, ya que, aunque se encontró información abundante tuvo que ser sometida a revisión y análisis. Es importante resaltar que el alcance de este proyecto contempló los predios donde se obtuvo información de valores confiables y que fueron encontrados en los tres distritos del cantón de Belén.

#### 4.1.1. Información catastral

Para el desarrollo de esta actividad se recolectaron la mayoría de los insumos posibles y a partir de datos variados se permitió un análisis diverso entre ellos, se realizaron diferentes consultas a entidades de interés para la elaboración del proyecto, el proveedor principal de insumos fue la Municipalidad de Belén, donde se recopiló información de las capas de uso de suelos, prediales y distritales. Como parte del análisis se detectaron errores topológicos como: superposiciones y saltos, elementos duplicados, geometría multiparte e inválidas, por lo que se realizó la corrección de estos con ayuda de las herramientas que proporciona QGIS como la de topología y edición de capas.

Por otro lado, con ayuda del SIRI y del Sistema de Certificaciones e Informes Digitales en línea del Registro Nacional, se recolectó información relacionada a las fincas, como planos de catastro, dimensiones, ubicación geográfica, gravámenes existentes, entre otras características que complementaron la información brindada por la municipalidad.

### 4.1.2. Información de valores de mercado

Al trabajar con temas de valores se tomó en cuenta que la información fuera lo más actualizada y confiable posible. Además, se contempló la finalidad del proyecto al momento de seleccionar los insumos.

En la actualidad, gracias al desarrollo del internet y las redes sociales, se consultaron fuentes de información en páginas web como: Encuentra24, Mercado Libre Costa Rica, bancos, bienes raíces, periódicos y redes sociales como: Facebook e Instagram. El contacto principal con los oferentes se llevó a cabo por medios de comunicación como WhatsApp y correo electrónico, donde se consultó la disponibilidad de la venta, los servicios disponibles, fotos y la ubicación exacta de la propiedad.

Para que las ofertas fueran consideradas, se contemplaron las fechas de publicación y de venta, para así validar que la información incluida fuera reciente; para la verificación de la información, almacenamiento y orden fue importante tomar en cuenta este aspecto, con la finalidad de comparar los datos almacenados de una fecha determinada a otra y de igual forma encontrar posibles divergencias existentes de una misma propiedad con el pasar de los meses.

### 4.1.3. Elaboración de formulario para consulta con expertos

Una de las finalidades de este proyecto, es poder contribuir con colegas y expertos en su ejercicio profesional en el tema de avalúos, la opinión y la experiencia que puedan aportar es indispensable, por lo que se establece como necesario la búsqueda de involucrarlos; con el fin de cumplir esa misión se creó una herramienta en formato de formulario donde los profesionales aportarían con su conocimiento, respondiendo y opinando sobre algunas consultas en concreto, permitiendo un espacio donde pudieran brindar su perspectiva sobre ámbitos alrededor del tema.

Partiendo de la premisa anterior, para la elaboración de la herramienta se utilizó la plataforma Google Forms, debido a las facilidades que brinda, tanto en la creación, personalización, administración, como en la posible difusión de formularios, ya que se puede acceder a todas esas ventajas desde cualquier dispositivo que tenga conexión a internet.

Primeramente, para la parte del diseño del formulario, se plantearon ideas de los posibles temas que se deseaban abarcar, con lo cual, cada uno de los miembros de este TFG estableció algunas de las posibles preguntas que se podían realizar, luego estas consultas se evaluaron y se encasillaron en algunos de los tipos de preguntas que permite el Google Forms. De esa forma se estableció un formulario que abarcó once preguntas relacionadas con características de los terrenos, que datos se toman en cuenta al momento de realizar la valoración, fuentes de

consultas que utilizan, dificultades que afrontan en la búsqueda de información, así como sugerencias que pudiesen aportar al desarrollo del proyecto.

El formulario se estructuró de la siguiente manera: dos preguntas de información personal a través de la opción de respuesta corta, se plantearon dos preguntas de opción múltiple, las cuales contaban con un espacio en caso de que ellos quisieran añadir otras posibilidades, cuatro preguntas de tipo párrafo en la que se esperaban respuestas extensas por parte de los consultados, también se hicieron dos preguntas de selección única. Luego de la estructuración del formulario fue necesario la validación de este, con el fin de obtener el visto bueno y aprobación de un experto en los temas, de esa manera el tutor del proyecto realizó la visualización y avaló la utilización de este.

Creado el formulario, el siguiente proceso fue establecer una lista de profesionales expertos en el tema de avalúos de bienes inmuebles, por lo tanto, se recurrió a un par de fuentes de contactos, quienes por formar parte del área de avalúos contaban con algunos conocidos capaces de colaborar, se les hizo llegar la herramienta y con esto se comenzó el proceso de divulgación entre colegas del gremio de topografía, catastro y avalúos. La totalidad de consultados sobre los temas de interés usando como medio el formulario fue de 50 profesionales.

Finalmente, es importante destacar que en caso de que los miembros encuestados tuvieran alguna consulta sobre el formulario o sobre la realización de este, se puso a disposición un correo electrónico por el cual podían hacer llegar sus dudas.

#### **4.1.4. Recolección de información en campo**

A partir de las ofertas obtenidas mediante las fuentes consultadas, se localizaron geográficamente las propiedades por medio de calles, barrios o puntos de referencia, fotografías adjuntas, entre otros detalles indicados en las publicaciones, utilizando herramientas de localización como Google Earth, Google Maps y el SIRI.

Para establecer una ubicación aproximada de las propiedades en venta se utilizó Google Earth y Google Maps, seguidamente se procedió a utilizar el SNIT para re proyectar las coordenadas geodésicas dadas por las aplicaciones de Google, a la proyección CRTM05 que es uno de los sistemas de búsqueda que posee SIRI para localizar espacialmente, esto con el fin de obtener una ubicación exacta de cada terreno de interés.

Por otra parte, con ayuda del visor catastral del SIRI y la ortofoto 1:1000 de los años 2015 a 2018 se buscaron propiedades que visualmente se denotaran vacantes, seguidamente con Google Earth se localizaron los mismos espacios para comparar si en la actualidad estos se

encontraban ocupados o construidos, ya que esta aplicación cuenta con imágenes satelitales más recientes relativas al año 2022.

Una vez que se determinaron cuáles lotes se encontraban vacantes, se procedió con la planificación de las rutas para visitar cada una de las propiedades, tanto las que tenían oferta como las que se ubicaron libres, este planeamiento se realizó contemplando una ruta para cada uno de los distritos del cantón.

Realizando la ruta planificada para cada distrito, se procedió con la captura de datos de cada uno de los terrenos identificados con oferta, donde se capturaron datos como: topografía, pendiente, nivel, acera, cordón, caño, cañería, alumbrado, realidad del entorno, entre otros. En el caso de los terrenos vacantes, se visitaron para corroborar la presencia de un rótulo de venta y de esta manera ser tomadas en cuenta para detallar las características de la misma forma.

### **4.2. Elaboración de la base de datos**

Una de las ventajas en el uso de las bases de datos es que permite el almacenamiento de grandes cantidades de información de una forma segura, por lo que para el caso de un observatorio de valores de mercado resulta una herramienta indispensable, ya que proporciona la capacidad de almacenar datos con el paso del tiempo, de una manera ordenada, accesible, evitando la duplicidad, permitiendo el ahorro de tiempo y dinero.

Por otro lado, el mercado de los inmuebles es un área que se encuentra en constante fluctuación debido a la disminución o alza de valores, siendo así información que debe ser modificada o actualizada regularmente, las bases de datos facilitan dichos cambios y permiten el intercambio constante entre diferentes usuarios en la misma o diferentes redes, de forma simultánea y/o en tiempo real, siendo una característica importante para el presente proyecto, tomando en cuenta el número de personas desarrollándolo.

Además, debido a los alcances planteados las bases de datos brindan un recurso multidisciplinario ya que permite el enlace con otras aplicaciones de desarrollo web, posibilitando la implementación de recursos gráficos con la finalidad de difundir de una mejor manera la información, con un resultado útil y amigable para el usuario.

Asimismo, la posibilidad de realizar respaldos y copias de seguridad que proporcionen la confianza de que la información pueda restaurarse en caso de ocurrir pérdidas parciales o totales en los dispositivos personales de trabajo y al mismo tiempo permitiendo la realización de pruebas al momento de ejecutar mejoras en los modelos, sin perder ningún avance obtenido con anterioridad.

### 4.2.1. Diseño del modelo conceptual

En este apartado se describe cómo estará estructurada la información, a través de la determinación de las relaciones. La información seleccionada debe ser almacenada en una base de datos para su manipulación y para su representación, implementando su modelado, por lo que, para el diseño se contemplaron cuatro etapas.

El proceso de identificación de coberturas consistió en detallar la información necesaria para el usuario, abarcando aspectos de valuación, físicos, espaciales, catastrales, así como algunos de relevancia para otro tipo de interesados. Por lo tanto, en el diseño del modelo conceptual, se plantearon los siguientes: provincia, cantón, distrito, terreno, valor de mercado y fotos.

Seguidamente, una vez definidos los datos a trabajar se realizó la identificación de relaciones, donde se tomó en cuenta la relación existente entre ellas, para definir la geometría que estas entidades adoptaron. Las relaciones establecidas en el diagrama conceptual tomaron como punto central a la entidad terreno que se relaciona directamente con las coberturas de: provincia, cantón, distrito, valor de mercado y fotos. Especificando a su vez las relaciones de cardinalidad existentes entre ellas, estas son: de terreno a provincia, de terreno a cantón, de terreno a distrito, de terreno a valor de mercado y de terreno a fotos, establecidas mediante una relación de uno a muchos.

Finalmente, se definió la representación espacial, utilizando como insumo las relaciones identificadas, las fuentes de datos y las necesidades de los usuarios, se estableció la representación más apta para cada capa de información espacial, donde se utilizó como tipo de geometría: puntos y polígonos.

### 4.2.2. Diseño del modelo lógico

En esta etapa se establece la forma del modelo lógico que se implementó para la base de datos, es importante mencionar que este apartado es la continuación del proceso conceptual.

El primer paso consistió en elaborar un conjunto de tablas a partir del diagrama conceptual resultante. El nombre que recibieron las tablas fue de acuerdo con el que cada entidad posee, estableciéndose de esta manera cinco tablas para las entidades fuertes, donde podría definirse el esquema lógico de la siguiente manera: Nombre de la entidad (nombre del atributo que es clave primaria, atributo 2, atributo 3, ..., atributo n).

Siguiendo este formato, se muestra un ejemplo de las tablas a obtener:

provincia (id\_provincial, provincia, nom\_provincia).

cantón (id\_cantonal, cantón, nom\_canton).

distrito (id\_distrital, distrital, nom\_distrital).

terreno (id\_referencia, area, nivel, frente, fondo, regularidad, uso\_suelo, topografía, ubicacion, tipo\_via, tipo\_servidumbre, caneria, electricidad, telefonia\_internet, alumbrado, acera, cordón\_y\_cano, hidrologia, capacidad\_suelo, entorno\_seguridad, entorno\_socioeconomico, cobertura\_celular, amenazas\_naturales, transporte\_publico, vista\_panoramica).

valor\_mercado (id\_valor, moneda, valor\_total, valor\_unitario, fecha\_publicacion, tipo\_referencia, fuente).

Asimismo, se estableció una tabla como entidad débil, obteniendo el siguiente formato de esquema lógico: nombre de la entidad (nombre clave ajena, atributo 2, atributo 3, ..., atributo n).

Siguiendo este formato, se procede a mostrar la tabla de fotos:

fotos (id\_referencia\_terreno, id\_foto, fotografia).

Identificadas las tablas y relaciones se procedió a usar el programa pgModeler para la confección del modelo lógico, según lo establecido en el modelo conceptual. En dicho programa se definió el tipo de variable y cantidad de caracteres que cada atributo va a contener, además para ciertas características de la tabla terreno se asignaron las siguientes restricciones (res\_tipo\_via, res\_uso\_suelo y res\_ubicacion); la funcionalidad de las restricciones es la de limitar la posibilidad de parámetros aceptables en dicha columna, lo cual generaría que cualquier otro que no esté dentro de los establecidos, tanto en valor como en forma, no pueda ser ingresado en el sistema.

Dentro del mismo programa, se configuró la geometría, la escala y el sistema de referencia de las tablas esto con el fin de lograr una armonización de la información, también se estableció el tipo de borrado en cascada, el cual permite que, si se elimina alguna fila en la tabla principal de terreno, la información se borre de las demás tablas. Para las claves primarias, estas serán indicadas al inicio de cada tabla y entre comillas angulares se indicarán las letras pk (clave primaria), las claves ajenas se mostrarán al final del último atributo que contiene cada tabla, e indicadas con las letras fk (clave ajena).

Como parte del mejoramiento y continuo desarrollo de la base de datos, en específico del modelo lógico, se efectuó una armonización de unidades, donde esto consistió en estandarizar las unidades de la información que se encuentra establecida en las tablas, atributos y capas, con el fin de poder garantizar que todas las mediciones del mismo dominio utilicen el mismo

sistema de medida. Finalmente, es de suma importancia realizar la codificación de valores categóricos, destacando que esta labor se haría para atributos específicos donde se necesite elaborar una categorización, se procurará de esta manera una codificación representativa que permita visualizar la información por clasificación.

### 4.2.3. Implementación del modelo físico

En esta etapa se realizará el proceso de descripción de la implementación de la base de datos, a partir del esquema lógico obtenido. Resultó indispensable para el desarrollo especificar las estructuras de almacenamiento y elegir los mecanismos óptimos para permitir el acceso eficiente a los datos.

Por lo tanto, para llevar a cabo esta actividad y lograr el adecuado funcionamiento del modelo, se comenzó por la selección del SGBD que mejor se adaptó a las necesidades planteadas y propuestas en el proyecto, destacando que las características principales que debía tener para su elección es que fuera de acceso libre y compatible con el software QGIS.

El SGBD utilizado para el desarrollo de la base de datos fue PostgreSQL debido a que cumple con las características mencionadas, asimismo, que se destaca por el rendimiento y estabilidad a la hora de manejar grandes cantidades de datos, además de ser un sistema de bases de datos relacional y de ofrecer soporte completo para el lenguaje de consulta SQL.

Cabe destacar que, como parte del proceso de construcción de la base de datos, fue necesario realizar la traducción del esquema lógico a un conjunto de sentencias de SQL, para la creación de las tablas que desarrollaran fielmente el diseño planteado. Por lo tanto, para lograr dicha traducción del esquema lógico, se utilizó pgModeler, para exportar el modelo generado en lenguaje SQL, a través de un “script”, el cual se define como un conjunto de instrucciones o comandos escritos en este lenguaje.

Para la creación de la BD se utilizó pgAdmin 4, el cual es una herramienta de administración y desarrollo de bases de datos, cuyo funcionamiento se da por medio de PostgreSQL. En esta herramienta se generó un servidor de forma local el cual almacenó la base de datos llamada “obs2023”. Una vez creada esta, se crearon dos esquemas, los cuales tienen por nombre: “belen” y “observatorio”. En paralelo a la creación de los esquemas, se realizó un proceso que es de suma importancia para que la base de datos pueda aceptar información con geometría, se habilitó la extensión PostGIS. Entre las funciones destacadas que añade la extensión a la herramienta pgAdmin 4 están: la construcción geométrica, transformación, análisis, agregación e indexación espacial.

Para lograr una mejor manipulación de la información, se realizó la integración entre QGIS y la base de datos “obs2023” utilizando la capacidad nativa PostgreSQL. Una vez hecha la

conexión a nivel local, se utilizó el administrador de base de datos de QGIS para importar las capas de: uso de suelos, prediales y distritales al esquema “belen”.

El script generado por pgModeler se utilizó para la creación de las tablas contenidas en el esquema “observatorio”, este conjunto de sentencias se ingresó a través del query tool de la base de datos en pgAdmin 4, dichas tablas son “provincia”, “canton”, “distrito”, “terreno”, “valor\_mercado” y “fotos”.

El siguiente proceso realizado fue la importación de los datos en cada una de las tablas mencionadas, se comenzó con terreno ya que es la tabla principal y el vínculo que da sentido a las demás; la forma de ingresar los datos fue a través de un script con sentencias SQL, el principal motivo de realizarlo de esta forma es debido al atributo geometría, ya que por medio de una sentencia se realiza el ingreso y transformación de coordenadas geodésicas a geográficas para obtener posiciones en el sistema CRTM05.

La información de las tablas restantes se ingresa a través de la importación independiente de archivos “.csv” delimitados por coma. Una vez elaboradas las tablas del esquema observatorio, se procedió con la creación de las tablas: “consultas\_profesionales” y “ofertas\_y\_ventas”, estas se crean a partir de la unión de las columnas de las tablas antes mencionadas, su función principal es la de facilitar el manejo, la visualización y utilización de la información por parte de los usuarios.

Seguidamente se realizó la creación de usuarios en pgAdmin 4, se establecieron tres, los cuales son creador, editor y publicador, estos se encargan de la manipulación y visualización de la información, a través de diferentes roles y privilegios, como: usuario creador; el cual tiene todos los privilegios sobre las tablas, entre esos además de crear, puede actualizar, eliminar información, entre otros; usuario editor, el cual tiene posibilidad de editar, seleccionar, insertar, actualizar y borrar filas; y el último usuario establecido fue el de publicador, el cual puede seleccionar y actualizar las tablas.

Es importante destacar que además de la creación de los usuarios mencionados, existe un super usuario llamado “postgres”, que se estableció al instalar la herramienta SGBD, siendo este usuario un administrador que posee todos los privilegios disponibles en PostgreSQL.

### **4.3. Hospedaje de la base de datos con un servidor web**

La base de datos hasta el momento estaba alojada de manera local, en donde solo una computadora funcionaba como servidor, cualquier cambio que se pretendía realizar debía hacerse a través de ella y los cambios eran solamente para esa base de datos, esto impedía que hubiese dinamismo en los procesos de cada uno de los usuarios; ya que se hacían las tareas en simultáneo para las computadoras de cada uno de los miembros del proyecto, disponiéndose

de tres bases de datos con las mismas características, pero en dispositivos distintos, donde cada una funcionaba de manera independiente.

El proceso anterior no era productivo, de hecho, generaba varias complicaciones o problemas, dentro de los cuales se pueden mencionar: la inconsistencia de datos, dificultad en el acceso e intercambio de la información, problemas de seguridad, el mantenimiento, la escalabilidad y principalmente la falta de centralización de la información.

La inconsistencia de los datos se presentó cuando alguna de las bases de datos podía estar más actualizada, debido a que se realizó algún proceso sin haberlo ejecutado en las otras. La dificultad en el acceso e intercambio de la información se presentaba debido a que ninguno de los miembros podía interactuar con la base de datos del otro o al menos no se podía de manera remota, sin usar algún programa de por medio que lo permitiese.

Los problemas de seguridad se daban debido a que cada miembro tenía diferentes medidas de defensa en sus ordenadores, lo cual cada base de datos tenía diferentes riesgos de vulnerabilidad, llegando incluso en uno de los casos a la pérdida total de una de las bases debido a un posible ataque de virus en el sistema. En cuanto al mantenimiento, era un problema porque la ejecución de tres bases de datos con los mismos procesos al mismo instante era en parte un desaprovecho del tiempo y de igual forma se estaban empleando mayor cantidad de recursos, en lugar de centralizar toda la información en una sola.

La forma más sencilla de solucionar esos problemas fue la centralización de la información en una sola base de datos, en la cual todos los miembros del proyecto tuviesen acceso para dar el mantenimiento respectivo en el momento que fuese necesario. Para lograr ese objetivo la base de datos debía estar alojada en un servidor web, permitiendo de esa forma la estadía de la información en una plataforma en línea. Se realizaron múltiples pruebas del hospedaje de la base de datos en varios servidores web, se probó: el servidor de Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, EDB BigAnimal, Vercel, CockroachDB, Render, Heroku, Google Cloud Platform (GCP), entre otros.

El servidor web seleccionado para el alojamiento de la base de datos del proyecto fue AWS, debido a que ofrece varias ventajas en comparación con los otros servidores web que se probaron. Esta plataforma proporciona una infraestructura escalable y flexible, la cual permite adaptarse a las necesidades cambiantes de los proyectos que en ella se hospedan, admite aumentar o disminuir los recursos de acuerdo con las necesidades, esto con el fin de poder garantizar un rendimiento óptimo, dependiendo del plan de uso y de los requerimientos.

Brinda una alta disponibilidad y confiabilidad, el servicio siempre que fue requerido estaba al alcance, no tenía fallos ni colapsos de red, también tiene altos niveles de seguridad debido a

que su infraestructura ofrece medidas de protección avanzadas como firewalls, además de controles de acceso con la dirección IP de las computadoras que utilizan el servicio.

AWS cuenta con herramientas de desarrollo y administración sencilla de las aplicaciones, permitiendo incluso detener el servicio para ahorrar en recursos, es una plataforma totalmente compatible con la base de datos en PostgreSQL y de la extensión PostGIS, la cual es de suma importancia para poder establecer tablas con geometría en el proyecto, caso contrario con algunos de los otros servidores en los cuales no se contaba con dicha extensión.

Uno de los mayores beneficios de usar la plataforma de Amazon Web Services es que brinda doce meses de prueba gratuitos, en los cuales se tiene un margen para poder utilizar los distintos recursos que brinda la plataforma como en este caso, el hospedaje de la base de datos del observatorio de valores de mercado de terrenos, siempre teniendo en cuenta que las características que se agreguen al recurso sean del nivel gratuito.


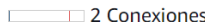
La forma de poner en marcha el recurso para establecer el proyecto en el cual se alojó la base de datos fue la siguiente:

- Primeramente, se debió crear una cuenta en AWS.
- Dentro de la plataforma se ingresó en la consola de Amazon Relational Database Services (RDS).
- Se selecciona en crear base de datos y luego se eligió el motor con el que se desea trabajar, las posibilidades eran: Amazon Aurora, MySQL, MariaDB, PostgreSQL, Oracle y Microsoft SQL Server.
- Para efectos del proyecto se seleccionó PostgreSQL como el motor de base de datos.
- Una vez seleccionada la instancia se despliega la información y un conjunto de opciones para configurarla.
- Se ingresó un ID para la instancia, se conservó el usuario maestro postgres y se agregó una contraseña, además, se seleccionó la versión 12.14 de PostgreSQL.
- Se configuraron las especificaciones de la instancia.
- En el apartado de almacenamiento, por recomendación se utilizó un disco duro de estado sólido (SSD) con 20 gigabytes (GB) de capacidad de almacenamiento.

## Trabajo Final de Graduación

- En la sección de conectividad, se indicó que la base de datos tenga un acceso público, luego en redes autorizadas se estableció una nueva, con el nombre “Todas” y la IP de red 0.0.0.0/0, este con el fin de que cada miembro del proyecto pueda aprovecharse de la instancia, ya que se tendrán credenciales válidas para acceder.


En la siguiente figura se muestra el resumen de configuración de la instancia de la base de datos en AWS.

| Resumen                                   |  |                        |                           |
|---|--|------------------------|---------------------------|
| Identificador de base de datos<br>db-ovmt | CPU<br> 5.39%                     | Estado<br>✔ Disponible | Clase<br>db.t3.micro      |
| Rol<br>Instancia                          | Actividad actual<br> 2 Conexiones | Motor<br>PostgreSQL    | Región y AZ<br>us-east-1f |

**Figura 4.1. Resumen de configuración de la instancia en AWS.**

Fuente: elaboración propia

Una vez creada la instancia esta se inicia, en el menú principal se muestran diferentes secciones, entre esas está el apartado de “Conexiones”, donde se muestra la dirección de IP pública.

| Instancia   |                                       |  |                                    |
|---|---------------------------------------|--|------------------------------------|
| Configuración   | Clase de instancia                    | Almacenamiento                                     | Información sobre rendimiento      |
| ID de instancia de base de datos<br>db-ovmt   | Clase de instancia<br>db.t3.micro     | Cifrado<br>Habilitado                              | Performance Insights<br>habilitado |
| Versión del motor<br>12.14  | vCPU<br>2                             | Clave de AWS KMS<br><a href="#">aws/rds</a>        | Desactivado                        |
| Nombre de base de datos<br>observatorio_aws   | RAM<br>1 GB                           | Tipo de almacenamiento<br>SSD de uso general (gp2) |                                    |
| License model<br>Postgresql License   | Disponibilidad                        | Almacenamiento<br>20 GiB                           |                                    |
| Grupos de opciones<br>default:postgres-12  En sincronización | Nombre de usuario maestro<br>postgres | IOPS provisionadas<br>-                            |                                    |
|   | Contraseña maestra<br>*****           | Rendimiento de almacenamiento                      |                                    |

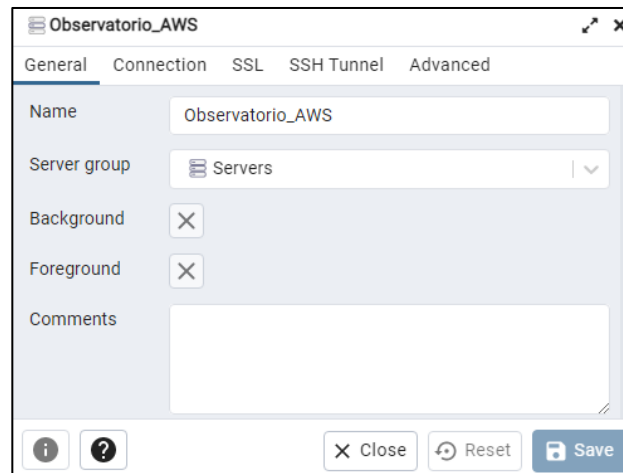
**Figura 4.2. Sección de Configuración en AWS.**

Fuente: elaboración propia

## Trabajo Final de Graduación

La información que se muestra en conectividad y seguridad del servidor AWS deberá ser utilizada para establecer la conexión de la base de datos con pgAdmin 4.

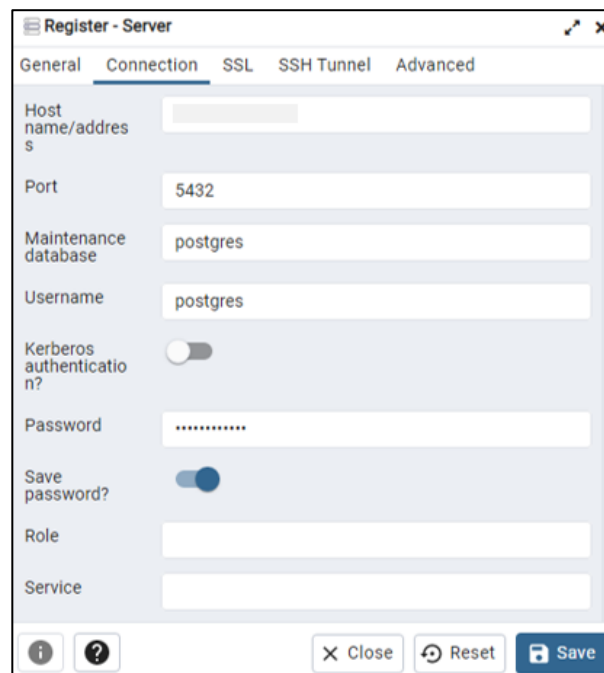
En el administrador pgAdmin 4 se creó el servidor llamado “Observatorio\_AWS” donde se almacenará la información.



**Figura 4.3. Creación de servidor en pgAdmin 4.**

Fuente: elaboración propia

Seguidamente en la pestaña “Connection” se debe ingresar el punto de enlace, el usuario que se mencionó, la contraseña que se utilizó para la creación de la instancia en AWS y el puerto.



**Figura 4.4. Conexión de AWS con pgAdmin 4.**

Fuente: elaboración propia

Para finalizar se da click en “Save” y de esta manera se logra almacenar la información de un servidor local a un servidor web.

Para importar la información de la base de datos es importante replicar la metodología descrita en el apartado 4.2.3 Implementación del modelo físico, del presente documento.

#### **4.4. Instalación de GeoServer en instancia Elastic Compute Cloud (EC2) de AWS**

Es importante mencionar que antes de colocar GeoServer en una instancia de AWS a nivel de web, se realizó otro proceso, el cual fue establecerlo, siendo desplegado desde un nivel local, lo cual para lograrlo se debía primeramente instalar un servidor de Apache Tomcat, ubicar el archivo de ejecución (.WAR) en la carpeta determinada para aplicaciones web y de ahí ejecutarlo, ingresar con el usuario y contraseña determinados, publicar las capas deseadas y conectar estas capas a través de QGIS por medio de los geoservicios.

La problemática con esa metodología realizada fue que las capas realmente no eran publicadas a nivel de web, si no que eran meramente publicadas a nivel local, lo cual generaba que estas fuesen sólo funcionales en la misma computadora en la que se ejecutó GeoServer, por lo tanto, si los geoservicios se compartían con otras personas externas, estos no podrían conectarse ni hacer uso de ellos, con lo cual su aprovechamiento sería nulo.

De esa manera nace la búsqueda de una posible solución para la problemática mencionada, en donde la más sencilla determinada en su momento fue la de ejecutar GeoServer desde un servidor web. Se probó alojar el servicio de GeoServer en varios Servidores Web, ejemplo de algunos en los que se intentó implementar fueron: Fly.io, Railway.app, Microsoft Azure, Red Hat, Linode, AcuGIS, Ngrok, Heroku y en Amazon Web Services (AWS).

En algunos de los servidores mencionados no se pudo ejecutar el servicio por algunas razones entre la cuales están: poca documentación de cómo implementar el servicio de GeoServer, servidores web con plataformas y herramientas de despliegue de aplicaciones poco interactivas, algunos son plataformas de pago, otros tienen periodos de prueba gratuitos muy cortos y en caso de querer seguir utilizando el servicio se debe de adquirir un nivel de acceso de pago, el cual presenta un costo elevado.

En el servidor Ngrok se logró levantar la herramienta usando línea de comandos, sin embargo, se presentó el problema de que el enlace de acceso era dinámico, lo cual hacía que cada vez que se dejaba de usar la plataforma de GeoServer, el servidor automáticamente generaba un nuevo enlace de acceso, con lo cual las capas guardadas o lo generado hasta el momento en la plataforma se borraba.

En el servidor de Heroku también sucedió algo similar, la forma de implementar GeoServer fue a través de la consola de comandos, pero en este caso la problemática fue que la plataforma se mantenía solamente tres o cuatro días y se reiniciaba el servicio, generando que cada vez que se reiniciaba se perdiera por completo las capas publicadas y los espacios guardados, de igual forma las conexiones que ya se habían generado con la base de datos de Postgres y con QGIS.

Al probar con el servidor AWS, se obtuvo resultados positivos, debido a que la plataforma brinda los medios necesarios para poder hospedar e instalar GeoServer, lo gratificante es que permitió establecer el servicio de una forma gratuita, aunque es importante tomar en cuenta que el servicio sólo podrá estar activo 750 horas mensuales, si solamente se tiene activa una instancia, porque en el caso de que se tengan más instancias similares activas al mismo tiempo, el total de horas de servicios gratuitos se dividirá entre todas la instancias que se estén utilizando.

La manera de poner en marcha GeoServer haciendo uso del servidor AWS, fue ejecutando los pasos que se mencionan en los párrafos siguientes.

En el paso 1, fue necesario registrarse para obtener una cuenta de Amazon Web Services, la manera de lograrlo es visitando el enlace <https://aws.amazon.com/>, de ahí se crea la cuenta usando una dirección de correo con la cual se identificará como usuario.

El paso 2 consistió en el lanzamiento o creación de una instancia de nube de cómputo elástico o con su traducción al inglés como Elastic Compute Cloud (EC2), este tipo de instancia es un servidor virtual en el cual se establece alguna infraestructura, manteniéndose en la nube.

Para el paso 3, se procedió a configurar los detalles de la instancia, de esa manera se le asignó un nombre, se seleccionó Ubuntu Server 22.04 LTS como imagen del software, para el tipo de instancia se eligió t2.micro debido a que es una de la posibilidades para el caso del nivel gratuito, se aumentó el valor de almacenamiento, ya que el espacio predeterminado es 8 GB y el nivel gratuito puede ser aumentado hasta un alcance de 30 GB, también se creó una regla de seguridad que permite que GeoServer pueda comunicarse y ser consultado a través del puerto 8080; una vez finalizada la configuración de la instancia solo quedaba seleccionar el botón crear y esperar a que se ejecutara.

En las Figuras 4.5 y 4.6 se muestran parte de las características seleccionadas durante la configuración de la instancia EC2.

## Trabajo Final de Graduación

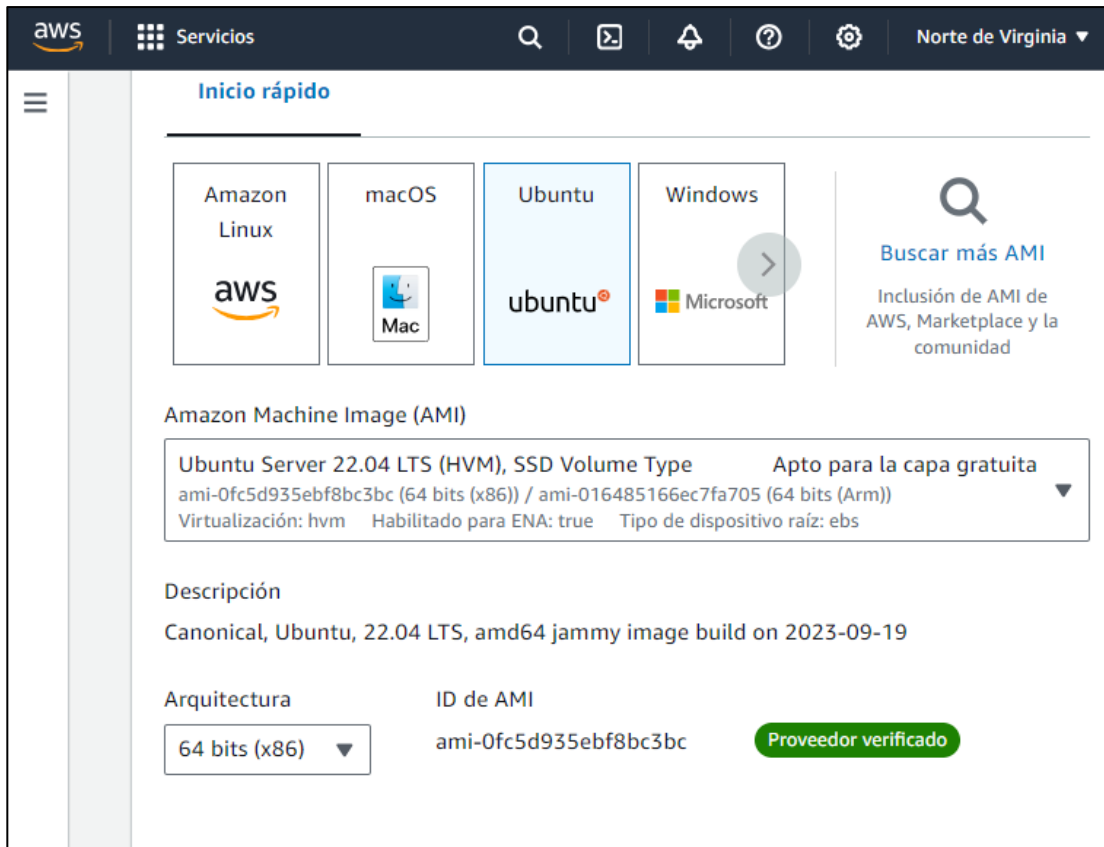


Figura 4.5. Elección de la imagen del software y del tipo de instancia.

Fuente: elaboración propia



Figura 4.6. Configuración establecimiento de la regla de seguridad.

Fuente: elaboración propia

En el paso 4, se debía buscar la instancia recién creada, ingresar en ella y seleccionar la opción conectar, al dar sobre dicha opción aparecerán en pantalla las formas en cómo se puede establecer la conexión, en este caso la plataforma brinda varias formas de conectarse con la instancia, sin embargo, la más sencilla y de fácil acceso es mediante la línea de comandos, desplegándola ahí mismo, ya que se abrirá una nueva ventana del navegador con una interfaz de línea de comandos al seleccionar esa opción.

Para el paso 5 y los siguientes, fue necesario hacer uso de la línea de comandos, por lo tanto, era importante entender cómo se ejecutan para el sistema operativo Linux, debido que Ubuntu es una distribución de este. De esa manera, lo primero es instalar las actualizaciones del sistema usando los siguientes:

```
sudo apt-get update
```

```
sudo apt-get upgrade
```

Paso 6, en este paso fue necesario realizar la instalación de una versión de Java en el sistema, esto debido a que GeoServer es una aplicación escrita en este lenguaje de programación, por lo tanto, para que su ejecución funcionara correctamente se necesitó tener la versión adecuada. En este caso se instaló la versión 8 utilizando el siguiente comando:

```
sudo apt-get install openjdk-8-jre
```

El paso 7, consistió en instalar Apache Tomcat 9, debido a que este es un servidor de aplicaciones web compatibles con Java Servlet, por lo tanto, se proporciona el entorno para que GeoServer se ejecute eficientemente. La línea de código utilizada para instalar el Apache Tomcat fue:

```
sudo apt-get install tomcat9
```

El paso 8, fue crear un directorio llamado “Downloads” para los archivos que debían descargarse, para crear la carpeta se utilizó la siguiente línea:

```
sudo mkdir Downloads
```

Paso 9, este consistió en cambiar el directorio, determinando el nuevo recién creado como el definitivo, esto con el fin de que las descargas que se hicieran quedaran en esa carpeta denominada “Downloads”, para cambiar al nuevo directorio se usó lo siguiente:

```
cd /home/ubuntu/Downloads
```

## Trabajo Final de Graduación

---

En el paso 10, se realizó la descarga del archivo comprimido del software GeoServer en la versión 2.22.0. Es importante destacar que el comando utilizado permitió hacer la descarga del archivo desde la web, utilizando el protocolo HTTP. El comando empleado fue:

```
sudo wget http://sourceforge.net/projects/geoserver/files/GeoServer/2.22.0/geoserver-2.22.0-war.zip
```

Para el paso 11, se utilizó una línea de comando que permitiera instalar el paquete “unzip”, esto para poder tener una herramienta que permitiese descomprimir el archivo geoserver-2.22.0-war.zip. El comando utilizado fue:

```
sudo apt-get install unzip
```

Una vez instalado el paquete “unzip” en el sistema, se procedió a descomprimir el archivo de GeoServer descargado, este fue el paso 12 realizado y se logró utilizando el comando:

```
sudo unzip geoserver-2.22.0-war.zip
```

El paso 13 es quizá uno de los más importantes, porque lo que se realizó fue mover el archivo "geoserver.war" obtenido de haber descomprimido el archivo geoserver-2.22.0-war.zip, a la ubicación "/var/lib/tomcat9/webapps/" perteneciente a Apache Tomcat, al estar el archivo en esta dirección, el servidor lo podrá detectar y a su vez desplegar a nivel de red. El comando aplicado para mover el archivo fue:

```
sudo mv geoserver.war /var/lib/tomcat9/webapps/
```

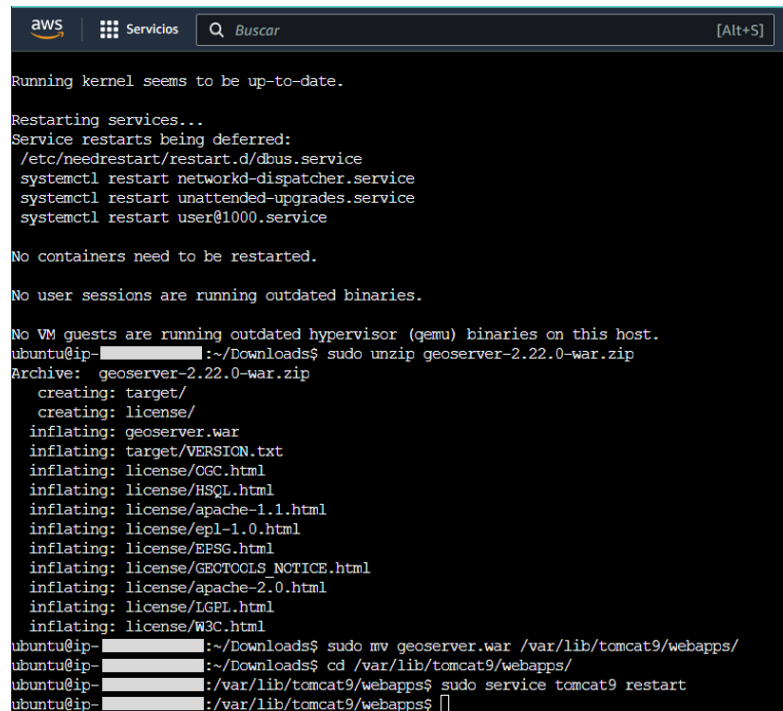
El paso 14 consistió nuevamente en la realización de un cambio de directorio, para esta ocasión fue necesario ubicarse en la carpeta establecida para las aplicaciones web de Apache Tomcat, haciendo uso del siguiente comando:

```
cd /var/lib/tomcat9/webapps/
```

El paso 15, sería el último usando la línea de comandos, este consistió en reiniciar el servidor de Apache Tomcat para que se realizarán los cambios y que de esa manera al ejecutar la dirección web correcta, se pueda desplegar GeoServer. El comando usado para reiniciar el servidor es:

```
sudo service tomcat9 restart
```

La figura 4.7 muestra la línea de comandos en donde se debían introducir las instrucciones mencionadas desde el paso 5 al 15.



```
aws Servicios Q Buscar [Alt+S]
Running kernel seems to be up-to-date.
Restarting services...
Service restarts being deferred:
/etc/needrestart/restart.d/dbus.service
systemctl restart networkd-dispatcher.service
systemctl restart unattended-upgrades.service
systemctl restart user@1000.service
No containers need to be restarted.
No user sessions are running outdated binaries.
No VM guests are running outdated hypervisor (qemu) binaries on this host.
ubuntu@ip-10.10.10.10:~/Downloads$ sudo unzip geoserver-2.22.0-war.zip
Archive:  geoserver-2.22.0-war.zip
  creating: target/
  creating: license/
  inflating: geoserver.war
  inflating: target/VERSION.txt
  inflating: license/OGC.html
  inflating: license/HSQL.html
  inflating: license/apache-1.1.html
  inflating: license/epl-1.0.html
  inflating: license/EPSSG.html
  inflating: license/GEOTOCOLS_NOTICE.html
  inflating: license/apache-2.0.html
  inflating: license/LGPL.html
  inflating: license/W3C.html
ubuntu@ip-10.10.10.10:~/Downloads$ sudo mv geoserver.war /var/lib/tomcat9/webapps/
ubuntu@ip-10.10.10.10:~/Downloads$ cd /var/lib/tomcat9/webapps/
ubuntu@ip-10.10.10.10:/var/lib/tomcat9/webapps$ sudo service tomcat9 restart
ubuntu@ip-10.10.10.10:/var/lib/tomcat9/webapps$
```

**Figura 4.7.** Instalando herramientas en la instancia por medio de la línea de comandos.

Fuente: elaboración propia

Por llegar a este punto la ventana de la línea de comandos podía ser cerrada, para luego abrir una nueva ventana de búsqueda en donde se debe introducir en la barra de direcciones la URL de la siguiente manera:

`http://[URL del servidor EC2]:8080/geoserver/web/`

Al ingresar a esa dirección se desplegó la interfaz web de GeoServer en el servidor EC2 de AWS. Dicha interfaz de bienvenida se muestra en la siguiente figura.



**Figura 4.8. Interfaz de bienvenida a GeoServer.**

Fuente: elaboración propia

### 4.5. Configuración de GeoServer como plataforma para brindar geoservicios

El desplegar GeoServer desde la instancia EC2 de AWS, permite que al dirigirse a la dirección URL establecida para su acceso, esta lo redirija hasta la interfaz web del servidor. Una vez cargada la página de bienvenida, se encontrará un formulario de inicio de sesión, en donde se tendrá el espacio para ingresar un nombre de usuario y una contraseña, junto a un botón que se selecciona para identificarse e ingresar a la parte privada de la plataforma.

Es importante mencionar que, cuando se crea y se desea ingresar por primera vez, se debe de identificar con el nombre de usuario: “admin” y la contraseña: “geoserver”, esto debido a que están determinados por defecto. Lo ideal es crear uno o varios usuarios y determinarles su debida contraseña una vez se ingrese a la interfaz privada, en este caso se determinaron tres usuarios, uno por cada miembro que está desarrollando este proyecto.

La forma de crear los nuevos usuarios y de asignarle a cada uno una contraseña se realizó de la siguiente forma: se tuvo que acceder a la opción “Usuarios, grupos y roles” localizado en la sección seguridad, al desplegarse la ventana se eligió la pestaña “Users/Groups”, al estar en dicho punto se procedió a dar en “Añadir nuevo usuario”, se abrió una nueva ventana la cual debe de rellenarse con el nombre de usuario, la contraseña, la confirmación de la misma y con el rol que se le quiere asignar, en este caso se necesitaba determinar tres con labores administrativas.

En caso de que se quiera un rol con menos privilegios, el cual solo pueda visualizar la información existente en GeoServer, deberá crearse primero en la opción “Crear un nuevo rol” en la pestaña “Roles”.

En la Figura 4.9 se muestra la creación de uno de los roles de administrador, cuyo encargado será uno de los miembros del proyecto.

The screenshot shows the GeoServer web interface for editing a user. The top right corner indicates the user is logged in as 'Admin\_Alexis' with a 'Cerrar sesión' button. The main heading is 'Editar usuario'. Below this, there is a sub-heading 'Puede cambiar la contraseña, o cambiar los roles del usuario'. The form contains several sections: 'Nombre de usuario' (Admin\_Maria), 'Habilitado' (checked), 'Contraseña' and 'Confirmar la contraseña' fields, 'Propiedades de usuario' table with 'Clave' and 'Valor' columns, and a 'Grupos' section with 'Grupos disponibles' and 'Grupos seleccionados' lists. At the bottom are 'Guardar' and 'Cancelar' buttons.

**Figura 4.9. Creación de usuarios administrativos en GeoServer.**

Fuente: elaboración propia

Una vez creados dichos usuarios, se modificó la contraseña que viene determinada por defecto en el usuario de administración general, para evitar la vulnerabilidad en la plataforma, ya que, si no se hace, se deja el espacio para que otros usuarios puedan entrar y administrar los datos que están almacenados.

Es importante destacar que la página principal de GeoServer cuenta con diferentes secciones y herramientas de utilidad, estas buscando especialmente la generación de geo-servicios, por lo tanto, para poder ofrecer este tipo de servicios, se deben de seguir algunos pasos, los desarrollados en este proyecto fueron:

Primeramente, consistió en crear los espacios de trabajo en los que se iban a contener los datos a publicar, para esto se debió ir a la sección “Datos”, se eligió la opción “Espacios de trabajo”, se abrió el lugar donde se gestionan, de ahí se seleccionó “Agregar un nuevo espacio de trabajo”, este es considerado como un nodo.

En este proyecto, en la parte de la creación de la base de datos con pgAdmin 4, se determinaron tres esquemas de trabajo, los cuales fueron: “belen”, “observatorio” y “publicaciones”, en donde el primero tiene las capas de los tres distritos del cantón de Belén y la capa de “uso de suelos”, el segundo contiene las capas generadas para cada una de las tablas realizadas (“provincia”, “canton”, “distrito”, “terreno”, “valor\_mercado” y fotos”), el último contiene las tablas de (“consultas profesionales y “ofertas\_y\_ventas”), por lo tanto, se puede considerar que cada esquema es un sub nodo y al considerarlos de esa manera se crearon entonces tres espacios de trabajo.

Luego de dar en la opción “Agregar un nuevo espacio de trabajo” se abre una ventana en donde se configuraron tres espacios de trabajo nuevos, al primero se le otorgó el nombre “Belen\_aws” y el URI asociado a este espacio fue “[http://URL del servidor EC2/geoserver/web/Belen\\_aws](http://URL_del_servidor_EC2/geoserver/web/Belen_aws)”, al llenar esos campos con esa información, se dio en guardar y se configuró el segundo espacio con el nombre “Observatorio\_aws” y el URI asociado en esta ocasión fue: [http://URL del servidor EC2/geoserver/web/ Observatorio\\_aws](http://URL_del_servidor_EC2/geoserver/web/Observatorio_aws), y por último se creó el espacio “Publicaciones\_aws” y el URI asociado fue [http://URL del servidor EC2/geoserver/web/Publicaciones\\_aws](http://URL_del_servidor_EC2/geoserver/web/Publicaciones_aws).

Es importante mencionar que, dicha información fue ingresada en el apartado de información básica del espacio de trabajo, en la pestaña seguridad no se establecieron permisos, sin embargo, en caso de ser necesario y de restringir un poco el acceso a quienes pueden visualizar la información, se debe de configurar en este punto.

El siguiente paso consistió en la habilitación de geoservicios, para lograrlo se debió ingresar en los espacios de trabajo creados, con esto se abriría la opción de editarlos, en dicho lugar, se presenta la elección de los servicios que se desean habilitar, en este caso para ambos espacios de trabajo creados, se seleccionaron los servicios WCS, WFS y el WMS, seguidamente se procedió a dar en el botón aplicar y nuevamente en guardar para que el cambio se ejecute correctamente.

Seguidamente, se debió crear tres almacenes de datos, para lograrlo se hicieron una consecución de procesos pequeños, primero se debió ir a la sección “Datos” nuevamente, se eligió la opción llamada “Almacenes de datos”, se abrió el lugar en donde se gestionan los almacenes que proveen datos a GeoServer, de ahí se seleccionó la opción “Agregar nuevo almacén”, dicha opción lo lleva a una pantalla en donde se debe de seleccionar el tipo de origen de datos que se desea configurar, en este punto se visualiza que las opciones en el caso de datos vectoriales son: a través de un directorio de archivos espaciales, GeoPackage, usando PostGIS de una base de datos, por medio de Shapefiles o incluso a través de algún servicio WFS; también en el caso de que se requiera algún origen de datos ráster existen algunas

opciones como: usando un complemento de mosaico GeoPackage, uno de creación de mosaicos de imágenes, usando GeoTIFF, entre otros.

Para el caso de este proyecto, el origen de los datos fue a través del PostGIS de una base de datos (PostGIS - PostGIS Database), se seleccionó dicha opción que está dentro de los orígenes de datos vectoriales. Una vez en la configuración para establecer PostGIS de la base de datos como el origen, se tuvo que ingresar información básica para de esa manera lograr la conexión entre los almacenes que pretendían ser creados y la base de datos conectada al servidor de Amazon Web Services.

Se seleccionó uno de los espacios de trabajo antes creados (“Belen\_aws”, “Observatorio\_aws”, “Publicaciones\_aws”), se asignó un nombre de origen de datos, es importante mencionar que dicho nombre fue el que tomó el almacén en GeoServer; de esa manera cuando se trabajó con el espacio “Belen\_aws” se le asignó de nombre “Belen\_AWS” al almacén y cuando se trabajó con el espacio “Observatorio\_aws”, el nombre que se utilizó para el almacén fue “Observatorio\_AWS”, además para el espacio “Publicaciones\_aws” se le asignó al almacén el nombre “Publicaciones\_AWS”, esto para mantener una relación cercana entre los nombres y lograr diferenciar ambas instancias. Seguidamente, había un campo en el que se añadió una descripción de los datos que se iban a guardar en cada almacén.

El detalle más importante de la sección para la creación de los almacenes de datos fue la parte de rellenar los parámetros de conexión, en este punto se encontraban opciones que debían ser llenadas con la información de la base de datos, los parámetros por completar fueron:

El “host” o “anfitrión” debía ser completado con la dirección IP o con una dirección URL determinada por el servidor en donde se alojó la base de datos, para este caso la instancia de base de datos creada en AWS brindaba una dirección URL determinada para establecer este tipo de conexiones.

En el espacio llamado “Database” o “Base de datos”, se introdujo el nombre que se le asignó a la base de datos con la que se está trabajando, en este caso se ingresó: “observatorio\_aws”.

En el campo “Schema” o “Esquema”, se introdujo el nombre de los esquemas que se crearon en la base de datos, los cuales contienen las tablas necesarias, por lo tanto, se introdujo “belen” en el campo cuando se realizó la configuración del almacén de “Belen\_AWS”, “observatorio” cuando se estableció el almacén “Observatorio\_AWS” y “publicaciones” para la configuración del almacén “Publicaciones\_AWS”.

También fue necesario rellenar los campos de usuario y contraseña con la información que se utilizó a la hora de conectar la base de datos al servidor web de AWS, de esa manera en el espacio usuario se introdujo “postgres” y la contraseña ingresada fue el valor determinado por

---

los miembros del proyecto para dicho usuario en el momento de crear la conexión. Finalmente se da en guardar y con esto se estableció la conexión de PostGIS entre GeoServer y la base de datos del proyecto, funcionando entonces esta última como el origen de los datos que se brindarán en el servidor de GeoServer.

Cabe destacar que, en algunos casos se puede hacer el cambio del usuario con el que se realizó la conexión de la base de datos con el servidor web, si sucede este caso se debe de ingresar el nuevo usuario y su debida contraseña en los campos respectivos; si esto se presenta, se cambia la opción SSL mode de “disable” o “deshabilitado” a “Allow” o “permitir”, esto se realiza para que los parámetros de GeoServer acepten a ese nuevo usuario y permita que la base de datos por medio de PostGIS sea el origen de la información geoespacial para ese almacén de datos.

Posteriormente, se publicó las capas que se necesitaban, gracias al haber hecho la conexión y de definir correctamente los esquemas de la base de datos como el origen de la información. De esa manera, para lograr la publicación de las capas y tablas creadas, se realizó una breve consecución de procesos, donde primeramente se volvió a la sección “Datos” y de ahí se seleccionó la opción “Capas”, se desplegó una pantalla en donde están algunas capas que incluye GeoServer por defecto (esto en caso de que no se hayan borrado).

En dicha pantalla está la opción “Agregar una nueva capa”, por lo cual se seleccionó la misma, esto lo redirige a una nueva ventana en donde se debe de elegir el almacén de trabajo que contenga las capas que se necesitan, por lo que, cuando se publicaron las capas de los distritos de Belén se seleccionó el almacén llamado “Belen\_AWS” y para publicar las capas de las tablas, se escogió el almacén “Observatorio\_AWS”, mientras que, para mostrar las tablas “consultas\_profesioanles” y “ofertas\_y\_ventas”, se estableció el almacén “Publicaciones\_AWS”.

Ahora, por seleccionada la capa a publicar, se abría una nueva pantalla de edición relacionada con la información de dicha capa, en la parte de los Sistemas de Referencia Soportados (SRS) se pulsó en buscar y se seleccionó el SRS que tiene el archivo subido, por lo tanto, se eligió el EPSG 5367 que corresponde al sistema CRTM05, ya que las capas están en este sistema.

En la parte del menú desplegable llamada gestión del Sistemas de Referencia de Coordenadas (SRC) se escogió la opción que dice “Reproyectar del nativo al declarado”, en la siguiente sección denominada encuadres, el encuadre nativo se calculó desde los datos y el encuadre “Lat/Lon” se calculó usando el encuadre nativo obtenido. Finalmente, se dio en la opción guardar para terminar de esa manera la publicación de la capa y se repitieron todos los procesos del paso 10 con cada una de las capas que se deseaba publicar.

En la Figura 4.10 se muestra parte de los procesos de edición que se le realizó a cada una de las capas, en donde se tenía que definir el Sistema de Referencia para luego realizar el cálculo de encuadres.

**Sistema de referencia de coordenadas**

SRS nativo  
EPSG:5367 [EPSG:CR05 / CRTM05...](#)

SRS declarado  
EPSG:5367  [EPSG:CR05 / CRTM05...](#)

Gestión de SRC  
Reproyectar del nativo al declarado ▼

**Encuadres**

Encuadre nativo

| Min X         | Min Y       | Máx X      | Máx Y        |
|---------------|-------------|------------|--------------|
| 478,793.46875 | 1,101,988.5 | 483,157.25 | 1,104,865.75 |

[Calcular desde los datos](#)  
[Calcular desde los límites del SRS](#)

Encuadre Lat/Lon

| Min X            | Min Y           | Máx X            | Máx Y           |
|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| -84.193435046525 | 9.9659850050273 | -84.153618801473 | 9.9920213175290 |

[Calcular desde el encuadre nativo](#)

**Figura 4.10. Definición del SRC y el cálculo de los encuadres de la capa.**

Fuente: elaboración propia

Por haber concluido el paso anterior, se tuvieron en total ocho capas publicadas, tres de los distritos llamadas: “san\_antonio”, “la\_ribera” y “la\_asuncion”, una relacionada con los usos de suelos del cantón: “uso\_suelo”, además de dos capas vinculadas con las tablas, en las cuales se mostraría la información recolectada durante el proyecto al usuario final, estas tienen de nombre: “consultas\_profesionales” y “ofertas\_y\_ventas”, así como las capas de los datos fuente “terreno” y “valor\_mercado”, estas no se publicaron para los usuarios.

Para poder visualizar el resultado de la publicación se debió ir nuevamente a la sección “Datos” y luego seleccionar “Previsualización de capas”, en dicho apartado aparecerán todas las capas que se hayan publicado en GeoServer, si se desea ver el aspecto de alguna hasta el momento, se ingresa en la opción “Open Layer” y de esa manera se podía observar que tenían un estilo por defecto.

En la Figura 4.11 se detallan las ocho capas mencionadas, ubicadas en la sección “Capas” después de haber realizado su debida publicación. Y en las figuras 4.12 y 4.13 se denota el resultado de dos capas publicadas, en donde se aprecia el estilo por defecto que les dio GeoServer.

# Trabajo Final de Graduación



Figura 4.11. Sección en donde se gestionan y muestran las ocho capas públicas para este proyecto.  
Fuente: elaboración propia

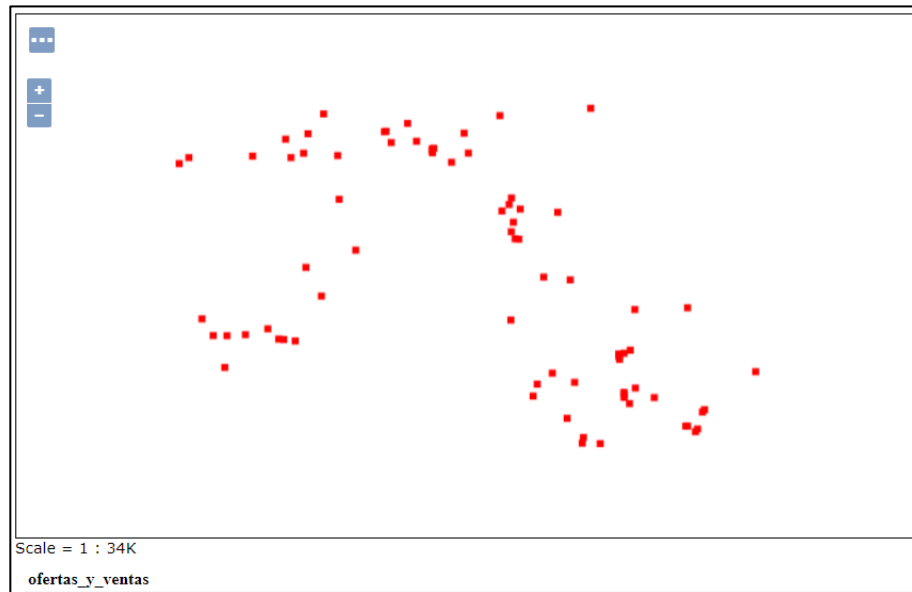


Figura 4.12. Previsualización de la tabla “ofertas\_y\_ventas” publicada.  
Fuente: elaboración propia

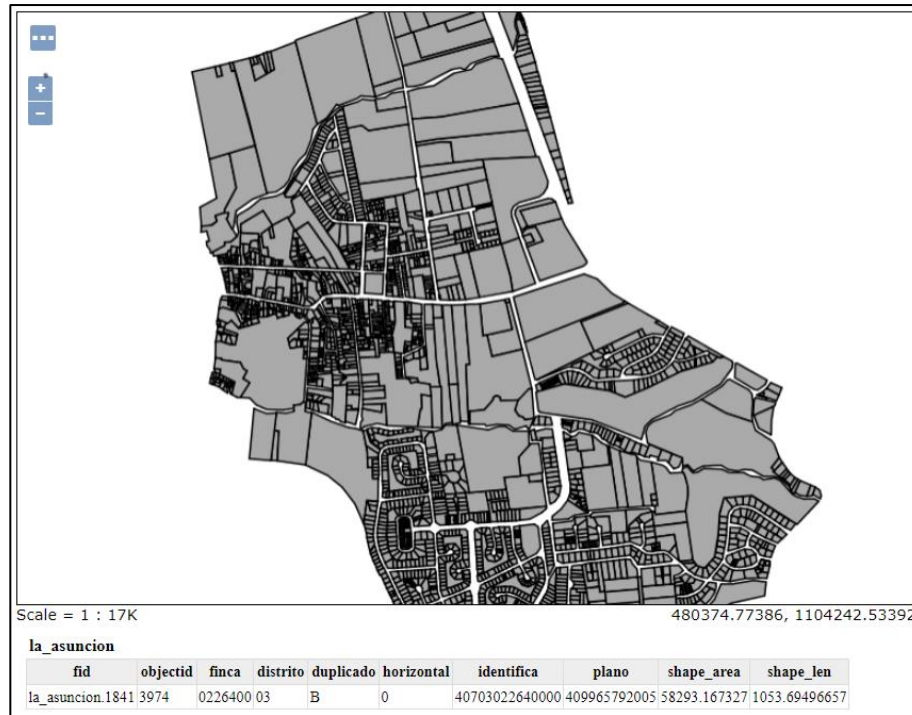


Figura 4.13. Previsualización de la capa del distrito de La Asunción publicada.

Fuente: elaboración propia

Como el aspecto es algo importante, se buscó darles una mejor apariencia estética a las capas, este punto se logró gracias a que GeoServer permite cargar estilos personalizados. Una manera de hacerlo es guardando la simbología de una capa para de esa forma poder incluirla en el GeoServer, se utilizó QGIS para extraer los estilos personalizados que se le querían dar a las capas.

En el panel de propiedades de QGIS, en la sección de simbología, se editó el estilo de las capas tal cual como se deseaba su visualización para el observatorio, una vez completada su edición, se seleccionó el botón estilo y se dio en “guardar estilo”, se eligió que el formato de salida sea (.SLD) y se indicó la dirección de la carpeta en la que se almacenaron, para de esa forma luego poder crear nuevos estilos en GeoServer y poder cargarlos a las capas en la parte de edición de estas.

En la Figura 4.14 se muestra la ventana que despliega GeoServer cuando se crea un estilo nuevo, se denota la información brindada de haber cargado el estilo personalizado usando el formato (.SLD).

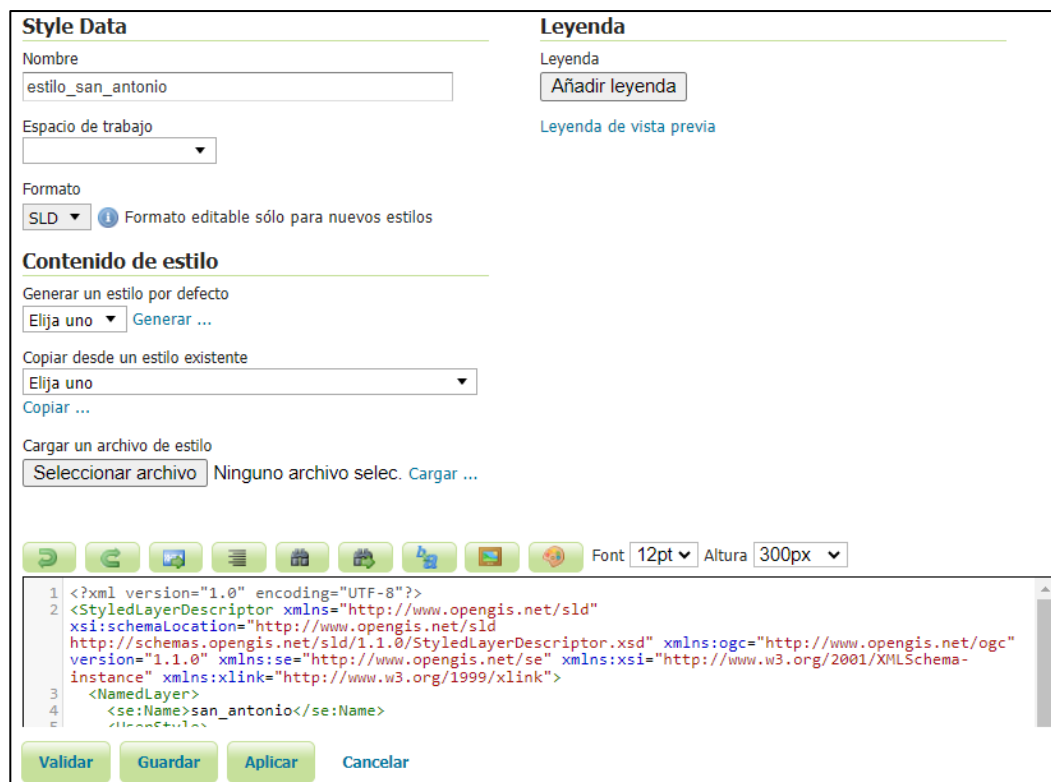


Figura 4.14. Cargando un nuevo estilo con formato (.SLD).

Fuente: elaboración propia

Por estar publicadas las capas y con los respectivos estilos creados para cada una, solo quedaba obtener los enlaces que servirían para crear las conexiones WMS y WFS para de esa manera poder usar las capas que se requieran, a través de los geoservicios brindados.

Por lo tanto, para obtener esos URL se ingresó nuevamente en la opción de “Previsualización de capas” que está ubicado en la sección denominada “Datos”, de ahí se seleccionó una capa de las del almacén “Belen\_AWS”, “Publicaciones\_AWS” y otra del “Observatorio\_AWS”, al visualizarla a través de seleccionar la opción “Open layer” se desplegó la capa seleccionada en una ventana nueva, dicha ventana tendrá un URL determinado en el espacio de la barra de búsqueda, por lo cual se hace una copia de esos enlaces y con estos se establecen las nuevas conexiones a través del espacio de navegador, en donde están las opciones de conectar los geoservicios WMS y WFS.

#### 4.6. Creación del visor web a través de QGIS Cloud

Como paso inicial, fue necesario acceder al sitio web de QGIS Cloud (QGIS Cloud), en este sitio se debe crear el usuario, registrarlo a una cuenta de correo electrónico y establecer una contraseña. Para efectos de este proyecto, se utilizó el usuario “Observatorio2023”, con el

correo electrónico [observatorio.vmt@gmail.com](mailto:observatorio.vmt@gmail.com) y una contraseña establecida por los miembros del proyecto.

Seguidamente, desde la aplicación QGIS en la sección de complementos se procedió con la búsqueda e instalación de “QGIS Cloud Plugin”, una vez instalado se inició sesión con las credenciales establecidas anteriormente para el proyecto. Es importante destacar que, antes de comenzar a cargar los datos, QGIS Cloud por defecto debe generar una base de datos para el alojamiento del trabajo a ser publicado, cuya capacidad de almacenamiento es de 50 megabytes (MB).

Los datos con los que QGIS Cloud va a trabajar son importados desde GeoServer con la ayuda de los geoservicios WFS, por medio de QGIS se cargan las tablas de “consultas\_profesionales” y “ofertas\_y\_ventas”, además de las capas “san\_antonio”, “la\_ribera”, “la\_asuncion” y “uso\_suelos”.

Con las capas activas en QGIS, se trabajó en el diseño gráfico de estas, por medio de la creación de estilos para los distritos, donde se le asignó color a cada una de ellas. Además, para las ofertas, ventas y consultas, se crearon íconos de localización de distintos colores, que reflejaran los diferentes tipos de referencia para la obtención de valores y que a su vez resaltaran sobre los colores escogidos para las capas.

Por otra parte, se realizó la agrupación de puntos o “cluster” de acuerdo a la cercanía entre las ofertas obtenidas, esto con el fin de que, en una vista general se logre evitar una saturación visual con los íconos y a su vez, obtener un estimado del movimiento del mercado en zonas determinadas.

Finalizada la parte estética del proyecto, se continuó desde la ventana de QGIS Cloud, en la sección de cargado de datos se visualizaron las capas que se deseaban publicar, una vez estas se encontraron en dicha sección, se seleccionó el botón de cargando datos y se esperó a que finalizara el proceso. Un aspecto por considerar es el contar con mapas bases, para ubicar geoespacialmente la información, QGIS Cloud cuenta con varios servicios de mapas base para añadir capas de fondo, de estas se seleccionaron cuatro opciones: OpenStreetMap, OSM Humanitarian Data Model, Bing Aerial y Bing Aerial with labels.

El siguiente paso, fue dar clic en el botón publicar mapa, donde QGIS Cloud cargaría los estilos, los mapas base y las capas del proyecto a la base de datos que generó automáticamente, para posteriormente crear el enlace donde se podrá visualizar el mapa web elaborado. Dicho proyecto debe ser guardado por cada uno de los miembros para cuando se realicen futuras actualizaciones en las capas, porque en caso de no guardarse, deberán de repetirse los procesos desde la importación de la información de la base de datos “observatorio\_aws”.

Sin embargo, es importante destacar que cuando se realicen actualizaciones en las capas, el mapa web elaborado no es por sí solo actualizable, por lo que se deberá de cargar el proyecto guardado y en el panel de QGIS Cloud dar clic en el botón actualizar capas y posteriormente en el de publicar, manteniendo el enlace original del sitio.

### 4.7. Creación de la página web

La construcción de una página web es de importancia debido a que es una fuente sencilla, con la cual se pueden alcanzar diversos objetivos que benefician la implementación de un observatorio de valores de mercado de terrenos como el que se está desarrollando.

Entre las principales razones por la cual se hace uso de una página web, es por la accesibilidad que estas le proveen a proyectos de este tipo, debido a que cualquier usuario con un dispositivo que tenga internet puede acceder a consultar la información que en ellos se brinda.

Por la interactividad, esto debido a que permite un contacto más cercano de interacción entre las funciones que brinda el visor y las consultas que el usuario desea sean aclaradas, también por la actualización de los datos, debido a que permite establecer fuentes de contacto en donde posibles concededores de valores de terrenos pueden compartir sus insumos por estos medios, para ser analizados y posteriormente ser añadidos al visor en caso de cumplir con los estándares de calidad que el proyecto pretende. Otras ventajas del uso e implementación de una página web es sin duda la facilidad para compartir, difundir y tener un mayor alcance o proyección del observatorio, siendo de provecho para los diferentes actores involucrados en el sector inmobiliario.

#### 4.7.1. Creación de página web con Webnode

La herramienta utilizada para la elaboración de la página web fue Webnode como sitio para la creación de contenidos debido a su adaptabilidad, la libertad y facilidad de edición que posee.

Para la elaboración del sitio web era necesaria la creación de una cuenta de editor, por lo que se creó un usuario y una contraseña para su ingreso, seguidamente al ingresar a la página web, existió la posibilidad de elegir entre dos opciones, crear una página desde cero o bien que por medio de una Inteligencia Artificial (IA) se creara una base en concordancia con descripciones brindadas según el resultado esperado, por lo que se optó por experimentar con la tecnología de la IA. Se obtuvo como producto una página agradable y con una estructuración básica para un sitio web, con lo cual, posteriormente se editó la interfaz con estilos personalizados y agregando la información que se deseaba mostrar a los usuarios.

Parte de los elementos que se crearon e importaron, fueron:

- Imágenes y logo

Entre estas fotografías acordes al proyecto capturadas en las visitas de campo, además de ilustraciones de elaboración propia para los apartados del manual de uso y glosario. Por otro lado, se importó el logo creado para identificar el observatorio.

- Botones

Se realizó la personalización y configuración de vínculos para los botones, permitiendo una navegación y consulta amigable con el usuario.

- Documentos

Se ingresaron los documentos creados, como el glosario y la guía de uso del visor, con el fin de orientar al usuario en la exploración y navegación de la plataforma.

- Formulario

Se creó un formulario con ayuda de la herramienta Google Form, con la finalidad de recopilar información relacionada con valores de mercado, por parte de profesionales en el tema de avalúos.

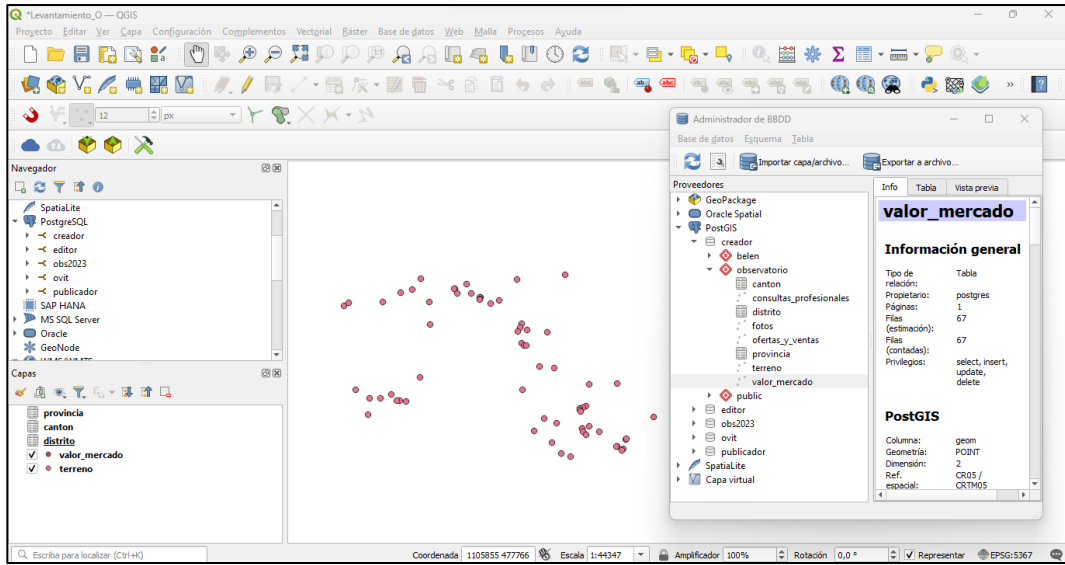
- Conexiones

Se asociaron vínculos a los diferentes botones y pestañas de navegación, entre estos la conexión del visor con el sitio web, debido a que el visor se creó usando la plataforma web de QGIS Cloud.

#### **4.8. Configuración de información para ingreso con la aplicación QField**

Para una mejor manipulación de los datos en campo, se procedió a trabajar con formularios como paso inicial antes de cargar la información de la base de datos a la aplicación móvil QField, se procedió a crear en QGIS un nuevo proyecto llamado “Levantamiento\_AWS”. Una vez creado el proyecto, se cargaron las capas de terreno y valor de mercado, además las tablas de provincia, cantón y distritos, utilizando el administrador de bases de datos de QGIS, tal y como se muestra en la Figura 4.15.

# Trabajo Final de Graduación



**Figura 4.15. Conexión y carga de información de la base de datos con QGIS.**

Fuente: elaboración propia.

Seguidamente, desde las propiedades de cada capa y tabla, se configuró la opción de “formulario de atributos”. Esto se realizó de forma personalizada para cada una de ellas, con el fin de estandarizar las posibles respuestas que acepte cada columna de atributo.

A continuación, se hace una breve descripción de cómo se configuraron los formularios de atributos para cada capa y tabla:

| Tabla provincia       |                  |                     |                    |
|-----------------------|------------------|---------------------|--------------------|
| Atributo              | Tipo de control  | Descripción         |                    |
| id_provincial         | Rango            | Mínimo: 68          | Máximo: 2147483647 |
| Provincia             | Mapa de valor    | Valor: 4            | 4                  |
| Nom_provincia         | Mapa de valor    | Valor: Heredia      | Heredia            |
| id_referencia_terreno | Edición de texto | Se ingresa el valor |                    |
| id_terreno            | Rango            | Mínimo: 68          | Máximo: 2147483647 |

**Cuadro 4.1. Configuración del formulario de atributos para la tabla provincia**

Fuente: elaboración propia

En el cuadro anterior, se muestra cómo se estableció el formulario de atributos para la tabla provincia, los tipos de control que se utilizaron para el desarrollo de este, fueron:

El rango se utilizó para establecer una numeración consecutiva, en esta ocasión se visualiza que el rango mínimo que se ingresó fue 68, debido a que ya se contaban con 67 terrenos estudiados y el rango máximo tiene un valor alto contemplando los estudios de terrenos futuros.

El mapa de valor se utilizó para asignar valores numéricos y alfanuméricos, así como descripciones a diferentes categorías que contenían múltiples opciones de respuesta. Este tipo de control se implementó especialmente para representar y analizar datos cualitativos.

El tipo de control edición de texto se implementó en aquellos atributos donde su digitalización no se puede categorizar, debido a que son variables específicas para cada uno de ellos, como es el caso del área, frente, fondo, id de referencia, entre otros. Para la elaboración de los formularios de atributos de cantón, distrito, valor\_mercado y terreno, se utilizaron los mismos tipos de control descritos para garantizar una estandarización de la información por recolectar.

Una vez creados todos los formularios, se instaló en QGIS el complemento QFieldSync, seguidamente, se ingresó el mapa base OSM Standard a través del complemento “QuickmapServices”. Este mapa se debió centrar sobre el área de interés del proyecto.

Se procedió a empaquetar el mismo, se logró utilizando la opción de QFieldSync “empaquetar para QField”, donde se redireccionó el directorio de exportación a la carpeta llamada “Levantamiento\_AWS\_qfield”, antes de guardar el proyecto, se debió configurar el tipo de exportación de este, estableciéndose que se exportaría por cable y que la edición de las capas y tablas fuera en línea. Una vez realizado el proceso de empaquetado, se instaló en el celular la aplicación QField y se procedió con la exportación al móvil.

#### **4.9. Recolección y actualización de datos geospaciales con la aplicación QField**

El proceso de recolección de datos geospaciales en campo haciendo uso de la aplicación QField fue realizado de la siguiente manera:

- Como ya se mencionó, la aplicación QField debía estar descargada e instalada en los dispositivos móviles Android que se usarían para la captura de los datos.
- El proyecto empaquetado en el cual se había realizado toda la configuración de los atributos y del tipo de control que se había aplicado debía estar ubicado en las carpetas de la aplicación QField, esto para que, en el proceso de abrir la aplicación, estuviese como opción seleccionar el proyecto.
- Realizando la segunda visita al cantón de Belén y ubicados geográficamente en cada uno de los terrenos nuevos en estudio, se procedió a seleccionar primeramente la capa de terreno, luego se seleccionaba la figura o ítem de un lápiz, la cual es la herramienta que habilita la edición de la capa, seguidamente se llenaban los datos con las características correspondientes en cada uno de los atributos, por lo tanto se ingresaba un id de referencia, los valores de dimensiones, en los atributos que tenían valores

opcionales se seleccionaba la que mejor representaba el terreno y de esa manera se rellenaba por completo todos los atributos de la tabla terreno, una vez completados con la información correspondiente se debía tocar el ícono de verificado o check para guardar la edición.

- Seguidamente se debían completar las demás tablas de provincia, cantón, distrito y valor de mercado, por lo tanto, se seleccionaban las capas restantes una por una y se daba en el ítem del lápiz para poder editarlas, se rellenaban con los datos que correspondía indicando de esa forma el nombre y número de la provincia, cantón, distrito, el valor total, valor unitario, fuente, tipo de fuente y fecha de publicación. Además del id de referencia ya que es el atributo más importante, siendo la llave que permite enlazar la información con las demás tablas.

Es importante tomar en cuenta que, para llevar a cabo la recolección de la información, la instancia de la base de datos debe de estar encendida en Amazon Web Services, permitiendo así también la actualización en tiempo real de los datos.

La actualización y mantenimiento de la información contenida en la base de datos, además de realizarse con la utilización del QField, también se puede ejecutar directamente con el administrador de la base de datos y desde el Sistema de Información Geográfica QGIS, manipulando los datos desde la tabla de atributos. Lo ideal es que este proceso se realice de manera periódica, concordando con las visitas y captura de información.

## Capítulo 5: Resultados

En el presente capítulo se muestran los resultados obtenidos durante el desarrollo de las diversas actividades del proyecto, mostrando los diferentes avances que se obtuvieron y la evolución lograda a través de las distintas pruebas realizadas como se mencionó en la sección metodológica.

Estos resultados comprenden las respuestas de herramientas suministradas a profesionales en el tema de valoraciones de bienes, donde estas fueron tabuladas en gráficos e imágenes demostrando las opiniones y sugerencias obtenidas, también se muestran los distintos datos recolectados y los métodos usados para lograr tal fin, seguidamente se muestra el proceso de la creación de la base de datos tanto el diseño como su implementación, así como el trabajo realizado para el hospedaje de la misma en un servidor web, y el alojamiento de las diferentes herramientas necesarias para la estructura que posee el observatorio.

Por último, se comparten los resultados obtenidos para el visor geoespacial donde se muestran los datos recolectados de forma gráfica, así como la página web que es el sitio donde se puede encontrar toda la información relacionada al observatorio, a su vez siendo el medio entre los administradores de este y los usuarios de la herramienta.

A continuación, se muestran los apartados con los respectivos resultados de los procesos realizados, siendo los más significativos para llevar a término el presente proyecto.

### 5.1. Datos obtenidos de la consulta con profesionales en valoración

Dentro de la cantidad de respuestas obtenidas se tuvo una muestra de cincuenta profesionales, donde se incluye a expertos del Departamento de Topografía y Avalúos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), personal del ONT del Ministerio de Hacienda, peritos bancarios e independientes.

Los resultados obtenidos de cada una de las preguntas son las siguientes:

La primera pregunta del formulario buscaba que los expertos brindaran posibles atributos que pudiesen ser tomados en cuenta a la hora de hacer la recolección de datos en campo. En la siguiente figura se muestra un extracto de las respuestas obtenidas.

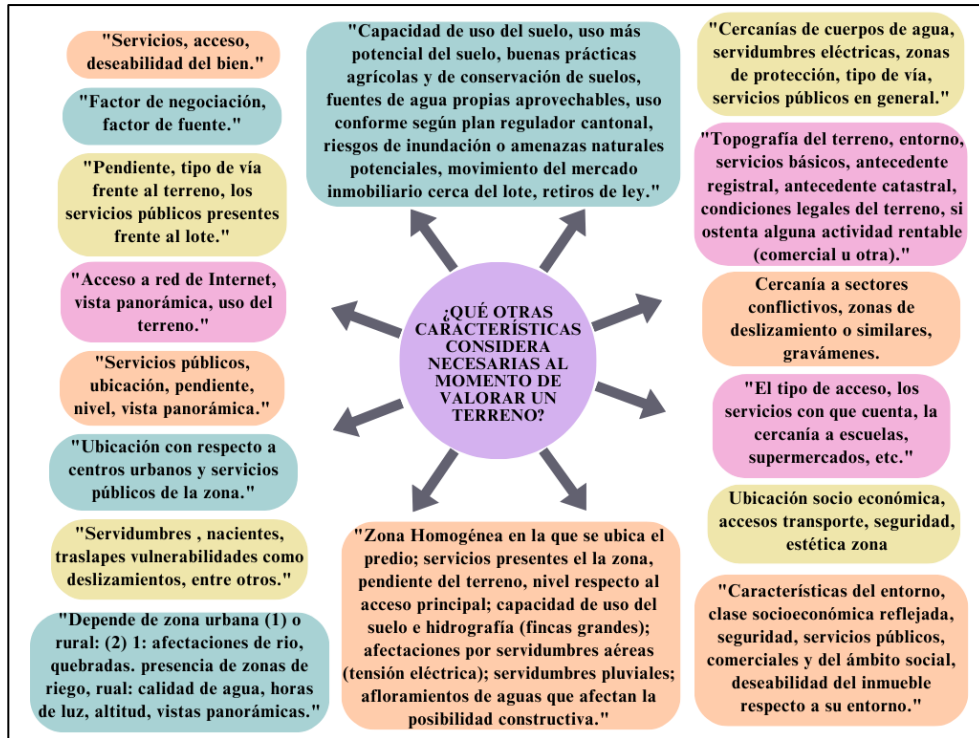


Figura 5.1. Respuestas de los expertos a la pregunta 1 del formulario.

Fuente: elaboración propia.

En la segunda consulta que se realizó, se brindaron múltiples opciones que mostraban características que pudieran dar mayor o menor plusvalía a un inmueble a la hora de realizar un avalúo. En la siguiente figura se muestran los datos obtenidos.

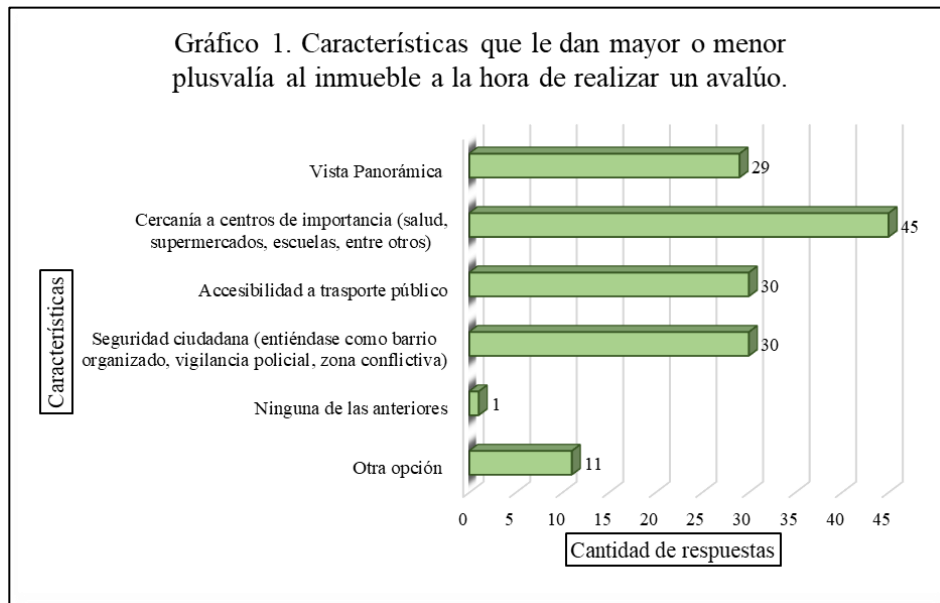


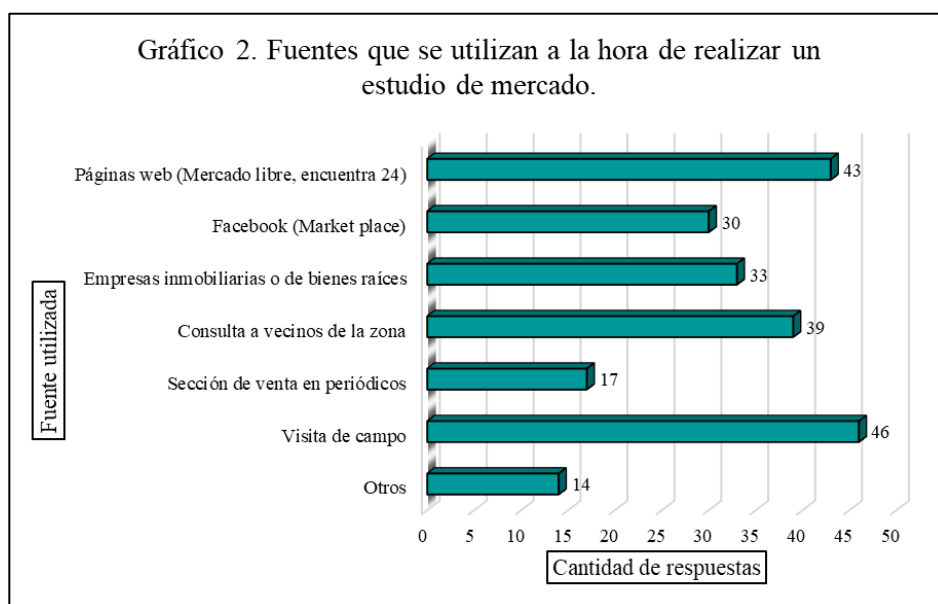
Figura 5.2. Respuestas de los expertos a la pregunta 2 del formulario.

Fuente: elaboración propia.

De la figura 5.2, se puede apreciar que la opción de cercanía de un inmueble a centros de importancia como: salud, supermercados, escuelas, entre otros; es considerada por los expertos como el atributo que le puede dar mayor o menor plusvalía a un inmueble, seguida de las opciones de: accesibilidad a transporte público, seguridad ciudadana (entendiéndose como barrio organizado, vigilancia policial, zona conflictiva) y la vista panorámica. Debido a los resultados obtenidos, estas opciones fueron contempladas dentro de los atributos que se capturaron en campo.

Por otra parte, se tuvieron once respuestas en el apartado de otras opciones, en dicho espacio se les brindó la posibilidad de agregar alguna característica que ellos consideraran influyente a la hora de realizar un avalúo, entre las respuestas obtenidas están: usos con los que dispone el inmueble, ausencia de referencias de valor, dimensiones de calles y aceras.

La siguiente consulta se enfocó en averiguar las fuentes de información que utilizan dichos profesionales en el momento de realizar un estudio de mercado. En la Figura 5.3 se detallan las fuentes más utilizadas para recopilación de información.



**Figura 5.3. Respuestas de los expertos a la pregunta 3 del formulario.**

Fuente: elaboración propia.

La principal fuente de información y en la cual confían más los expertos en valoración es la visita de campo, alcanzando una cifra de cuarenta y seis respuestas, también se puede analizar que las siguientes opciones más utilizadas son la indagación de páginas web, consulta con vecinos de la zona y Facebook. Por otra parte, se observa que el método menos utilizado es revisar la sección de ventas en periódicos.

Así mismo, se obtuvieron catorce respuestas sobre otras fuentes como: consultas a bancos, financieras, colegas, valores del Ministerio de Hacienda, hipotecas e indagando la plataforma de valores del convenio VADI-ICOVAL.

Seguidamente, se les consultó ¿Cuáles son las mayores dificultades que afronta en la búsqueda de información acerca de un terreno?; algunas de las respuestas obtenidas se muestran en la Figura 5.4.



Figura 5.4. Respuestas de los expertos a la pregunta 4 del formulario.

Fuente: elaboración propia.

Parte de las respuestas evidencian que en Costa Rica no se cuenta con una base de datos confiable de compra y venta de propiedades, que sea de acceso gratuito; a su vez, destacan la escasez de datos comparables y la inflación de los valores que se consiguen en el mercado, así como la existencia de múltiples páginas sobre ventas de propiedades que no reflejan todos los detalles de importancia del terreno.

Como consecuente de la pregunta anterior se les consultó sobre las posibles soluciones que propondrían para solventar las dificultades que mencionaron, surgiendo algunas respuestas como se muestra en la Figura 5.5.

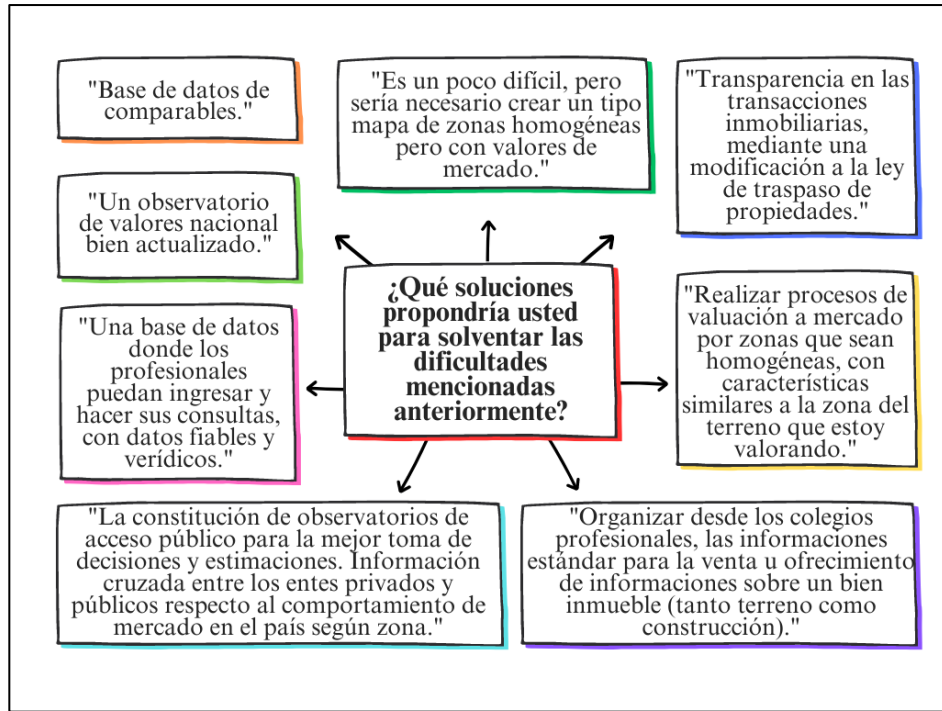


Figura 5.5. Respuestas de los expertos a la pregunta 5 del formulario.

Fuente: elaboración propia.

Entre las soluciones planteadas se denotan la creación de bases de datos comparables, donde se pueda consultar e ingresar información confiable por parte de los profesionales, observatorios nacionales actualizados, mapas de valoración de terrenos con las características de las zonas (similar a los mapas de zonas homogéneas), también se sugirió una organización por parte de los colegios profesionales relacionado con la valoración de bienes e instituciones públicas y privadas para en conjunto crear información estandarizada de valores sobre bienes inmuebles.

La siguiente interrogante a la cual respondieron los profesionales fue: ¿Considera usted que un Observatorio de Valores de Mercado de Terrenos, donde se encuentren en una misma plataforma tanto el valor comercial, las características del terreno, los servicios con los que cuenta, entre otros detalles; sería una herramienta de utilidad en sus labores profesionales? Las respuestas obtenidas se encuentran en la Figura 5.6.

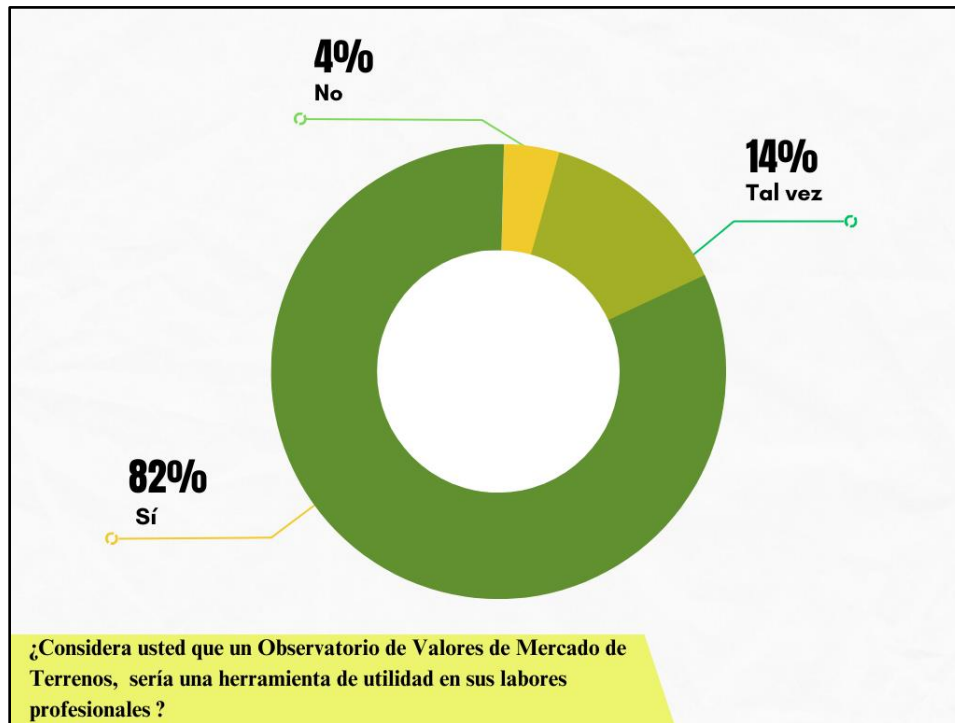


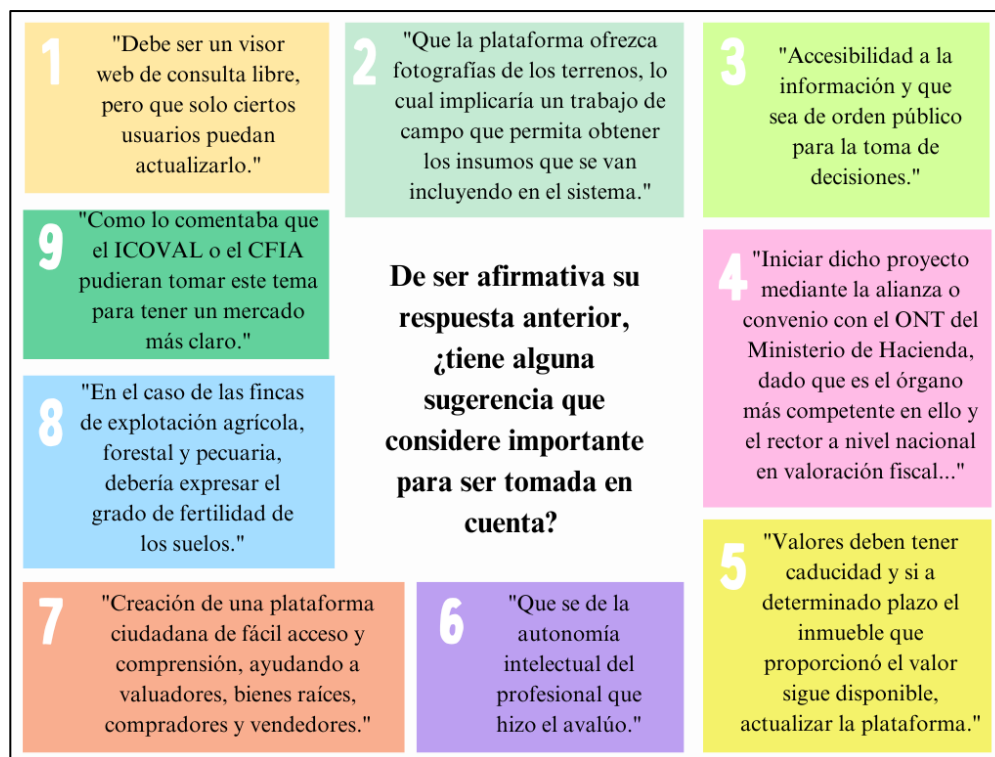
Figura 5.6. Respuestas de los expertos a la pregunta 6 del formulario.

Fuente: elaboración propia.

Del gráfico anterior, se observa que un 82% de los encuestados consideran de utilidad contar con un Observatorio de Valores de Mercado de Terrenos para el desarrollo de sus labores profesionales, donde se muestren las características del terreno, los servicios con los que cuenta, el valor comercial, entre otros detalles.

Por otra parte, un 14% de los participantes concuerdan que un Observatorio de Valores tal vez les sea de utilidad en sus actividades, mientras que un 4% indica que esto no sería relevante en sus tareas respectivas.

Por último, con base a la pregunta anterior, se les solicitó la sugerencia de ideas que pudiesen ser contempladas para la construcción de un Observatorio de Valores de Mercado de Terrenos. En esta ocasión solo se obtuvieron cuarenta respuestas de los cincuenta encuestados, algunas de estas se muestran en la siguiente figura.



**Figura 5.7. Respuestas de los expertos a la pregunta 7 del formulario.**

Fuente: elaboración propia.

De la figura 5.7, se observa que los profesionales buscan una herramienta que sea pública y de acceso libre, que tenga la posibilidad de visualizar fotografías, que exista autonomía de la información brindada, que muestre valores actualizados y variedad de características.

Una vez obtenidos los resultados de la encuesta, varios de los aspectos mencionados se consideraron para ser recolectados en campo al momento de hacer la visita y ser implementados a futuro en el observatorio.

## 5.2. Tablas obtenidas de la primera recolección de información en campo

Para realizar la recolección de información, preliminarmente se debió buscar una herramienta que cumpliera con las necesidades requeridas para el proyecto. Estas iban desde la capacidad de almacenar gran cantidad de atributos en tablas por separado, permitir atributos con caracteres numéricos y alfanuméricos, mostrando la información de forma ordenada. Partiendo de los requerimientos mencionados, la opción que se ajustó a estos fue Excel, en donde se elaboraron las tablas “Valor\_Mercado”, “Terreno”, “Servicios” y “Entorno” para cada distrito de Belén. En la sección de anexos, se muestran las tablas obtenidas para el distrito de San Antonio.

### 5.3. Implementación del modelo conceptual

Para lograr establecer una base de datos, ya sea local o alojada en un servidor web, es prioritario tener claro las necesidades que esta debe suplir. En el caso específico de este proyecto de graduación, al tratarse de una base de datos para almacenar y consultar la información del observatorio de valores de mercado de terrenos para el cantón de Belén de la provincia de Heredia, fue necesario definir la información que requerían los usuarios conocer (coberturas) a cerca de los terrenos, las coberturas planteadas fueron: provincia, cantón, distrito, terreno, valor de mercado y fotos; las cuales se asociaron mediante relaciones de uno a muchos.

A continuación, en la Figura 5.8 se muestra el diagrama desarrollado para el modelo conceptual, donde los cuadros en color anaranjado representan las coberturas, los óvalos representan los atributos que contienen las coberturas y los rombos describen la relación de uno a muchos.

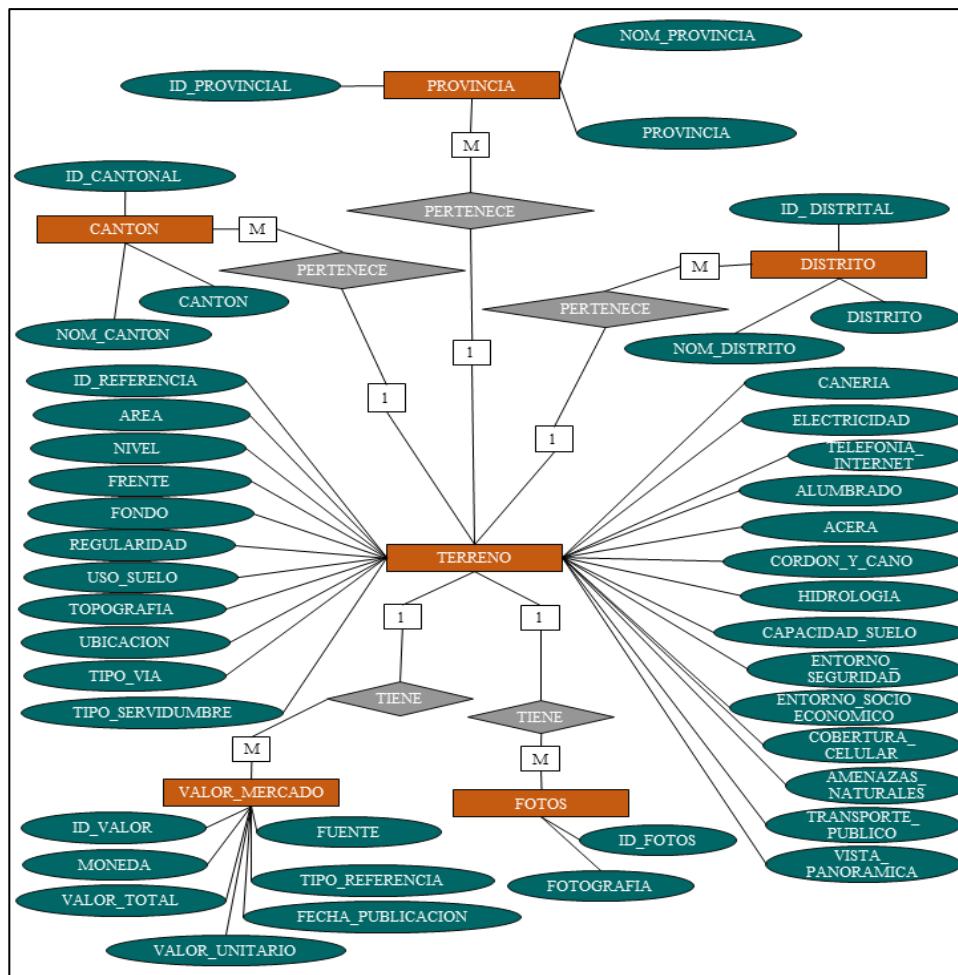


Figura 5.8. Diagrama del modelo conceptual.

Fuente: elaboración propia

## 5.4. Implementación del modelo lógico

En este apartado, para obtener el modelo lógico se utilizó como base el diagrama del modelo conceptual (figura 5.8) y el programa pgModeler implementado para el diseño y modelado de bases de datos en PostgreSQL. Desde este programa se materializó el modelo lógico, permitiendo definir las relaciones, el tipo de variable, la cantidad de caracteres para cada atributo, las restricciones, la geometría, escala, sistema de referencia, las claves primarias y ajenas, así como la armonización de unidades; y establecer reglas de integridad como lo fue el borrado en cascada. En la Figura 5.9 se muestra el modelo lógico desarrollado con pgModeler.

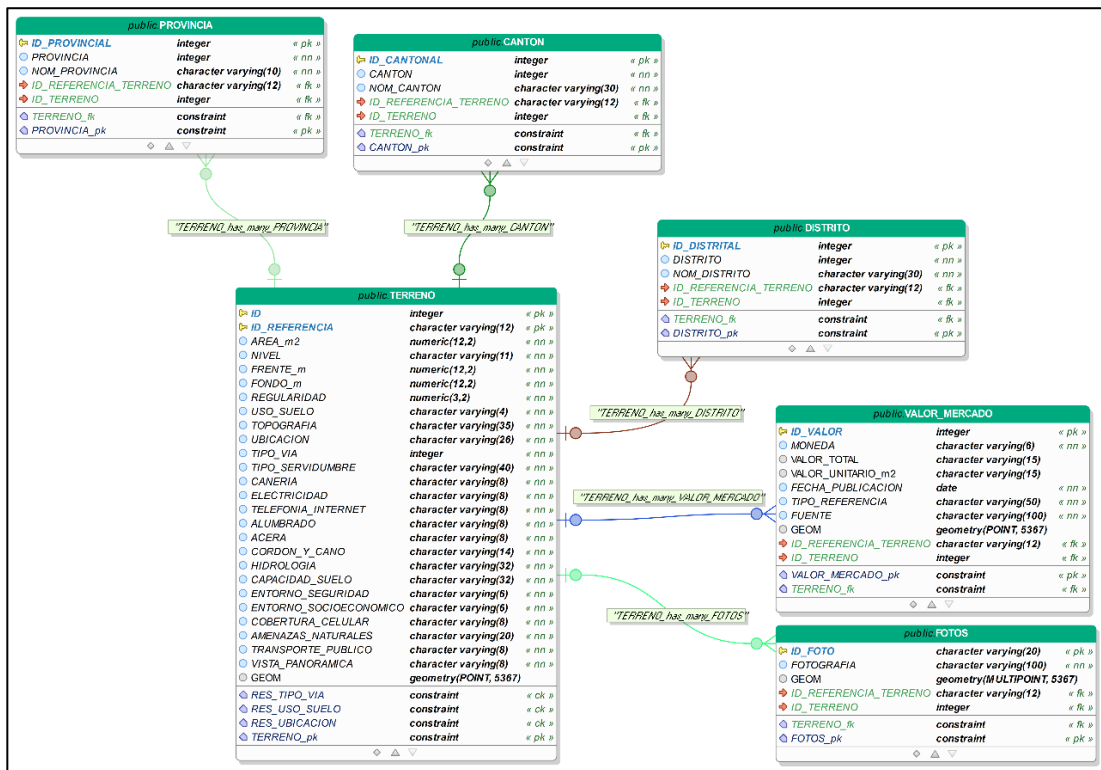


Figura 5.9. Modelo lógico en pgModeler.

Fuente: elaboración propia

### 5.4.1. Actualización y estandarización de la información

Al momento de consultar la información es importante que esta cumpla con un mismo tipo de estructura, ya que si esto no se realiza podría eventualmente causar confusión con los usuarios que utilicen el visor al comparar un mismo dato, pero de otra referencia, por esto, como parte de los resultados, se actualizó y estandarizó la información para que todos los datos obtenidos siguieran un mismo formato numérico y alfanumérico.

Para hacer esto posible, se generaron un conjunto de tablas optimizadas donde “Servicios” y “Entorno” se unificaron con tabla “Terreno”. A su vez, se crearon las tablas “Provincia”,

## Trabajo Final de Graduación

---

“Canton”, “Distrito” y “Fotos” y se agregaron atributos que no habían sido tomados en cuenta en las primeras, además se estableció la cantidad de caracteres aceptados, así como las opciones de respuesta que cada atributo puede tener. A continuación, en los siguientes cuadros se muestran los resultados obtenidos.

➤ Tabla Provincia

| Tabla                  | Provincia     |               |
|------------------------|---------------|---------------|
| Atributo               | Id_Provincial | Nombre        |
| Cantidad de caracteres | 2             | 10 caracteres |
| Respuesta aceptada     | 4             | Heredia       |

**Cuadro 5.1. Estandarización y actualización de la tabla provincia.**

Fuente: elaboración propia.

➤ Tabla Cantón

| Tabla                  | Canton      |               |
|------------------------|-------------|---------------|
| Atributo               | Id_Cantonal | Nombre        |
| Cantidad de caracteres | 2           | 30 caracteres |
| Respuesta aceptada     | 7           | Belen         |

**Cuadro 5.2. Estandarización y actualización de la tabla cantón.**

Fuente: elaboración propia.

➤ Tabla Distrito

| Tabla                  | Distrito     |               |
|------------------------|--------------|---------------|
| Atributo               | Id_Distrital | Nombre        |
| Cantidad de caracteres | 2            | 30 caracteres |
| Respuesta aceptada     | 1            | San Antonio   |
|                        | 2            | La Ribera     |
|                        | 3            | La Asuncion   |

**Cuadro 5.3. Estandarización y actualización de la tabla distrito.**

Fuente: elaboración propia.

## Trabajo Final de Graduación

### ➤ Tabla Valor\_Mercado

| Tabla                  | Valor_Mercado |            |             |                   |                   |                 |        |
|------------------------|---------------|------------|-------------|-------------------|-------------------|-----------------|--------|
| Atributo               | ID_Valor      | Moneda     | Valor_Total | Valor_Unitario_m2 | Fecha_publicación | Tipo_Referencia | Fuente |
| Cantidad de caracteres | 12            | 5          | 15          | 15                | 10                | 50              | 100    |
| Respuesta aceptada     |               | USD<br>CRC |             |                   |                   | A               |        |

**Cuadro 5.4. Estandarización y actualización de la tabla valor de mercado.**

Fuente: elaboración propia.

### ➤ Tabla Terreno

| Tabla                  | Terreno                      |                                 |                                      |                                 |                                 |                                |           |            |           |
|------------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------|------------|-----------|
| Atributo               | ID_Referencia                | Area_m2                         | Nivel                                | Frente                          | Fondo                           | Regularidad                    | Uso_Suelo | Topografía | Ubicación |
| Cantidad de caracteres | 12 (números y letras)        | 12 dígitos, incluye 2 decimales | 11                                   | 12 dígitos, incluye 2 decimales | 12 dígitos, incluye 2 decimales | 3 dígitos, incluye 2 decimales | 4         | 35         | 26        |
| Respuesta aceptada     | #####V<br>#####C##<br>#####O |                                 | A nivel<br>Sobre nivel<br>Bajo nivel |                                 |                                 |                                | B         | C          | D         |

**Cuadro 5.5.1. Estandarización y actualización de la tabla terreno.**

Fuente: elaboración propia.

Para diferenciar los tipos de referencia, se generaron tres códigos, cada uno de estos se diferencia por letra, las que cuentan con una “C” hacen referencia a consulta con profesionales, los que terminan con la letra “O” las ofertas encontradas en páginas web, visita de campo, periódicos, entre otros; con la letra “V” están representados los terrenos que fueron vendidos recientemente.

| Tabla                  | Terreno  |                  |                       |                       |                       |                       |                       |  |
|------------------------|----------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| Atributo               | Tipo_Vía | Tipo_Servidumbre | Caneria               | Electricidad          | Telefonia_Internet    | Alumbrado             | Acera                 | Cordon_y_Cano                          |
| Cantidad de caracteres | 2        | 40               | 8                     | 8                     | 8                     | 8                     | 8                     | 14                                     |
| Respuesta aceptada     | E        | F                | Tiene<br><br>No tiene | Tiene<br><br>No tiene | Tiene<br><br>No tiene | Tiene<br><br>No tiene | Tiene<br><br>No tiene | Solo caño<br>Cordon y caño<br>No tiene |

**Cuadro 5.5.2. Estandarización y actualización de la tabla terreno.**

Fuente: elaboración propia.

## Trabajo Final de Graduación

| Tabla                  | Terreno    |                  |                    |                         |                    |                     |                     |                   |
|------------------------|------------|------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| Atributo               | Hidrología | Capacidad_ Suelo | Entorno_ Seguridad | Entorno_ Socioeconómico | Cobertura_ Celular | Amenazas_ Naturales | Transporte_ Público | Vista_ Panorámica |
| Cantidad de caracteres | 32         | 32               | 6                  | 6                       | 8                  | 20                  | 8                   | 8                 |
| Respuesta aceptada     | G          | H                | Alto               | Alto                    | Tiene              | Hay riesgo por río  | Cercano             | Tiene             |
|                        |            |                  | Bueno              | Bueno                   |                    |                     |                     |                   |
|                        |            |                  | Bajo               | Bajo                    | No tiene           | No hay riesgo       | Lejano              | No tiene          |

**Cuadro 5.5.3. Estandarización y actualización de la tabla terreno.**

Fuente: elaboración propia.

➤ Tabla Fotos

| Tabla                  | Fotos      |
|------------------------|------------|
| Atributo               | Fotografía |
| Cantidad de caracteres | 100        |

**Cuadro 5.6. Estandarización y actualización de la tabla fotos.**

Fuente: elaboración propia.

Donde las siguientes letras corresponden a las posibles respuestas que puede recibir cada atributo.

**A:** visitas de campo, página web, bienes raíces, consulta con profesionales, anuncios de periódicos, institución bancaria, venta, otros.

**B:** ZRAD, ZRMD, ZRBD, ZI, ZAV, ZP, ZCCE, ZMCR, ZPI, NA.

**C:** plano, ondulado, quebrado, muy quebrado, 25% plano\_75% quebrado, 25% plano\_75% ondulado, 25% plano\_75% muy quebrado, 50% plano\_50% quebrado, 50% plano\_50% muy quebrado, 75% plano\_25% quebrado, 75% plano\_25% ondulado, 75% plano\_25% muy quebrado, 25% ondulado\_75% quebrado, 25% ondulado\_75% muy quebrado, 50% ondulado\_50% quebrado, 50% ondulado\_50% muy quebrado, 75% ondulado\_25% quebrado, 75% quebrado\_25% muy quebrado, 50% quebrado\_50% muy quebrado o 25% quebrado\_75% muy quebrado.

**D:** manzanero, esquinero, cabecero, medianero con dos frentes, medianero con un frente, callejón lateral, callejón fondo, servidumbre, NA.

**E:** 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11.

## Trabajo Final de Graduación

**F:** de paso, eléctrica, tubería, de paso y tubería, natural, de paso y tubería\_ eléctrica y natural, de paso\_eléctrica y natural, de paso y tubería\_natural, de paso y tubería\_eléctrica, eléctrica y natural, de paso y eléctrica, de paso y natural, tubería y eléctrica, tubería y natural, no tiene servidumbre, NA.

**G:** excelente, bueno, normal, regular, malo, no aplica\_no está en zona rural.

**H:** excelente; muy bueno-óptimo, muy bueno-regular, bueno, regular-óptimo, regular-regular, regular-malo, malo, no aplica\_no está en zona rural.

### Tablas finales

Realizado el proceso de estandarización, se generaron las tablas definitivas que van a ser alojadas en la base de datos, se optimizó el formato de las tablas, incluyendo nuevas variables en la conformación de ellas. A continuación, se muestra un extracto de las tablas Valor\_Mercado y Terreno.

➤ Tabla Valor\_Mercado.

| Valor_Mercado |    |        |                  |                 |                    |                  |                        |
|---------------|----|--------|------------------|-----------------|--------------------|------------------|------------------------|
| ID_Referencia | ID | Moneda | Valor_total      | Valor_ Unitario | Fecha_ publicación | Tipo_ Referencia | Fuente                 |
| 0193878000    | 1  | USD    | 1.800.000.000,00 | 233.766,23      | 29/9/2022          | Pagina web       | Encuentra24            |
| 0148063000    | 2  | USD    | 105.000,00       | 348.84          | 22/10/2022         | Bienes raices    | Bienes Raices 506      |
| 0128454000    | 3  | USD    | 1.229.082,00     | 185             | 3/10/2022          | Bienes raices    | Inmobiliaria Marley    |
| 0060568000    | 4  | USD    | 1.185.665,00     | 185             | 3/10/2022          | Bienes raices    | Inmobiliaria Marley    |
| 0143976000    | 5  | CRC    | 60.000.000,00    | 142.857,14      | 22/10/2022         | Pagina web       | Facebook, Market place |
| 0096513000    | 6  | USD    | 765.400,00       | 199.98          | 22/10/2022         | Bienes raices    | InHaus Real Estate     |
| 0134332000    | 7  | CRC    | 55.000.000,00    | 138.829,29      | 3/7/2022           | Pagina web       | Facebook, Market place |
| 0269563000    | 8  | USD    | 105.000,00       | 415.02          | 1/8/2022           | Pagina web       | Encuentra24            |
| 0153517000    | 9  | CRC    | 55.000.000,00    | 209.236,86      | 3/9/2022           | Pagina web       | Facebook, Market place |
| 0264977000    | 10 | USD    | 310.000,00       | 367.73          | 22/10/2022         | Visita de campo  | Visita campo           |

**Cuadro 5.7. Estandarización y actualización tabla valor de mercado, San Antonio.**

Fuente: elaboración propia.

## Trabajo Final de Graduación

➤ Tabla Terreno.

| Terreno       |          |             |          |         |             |           |                               |
|---------------|----------|-------------|----------|---------|-------------|-----------|-------------------------------|
| ID_Referencia | Area m2  | Nivel       | Frente_m | Fondo_m | Regularidad | Uso_Suelo | Topografía                    |
| 0193878000    | 7700     | A nivel     | 25.02    | 57.27   | 0.81        | ZCCE      | 25% plano,<br>75%<br>ondulado |
| 0148063000    | 301      | Sobre nivel | 10.05    | 30.63   | 0.79        | ZRAD      | Plano                         |
| 0128454000    | 6643.69  | Sobre nivel | 42.03    | 173.17  | 0.91        | ZRAD      | Ondulado                      |
| 0060568000    | 6409     | Sobre nivel | 41.17    | 159.03  | 0.91        | ZRAD      | 25% plano,<br>75%<br>ondulado |
| 0143976000    | 420      | A nivel     | 10.59    | 44.00   | 0.78        | ZRAD      | Quebrado                      |
| 0096513000    | 3.827,30 | A nivel     | 8        | 134.78  | 0.77        | ZRAD      | Ondulado                      |
| 0134332000    | 396.17   | A nivel     | 27.59    | 31.54   | 0.82        | ZRAD      | Ondulado                      |
| 0269563000    | 253      | A nivel     | 11.51    | 20.93   | 1           | ZRAD      | Plano                         |
| 0153517000    | 262.86   | A nivel     | 17.71    | 16.72   | 0.83        | ZRAD      | Ondulado                      |
| 0264977000    | 843      | A nivel     | 14.56    | 46.58   | 0.56        | ZRMD      | Plano                         |

**Cuadro 5.8. Estandarización y actualización tabla terreno, San Antonio.**

Fuente: elaboración propia.

Generadas las tablas finales, se procedió a importar los datos de estas en formato “.csv”.

### 5.5. Implementación del modelo físico y creación de tablas en la base de datos

La herramienta pgModeler, permitió que los miembros del proyecto lograran diseñar, crear y modificar el modelo de base de datos que se estableció, hasta obtener el que se muestra en la

## Trabajo Final de Graduación

Figura 5.9 cuyo título de es: “Modelo lógico en pgModeler”. Además, permitió generar automáticamente un código de programación SQL necesario para crear la estructura de la base de datos del proyecto en PostgreSQL, a través del pgAdmin 4.

Las siguientes figuras, muestran la información indicada en el código (script) que se exportó con el modelo diseñado para el proyecto.

```
-- Database generated with pgModeler (iehxvzlwQL Database
Modeler).
-- pgModeler version: 0.9.2
-- iehxvzlwQL version: 12.0
-- Project Site: pgmodeler.io
-- Model Author: ---

-- Database creation must be done outside a multicommand file.
-- These commands were put in this file only as a convenience.
-- -- object: new_database | type: DATABASE --
-- -- DROP DATABASE IF EXISTS new_database;
-- CREATE DATABASE new_database;
-- -- ddl-end --
--

-- object: observatorio.CANTON | type: TABLE --
-- DROP TABLE IF EXISTS observatorio.CANTON CASCADE;
CREATE TABLE observatorio.CANTON (
  ID_CANTONAL integer NOT NULL,
  CANTON integer NOT NULL,
  NOM_CANTON character varying(30) NOT NULL,
  ID_REFERENCIA_TERRENO character varying(12),
  ID_TERRENO integer,
  CONSTRAINT CANTON_pk PRIMARY KEY (ID_CANTONAL)
);
-- ddl-end --
-- ALTER TABLE observatorio.CANTON OWNER TO iehxvzlw;
-- ddl-end --

-- object: observatorio.DISTRITO | type: TABLE --
-- DROP TABLE IF EXISTS observatorio.DISTRITO CASCADE;
CREATE TABLE observatorio.DISTRITO (
  ID_DISTRITAL integer NOT NULL,
  DISTRITO integer NOT NULL,
  NOM_DISTRITO character varying(30) NOT NULL,
  ID_REFERENCIA_TERRENO character varying(12),
  ID_TERRENO integer,
  CONSTRAINT DISTRITO_pk PRIMARY KEY (ID_DISTRITAL)
);
-- ddl-end --
-- ALTER TABLE observatorio.DISTRITO OWNER TO iehxvzlw;
-- ddl-end --
```

Figura 5.10. Creación de las tablas “Canton” y “Distrito” en lenguaje SQL.

Fuente: elaboración propia

```
-- object: observatorio.VALOR_MERCADO | type: TABLE --
-- DROP TABLE IF EXISTS observatorio.VALOR_MERCADO CASCADE;
CREATE TABLE observatorio.VALOR_MERCADO (
  ID_VALOR integer NOT NULL,
  MONEDA character varying(6) NOT NULL,
  VALOR_TOTAL character varying(15),
  VALOR_UNITARIO_m2 character varying(15),
  FECHA_PUBLICACION date NOT NULL,
  TIPO_REFERENCIA character varying(50) NOT NULL,
  FUENTE character varying(100) NOT NULL,
  GEOM geometry(POINT, 5367),
  ID_REFERENCIA_TERRENO character varying(12),
  ID_TERRENO integer,
  CONSTRAINT VALOR_MERCADO_pk PRIMARY KEY (ID_VALOR)
);
-- ddl-end --
-- ALTER TABLE observatorio.VALOR_MERCADO OWNER TO iehxvzlw;
-- ddl-end --
```

Figura 5.11. Creación de la tabla “Valor\_mercado” en lenguaje SQL.

Fuente: elaboración propia

## Trabajo Final de Graduación

```
-- object: observatorio.TERRENO | type: TABLE --
-- DROP TABLE IF EXISTS observatorio.TERRENO CASCADE;
CREATE TABLE observatorio.TERRENO (
  ID integer NOT NULL,
  ID_REFERENCIA character varying(12) NOT NULL,
  AREA_m2 numeric(12,2) NOT NULL,
  NIVEL character varying(11) NOT NULL,
  FRENTE_m numeric(12,2) NOT NULL,
  FONDO_m numeric(12,2) NOT NULL,
  REGULARIDAD numeric(3,2) NOT NULL,
  USO_SUELO character varying(4) NOT NULL,
  TOPOGRAFIA character varying(35) NOT NULL,
  UBICACION character varying(26) NOT NULL,
  TIPO_VIA integer NOT NULL,
  TIPO_SERVIDUMBRE character varying(40) NOT NULL,
  CANERIA character varying(8) NOT NULL,
  ELECTRICIDAD character varying(8) NOT NULL,
  TELEFONIA_INTERNET character varying(8) NOT NULL,
  ALUMBRADO character varying(8) NOT NULL,
  ACERA character varying(8) NOT NULL,
  CORDON_Y_CANO character varying(14) NOT NULL,
  HIDROLOGIA character varying(32) NOT NULL,
  CAPACIDAD_SUELO character varying(32) NOT NULL,
  ENTORNO_SEGURIDAD character varying(6) NOT NULL,
  ENTORNO_SOCIOECONOMICO character varying(6) NOT NULL,
  COBERTURA_CELULAR character varying(8) NOT NULL,
  AMENAZAS_NATURALES character varying(20) NOT NULL,
  TRANSPORTE_PUBLICO character varying(8) NOT NULL,
  VISTA_PANORAMICA character varying(8) NOT NULL,
  GEOM geometry(POINT, 5367),
  CONSTRAINT RES_TIPO_VIA CHECK (TIPO_VIA IN ('0','1', '2',
'3', '4', '5', '6', '7', '8', '9', '10', '11')
),
  CONSTRAINT RES_USO_SUELO CHECK (USO_SUELO IN ('ZRAD',
'ZRMD', 'ZRBD', 'ZI', 'ZPI', 'ZAV', 'ZP', 'ZCCE', 'ZMCR', 'NA')),
  CONSTRAINT RES_UBICACION CHECK (UBICACION IN
('Manzanero', 'Esquinero', 'Cabecero', 'Medianero con dos
frentes', 'Medianero con un frente', 'Callejon lateral',
'Callejon fondo', 'Servidumbre', 'NA')),
  CONSTRAINT TERRENO_pk PRIMARY KEY (ID_REFERENCIA, ID)
);
-- ddl-end --
-- ALTER TABLE observatorio.TERRENO OWNER TO iehxvzlw;
-- ddl-end --
```

Figura 5.12. Creación de la tabla “Terreno” y sus debidas restricciones en lenguaje SQL.

Fuente: elaboración propia

```
-- object: TERRENO_fk | type: CONSTRAINT --
-- ALTER TABLE observatorio.CANTON DROP CONSTRAINT IF EXISTS
TERRENO_fk CASCADE;
ALTER TABLE observatorio.CANTON ADD CONSTRAINT TERRENO_fk
FOREIGN KEY (ID_REFERENCIA_TERRENO, ID_TERRENO)
REFERENCES observatorio.TERRENO (ID_REFERENCIA, ID) MATCH FULL
ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE;
-- ddl-end --

-- object: TERRENO_fk | type: CONSTRAINT --
-- ALTER TABLE observatorio.DISTRITO DROP CONSTRAINT IF EXISTS
TERRENO_fk CASCADE;
ALTER TABLE observatorio.DISTRITO ADD CONSTRAINT TERRENO_fk
FOREIGN KEY (ID_REFERENCIA_TERRENO, ID_TERRENO)
REFERENCES observatorio.TERRENO (ID_REFERENCIA, ID) MATCH FULL
ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE;
-- ddl-end --

-- object: TERRENO_fk | type: CONSTRAINT --
-- ALTER TABLE observatorio.VALOR_MERCADO DROP CONSTRAINT IF
EXISTS TERRENO_fk CASCADE;
ALTER TABLE observatorio.VALOR_MERCADO ADD CONSTRAINT TERRENO_fk
FOREIGN KEY (ID_REFERENCIA_TERRENO, ID_TERRENO)
REFERENCES observatorio.TERRENO (ID_REFERENCIA, ID) MATCH FULL
ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE;
-- ddl-end --
```

Figura 5.13. Determinación de las claves primarias y las foráneas en lenguaje SQL.

Fuente: elaboración propia

```
-- object: observatorio.FOTOS | type: TABLE --
-- DROP TABLE IF EXISTS observatorio.FOTOS CASCADE;
CREATE TABLE observatorio.FOTOS (
  ID_FOTO character varying(20) NOT NULL,
  FOTOGRAFIA character varying(100) NOT NULL,
  GEOM geometry(MULTIPOINT, 5367),
  ID_REFERENCIA_TERRENO character varying(12),
  ID_TERRENO integer,
  CONSTRAINT FOTOS_pk PRIMARY KEY (ID_FOTO)
);
-- ddl-end --
-- ALTER TABLE observatorio.FOTOS OWNER TO iehxvzlw;
-- ddl-end --

-- object: TERRENO_fk | type: CONSTRAINT --
-- ALTER TABLE observatorio.FOTOS DROP CONSTRAINT IF EXISTS
TERRENO_fk CASCADE;
ALTER TABLE observatorio.FOTOS ADD CONSTRAINT TERRENO_fk FOREIGN
KEY (ID_REFERENCIA_TERRENO, ID_TERRENO)
REFERENCES observatorio.TERRENO (ID_REFERENCIA, ID) MATCH FULL
ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE;
-- ddl-end --

-- object: observatorio.PROVINCIA | type: TABLE --
-- DROP TABLE IF EXISTS observatorio.PROVINCIA CASCADE;
CREATE TABLE observatorio.PROVINCIA (
  ID_PROVINCIAL integer NOT NULL,
  PROVINCIA integer NOT NULL,
  NOM_PROVINCIA character varying(10) NOT NULL,
  ID_REFERENCIA_TERRENO character varying(12),
  ID_TERRENO integer,
  CONSTRAINT PROVINCIA_pk PRIMARY KEY (ID_PROVINCIAL)
);
-- ddl-end --
-- ALTER TABLE observatorio.PROVINCIA OWNER TO iehxvzlw;
-- ddl-end --

-- object: TERRENO_fk | type: CONSTRAINT --
-- ALTER TABLE observatorio.PROVINCIA DROP CONSTRAINT IF EXISTS
TERRENO_fk CASCADE;
ALTER TABLE observatorio.PROVINCIA ADD CONSTRAINT TERRENO_fk
FOREIGN KEY (ID_REFERENCIA_TERRENO, ID_TERRENO)
REFERENCES observatorio.TERRENO (ID_REFERENCIA, ID) MATCH FULL
ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE;
-- ddl-end --
```

Figura 5.14. Creación de las tablas “Fotos” y “Provincia” en lenguaje SQL.

Fuente: elaboración propia

### 5.5.1. Administración de datos con pgAdmin 4, PostgreSQL

Para la ejecución de este proyecto de graduación fue necesario establecer una base de datos relacional, por lo cual, al elegir a PostgreSQL, se obtuvo una estructura organizada, robusta, con una fácil escalabilidad y conexión con servidores web muy amigable, que permitió el almacenaje y gestión de los datos, teniendo alta seguridad, garantizando la integridad y eficiencia en el manejo de la información.

El pgAdmin 4 fue la herramienta utilizada para la administración, desarrollo y gestión de la base de datos creada en PostgreSQL, con ella se pudo establecer varios servidores conectados a proveedores de servicios en la nube, con el fin de determinar de esa forma el que cumpliera con las necesidades del proyecto, de esa manera se obtuvo la conexión del servidor llamado: “Observatorio\_AWS” con el proveedor web de Amazon Web Services.

## Trabajo Final de Graduación

Se logró, por lo tanto, crear una base de datos llamada: “observatorio\_aws”, en donde se establecieron tres esquemas de trabajo, en el cual “belen” tiene almacenadas las tablas con la información de los distritos y del uso de suelos, mientras que el esquema “observatorio” contiene las tablas “provincia”, “canton”, “distrito”, “valor\_mercado”, “terreno” y “fotos”, y el esquema “publicaciones” que contiene la combinación de las tablas almacenadas en los dos anteriores. Los resultados mencionados pueden visualizarse en las Figuras 5.15, 5.16 y 5.17.

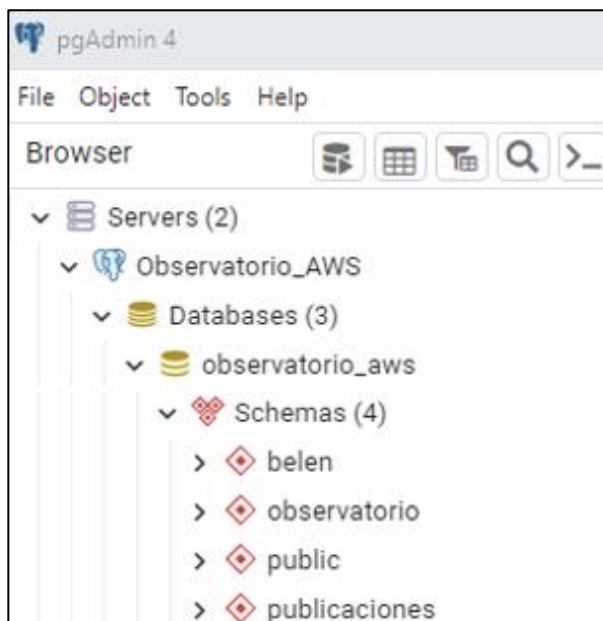


Figura 5.15. El servidor, la base de datos y los esquemas desarrollados en pgAdmin 4.

Fuente: elaboración propia

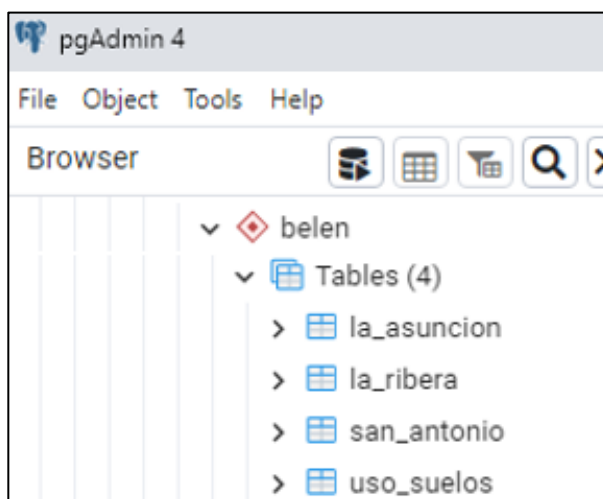
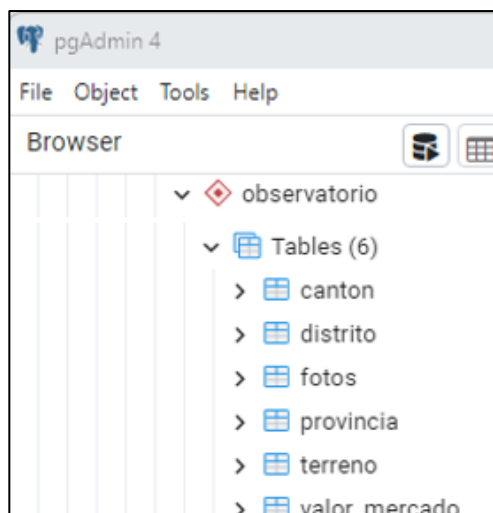


Figura 5.16. Esquema “belen” y sus respectivas tablas en pgAdmin 4

Fuente: elaboración propia



**Figura 5.17.** Esquema “observatorio” y sus respectivas tablas en pgAdmin 4

Fuente: elaboración propia

Aparte de obtener una base de datos ordenada con la información del desarrollo del proyecto, distribuida en los dos esquemas mencionados, pgAdmin 4 facilita también la visualización de la estructura y contenido de las tablas, ejemplo de lo mencionado son las figuras 5.18 y 5.19 en las cuales se denota que la herramienta le permite de una manera sencilla al usuario el despliegue de las columnas que conforman cada una de las tablas, en este caso se muestran: “valor\_mercado” y “terreno”.



**Figura 5.18.** Despliegue de las columnas de la tabla “valor\_mercado”.

Fuente: elaboración propia



Figura 5.19. Despliegue de las columnas de la tabla “terreno”.

Fuente: elaboración propia

### 5.5.2. Importación de las tablas a la base de datos

Para importar las tablas definitivas en formato “csv” a la base, se utilizó la opción de pgAdmin 4 “import/ export data”, la cual permitió importar los datos exitosamente en dicho formato. A continuación, se muestran algunas de las tablas con la información ingresada de la base “observatorio\_aws”.

## Trabajo Final de Graduación

|    | id_distrital [PK] integer | distrito integer | nom_distrito character varying (30) | id_referencia_terreno character varying (12) | id_terreno integer |
|----|---------------------------|------------------|-------------------------------------|--|--------------------|
| 62 | 62                        | 3                | La Asuncion                         | 0073007000                                   | 62                 |
| 63 | 63                        | 3                | La Asuncion                         | 0068630000                                   | 63                 |
| 64 | 64                        | 3                | La Asuncion                         | 0068632000                                   | 64                 |
| 65 | 65                        | 3                | La Asuncion                         | 0077170000                                   | 65                 |
| 66 | 66                        | 3                | La Asuncion                         | 0077172000                                   | 66                 |
| 67 | 67                        | 3                | La Asuncion                         | 0077174000                                   | 67                 |
| 68 | 68                        | 2                | La Ribera                           | 0250323000                                   | 68                 |
| 69 | 69                        | 2                | La Ribera                           | 0256015000                                   | 69                 |
| 70 | 70                        | 1                | San Antonio                         | 0083102000                                   | 70                 |
| 71 | 71                        | 1                | San Antonio                         | 0143164000                                   | 71                 |
| 72 | 72                        | 1                | San Antonio                         | 0161564000                                   | 72                 |
| 73 | 73                        | 3                | La Asuncion                         | 0094139000                                   | 73                 |
| 74 | 74                        | 3                | La Asuncion                         | 0249106000                                   | 74                 |
| 75 | 75                        | 2                | La Ribera                           | 00267970FO                                   | 75                 |
| 76 | 76                        | 3                | La Asuncion                         | 0243226000                                   | 76                 |
| 77 | 77                        | 1                | San Antonio                         | 040701C01                                    | 77                 |
| 78 | 78                        | 3                | La Asuncion                         | 040703C02                                    | 78                 |
| 79 | 79                        | 2                | La Ribera                           | 040702C03                                    | 79                 |

**Figura 5.20. Datos cargados en la base de datos de la tabla distrito.**

Fuente: elaboración propia.

|    | id [PK] integer | id_referencia [PK] character | area_m2 numeric (12,2) | nivel character var | frente_m numeric (12,2) | fondo_m numeric (12,2) | regularidad numeric (3,2) | uso_suelo character var | topografia character var | ubicacion character var | tipo_via integer | tipo_servidun character var |
|----|-----------------|------------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------|-----------------------------|
| 60 | 60              | 0185047...                   | 1355.00                | A nivel             | 19.39                   | 45.08                  | 0.77                      | ZRBD                    | Ondulado                 | Medianer...             | 4                | No tiene serv               |
| 61 | 61              | 0071301...                   | 1020.95                | A nivel             | 60.31                   | 36.08                  | 0.71                      | ZP                      | Plano                    | Esquinero               | 4                | No tiene serv               |
| 62 | 62              | 0075607...                   | 842.00                 | A nivel             | 33.36                   | 35.51                  | 1.00                      | ZRBD                    | Ondulado                 | Medianer...             | 4                | No tiene serv               |
| 63 | 63              | 0068630...                   | 805.78                 | Sobre nivel         | 25.00                   | 35.29                  | 1.00                      | ZRBD                    | Quebrado                 | Medianer...             | 4                | No tiene serv               |
| 64 | 64              | 0068632...                   | 825.49                 | Sobre nivel         | 27.81                   | 38.33                  | 1.00                      | ZRBD                    | Quebrado                 | Medianer...             | 4                | No tiene serv               |
| 65 | 65              | 0077170...                   | 583.00                 | Sobre nivel         | 20.00                   | 29.16                  | 1.00                      | ZRBD                    | Ondulado                 | Medianer...             | 4                | No tiene serv               |
| 66 | 66              | 0077172...                   | 586.00                 | Sobre nivel         | 20.00                   | 29.28                  | 1.00                      | ZRBD                    | Ondulado                 | Medianer...             | 4                | No tiene serv               |
| 67 | 67              | 0077174...                   | 589.00                 | Sobre nivel         | 20.00                   | 29.34                  | 1.00                      | ZRBD                    | Ondulado                 | Medianer...             | 4                | No tiene serv               |
| 68 | 68              | 0250323...                   | 562.00                 | A nivel             | 15.00                   | 38.44                  | 0.98                      | ZRMD                    | 25% plan...              | Medianer...             | 3                | Tuberia                     |
| 69 | 69              | 0256015...                   | 856.00                 | Sobre nivel         | 6.00                    | 54.00                  | 0.92                      | ZRMD                    | Plano                    | Callejon f...           | 3                | No tiene serv               |
| 70 | 70              | 0083102...                   | 815.84                 | A nivel             | 6.00                    | 40.00                  | 0.67                      | ZRAD                    | Plano                    | Callejon f...           | 1                | No tiene serv               |
| 71 | 71              | 0143164...                   | 8128.00                | A nivel             | 28.71                   | 253.34                 | 0.73                      | ZRAD                    | 75% plan...              | Esquinero               | 4                | No tiene serv               |
| 72 | 72              | 0161564...                   | 354.00                 | A nivel             | 10.00                   | 34.26                  | 0.67                      | ZRMD                    | Plano                    | Medianer...             | 3                | No tiene serv               |
| 73 | 73              | 0094139...                   | 502.69                 | A nivel             | 15.00                   | 34.36                  | 0.95                      | ZRBD                    | Plano                    | Medianer...             | 4                | No tiene serv               |
| 74 | 74              | 0249106...                   | 1355.00                | Sobre nivel         | 49.38                   | 30.55                  | 0.89                      | ZRBD                    | Quebrado                 | Medianer...             | 4                | No tiene serv               |
| 75 | 75              | 0026797...                   | 346.71                 | A nivel             | 12.00                   | 30.03                  | 1.00                      | ZMCR                    | Plano                    | Medianer...             | 4                | No tiene serv               |
| 76 | 76              | 0243226...                   | 720.00                 | A nivel             | 30.00                   | 24.00                  | 1.00                      | ZRBD                    | Plano                    | Medianer...             | 4                | No tiene serv               |

**Figura 5.21. Datos cargados en la base de datos de la tabla terreno.**

Fuente: elaboración propia.

|    | id_valor<br>[PK] integer | moneda<br>character var | valor_total<br>character var | valor_unitario<br>character var | fecha_publicacion<br>date | tipo_referencia<br>character var | fuentes<br>character var | geom<br>geom | id_referencia_terreno<br>character varyin | id_terreno<br>integer |
|----|--------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------|---|-----------------------|
| 59 | 59                       | USD                     | 286,033                      | 275                             | 2022-11-26                | Visita de ...                    | Visita de ...            | [null]       | 0105540000                                | 59                    |
| 60 | 60                       | USD                     | 230,350                      | 170                             | 2022-11-27                | Visita de ...                    | Visita de ...            | [null]       | 0185047000                                | 60                    |
| 61 | 61                       | USD                     | 183,600                      | 180                             | 2022-11-28                | Visita de ...                    | Visita de ...            | [null]       | 0071301000                                | 61                    |
| 62 | 62                       | USD                     | 210,500                      | 250                             | 2022-11-29                | Visita de ...                    | Visita de ...            | [null]       | 0075607000                                | 62                    |
| 63 | 63                       | USD                     | 120,867                      | 150                             | 2022-11-30                | Visita de ...                    | Visita de ...            | [null]       | 0068630000                                | 63                    |
| 64 | 64                       | USD                     | 125,000                      | 151                             | 2022-12-01                | Visita de ...                    | Visita de ...            | [null]       | 0068632000                                | 64                    |
| 65 | 65                       | USD                     | 145,000                      | 248                             | 2022-12-02                | Pagina w...                      | Encuentra...             | [null]       | 0077170000                                | 65                    |
| 66 | 66                       | USD                     | 145,000                      | 247                             | 2022-12-03                | Pagina w...                      | Encuentra...             | [null]       | 0077172000                                | 66                    |
| 67 | 67                       | USD                     | 145,000                      | 246                             | 2022-12-04                | Pagina w...                      | Encuentra...             | [null]       | 0077174000                                | 67                    |
| 68 | 68                       | USD                     | 178,000                      | 316.73                          | 2023-06-27                | Pagina w...                      | Encuentra...             | [null]       | 0250323000                                | 68                    |
| 69 | 69                       | USD                     | 330,000                      | 385.51                          | 2023-06-01                | Pagina w...                      | Encuentra...             | [null]       | 0256015000                                | 69                    |
| 70 | 70                       | USD                     | 75,000                       | 91.93                           | 2023-05-29                | Pagina w...                      | Bienes O...              | [null]       | 0083102000                                | 70                    |
| 71 | 71                       | USD                     | 1,422,400                    | 175                             | 2023-07-02                | Visita de ...                    | Visita de ...            | [null]       | 0143164000                                | 71                    |
| 72 | 72                       | CRC                     | 85,000,000                   | 240,112.99                      | 2023-03-04                | Pagina w...                      | Encuentra...             | [null]       | 0161564000                                | 72                    |
| 73 | 73                       | USD                     | 185,000                      | 368.02                          | 2023-05-06                | Pagina w...                      | Encuentra...             | [null]       | 0094139000                                | 73                    |
| 74 | 74                       | USD                     | 392,950                      | 290                             | 2023-06-19                | Pagina w...                      | Encuentra...             | [null]       | 0249106000                                | 74                    |
| 75 | 75                       | USD                     | 169,000                      | 487.44                          | 2023-06-30                | Pagina w...                      | Encuentra...             | [null]       | 00267970FO                                | 75                    |
| 76 | 76                       | USD                     | 226,800                      | 315                             | 2023-01-16                | Pagina w...                      | Encuentra...             | [null]       | 0243226000                                | 76                    |

**Figura 5.22. Datos cargados en la base de datos de la tabla valor de mercado.**

Fuente: elaboración propia.

### 5.5.3. Creación de tablas con la información a publicar en la base de datos

El objetivo del observatorio y del visor es que las personas o usuarios en general puedan consultar la información de una forma rápida, eficaz y sencilla. Como se ha observado a lo largo de los resultados, se elaboraron un conjunto de tablas que permiten mantener un orden a nivel de estructura y almacenamiento de la información, no obstante, no es conveniente poner a disposición todas estas al usuario, ya que hay información que no es relevante para ellos, por lo que, para mostrar los datos de interés y de forma conjunta, se crearon dos nuevas tablas llamadas “consultas\_profesionales” y “ofertas\_y\_ventas”, cada una de estas está conformada por las columnas seleccionadas de las tablas ya constituidas. Se generaron a través de scripts, los cuales se muestran a continuación en las figuras 5.23 y 5.24.

## Trabajo Final de Graduación

```
Query Query History
1 CREATE TABLE publicaciones.consultas_profesionales AS
2 SELECT v.id_valor,
3       t.id_referencia,
4       p.provincia,
5       p.nom_provincia,
6       c.canton,
7       c.nom_canton,
8       d.distrito,
9       d.nom_distrito,
10      t.area_m2,
11      v.moneda,
12      v.valor_total,
13      v.valor_unitario_m2,
14      v.fecha_publicacion,
15      v.tipo_referencia,
16      v.fuente,
17      t.tipo_via,
18      v.geom
19 FROM observatorio.provincia p
20      JOIN observatorio.canton c ON p.id_referencia_terreno::text = c.id_referencia_terreno::text
21      JOIN observatorio.distrito d ON c.id_referencia_terreno::text = d.id_referencia_terreno::text
22      JOIN observatorio.valor_mercado v ON d.id_referencia_terreno::text = v.id_referencia_terreno::text
23      JOIN observatorio.terreno t ON v.id_referencia_terreno::text = t.id_referencia::text;
24 ALTER TABLE publicaciones.consultas_profesionales
25 OWNER TO postgres;
```

Figura 5.23. Elaboración de código de programación en SQL (script), tabla consulta profesionales.

Fuente: elaboración propia.

```
Query Query History
1 CREATE TABLE publicaciones.ofertas_y_ventas AS
2 SELECT v.id_valor,
3       t.id_referencia,p.provincia,p.nom_provincia,
4       c.canton,c.nom_canton,d.distrito,
5       d.nom_distrito,v.moneda,v.valor_total,
6       v.valor_unitario_m2,v.fecha_publicacion,v.tipo_referencia,
7       v.fuente,t.area_m2,t.nivel,
8       t.frente_m,t.fondo_m,t.regularidad,
9       t.uso_suelo,t.topografia,t.ubicacion,
10      t.tipo_via,t.tipo_servidumbre,t.caneria,
11      t.electricidad,t.telefonia_internet,t.alumbrado,
12      t.acera,t.cordon_y_cano,t.hidrologia,
13      t.capacidad_suelo,t.entorno_seguridad,t.entorno_socioeconomico,
14      t.cobertura_celular,t.amenazas_naturales,t.transporte_publico,
15      t.vista_panoramica,t.geom,f.fotografia
16 FROM observatorio.provincia p
17      JOIN observatorio.canton c ON p.id_referencia_terreno::text = c.id_referencia_terreno::text
18      JOIN observatorio.distrito d ON c.id_referencia_terreno::text = d.id_referencia_terreno::text
19      JOIN observatorio.valor_mercado v ON d.id_referencia_terreno::text = v.id_referencia_terreno::text
20      JOIN observatorio.terreno t ON v.id_referencia_terreno::text = t.id_referencia::text
21      LEFT JOIN observatorio.fotos f ON t.id_referencia::text = f.id_referencia_terreno::text;
22
23 ALTER TABLE publicaciones.ofertas_y_ventas
24 OWNER TO postgres;
25
```

Figura 5.24. Elaboración de código de programación en SQL (script), tabla ofertas y ventas.

Fuente: elaboración propia.

En la Figura 5.25 se muestra el esquema llamado “publicaciones”, el cual contiene las tablas recién mencionas y en la 5.26 las columnas que se quieren mostrar para la tabla llamada “Consultas\_profesionales”.

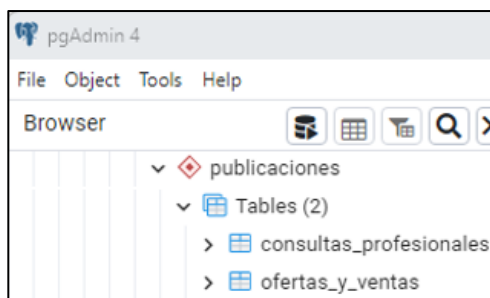


Figura 5.25. Tablas creadas para mostrar los datos de interés en el visor web.

Fuente: elaboración propia.



Figura 5.26. Despliegue de las columnas de la tabla “consultas\_profesionales”.

Fuente: elaboración propia.

También, con esta herramienta de administración se puede visualizar y modificar la información almacenada en las filas y columnas de las tablas, en un futuro si el proyecto se implementa, se podrían agregar o crear tablas nuevas, plantear la generación de vistas con las cuales se muestre la información deseada, se podrán aplicar índices, funciones, disparadores (triggers) u otros procedimientos directamente desde la interfaz gráfica de pgAdmin 4.

#### 5.5.4. Creación de usuarios y roles en la base de datos

Para la manipulación de la información en la base de datos, se generaron tres usuarios, estos con distintos roles los cuales limitan las funciones que cada uno de ellos puede realizar, esto con el fin de mantener la integridad de los datos. Una muestra de los usuarios y roles creados se observan en la siguiente figura.



**Figura.5.27. Generación de usuarios y roles en la base de datos.**

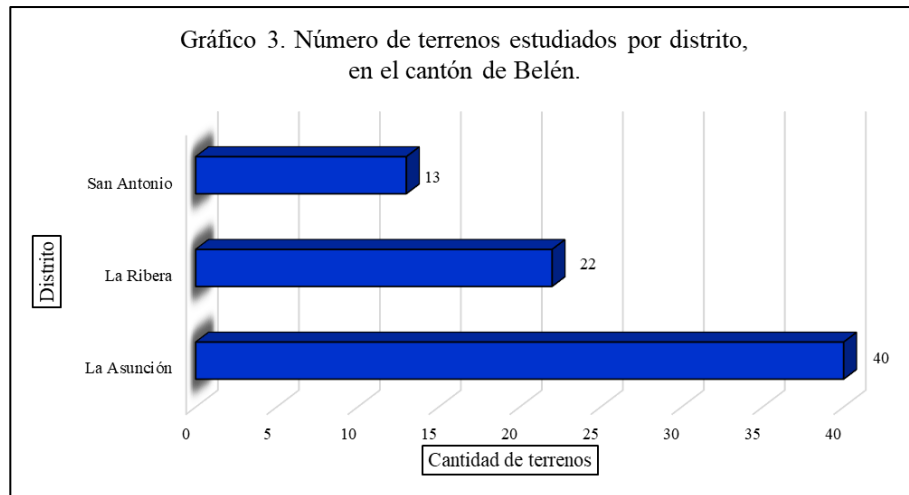
Fuente: elaboración propia.

### 5.5.5. Aprovechamiento del lenguaje SQL para el análisis de datos

El cantón de Belén cuenta con un total de 7472 fincas incluyendo las filiales, de estas se identificó un total de 2.9% (213 propiedades) que visualmente en imágenes satelitales recientes se encontraban vacantes, de dicha cifra se logró identificar 75 terrenos que contaban con oferta, representando el 1% del total de las propiedades inscritas en Belén, por otra parte, estas 75 propiedades en comparación con las 213 localizadas, representan una muestra de 35.21%.

Con la información recolectada e identificada y con el uso de sentencias SQL, se lograron establecer consultas que están directamente relacionadas con la información de la base de datos, lo cual permitió comparar, analizar y visualizar datos de importancia. Algunas de las consultas o funcionalidades que permitieron denotar el potencial de la riqueza de los datos recolectados se muestran en las siguientes figuras y gráficos.

En la Figura 5.28 se realizó el análisis de la cantidad de terrenos estudiados distribuidos en los tres distritos del cantón de Belén.



**Figura 5.28. Cantidad de terrenos estudiados por distrito.**

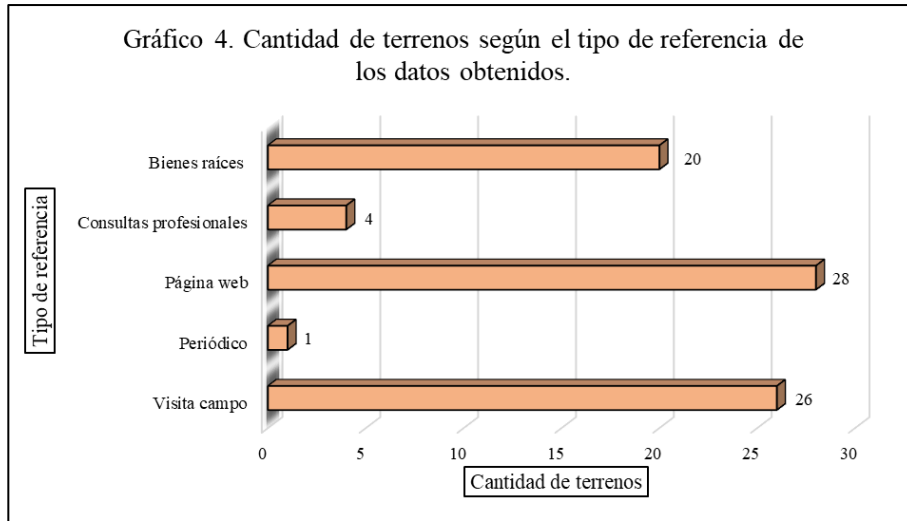
Fuente: elaboración propia.

De la figura anterior, se observa que en el distrito de San Antonio se obtuvieron 13 lotes en oferta, en La Ribera 22 y en la Asunción 40. Los números evidencian que el distrito donde se encuentran menos terrenos en oferta es San Antonio, esto por abarcar la parte central del cantón de Belén, además de ser una zona muy desarrollada en el sector comercial.

En el caso de La Ribera, este distrito se ubica al norte de la zona central del cantón de Belén, en él se obtuvieron 22 terrenos en venta, esta cantidad puede deberse a que en La Ribera se ha desarrollado de una manera equitativa el sector residencial, comercial e industrial.

Por último, se evidencia que La Asunción es el distrito donde más terrenos se encontraron en venta, esto puede deberse a que en esta zona mayoritariamente, se da más el desarrollo residencial.

En la Figura 5.29 se representan los tipos de referencia encontrados durante la obtención de datos en el cantón de Belén al utilizar las sentencias SQL.



**Figura 5.29. Cantidad de terrenos según el tipo de referencia.**

Fuente: elaboración propia.

En la figura anterior, se representa por medio del gráfico los diferentes tipos de referencia donde se extrajeron las ofertas de terrenos encontradas para este proyecto, fueron clasificadas en las 5 categorías mostradas, donde resulta que la mayor cantidad de terrenos en venta se encontraron por medio de páginas web, siendo 28 la cantidad obtenida, demostrando que en la actualidad el desarrollo de internet ha permitido brindar y obtener información a través de diferentes plataformas web, ya que en muchas ocasiones a través de estas se obtiene mayor difusión a un menor costo.

Por otro lado, la segunda y tercera fuente de información son las visitas de campo y los agentes de bienes raíces, con 26 y 20 datos respectivamente; denotando que la fuente de visita de campo en la actualidad aún se requiere, debido a que muchos vendedores siguen optando por colocar solo el rótulo de “se vende” en el terreno.

Además, se observa que la fuente donde menos ofertas se extrajeron fue la de periódicos, encontrando solamente un valor a partir de este medio de comunicación. Por otra parte, para brindar mayor cantidad de valores unitarios, se recurrió a la consulta con profesionales, obteniendo 4 referencias distribuidas en el cantón.

En la Figura 5.30, se identifica la cantidad de terrenos de acuerdo con el uso de suelo que poseen, de acuerdo con el plan regulador del cantón de Belén.

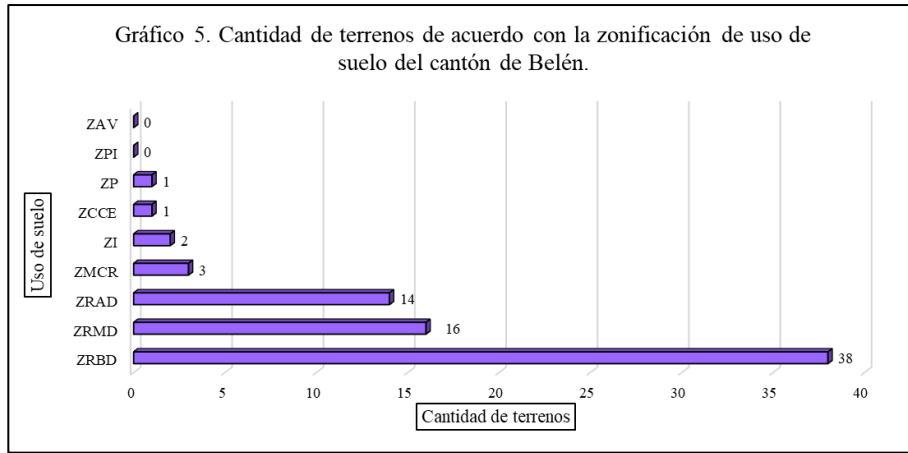


Figura 5.30. Número de terrenos de acuerdo con la zonificación de uso de suelo.

Fuente: elaboración propia.

Al analizar la figura anterior, se denota que un 50.66% de los terrenos estudiados se encuentran en la Zona Residencial Baja Densidad (ZRBD), por su parte, un 21.33% de los terrenos son Zona Residencial Media Densidad (ZRMD) y en la Zona Residencial Alta Densidad (ZRAD) se obtuvieron un total de 14 terrenos, representando un 18.66% de la muestra. Estas tres zonas mencionadas, comparten características en común como lo son el desarrollo de su infraestructura, la disponibilidad de agua potable, así como la procuración de reducir el impacto en las zonas de protección de acuíferos.

Por otro lado, en la Zona Mixta Comercial Residencial (ZMCR), la cual es una zona que comparte el uso residencial, coexistiendo con servicios comerciales y no molestos, en ella se localizaron solamente 3 terrenos, ubicadas en el distrito de La Ribera.

En la Zona Industrial (ZI) se localizaron 2 terrenos en el distrito de La Asunción, mientras que se localizó uno en la Zona Comercial y de Control Especial (ZCCE) y otra en Zona de Protección (ZP), esto debido a que colinda al Sur con el Río Bermúdez. Por último, no se localizaron terrenos en las zonas restantes.

En la Figura 5.31 se realizó un análisis de la cantidad de terrenos estudiados que disponen con los servicios básicos de electricidad y cañería.

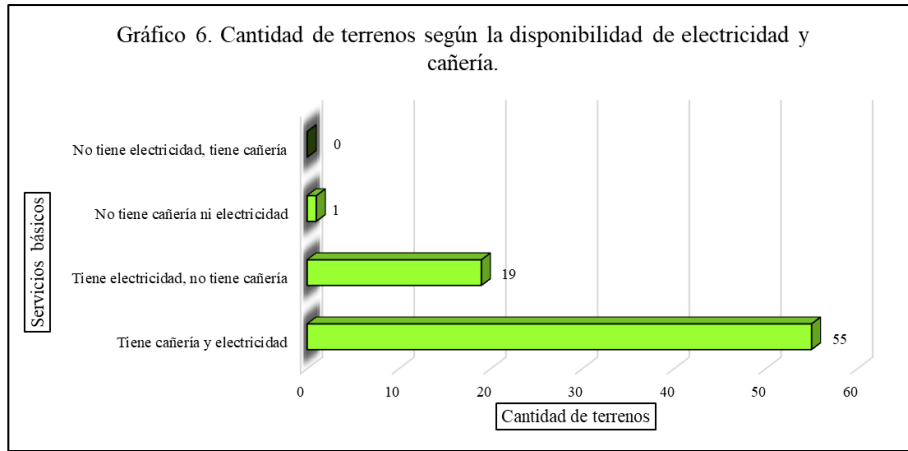


Figura 5.31. Cantidad de terrenos según la disponibilidad de electricidad y cañería.  
Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos demuestran que el 73.33 % (55 terrenos de los 75 estudiados), tienen tanto cañería como electricidad, también se denotó que 25.33% (19 terrenos), se les observó en las vistas de campo algún tipo de cajas de conexiones de electricidad, pero no se les divisó ninguna prevista o medidor de agua, lo cual se tomó como que dichos terrenos no tenían cañería. A su vez en este gráfico se detalla que solo se obtuvo un terreno que no contaba ni con electricidad ni con cañería y no se encontraron terrenos sin electricidad y que contaran con cañería.

Otra de las características analizadas en los terrenos fue la disponibilidad de cordón y caño, en la Figura 5.32 se hace un recuento de cuántos terrenos cuentan con cordón y caño, de cuántos solo con caño y de la cantidad de terrenos que no disponen ni con cordón ni con caño.

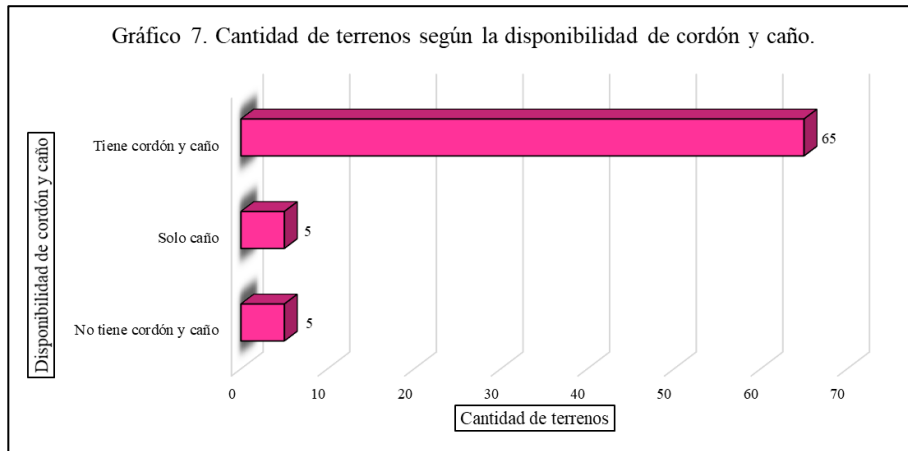


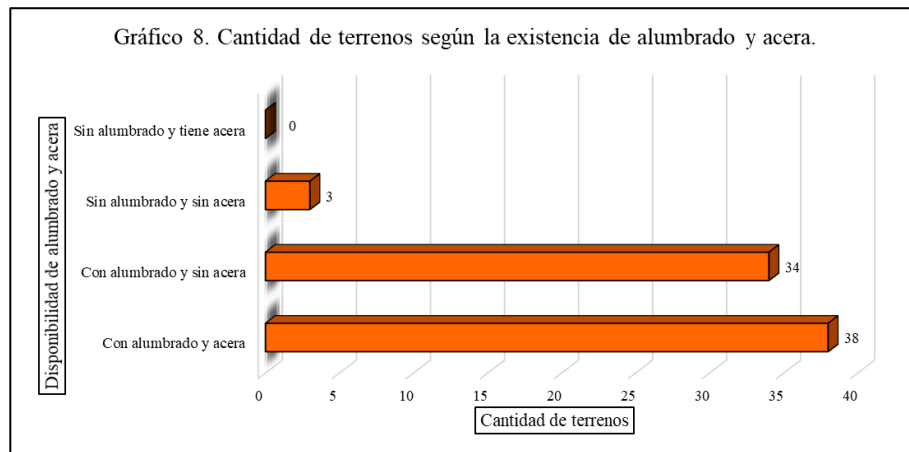
Figura 5.32. Cantidad de terrenos según la disponibilidad de cordón y caño.  
Fuente: elaboración propia.

De los 75 terrenos que conforman el total de la muestra, se obtuvo que 65 cuentan con la disponibilidad tanto de cordón como de caño, lo cual es sobresaliente porque dicha cantidad

## Trabajo Final de Graduación

representa un 86.66% del total de terrenos analizados, a su vez, tanto la opción de que los terrenos no tengan ni cordón ni caño o la de que solo tenga caño representan un 6.66% debido a que en ambos casos solamente se cuenta con 5 terrenos en cada una de las opciones tal y como se denota en el gráfico.

También, durante la recolección de datos se tomaron en cuenta como características la existencia de alumbrado y acera, por lo tanto, en la Figura 5.33 se cuantifica el número de terrenos que cuentan con: alumbrado y acera; alumbrado y sin acera; sin alumbrado y con acera o sin alumbrado y sin acera.



**Figura 5.33. Cantidad de terrenos según la existencia de alumbrado y acera.**

Fuente: elaboración propia.

De la figura 5.33 se observa que un 50.66% de los terrenos identificados con ofertas poseen alumbrado público y acera, un 45.33% cuentan con alumbrado y no poseen acera, mientras que un 4% se encuentran sin alumbrado y acera.

Uno de los datos de mayor importancia que deben de ser considerados a la hora de adquirir un terreno es el frente a calle pública, tomando en cuenta este aspecto, en la siguiente figura, se detalla la cantidad de terrenos que abarcan en rangos de distancia frente a calle pública.

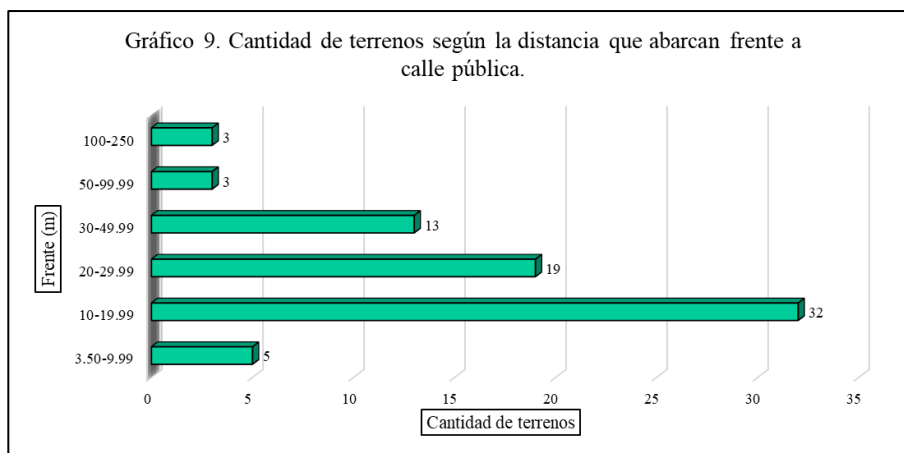


Figura 5.34. Número de terrenos según la distancia frente a calle pública.

Fuente: elaboración propia.

En lo presentado en el gráfico anterior, se determinaron 6 rangos, comprendidos de: 3.50 metros a 250 metros. De los terrenos analizados, un 42.66% poseen una distancia frente a calle pública de 10 metros a 19.99 metros, un 25.33% tienen un frente entre 20 metros a 29.99 metros, un 17.33% abarcan de 30 metros a 49.99 metros, un 6.66% alcanzan una distancia entre los 5.20 metros a 9.99 metros, un 4% comprende una distancia de 50 metros a 99.99 metros y otro 4% cuenta con una distancia superior a los 100 metros. Por lo tanto, se evidencia que los terrenos analizados generalmente poseen un frente entre los 10 metros y 50 metros.

Otro de los atributos que se muestra es la regularidad, este se calculó tomando en cuenta la definición de Área del Menor Rectángulo Circunscrito (AMRC), el cual se determina por el área de la menor figura regular (cuadrado o rectángulo) que contenga al terreno en estudio. Para obtener la cantidad de terrenos según algunos rangos del factor de regularidad, se utilizaron las sentencias que se muestran en la siguiente figura.

```

Query  Query History
1  Analisis de Regularidad
2
3  SELECT * FROM observatorio.terreno
4  Where regularidad = '1'
5  SELECT * FROM observatorio.terreno
6  Where regularidad >= '0.50' and regularidad < '0.60'
7  SELECT * FROM observatorio.terreno
8  Where regularidad >= '0.60' and regularidad < '0.70'
9  SELECT * FROM observatorio.terreno
10 Where regularidad >= '0.70' and regularidad < '0.80'
11 SELECT * FROM observatorio.terreno
12 Where regularidad >= '0.80' and regularidad < '0.90'
13 SELECT * FROM observatorio.terreno
14 Where regularidad >= '0.90' and regularidad <= '0.99'
    
```

Figura 5.35. Sentencias SQL para obtener los rangos de regularidad

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los datos y los resultados de las consultas utilizadas, en la Figura 5.36 se muestra la cantidad de terrenos según el factor de regularidad obtenido.

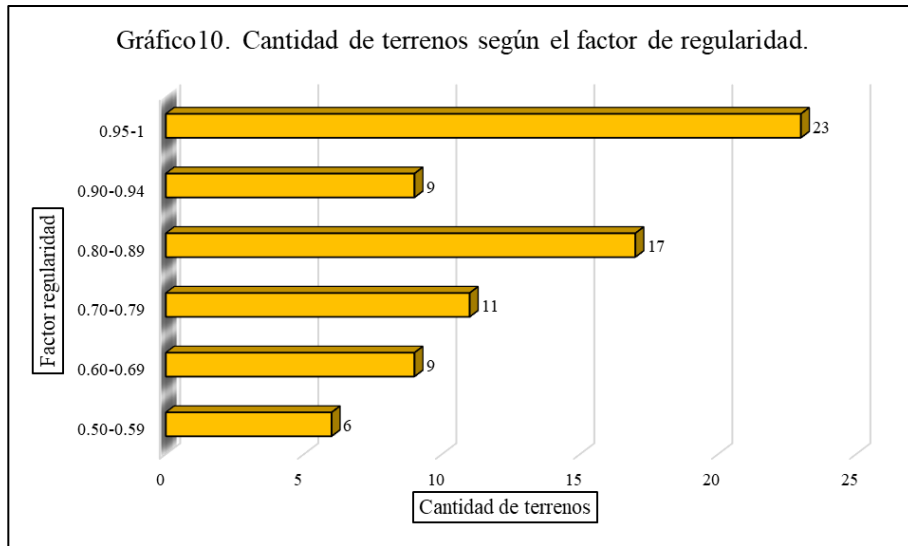


Figura 5.36. Análisis de la cantidad de terrenos según el factor de regularidad.  
Fuente: elaboración propia.

De la figura anterior se muestra que hay 23 terrenos que cuentan con un factor de regularidad bastante bueno ya que se encuentra entre los 0.95 y 1, se obtuvieron 9 terrenos con un factor entre 0.90 y 0.94, así como 17 en un rango entre 0.80 y 0.89, por otra parte, también se observa que hay 6 terrenos con un factor de regularidad inferior a 0.60, esto se debe a que algunos son terrenos con gran extensión de área lo que provoca que presenten una forma más irregular.

En la Figura 5.37, se identifican los rangos de área en la que se encuentran los terrenos obtenidos.

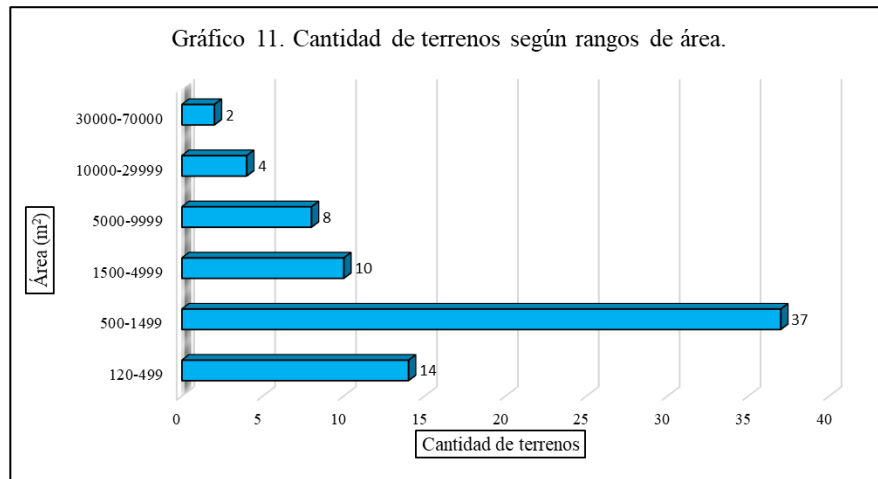


Figura 5.37. Cantidad de terrenos según el área.  
Fuente: elaboración propia.

En esta figura se muestra el área que poseen los terrenos en análisis, estos rangos de clasificación comprenden entre los 120 m<sup>2</sup> y los 70000 m<sup>2</sup>, por los datos reflejados en la gráfica, se observa que la mayoría de los predios poseen un área entre los 500 m<sup>2</sup> y 1499 m<sup>2</sup>, seguidamente los de 120 m<sup>2</sup> a 499 m<sup>2</sup>, por otro lado, los de mayor área entre 10000 m<sup>2</sup> a 70000 m<sup>2</sup> son los menos frecuentes, con tan solo 6 terrenos encontrados.

Como parte del análisis realizado, a partir de las áreas calculadas en la Figura 5.37 se seleccionó el rango predominante en el cantón, siendo este el de 500 a 1499 m<sup>2</sup>, con un total de 37 terrenos, a estos se les clasificó nuevamente según el factor de regularidad que poseen, tal y como muestra en la figura a continuación.

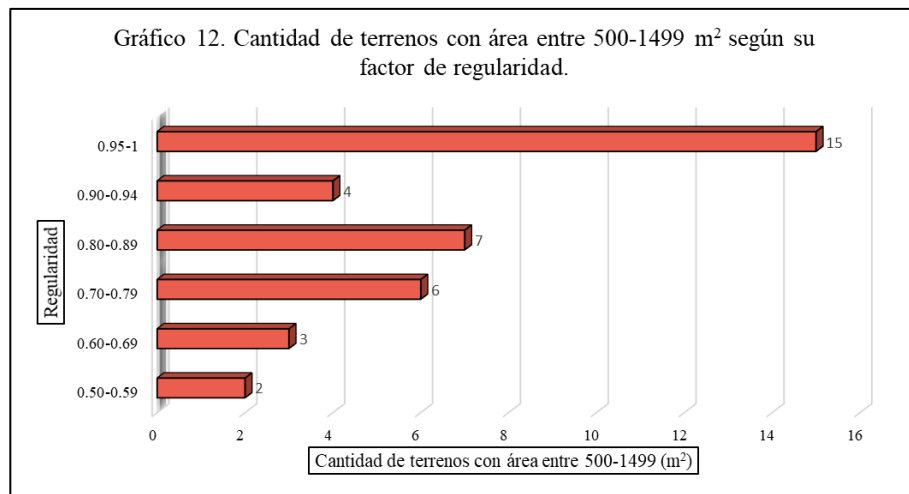


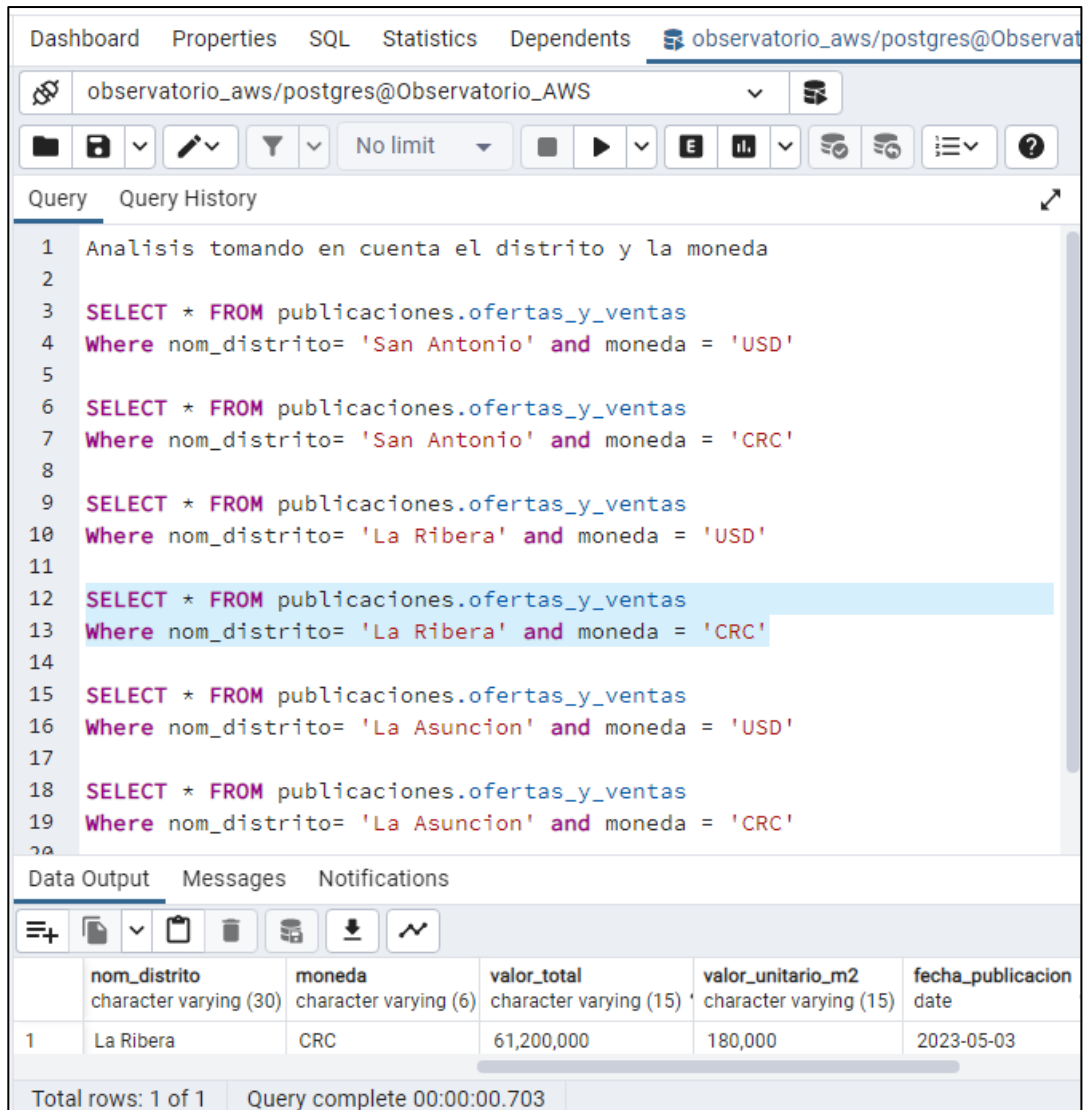
Figura 5.38. Número de terrenos según la distancia frente a calle pública.

Fuente: elaboración propia.

Según el gráfico representado se determinaron 6 rangos para los 37 terrenos, esta clasificación es igual que la realizada en la Figura 5.52 de regularidad, por lo que esta vez se determinó que 15 de los terrenos poseen una regularidad entre 0.95 a 1, seguidamente, para el rango que comprende de 0.90 a 0.94 cuenta con 4 terrenos, para el rango de 0.80 a 0.89 se contó con 7 terrenos, diferenciándose de 1 con respecto al rango de 0.70 a 0.79, además se observó que las regularidades de terrenos menos predominantes fueron las que se encontraban en el rango de 0.60 a 0.70 ya que se ubicaban solo 3 en esta categoría y la del rango de 0.50 a 0.60 donde se determinaron solamente 2 terrenos.

Uno de los componentes de mayor importancia para el observatorio es la obtención de valores de terrenos según el tipo de moneda, por lo que, las sentencias que se muestran en la siguiente figura permiten cuantificar la cantidad de terrenos según los tipos de moneda encontrados en el estudio.

## Trabajo Final de Graduación



The screenshot shows a PostgreSQL query editor interface. The top navigation bar includes 'Dashboard', 'Properties', 'SQL', 'Statistics', and 'Dependents'. The current connection is 'observatorio\_aws/postgres@Observatorio\_AWS'. The query editor contains the following SQL statements:

```
1 Analisis tomando en cuenta el distrito y la moneda
2
3 SELECT * FROM publicaciones.ofertas_y_ventas
4 Where nom_distrito= 'San Antonio' and moneda = 'USD'
5
6 SELECT * FROM publicaciones.ofertas_y_ventas
7 Where nom_distrito= 'San Antonio' and moneda = 'CRC'
8
9 SELECT * FROM publicaciones.ofertas_y_ventas
10 Where nom_distrito= 'La Ribera' and moneda = 'USD'
11
12 SELECT * FROM publicaciones.ofertas_y_ventas
13 Where nom_distrito= 'La Ribera' and moneda = 'CRC'
14
15 SELECT * FROM publicaciones.ofertas_y_ventas
16 Where nom_distrito= 'La Asuncion' and moneda = 'USD'
17
18 SELECT * FROM publicaciones.ofertas_y_ventas
19 Where nom_distrito= 'La Asuncion' and moneda = 'CRC'
20
```

The 'Data Output' tab is active, showing a table with the following data:

|   | nom_distrito<br>character varying (30) | moneda<br>character varying (6) | valor_total<br>character varying (15) | valor_unitario_m2<br>character varying (15) | fecha_publicacion<br>date |
|---|--|---------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------|
| 1 | La Ribera                              | CRC                             | 61,200,000                            | 180,000                                     | 2023-05-03                |

Total rows: 1 of 1    Query complete 00:00:00.703

**Figura 5.39. Sentencias SQL para obtener los terrenos por distrito según el tipo de moneda.**

Fuente: elaboración propia.

Al aplicar dichas sentencias, se encontró que las ofertas se manejan en dos tipos de moneda, estas se visualizan en la Figura 5.40.

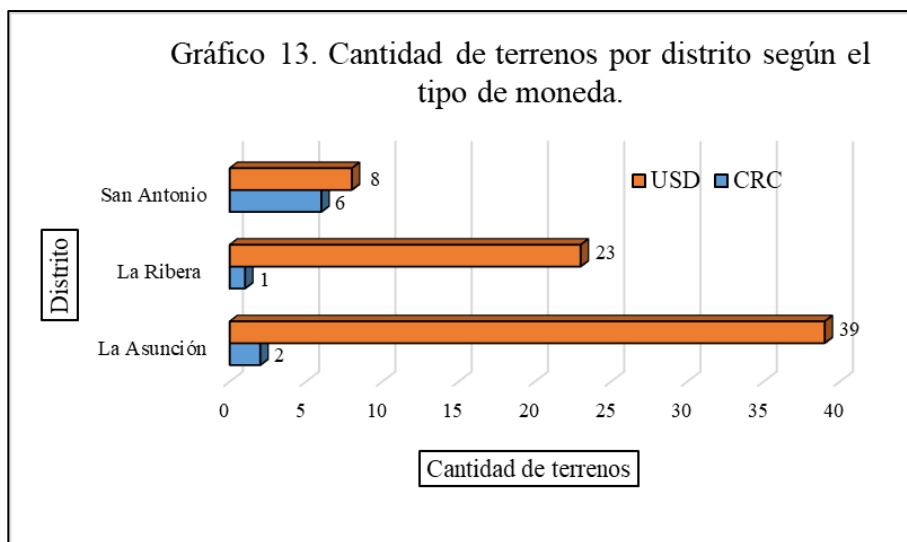


Figura 5.40. Cantidad de terrenos por distrito según el tipo de moneda.

Fuente: elaboración propia.

Para denotar una mejor distribución, se contempló la división de estos datos por distrito, donde en San Antonio se encontraron 14 ofertas, de las cuales 8 son en dólares y 6 en moneda costarricense, evidenciando que en este distrito no hay una moneda predominante, caso contrario ocurre en los otros 2 distritos, donde en La Ribera se obtuvieron 24 ofertas, una de ellas en colones y las otras 23 en dólares, mientras que en La Asunción de 41 terrenos en venta, 2 de ellos contaban con su precio en colones, mientras que los otros 39 estaban valorados en dólares.

De los datos mostrados, se observa que la moneda predominante en la venta de propiedades en el cantón de Belén corresponde al dólar estadounidense, por lo que, a partir de este dato, se puede obtener el valor unitario promedio por distrito e incluso a nivel cantonal en esta moneda.

En los Cuadros 5.9, 5.10 y 5.11 se detallan los valores unitarios de cada una de las ofertas recolectadas por distrito.

| Valor unitario de las oferta en dólares en el distrito de San Antonio |              |                  |              |
|---|--------------|------------------|--------------|
| Número de oferta  | Moneda (USD) | Número de oferta | Moneda (USD) |
| 1   | 167,92       | 5                | 199          |
| 2   | 175          | 6                | 367          |
| 3   | 185          | 7                | 455,15       |
| 4   | 185          | 8                | 194805,19    |

Cuadro 5.9. Cantidad de ofertas en dólares en el distrito de San Antonio.

Fuente: elaboración propia.

## Trabajo Final de Graduación

---

Para el distrito de San Antonio se obtuvieron 8 ofertas con su valor unitario en dólares, se apreció que la mayoría se encontraba en un rango cercano entre ellos, sin embargo, uno de estos valores obtenidos es inusual en comparación con los demás, con lo cual, para obtener el valor promedio se decidió descartar el dato de oferta número 8 marcado en color rojo. El valor resultante promedio es de 247,72 dólares por metro cuadrado para este distrito.

| Valor unitario de las ofertas en dólares en el distrito de La Ribera |              |                  |              |
|--|--------------|------------------|--------------|
| Número de oferta   | Moneda (USD) | Número de oferta | Moneda (USD) |
| 1  | 100          | 13               | 259          |
| 2  | 109          | 14               | 267          |
| 3  | 124          | 15               | 300          |
| 4  | 140          | 16               | 300          |
| 5  | 147          | 17               | 316,73       |
| 6  | 149          | 18               | 373,83       |
| 7  | 154          | 19               | 400          |
| 8  | 165          | 20               | 400          |
| 9  | 172          | 21               | 400          |
| 10   | 196,40       | 22               | 400          |
| 11   | 236          | 23               | 487,44       |
| 12   | 250          |                  |              |

**Cuadro 5.10. Cantidad de ofertas en dólares en el distrito de La Ribera.**

Fuente: elaboración propia.

Para el distrito de La Ribera se obtuvieron 23 ofertas con su valor unitario en dólares, el resultado de promediar estas es de 254,19 dólares por metro cuadrado.

## Trabajo Final de Graduación

| Valor unitario de las oferta en dólares en el distrito de La Asunción |              |                  |              |                  |              |
|---|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| Número de oferta  | Moneda (USD) | Número de oferta | Moneda (USD) | Número de oferta | Moneda (USD) |
| 1   | 150          | 14               | 234          | 27               | 280          |
| 2   | 151          | 15               | 238          | 28               | 280          |
| 3   | 168          | 16               | 240,01       | 29               | 280          |
| 4   | 170          | 17               | 246          | 30               | 285          |
| 5   | 180          | 18               | 246          | 31               | 290          |
| 6   | 184          | 19               | 247          | 32               | 293          |
| 7   | 199          | 20               | 248          | 33               | 299          |
| 8   | 200          | 21               | 249          | 34               | 299          |
| 9   | 208          | 22               | 250          | 35               | 315          |
| 10  | 225          | 23               | 250          | 36               | 320          |
| 11  | 225          | 24               | 275          | 37               | 322          |
| 12  | 227          | 25               | 276          | 38               | 327          |
| 13  | 234          | 26               | 276,89       | 39               | 375          |

**Cuadro 5.11. Cantidad de ofertas en dólares en el distrito de La Asunción.**

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, para el distrito de La Asunción se obtuvo la cantidad de 39 ofertas, cuyos valores van desde los 150 a 375 dólares, se realizó el promedio de estos, resultando un valor por metro cuadrado de 250,31 dólares.

Analizando los datos promediados por cada distrito, se puede decir que el valor unitario más barato se encuentra en San Antonio y el de mayor precio es La Ribera. También se logra evidenciar que el valor unitario promedio entre estos distritos no supera los 7 dólares de diferencia.

Además, tomando estos mismos datos se realizó el cálculo del valor unitario promedio para el cantón de Belén, obteniéndose 250,74 dólares por metro cuadrado.

Otro aspecto que se pudo analizar correspondió con la variabilidad de los precios en algunas de las ofertas con el paso del tiempo. Como es conocido el mercado es cambiante, por lo que, se decidió aprovechar una de las funcionalidades del proyecto, la cual es el almacenamiento de valores históricos, tomando dicha información se realizó un análisis comparativo donde se logra observar las diferencias existentes en el valor total con el pasar de los meses de algunos terrenos que estaban en estudio.

En el Cuadro 5.12 se muestran los terrenos que tuvieron cambios en su valor con el pasar de los meses.

## Trabajo Final de Graduación

| Cambios del valor total en el mercado de terrenos con respecto al tiempo. |               |                             |                                 |                 |                        |                                |                 |                           |
|---|---------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------------|
| N° de oferta  | id_referencia | Primer fecha de recolección | Fuente                          | Valor total     | Fecha de actualización | Fuente                         | Valor total     | Diferencia de valor total |
| 1   | 0269563000    | 1/8/2022                    | Encuentra 24                    | \$105.000       | 6/11/2023              | Encuentra 24                   | €63.000.000     | \$11.828,93               |
| 2   | 0148063000    | 22/10/2022                  | Bienes raíces 506               | \$105.000       | 6/11/2023              | Bienes raíces 506              | \$137.000       | \$32.000                  |
| 3   | 0014121000    | 27/7/2022                   | Encuentra 24                    | \$400.000       | 23/11/2023             | Encuentra 24                   | \$480.000       | \$80.000                  |
| 4   | 0264767000    | 7/7/2019                    | City Max Real Estate Costa Rica | \$2.700.000     | 6/11/2023              | Encuentra 24                   | \$2.850.000     | \$150.000                 |
| 5   | 0083102000    | 29/5/2023                   | Bienes Online                   | €75.000.000     | 9/11/2023              | Bienes Online                  | \$137.000       | -\$2.082,06               |
| 6   | 0256015000    | 1/6/2023                    | Encuentra 24                    | \$330.000       | 6/11/2023              | Encuentra 24                   | \$320.000       | -\$10.000                 |
| 7   | 0162537000    | 5/11/2022                   | InHaus Real Estate              | \$910.000       | 6/11/2023              | Sotheby's International Realty | \$688.800       | -\$221.200                |
| 8   | 0162536000    | 5/11/2022                   | InHaus Real Estate              | \$999.375       | 6/11/2023              | Sotheby's International Realty | \$737.800       | -\$261.575                |
| 9   | 0193878000    | 29/9/2022                   | Encuentra 24                    | \$1.800.000.000 | 6/11/2023              | Encuentra 24                   | \$1.500.000.000 | -\$300.000.000            |

**Cuadro 5.12. Cambios en el valor de mercado de terrenos con respecto al tiempo en Belén.**

Fuente: elaboración propia.

Se obtuvo que, de las 75 ofertas obtenidas, 9 tuvieron una variación de su valor las cuales se observan en la Figura 5.60. La oferta N°1 aumento su valor y cambió el tipo de moneda, pasando de dólares a colones; las ofertas N°2 y 3 aumentaron de valor; la oferta N°4 aumento su valor y cambió el tipo de fuente, pasando de bienes raíces City Max Real Estate Costa Rica a Encuentra 24. Se denota que los aumentos de valores totales van desde los 11 828.93 dólares, hasta los 150 000 dólares.

Por otra parte, la oferta N°5 disminuyó su valor total y cambió el tipo de moneda, pasando de colones a dólares; la N°6 y 9 únicamente disminuyeron su valor, mientras que, las ofertas N°7 y 8 disminuyeron su valor y cambiaron la fuente, en ambos casos pasaron de bienes raíces InHouse Real Estate a bienes raíces Sotheby's International Realty. En esta ocasión se observa que los valores totales disminuyeron entre los 2082.06 dólares hasta los 300 000 000 de dólares.

Al tomar en cuenta el valor que más elevó su precio, se detalla que este aumentó un 5.56% en un lapso de 52 meses, por su parte, el valor que tuvo una mayor disminución en su costo se depreció un 16.67% en 13 meses.

Cabe destacar que, la actualización de valores se realizó en la mayor cantidad de ofertas posibles, en las cuales, de mantener su valor con el paso de los meses, se optó por actualizar su fecha de publicación. En el caso de las 9 ofertas que variaron su precio, se mantuvo tanto la información de la primera fecha de recolección como los datos recolectados durante la actualización, esto con el fin de que se visualice el histórico de los terrenos.

Además, de los análisis propuestos hasta el momento se realizó otro, en el que se comparan algunos terrenos que se encuentran localizados relativamente cerca entre ellos, llegando incluso a compararse algunos lotes contiguos. Dicha comparativa se realiza buscando identificar algunas similitudes o diferencias existentes en cuanto a características o detalles que presentan algunos de los terrenos estudiados.

De esa manera, en el Cuadro 5.13 se analiza la relación de vecindad de tres terrenos ubicados en un sector del distrito de La Ribera.

| Correlación de vecindad en un sector del distrito La Ribera |               |                        |                      |                 |             |            |
|---|---------------|------------------------|----------------------|-----------------|-------------|------------|
| N° de oferta  | Id_referencia | Área (m <sup>2</sup> ) | Valor unitario (USD) | Fuente          | Regularidad | Frente (m) |
| 1   | 0229919000    | 2226                   | 300                  | Visita de campo | 0.51        | 14.34      |
| 2   | 0229920000    | 2490                   | 259                  | Visita de campo | 0.61        | 12.77      |
| 3   | 0093059000    | 2748                   | 236                  | Página web      | 0.92        | 24.47      |

**Cuadro 5.13. Correlación de vecindad en un sector de La Ribera.**

Fuente: elaboración propia.

Primeramente, al comparar estos tres terrenos se puede apreciar que cuentan con áreas relativamente grandes, pertenecientes al grupo de 10 ofertas que tienen un área con un rango entre los 1500 y los 4999 m<sup>2</sup> si se toma en cuenta la figura 5.53; se denota que el que tiene mayor área es el terreno número 3, el siguiente es el segundo y el de menor área es el primero. En cuanto al valor del metro cuadrado determinado para cada uno, deja entrever un orden distinto al recién mencionado con el área, porque en este apartado el terreno con el metro cuadrado más caro es el primero, la oferta número 2 mantiene su segunda posición y el número 3 en este caso es el que tiene el metro cuadrado más económico.

Se detallo que las ofertas en cuestión tenían su valor en dólares americanos, la diferencia existente entre la oferta N°1 y la N°2 es de \$41, entre la N°2 y la N°3 es de \$23, sin embargo, la mayor diferencia está entre la oferta N°1 y la N°3, debido a que existe una diferencia de \$64 por metro cuadrado. En estos casos las fuentes para obtener los valores unitarios, fue en los dos primeros a través de la visita de campo y en el tercer caso por medio del valor obtenido en una página web, con lo cual en los de la visita de campo se contactó con el dueño o bien con el agente encargado de la venta, mientras que en la de la página web fue por medio de un intermediario.

Es importante mencionar que en cuanto a su ubicación, las dos primeras ofertas son terrenos vecinos y están localizadas dentro de un residencial, el cual cuenta incluso con portón y con seguridad que resguarda el lugar, mientras que la oferta N°3, esta contiguo al lote que tiene en frente la entrada del residencial donde están ubicadas las otras dos ofertas, por lo tanto se puede

## Trabajo Final de Graduación

---

decir que todas las ofertas en este análisis están relativamente cerca, aproximadamente a 100 metros si se traza una línea recta.

Si se considera la forma de los terrenos, se puede decir que la número 1 y la 2 tienen formas similares, sin embargo, su forma es poco regular, teniendo 0.51 y 0.61 respectivamente considerando el factor de regularidad, mientras que el terreno número 3 cuenta con una regularidad de 0.92. En cuanto al frente a calle pública, el terreno 3 es el que cuenta con mayor distancia de frente, con 24.47 metros, seguido del primero con 14.34 metros y por último el número 2 con un frente de 12.77 metros.

Asimismo, en La Asunción también se logró obtener en un sector correlación de vecindad, encontrando 5 ofertas cercanas en un radio de 65 metros, las mismas se muestran en el Cuadro 5.14.

| Correlación de vecindad en un sector del distrito La Asunción |               |                        |                      |                 |             |            |
|---|---------------|------------------------|----------------------|-----------------|-------------|------------|
| N° de oferta  | Id_referencia | Área (m <sup>2</sup> ) | Valor unitario (USD) | Fuente          | Regularidad | Frente (m) |
| 1   | 0077192000    | 901.63                 | 249                  | Bienes raíces   | 0.93        | 17.92      |
| 2   | 0247978000    | 500                    | 280                  | Visita de campo | 0.99        | 20         |
| 3   | 0077170000    | 583                    | 248                  | Página web      | 1           | 20         |
| 4   | 0077172000    | 586                    | 247                  | Página web      | 0.9         | 20         |
| 5   | 0077174000    | 589                    | 246                  | Página web      | 0           | 20         |

**Cuadro 5.14. Correlación de vecindad en un sector de La Asunción.**

Fuente: elaboración propia.

Del cuadro anterior, se observa que las 5 ofertas cuentan con un área mayor o igual a 500 m<sup>2</sup>, su valor unitario se encuentra entre los \$246 y \$280, obteniendo un rango de diferencia de 34 dólares entre el valor unitario más bajo y el más elevado, sin embargo, si se excluye la oferta con mayor valor, se denota que el resto de los terrenos en venta rondan entre los \$246 y \$249 por metro cuadrado, identificando que la diferencia de valores no supera los 3 dólares.

Por otra parte, en lo que respecta a la fuente de donde se obtuvieron, 2 ofertas se encontraron a través de bienes raíces y visita de campo, mientras que 3 de ellas se identificaron a través de página web.

En esta zona en específico se obtiene que 4 de las 5 ofertas se encuentran en el rango de regularidad de 0.95 a 1, mientras que la oferta N°1 posee un valor de 0.93 y en lo que respecta al frente, se evidencia que esta misma tiene una menor distancia en este apartado.

### 5.6. Alojamiento de la Base de datos en Amazon Web Services

Durante el desarrollo del proyecto se determinó que un aspecto importante era el de contar con una base de datos hospedada en un servidor web, con la cual todos los miembros tuviesen acceso a ella y que de la misma forma existiera un tipo de respaldo en caso de que alguno de los equipos utilizados fallara. Por lo tanto, después de los procesos metodológicos realizados se logró tener una base de datos PostgreSQL, hospedada en una instancia de Amazon Web Services dedicada para almacenar este tipo de recursos.

Otro detalle de importancia para lograr la correcta ejecución del proyecto fue que la instancia creada con AWS permitió la creación y aprovechamiento de la extensión PostGIS. En la Figura 5.41 se visualiza la sección en donde se realizó la creación de la extensión.

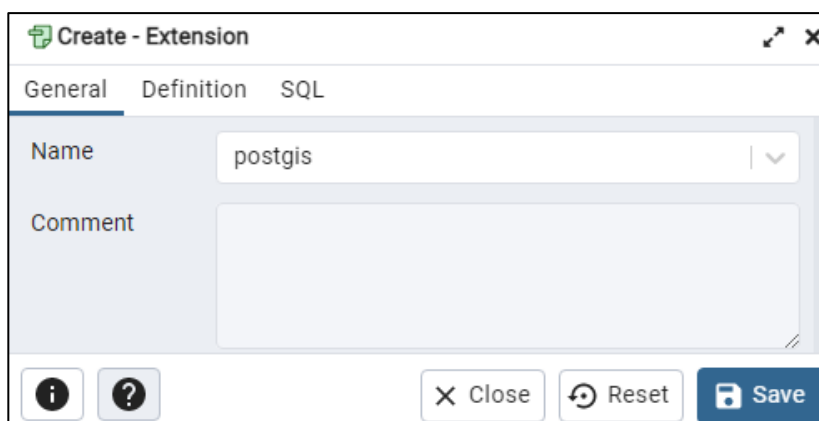


Figura 5.41. Sección de la extensión PostGIS creada en la base de datos.

Fuente: elaboración propia

### 5.7. Extensión PostGIS como medio de conexión con herramientas geoespaciales

Gracias a contar con una base de datos PostgreSQL que tiene la extensión PostGIS habilitada, se han aprovechado varias funcionalidades para poder desarrollar y ejecutar este proyecto. Gran parte del contenido que se está utilizando y el que se muestra en el visor del observatorio son datos geoespaciales.

La extensión PostGIS ha permitido darle a la base, la capacidad de manejar este tipo de datos, de poder almacenarlos, tener la oportunidad de consultarlos, trabajar y analizar detalles relacionados con la ubicación de la información que se quiere mostrar, detalles como el de poder aplicar una transformación de coordenadas geodésicas a geográficas para así determinar que los puntos estén en el sistema CRTM05, el poder establecer el tipo de geometría utilizada (polígonos, líneas y puntos) y poder también de esa manera hacer una previsualización de la información directamente desde la base de datos.

## Trabajo Final de Graduación

A continuación, en la Figura 5.42 se muestra parte de uno de los scripts con el cual se logró usar una función de transformación para dar las coordenadas, definir el sistema de referencia y dar geometría a los puntos, la función utilizada se resalta en color celeste.

```
INSERT INTO observatorio.terreno (id,id_referencia, area_m2, nivel, frente_m, fondo_m,
regularidad, uso_suelo, topografia, ubicacion, tipo_via, tipo_servidumbre, caneria,
electricidad, telefonía_internet, alumbrado, acera, cordón_y_cano, hidrología,
capacidad_suelo, entorno_seguridad, entorno_socioeconomico, cobertura_celular,
amenazas_naturales, transporte_publico, vista_panoramica, geom) VALUES

(1,'0193878000', 7700, 'A nivel', 25.02, 57.27, '0.81', 'ZCCE', '25% plano; 75% ondulado',
'Medianero con un frente', '1', 'No tiene servidumbre', 'Tiene', 'Tiene', 'Tiene', 'Tiene',
'Cordon y caño', 'No aplica; no esta en zona rural', 'No aplica; no esta en zona rural', 'Bueno',
'Bueno', 'Tiene', 'Hay riesgo por rio', 'Cercano', 'Tiene',
ST_Transform(ST_SetSRID(ST_MakePoint(-84.185972, 9.978278), 4326), 5367)),

(2,'0148063000', 301, 'Sobre nivel', 10.05, 30.63, '0.79', 'ZRAD', 'Plano', 'Medianero con un
frente', '4', 'No tiene servidumbre', 'No tiene', 'Tiene', 'Tiene', 'Tiene', 'No tiene', 'Cordon y
caño', 'No aplica; no esta en zona rural', 'No aplica; no esta en zona rural', 'Bueno', 'Bueno',
'Tiene', 'No hay riesgo', 'Cercano', 'No tiene', ST_Transform(ST_SetSRID(ST_MakePoint(-
84.187917, 9.974944), 4326), 5367)).
```

Figura 5.42. Consulta SQL para transformar coordenadas y definir el tipo de geometría.

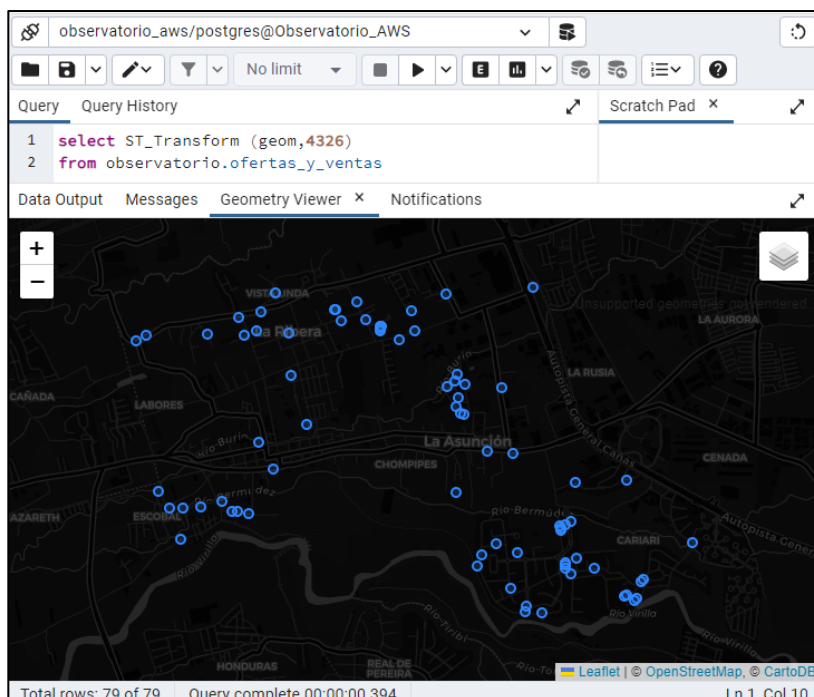
Fuente: elaboración propia

En la Figura 5.43 y 5.44 se muestra una previsualización de los datos, la ubicación en la que se encuentran y un mapa base que se obtiene al usar un comando en el query tool.



Figura 5.43. Previsualización de la información en la base de datos.

Fuente: elaboración propia



**Figura 5.44. Ubicación de los datos cargando un mapa base en pgAdmin 4.**

Fuente: elaboración propia

Es importante destacar que además de las funcionalidades mencionadas, la extensión PostGIS ha permitido la integración de la base de datos del observatorio con otras tecnologías o herramientas geoespaciales, en este caso se logró establecer la conexión con el sistema de información geográfica QGIS y con el servidor de mapas web GeoServer. Los resultados de estas conexiones se mencionan en las próximas secciones.

### 5.7.1. Conexión de la base de datos con QGIS a través de PostGIS

El hecho de haber conectado la base de datos con el Sistema de Información Geográfica QGIS, trae múltiples beneficios en la ejecución del proyecto, lo primero es que permite la gestión, manipulación, edición, visualización y publicación de los datos geoespaciales que se tienen almacenados en la base de datos.

Esto se logra gracias a que con PostGIS se generó el acceso directo a la base de datos, cada enlace creado está determinado para ser utilizado y cumplir con los diferentes privilegios que se asignaron a los usuarios de la base; de esa manera se obtuvieron dos enlaces que tienen acceso completo de manipulación y otros dos con funciones específicas para su rol.

Es importante destacar que lo obtenido fue una división de funciones a través de los distintos usuarios que ya se habían creado para la base de datos, lo ideal es que, si se pone en marcha la idea del observatorio, cada miembro del TFG pueda adquirir uno de esos usuarios para que

## Trabajo Final de Graduación

este cumpla con las funciones que se le otorgan y de esa manera tener un claro orden de las labores que le corresponden a cada uno.

Un detalle que le da un valor agregado a este tipo de conexiones entre la base de datos y QGIS, es que cualquier creación, edición o cambio en la información, se realizará en tiempo real en la base, permitiendo de esa manera más eficiencia al aplicar su uso.

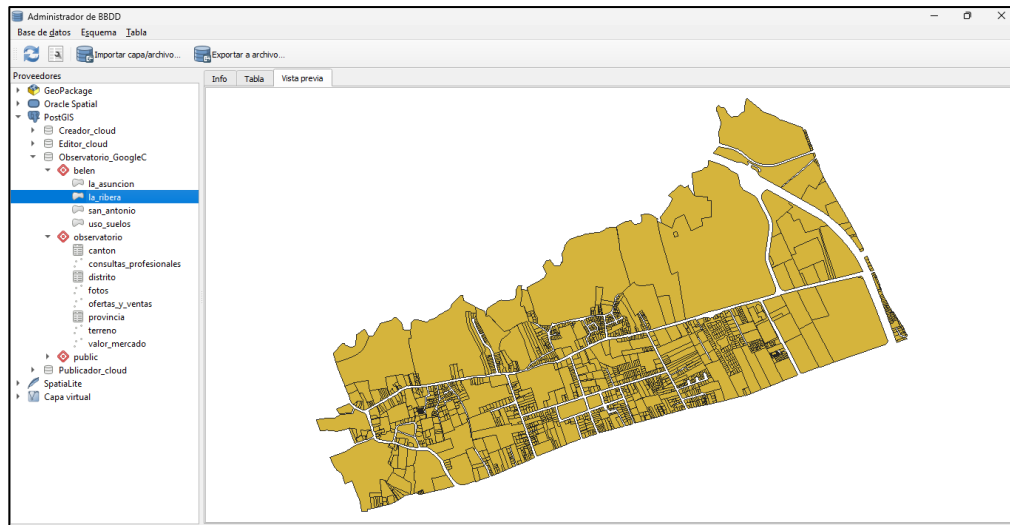
En la Figura 5.45 se muestran las conexiones PostGIS determinadas para el proyecto, donde se denotan “Creador\_AWS”, “Editor\_AWS”, “Observatorio\_AWS” y “Publicador\_AWS”, al seleccionar alguna de esas conexiones se desplegarán los esquemas y dentro de ellas las tablas que estos contienen, además se muestra un espacio en donde se podrá visualizar detalles, información y los privilegios de cada conexión.



Figura 5.45. Detalles de la conexión “Observatorio\_AWS”.

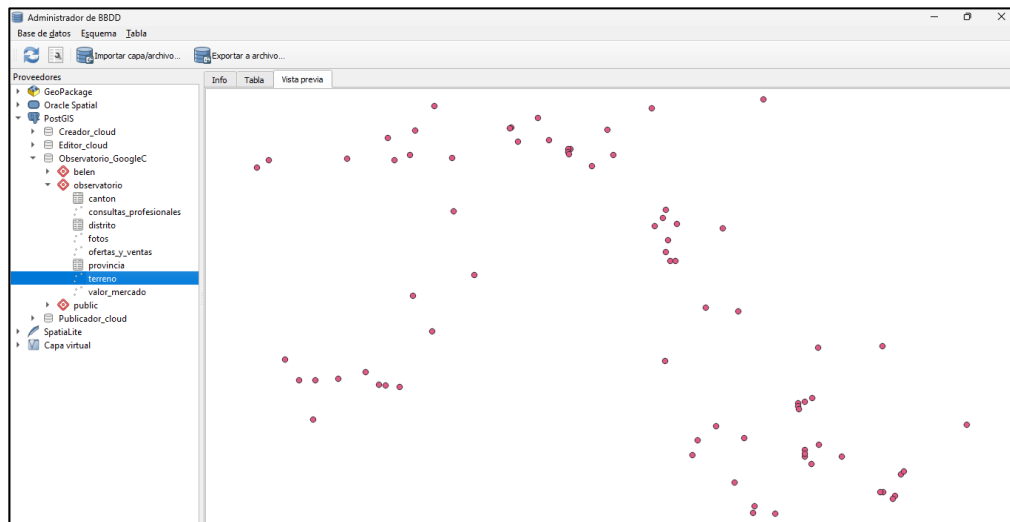
Fuente: elaboración propia

En las figuras 5.46 y 5.47 se visualiza una vista previa de las capas “la\_ribera” y “ofertas\_y\_ventas”.



**Figura 5.46. Vista previa de la capa “la\_ribera” usando una conexión PostGIS.**

Fuente: elaboración propia



**Figura 5.47. Vista previa de la capa “terrenos” usando una conexión PostGIS.**

Fuente: elaboración propia

### 5.7.2. Conexión de la base de datos con GeoServer a través de PostGIS

El haber realizado la conexión entre la base de datos PostgreSQL establecida para el proyecto y el servidor de mapas web GeoServer usando PostGIS, lo que ha permitido es establecer una estructura aún más completa de lo logrado hasta el momento, debido a que, con ella se puede gestionar, realizar la publicación de la información y crear acceso a los datos geoespaciales a través de servicios web.

Otro beneficio obtenido con esta conexión es que, al determinar la base como el origen de los datos brindados en GeoServer, se tendrá acceso a datos actualizados, por lo tanto, si se realiza

cualquier cambio o actualización en la información de la base de datos, dichos cambios se mostrarán en los geoservicios que se estén utilizando en el momento.

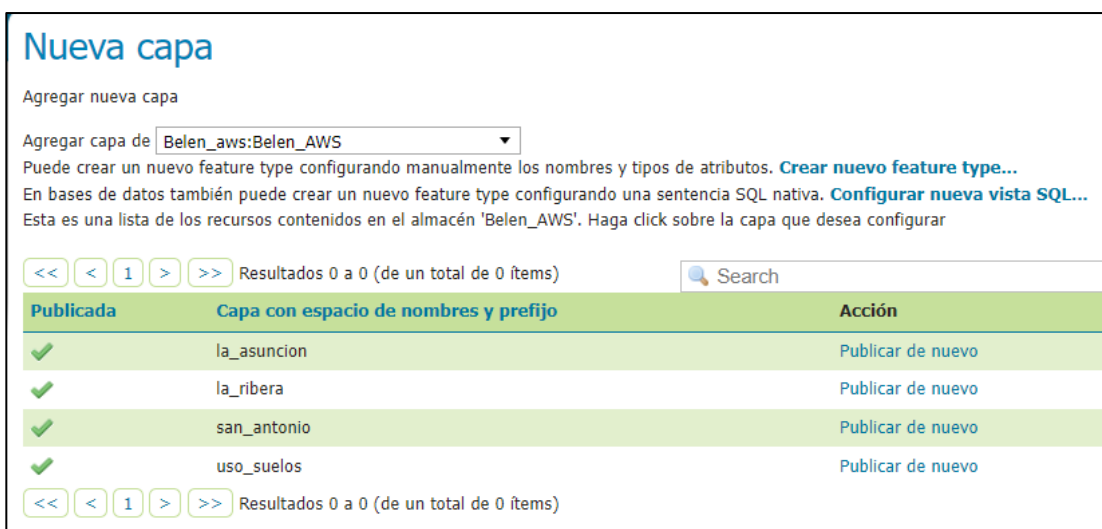
En la Figura 5.48, se muestra cómo se logró establecer la base como origen de los datos que se brindarán en GeoServer.



Figura 5.48. Determinación de la base de datos como origen de los insumos en GeoServer.

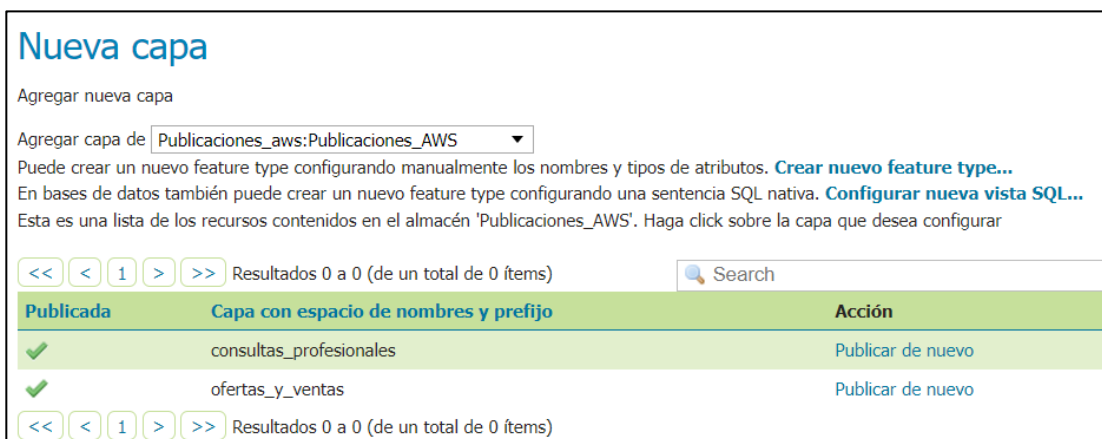
Fuente: elaboración propia

En las figuras 5.49 y 5.50 se muestra un espacio en GeoServer en donde se realizan las publicaciones de las capas que se quieren compartir, en este caso conectar al servidor de mapas web con la base de datos y más específico con los esquemas “belen” y “publicaciones”.



**Figura 5.49. Capas publicadas usando la conexión PostGIS y el esquema “belen”.**

Fuente: elaboración propia



**Figura 5.50. Capas publicadas usando conexión PostGIS y el esquema “publicaciones”.**

Fuente: elaboración propia

### 5.8. Alojamiento de GeoServer en el servidor Amazon Web Service

Posteriormente, de haber denotado algunos problemas con la ejecución de GeoServer desde un servidor local y de que el propósito de su implementación no funcionó tal y como se esperaba en el proyecto, fue necesario el hospedaje de dicha herramienta en un servidor web. En este caso como ya se mencionó en la parte metodológica, GeoServer se alojó en una instancia EC2 del servidor AWS.

Al haber trabajado con el servidor de Amazon Web Service, se obtuvo una instancia de máquina virtual, de costo reducido. Es importante destacar que, aunque para este proyecto se está utilizando el nivel gratuito, el servidor es bastante flexible en cuanto a su escalabilidad, por lo tanto, en el momento que se requiera se pueden mejorar los recursos.

Ahora, en cuanto a los beneficios que se obtuvieron de alojar a GeoServer en una instancia de EC2 son varios, el principal o el más importante es que el servidor permitió asignar una IP elástica fija a la instancia en la cual está hospedado GeoServer, permitiendo de esta manera que, en caso de un reinicio voluntario o involuntario de esta, no se pierdan las conexiones o el uso de los geoservicios WMS, WFS, WCS, como sí sucedería si se cuenta con una IP elástica dinámica, la cual es cambiante. Los otros beneficios obtenidos son que GeoServer tendrá alta disponibilidad y que sus recursos podrán ser utilizados prácticamente todo el tiempo por el visor web, además que la seguridad será alta porque AWS proporciona las herramientas suficientes para que la instancia sea segura.

### 5.8.1. Publicación de capas con GeoServer

El haber considerado al servidor de mapas web GeoServer como complemento para el desarrollo de este proyecto ha permitido obtener ciertos beneficios, entre los cuales destacan la publicación, personalización, interoperabilidad, acceso y distribución de los datos geoespaciales que se han generado con la ejecución del TFG.

En cuanto a lo relacionado con la publicación y personalización se puede mencionar que se obtuvo como resultado ocho capas, cada una de estas con un estilo que cumpliera con las necesidades requeridas, a las cuales se le realizó su debida publicación usando el servidor de mapas web GeoServer.

En las siguientes figuras se detallan las capas publicadas con el respectivo estilo que se le asignó a cada una de ellas, por lo tanto, se denotarán las capas de “uso\_suelos”, las de los distritos de: “san\_antonio”, “la\_ribera”, “la\_asunción”, además de las capas “Consulta\_profesionales” y “Ofertas\_y\_ventas”.

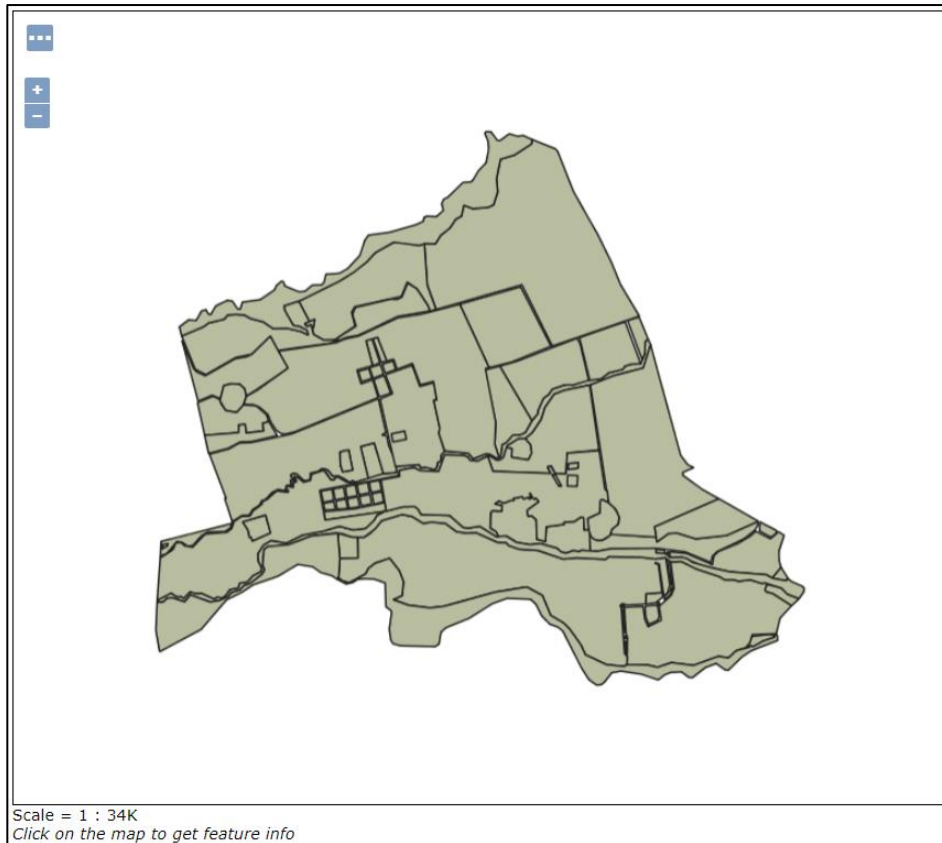


Figura 5.51. Capa de uso de suelos publicada.

Fuente: elaboración propia

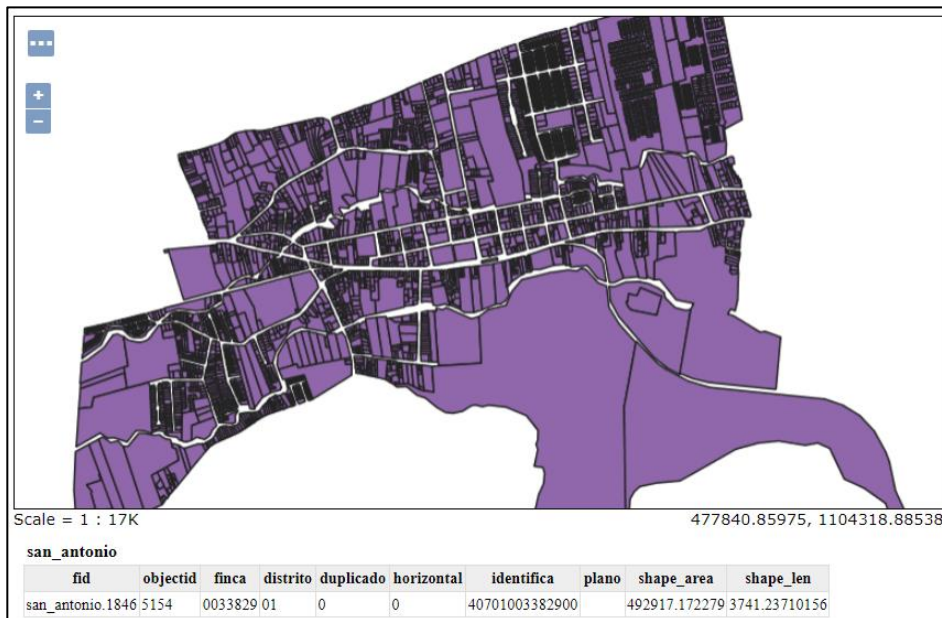


Figura 5.52. Capa del distrito de San Antonio publicada.

Fuente: elaboración propia

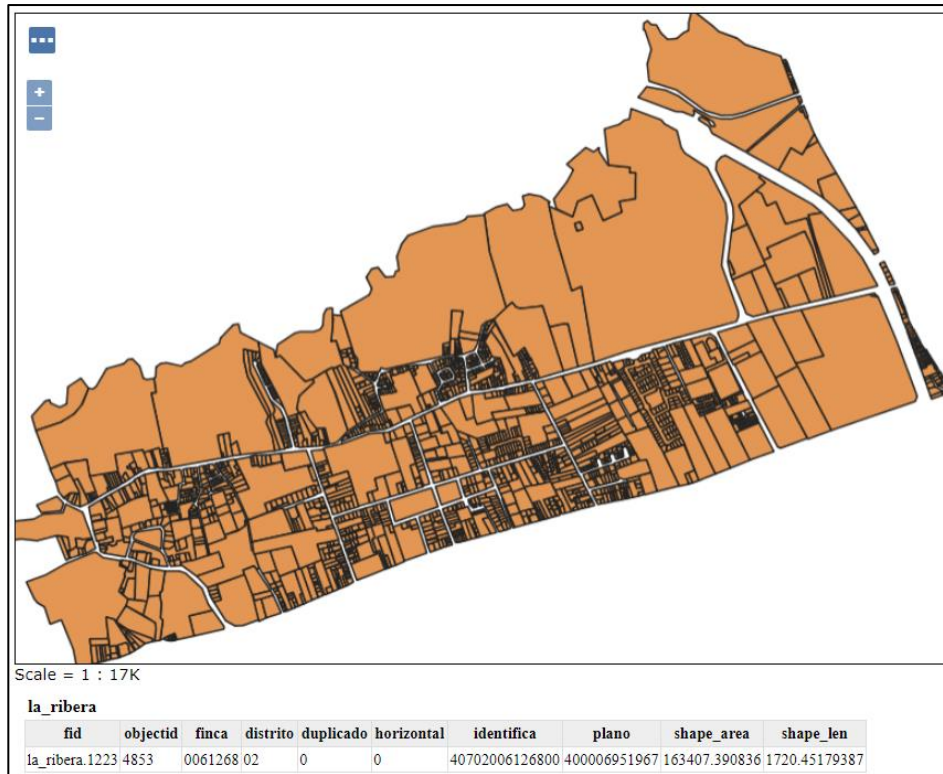


Figura 5.53. Capa del distrito de La Ribera publicada.

Fuente: elaboración propia

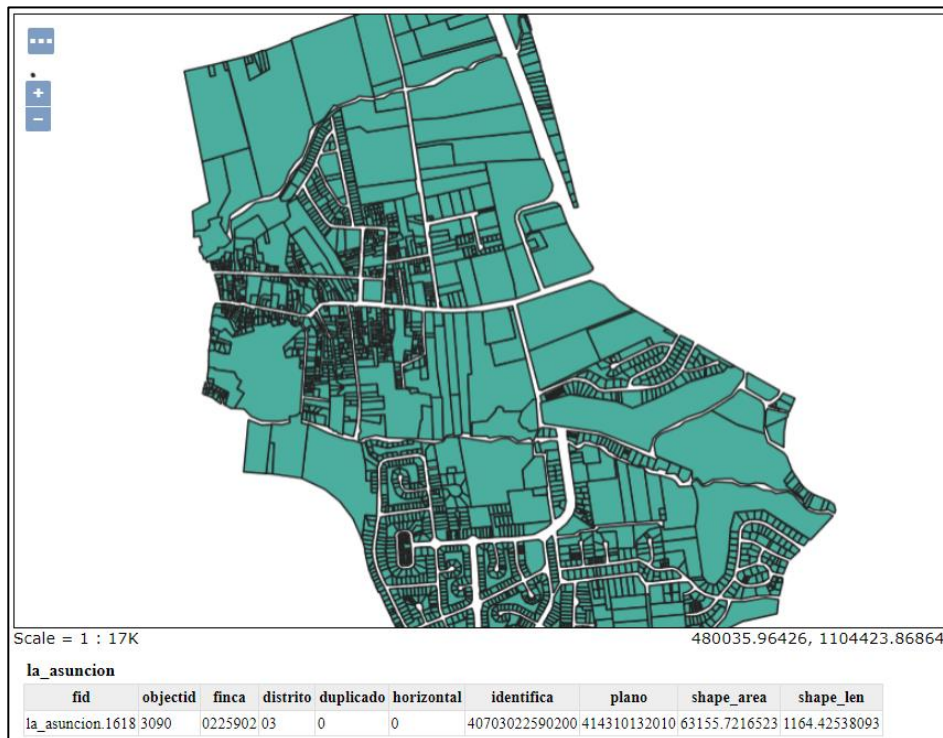


Figura 5.54. Capa del distrito La Asunción publicada.

Fuente: elaboración propia

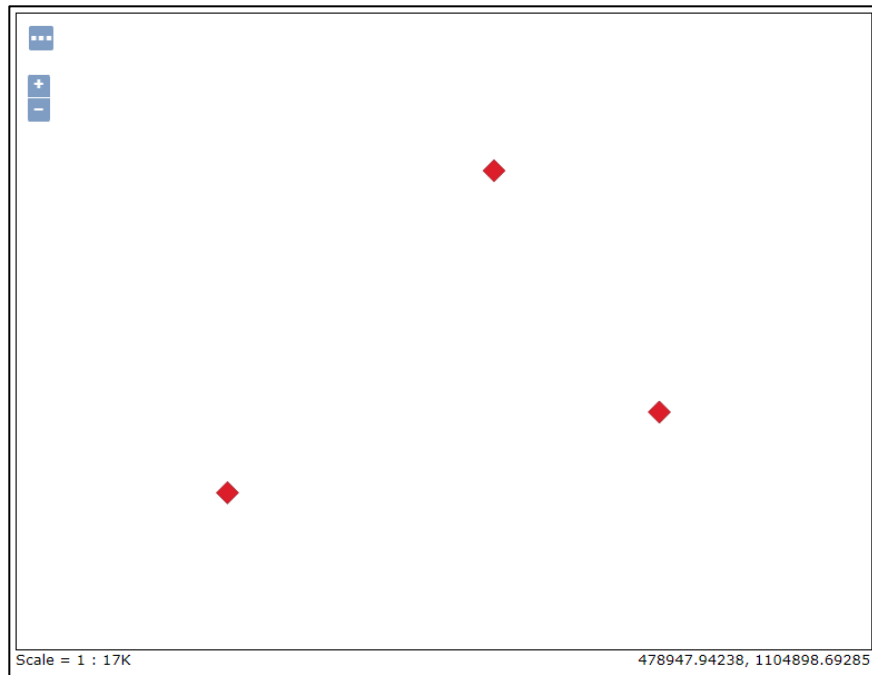


Figura 5.55. Capa de la tabla “Consulta\_profesionales” publicada con GeoServer.  
Fuente: elaboración propia

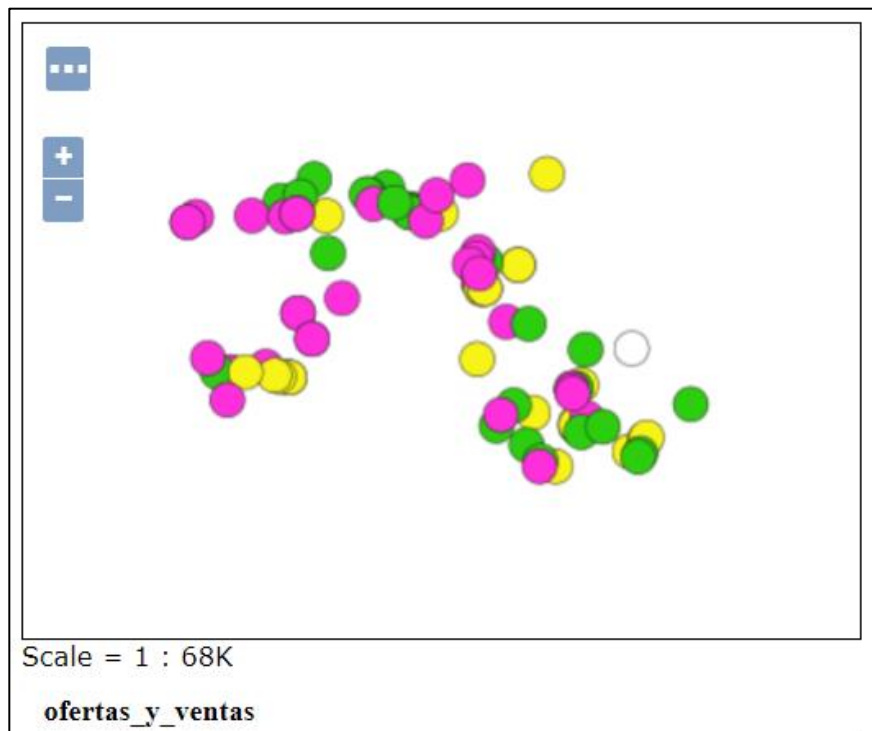
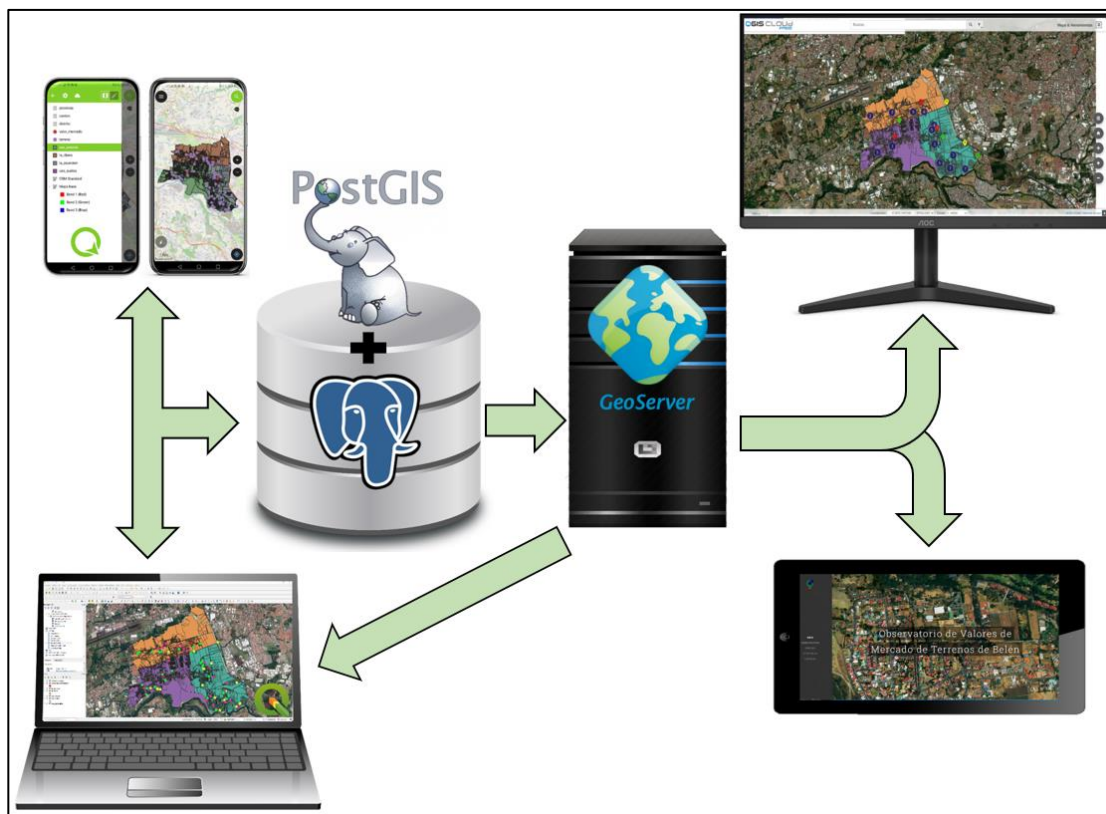


Figura 5.56. Capa de la tabla “Ofertas\_y\_ventas” publicada con GeoServer.  
Fuente: elaboración propia

La parte de la interoperabilidad es un factor que se logró obtener haciendo uso de GeoServer y PostGIS, debido a que esta extensión permite que distintos sistemas (QGIS, Arcgis Pro), infraestructuras de datos espaciales (base de datos PostgreSQL) y aplicaciones (QField) puedan acceder, compartir o utilizar los datos geoespaciales brindados de forma efectiva y sin tener problemas, porque la idea de la interoperabilidad es esa, que ese conjunto de aplicaciones, plataformas, sistemas y herramientas puedan funcionar o trabajar juntos para garantizar que la información o datos sea accesible y útil para los posibles usuarios. En la Figura 5.57 se muestra la interoperabilidad lograda en este proyecto.



**Figura 5.57. Interoperabilidad a través de PostgreSQL, PostGIS, Geoserver, QGIS y QField.**

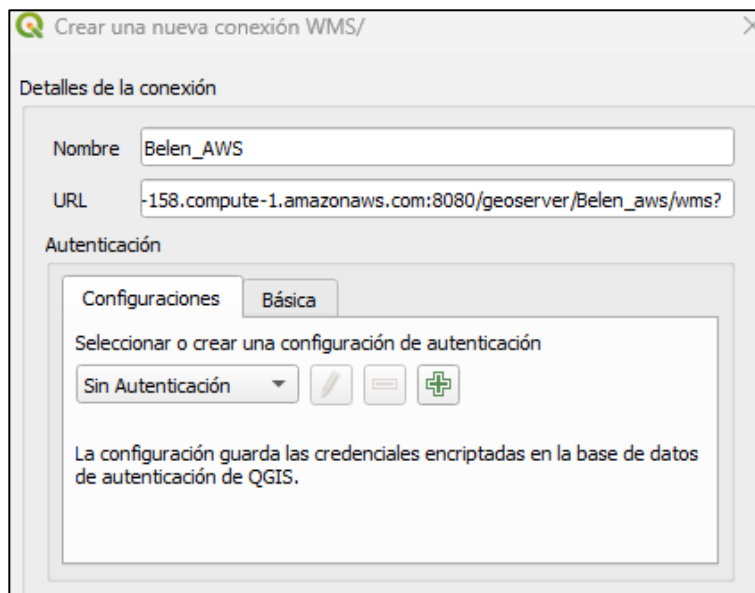
Fuente: elaboración propia

### 5.9. GeoServer como proveedor de geoservicios y conexión con QGIS

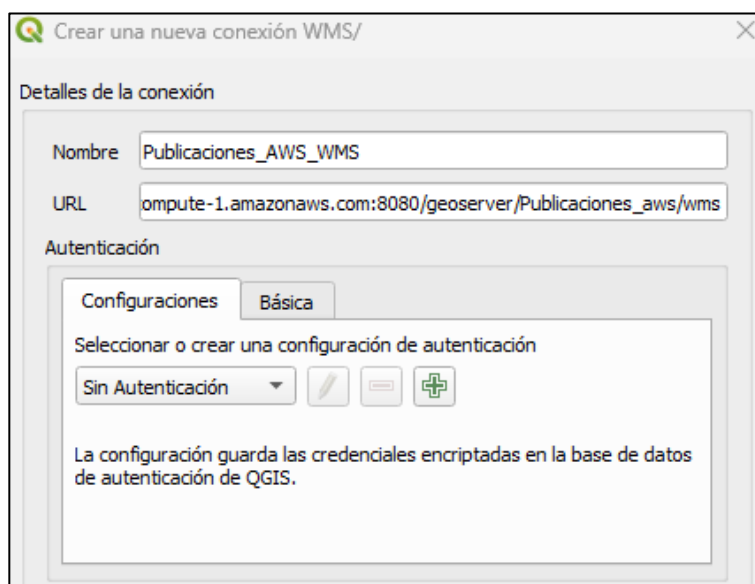
A falta de poder aprovechar las capas publicadas que estaban almacenadas en el servidor de mapas web GeoServer y que tenían como origen los datos brindados desde la base con ayuda de la conexión PostGIS, en su momento, se denotó que GeoServer soporta y brinda geoservicios, como: Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS) y Web Coverage Service (WCS). Al contar con lo mencionado, se facilitó el acceso, la posibilidad de distribución e integración con otras aplicaciones, con Sistemas de Información Geográfica e incluso con visores web.

## Trabajo Final de Graduación

Aprovechando los beneficios de los geoservicios brindados con GeoServer, se obtuvo las conexiones WMS y WFS de los esquemas “belen” y “publicaciones”. En las figuras 5.58 y 5.59 se muestra donde se realizaron las conexiones WMS usando QGIS, se visualizan detalles como el nombre que se le asignó “Belen\_AWS” y “Publicaciones\_AWS”, además del espacio URL en donde se ingresó el enlace brindado por GeoServer para que fuera funcional la conexión.



**Figura 5.58. Conexión WMS del esquema “Belen” con los geoservicios brindados con GeoServer.**  
Fuente: elaboración propia



**Figura 5.59. Conexión WMS del esquema “Publicaciones” con los geoservicios.**  
Fuente: elaboración propia

En la Figura 5.60 se observa dónde están ambas conexiones WMS con los esquemas de manera funcional, se muestran cada una de las capas que se brindan y que pueden ser utilizadas en el momento que se requieran durante el proyecto.

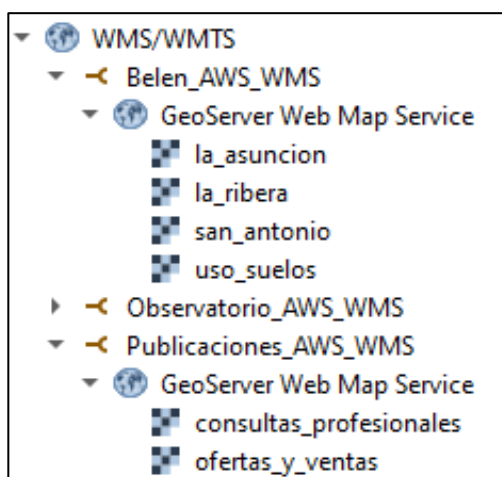


Figura 5.60. Conexiones WMS realizadas y funcionales.

Fuente: elaboración propia

En las Figuras 5.61 y 5.62 se muestran las conexiones realizadas para aprovechar el geoservicio WFS, en donde también se conectó con los esquemas “belen” y “publicaciones” y en el URL se ingresó el enlace determinado para aprovechar dicha conexión.

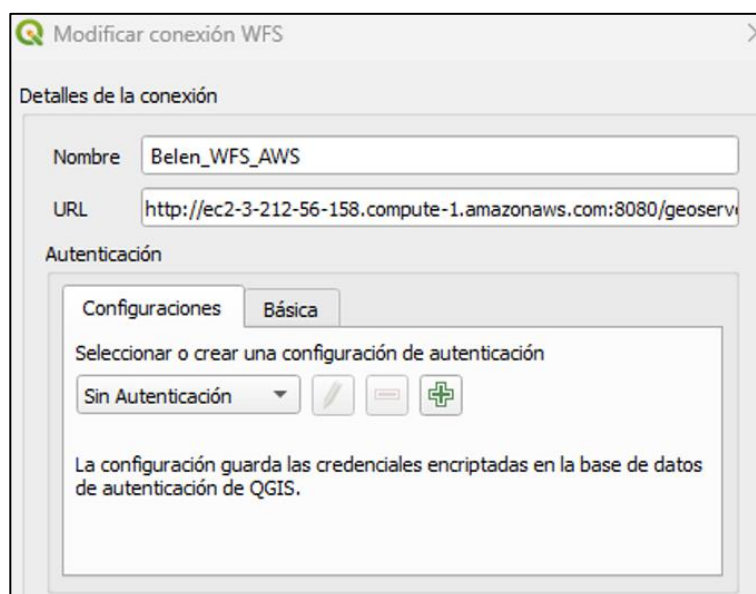
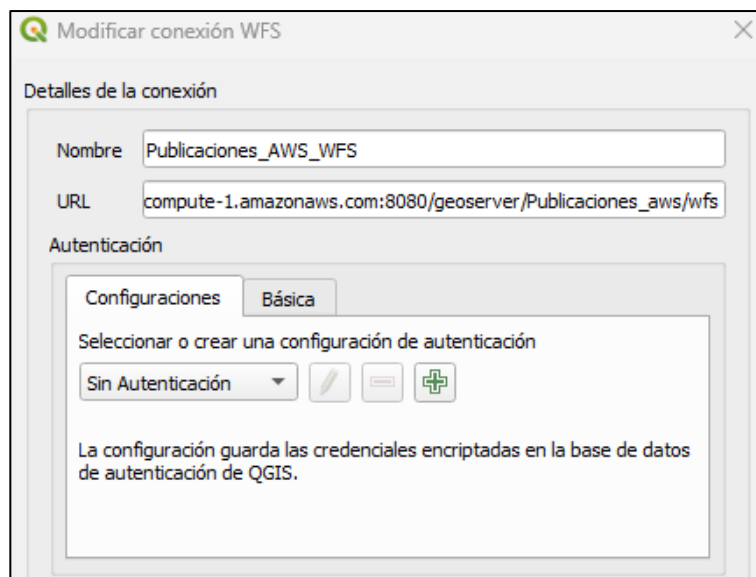


Figura 5.61. Conexión WFS del esquema “Belen” con los geoservicios brindados con GeoServer.

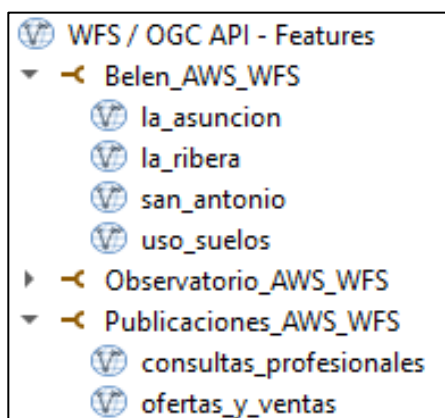
Fuente: elaboración propia



**Figura 5.62.** Conexión WFS del esquema “Publicaciones” con los geoservicios brindados.

Fuente: elaboración propia

En la Figura 5.63 se muestra el resultado de la conexión de los geoservicio WFS, en donde ya quedan funcionales y pueden ser igualmente aprovechados en el momento que se requiera por parte de los miembros del proyecto.



**Figura 5.63.** Conexiones WFS usando los geoservicios brindados con GeoServer.

Fuente: elaboración propia

En la Figura 5.64 se muestra la carga y visualización de algunas de las capas brindadas con GeoServer y utilizando el geoservicio WMS con la conexión en el Sistema de Información Geográfica QGIS.

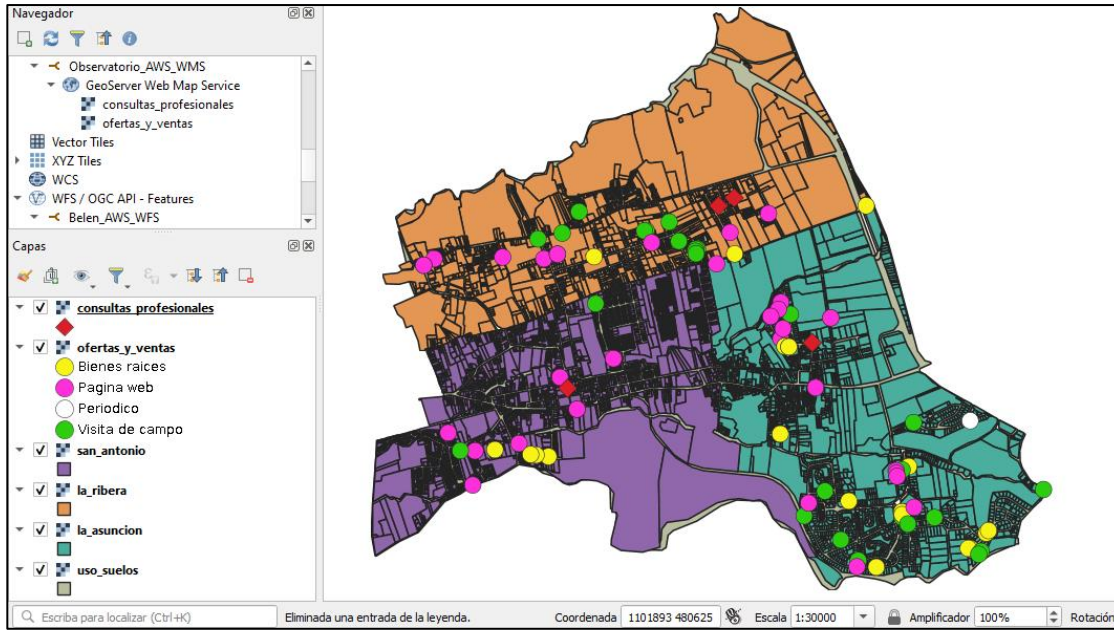


Figura 5.64. Carga de todas las capas WMS en un proyecto nuevo en QGIS.

Fuente: elaboración propia

### 5.10. Visor web creado con QGIS Cloud

Siguiendo la finalidad del visor y como se describió en la metodología, la selección de la plataforma para la creación de este se basó en las utilidades que se le podía dar, en donde la información gráfica contenida en las múltiples capas de los distritos como la recolectada, se ve complementada con las herramientas encontradas en la interfaz como se muestra a continuación:

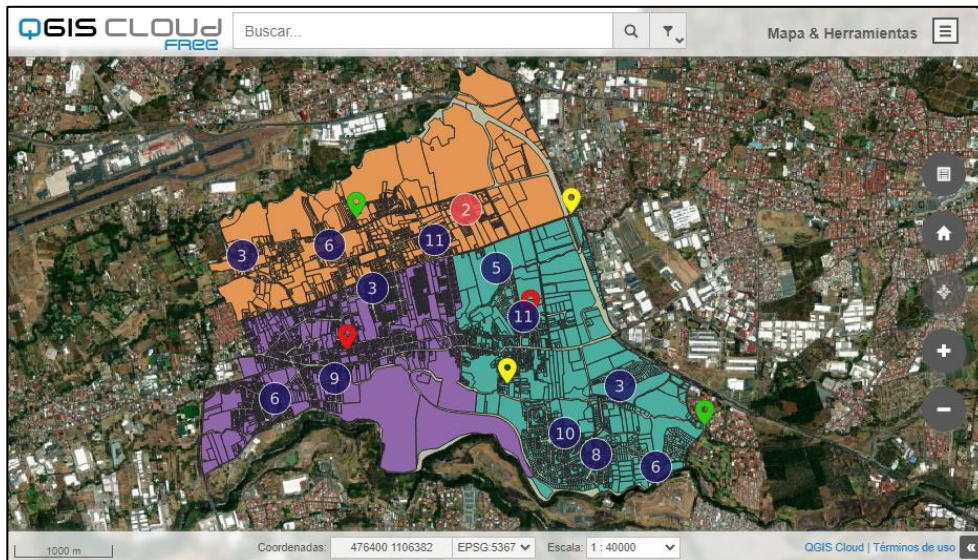


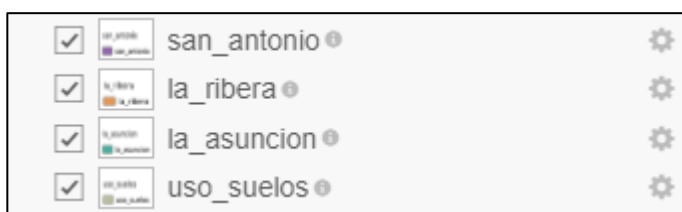
Figura 5.65. Visor web para el cantón de Belén

Fuente: elaboración propia

### Panel de visualización de capas

En la pestaña Capas & Leyenda se encuentran las diferentes capas que contienen información relacionada con el cantón de Belén. Entre estas se detallan:

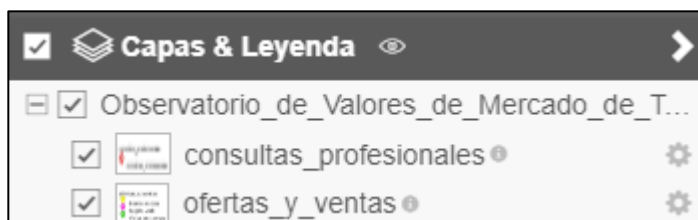
Las capas de los distritos del cantón de Belén y la capa con información relacionada al uso de suelos, en estas se encuentra la información catastral de los predios y los tipos de suelo según la clasificación realizada por la municipalidad.



**Figura 5.66. Capas de distritos del cantón de Belén**

Fuente: elaboración propia

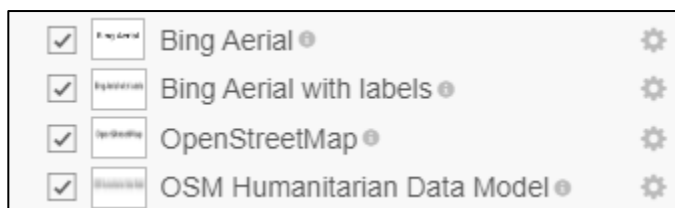
Por otro lado, se encuentra la capa de ofertas\_y\_ventas que contiene los valores de las propiedades en venta y las características de relevancia observadas en campo. También, se observa la capa de consulta\_profesionales, donde se muestran los valores obtenidos en diferentes zonas, estos valores fueron dados por profesionales expertos en la materia de valoraciones.



**Figura 5.67. Capas de consultas profesionales y ofertas\_y\_ventas de Belén**

Fuente: elaboración propia

De igual forma, en dicho espacio se visualiza los diferentes mapas base que son de utilidad al momento de realizar la navegación por el visor, esta variedad permite una mayor ubicación espacial.



**Figura 5.68. Mapas base utilizados para el visor**

Fuente: elaboración propia

### Herramienta de control de opacidad

Entre las herramientas que se encuentran en el visor está la de opacidad, esta tiene la función de cambiar la transparencia de las capas con la finalidad de poder superponer otra capa y poder combinarlas para lograr una mejor visión de la información.

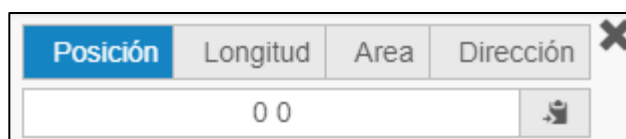


**Figura 5.69. Herramienta de opacidad del visor**

Fuente: elaboración propia

### Herramienta de medición

La herramienta medir tiene las opciones de extraer información de posición, ya que permite la obtención de coordenadas de un lugar en específico ya sea en proyección WGS84 o CRTM05, también se pueden extraer distancias o áreas de una zona determinada, así como obtener el rumbo en una línea establecida por el usuario.



**Figura 5.70. Herramienta de medición del visor**

Fuente: elaboración propia

### Herramienta posicionamiento

En la sección lateral derecha se puede encontrar la barra de navegación en la que están las herramientas más comunes de acercamiento, alejamiento, localización de nuestra posición en el mapa y además la herramienta de centrado de la información, también en esta sección se encuentra la opción de desplegar las capas de datos.

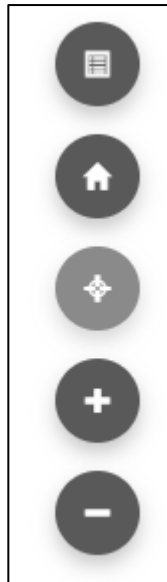


Figura 5.71. Panel de navegación del visor

Fuente: elaboración propia

### Herramienta de búsqueda

En la barra de búsqueda de información se pueden consultar lugares, ya sea ingresando su nombre o bien en caso de tenerse una coordenada puede ser consultada y de esta manera obtener la posición geográfica del lugar explorado.

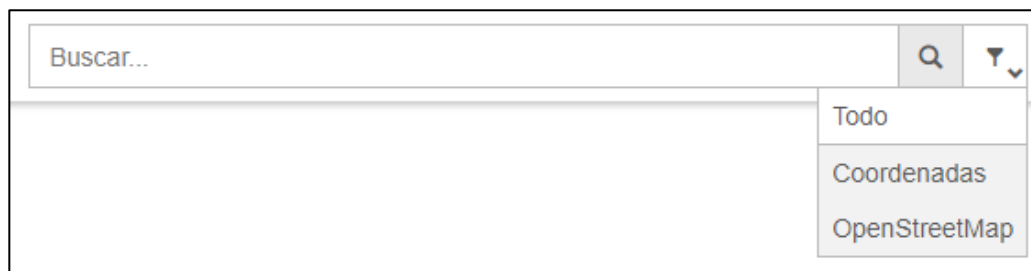


Figura 5.72. Herramienta de búsqueda del visor

Fuente: elaboración propia

### Herramienta de coordenadas y escala

Como se mencionó, se pueden obtener coordenadas en sistema WGS84 o en CRTM05 por lo que se puede cambiar de una proyección a otra por medio de esta barra, ya que se puede escoger la de preferencia y así extraer información en este sistema. Además, se puede cambiar la escala de visualización del mapa, para una mejor apreciación.



Figura 5.73. Herramienta para cambio de coordenadas del visor

Fuente: elaboración propia

### Herramienta “cluster”

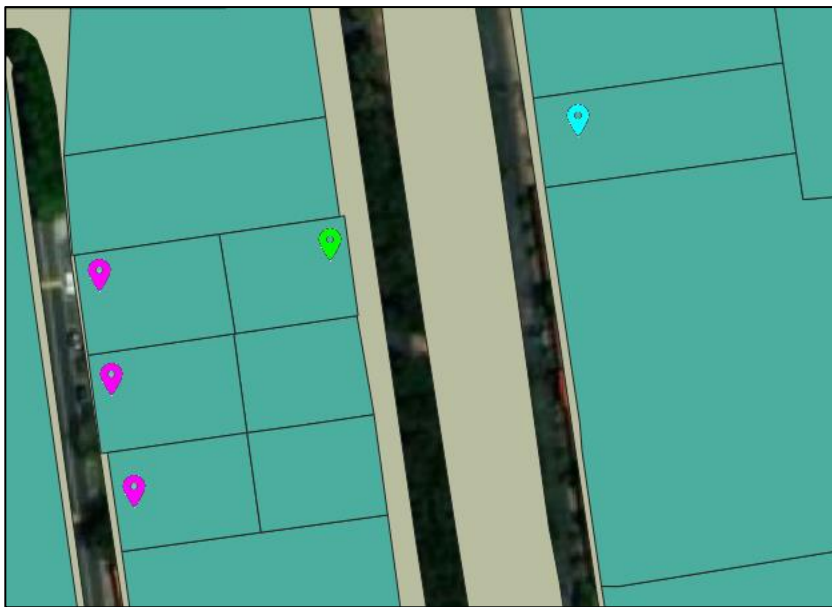
Esta herramienta facilita la ubicación de las ofertas disponibles en el cantón, los círculos en color azul representan las zonas donde se reúnen varias propiedades en venta y el color coral reúne las consultas realizadas a los distintos profesionales, estas se agrupan en un radio de 12 milímetros, por lo que al acercarse despliega la información de varias propiedades que se encuentran cercanas entre sí.



Figura 5.74. Simbología de “cluster” de ofertas del visor

Fuente: elaboración propia

Detalle al realizar el acercamiento en los marcadores azules desplegando la cantidad de ofertas en la zona señalada en la figura anterior.



**Figura 5.75. Simbología de “cluster” de ofertas del visor al acercarse.**

Fuente: elaboración propia

### **Visualización de la información de los marcadores y polígonos**

Al seleccionar los diferentes marcadores o polígonos encontrados en el visor, se despliega una ventana con la información respectiva de la capa seleccionada. En las siguientes figuras se muestra parte de la información referente a la capa de “ofertas\_y\_ventas”.

**Información del elemento**

- ofertas\_y\_ventas
  - Heredia
- la\_ribera
  - 0254751
  - P000073
  - 0061380
  - D000127

**ofertas\_y\_ventas: Heredia**

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| qc_id             | 9             |
| id                | 15            |
| id_referencia     | 0135114000    |
| provincia         | 4             |
| nom_provincia     | Heredia       |
| canton            | 7             |
| nom_canton        | Belen         |
| distrito          | 2             |
| nom_distrito      | La Ribera     |
| moneda            | USD           |
| valor_total       | 1,700,000     |
| valor_unitario_m2 | 149           |
| fecha_publicacion | 2022-10-13Z   |
| tipo_referencia   | Bienes raices |
| fuelle            | InmoTico      |
| area_m2           | 11340         |
| nivel             | A nivel       |
| frente_m          | 40.54         |
| fondo_m           | 209.27        |
| regularidad       | 0.8           |
| uso_suelo         | ZRMD          |

Figura 5.76. Atributos mostrados al consultar un marcador del visor.

Fuente: elaboración propia

| ofertas_y_ventas: Heredia |   |
|---------------------------|---|
| qc_id                     | 55  |
| id_referencia             | 0162593000  |
| provincia                 | 4   |
| nom_provincia             | Heredia   |
| canton                    | 7   |
| nom_canton                | Belen   |
| distrito                  | 3   |
| nom_distrito              | La Asuncion   |
| moneda                    | USD   |
| valor_total               | 198,716   |
| valor_unitario_m2         | 375   |
| fecha_publicacion         | 2022-11-05Z   |
| tipo_referencia           | Visita de campo   |
| fuelle                    | Visita campo  |
| area_m2                   | 529.91  |
| nivel                     | Sobre nivel   |
| frente_m                  | 15  |
| fondo_m                   | 35.37   |
| regularidad               | 1   |
| uso_suelo                 | ZRBD  |
| topografia                | Ondulado  |
| ubicacion                 | Medianero con un frente   |
| tipo_via                  | 4   |
| tipo_servidumbre          | No tiene servidumbre  |
| caneria                   | Tiene   |
| electricidad              | Tiene   |
| telefonía_internet        | Tiene   |
| alumbrado                 | Tiene   |
| acera                     | Tiene   |
| cordón_y_cano             | Cordon y caño   |
| hidrologia                | No aplica; no esta en zona rural  |
| capacidad_suelo           | No aplica; no esta en zona rural  |
| entorno_seguridad         | Bueno   |
| entorno_socioec...        | Bueno   |
| cobertura_celular         | Tiene   |
| amenazas_natu...          | No hay riesgo   |
| transporte_publico        | Cercano   |
| vista_panoramica          | No tiene  |
| fotografia                | <a href="https://drive.google.com/drive/folders/1CMiQmL4drDq250IfWo-Sh8Z9XzwJSrXS?usp=share_link">https://drive.google.com/drive/folders/1CMiQmL4drDq250IfWo-Sh8Z9XzwJSrXS?usp=share_link</a> |

Figura 5.77. Visualización de todos los atributos contenidos en una oferta.

Fuente: elaboración propia

### 5.10.1. Consulta de valores históricos en el visor

La evolución del valor a lo largo del tiempo se puede mostrar desde el visor, para así tener un criterio acerca de las variaciones que puede sufrir una propiedad, así como los cambios en el sector inmobiliario que puedan existir, por lo que este valor histórico se puede observar en la pestaña de ofertas y ventas, en la siguiente figura se muestra gráficamente la consulta de dichos datos.

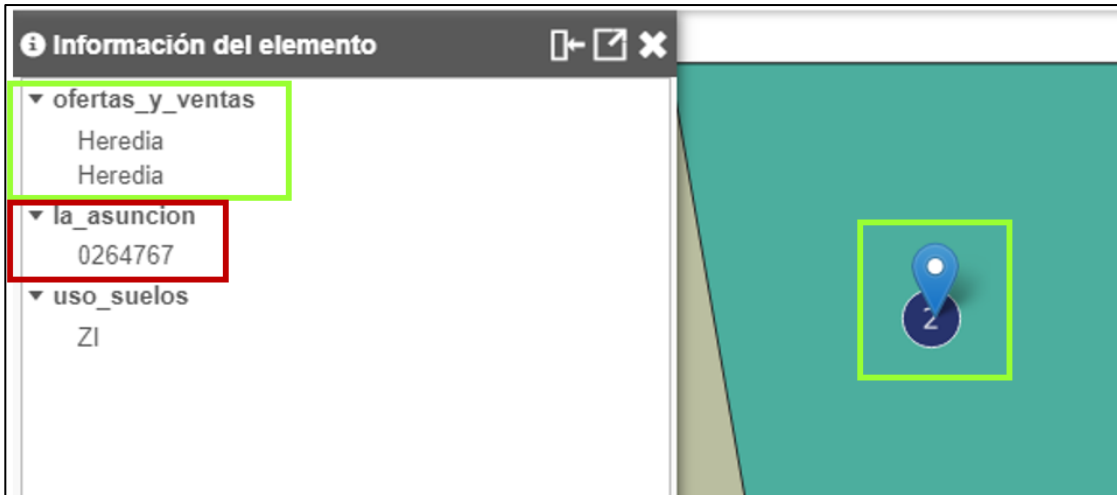


Figura 5.78. Información de los datos en el visor.

Fuente: elaboración propia.

Al visualizar en una escala menor o igual a 1:1000 en la zona donde se encuentra la oferta de interés, al seleccionar con un clic, se puede determinar si existen varias actualizaciones en una misma propiedad, en este caso con el “clúster” en color azul, se puede observar que señala dos ofertas, y al desplegarse el recuadro, aparecen a continuación dos opciones con el título “Heredia”, estas contienen la información encontrada para la misma propiedad como lo señala el cuadro rojo que hace referencia al número de finca, por lo que cada una representa una actualización en fecha, valor o fuente de información, como muestran las figuras 5.79 y 5.80.

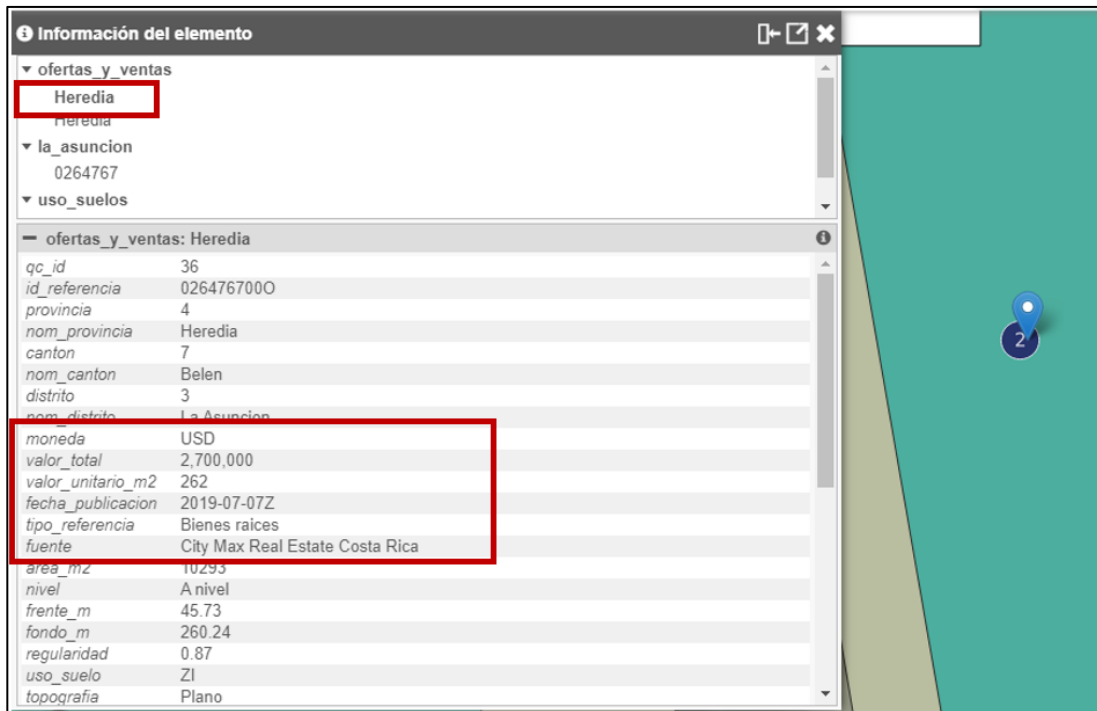
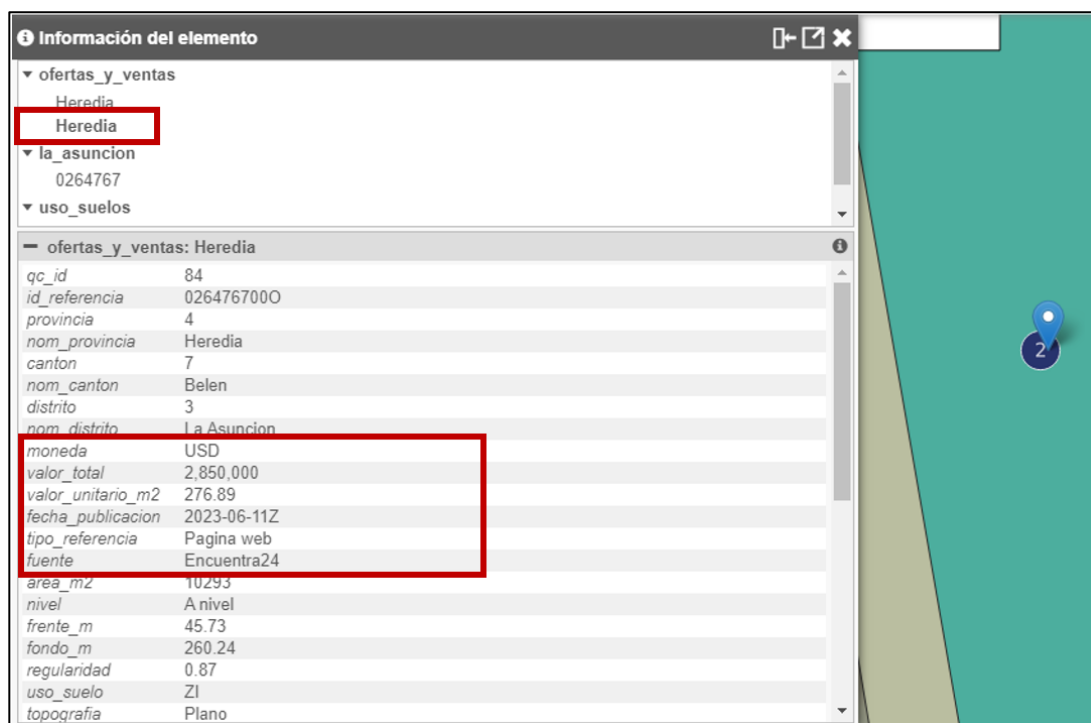


Figura 5.79. Consulta en la pestaña ofertas y ventas, primera recolección.

Fuente: elaboración propia.



**Figura 5.80. Consulta en la pestaña ofertas y ventas, actualización.**

Fuente: elaboración propia.

Según se muestra en las imágenes en una propiedad existió una variación en el precio del inmueble, asimismo, también se presenta dicho cambio en el tipo de fuente y la fecha en la que se encontraron los nuevos datos.

Para ingresar al visor y poder visualizar los múltiples datos brindados es necesario acceder a través del siguiente enlace:

[https://qgiscloud.com/Observatorio2023/Observatorio de Valores de Mercado de Terrenos/](https://qgiscloud.com/Observatorio2023/Observatorio%20de%20Valores%20de%20Mercado%20de%20Terrenos/)

### 5.11. Página web creada con Webnode

Como uno de los alcances del proyecto se buscó la creación de una plataforma para dar repercusión a lo desarrollado en el observatorio, por medio de un navegador web, siendo la carta de presentación de los creadores y desarrolladores del visor. Parte de los propósitos del sitio es permitir la consulta y visualización de los datos desde cualquier lugar, hora o dispositivo, siendo accesible para los diferentes usuarios que naveguen, logrando un mayor alcance y visibilidad de las herramientas propuestas.

Por otro lado, las intenciones de divulgar y compartir la información se facilitan a través de los medios digitales, por lo que dicha página permite esa interacción, transmitir el mensaje y las ideas que se quieren comunicar, manteniendo abiertos los espacios de intercambio de información, así como el de evacuación de dudas e inquietudes.

Por lo que se muestra el producto obtenido, algunas de las herramientas y utilidades del presente sitio web:

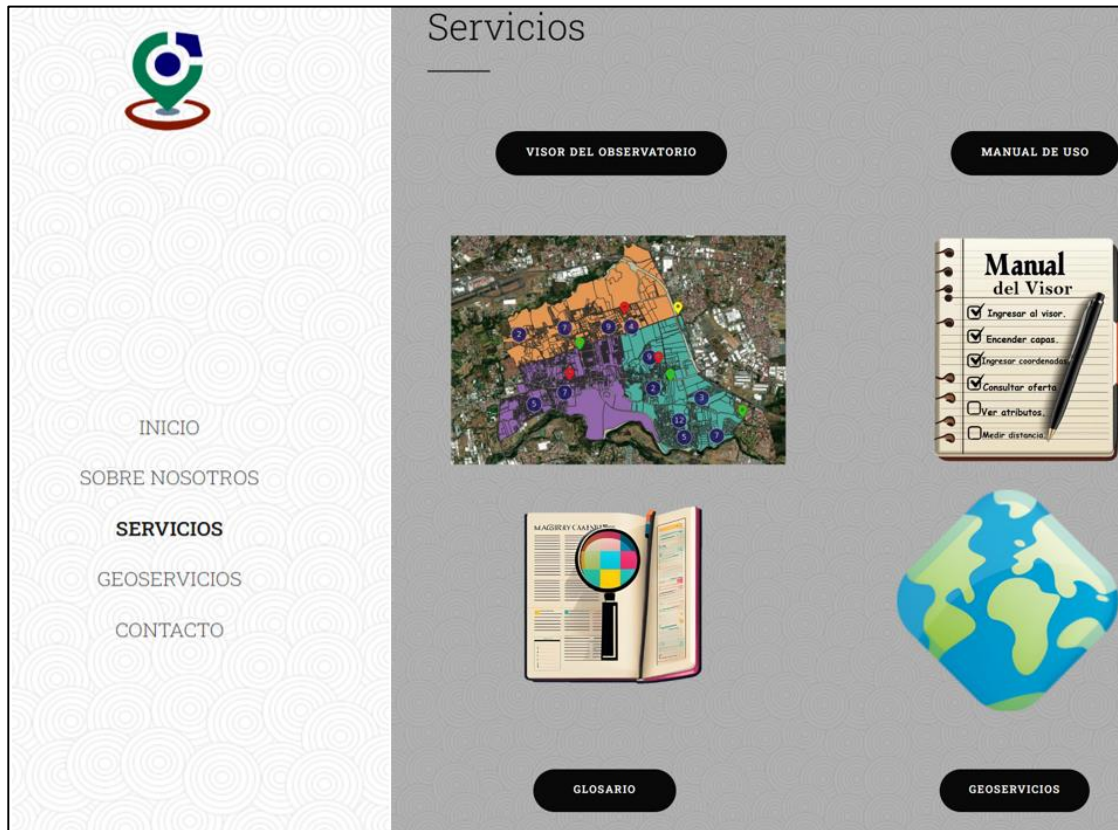


Figura 5.81. Servicios brindados en el sitio web.

Fuente: elaboración propia

Para poder visualizar los demás recursos que se brindan en el sitio web, se puede ingresar a través del siguiente enlace:

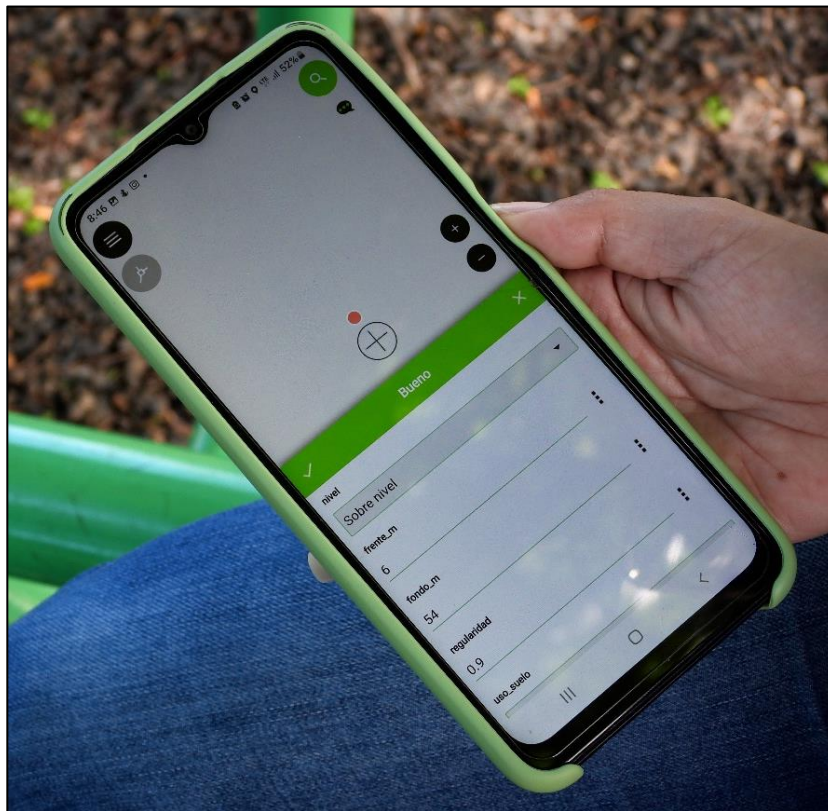
<https://observatorio-de-valores-de-mercado-de-terrenos1.webnode.cr/>

### 5.12. QField como herramienta para captura de información

Después de utilizar tablas de Excel para el manejo de la información recolectada en campo y en páginas de internet, al buscar una forma más eficiente de almacenar dichos datos, se encontró que QField proporcionaría la facilidad de una recolección a través de un dispositivo

móvil, permitiendo el enlace con la base de datos y con el Sistema de Información Geográfica, proporcionando una interoperabilidad entre aplicaciones, así como optimizar los tiempos de digitalización ya que este proceso se realiza remotamente desde lo ingresado en la visita de campo.

Además, se sistematizó por medio del empaquetado realizado ya que gracias a eso se logró establecer las posibles opciones permitidas para cada atributo, por lo que su llenado se volvió más ágil y amigable, desde un dispositivo celular. Seguidamente, se muestran las capturas de la aplicación QField, donde se observa el antes de llenar la información y el después del completado de la misma.



**Figura 5.82. Uso de QField en campo para la recolección de información**

Fuente: elaboración propia

A continuación, se observan algunos de los resultados de las tablas valor\_mercado y terreno, debido a que el empaquetado se configuró para no aceptar valores nulos, la opción de guardar los datos se encontrará en color rojo no permitiendo guardar algún cambio, pero como se puede observar en las Figuras 5.83 y 5.84, una vez completados los atributos se va a activar la barra superior en verde, indicando que es posible realizar el guardado correspondiente.

moneda  
No RELO

valor\_total

valor\_unitario\_m2

fecha\_publicacion  
No RELO

(sin fecha)

moneda  
USD

valor\_total  
180000000

valor\_unitario\_m2  
233766,23

fecha\_publicacion  
2022/09/29

Figura 5.83. Formulario en QField para la tabla valor mercado

Fuente: elaboración propia

id\_referencia  
No RELO

area\_m2  
No RELO

nivel  
No RELO

frente\_m  
No RELO

id\_referencia  
0193878000

area\_m2  
7700

nivel  
A nivel

frente\_m  
25.02

fondo\_m

Figura 5.84. Formulario en QField para la tabla terreno

Fuente: elaboración propia

### 5.13. Manual de uso del visor y glosario

Como forma de guiar al usuario en el manejo del visor desarrollado, se creó un manual de uso con el fin de mostrar todas las herramientas habilitadas, además de la información disponible que puede ser desplegada, y que de esta manera la persona que navegue por el sitio pueda explorar y sacarle el mayor provecho a la plataforma diseñada. En la siguiente figura se muestra una sección del manual. Para visualizar el manual completo ver anexo 2.



**Figura 5.85. Manual de uso del visor.**

Fuente: elaboración propia

Además, entendiéndose que en la página y en el ámbito de las valoraciones se utilizan muchos acrónimos o términos específicos, se procedió a realizar un glosario con los conceptos presentes en el visor, con la intención de facilitar la comprensión de la información mostrada y lograr una experiencia más amigable y entendible para el usuario. Dicho glosario se encuentra clasificado en tres partes dependiendo de las capas consultadas, por lo que a continuación se muestra parte de dicho documento. Para observar el glosario completo ver anexo 3.

Conceptos que se encuentran en las capas de distritos:

| <b>Capas distritales (San Antonio, La Ribera y La Asunción).</b> |   |
|--|---|
| <b>Atributo</b>  | <b>Definición</b>   |
| <b>Distrito</b>  | Número de distrito al que corresponde la finca.   |
| <b>Duplicado</b>   | Fincas que el registro haya inscrito con el mismo número, el duplicado se les asigna para diferenciarlas y corresponde a una letra del alfabeto.  |
| <b>Finca</b>   | Porción de terreno inscrita como unidad jurídica en el Registro Público o susceptible de ser registrada mediante un número que la individualiza compuesto por 7 dígitos.  |
| <b>Horizontal</b>  | Código de las propiedades sometidas al régimen de propiedad horizontal, se colocará una <b>M</b> cuando corresponda con una finca Matriz y una <b>F</b> cuando corresponda a una finca Filial de la finca matriz. |
| <b>Identifica</b>  | Identificador compuesto por 14 dígitos que indica su ubicación en provincia, cantón, distrito, número de finca y duplicado.   |
| <b>Plano</b>   | Número de inscripción compuesto por 12 dígitos, donde se incluye la provincia y el año de su aprobación.  |
| <b>Shape_area</b>  | Indica el área del polígono consultado  |
| <b>Shape_len</b>   | Indica el perímetro del polígono consultado   |

Figura 5.86. Glosario para las capas distritales del visor

Fuente: elaboración propia

#### 5.14. Elaboración de formulario para actualización de valores de mercado

Los valores comerciales a nivel general son cambiantes, los terrenos no están exentos a sufrir esta condición, ya sea para incrementar o disminuir su valor. Por lo tanto, al proyecto tratarse de un observatorio de valores de mercado de terrenos este debe de mantener los valores y características actualizados.

Debido a esto surge como resultado la elaboración de una herramienta de recolección de información para profesionales en valoración, a través de un formulario de Google, desde este formulario el valuador completará una sección de información personal, y en otras secciones tendrá la opción de elegir si desea brindar solo datos generales como el valor unitario, área promedio y ubicación aproximada por referencias o URL en Google Maps, o bien, elegir la opción donde podrá completar de manera específica la mayoría de los atributos que se incluyeron en la base de datos.

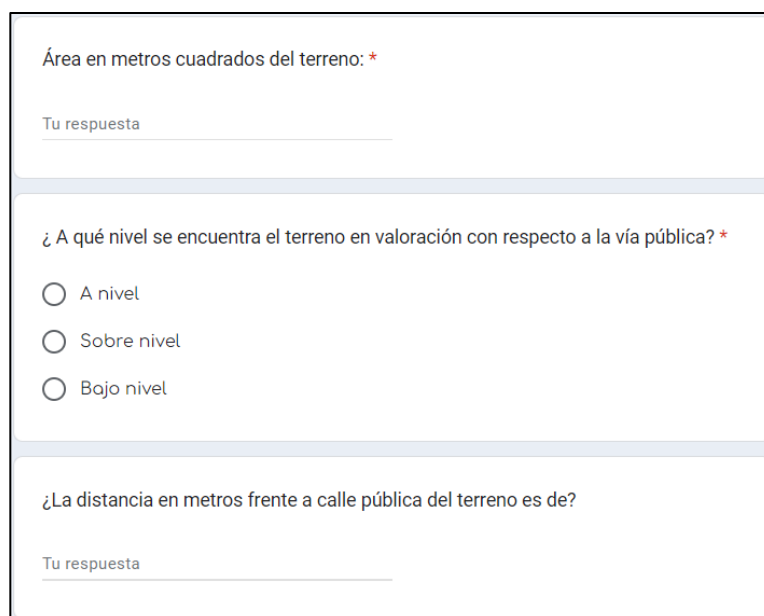
La información suministrada será sometida a revisión antes de ser publicada. De esta manera, los profesionales podrán contribuir en que el observatorio se mantenga actualizado. En las siguientes figuras se muestra un extracto del formulario. Para visualizar el formulario completo ver anexo 3.



The image shows a Google Forms interface. At the top is a header image of a satellite view of a landscape. Below it, the title of the form is 'Formulario de valores de mercado de terrenos en Belén - Heredia'. The main text explains the purpose: to collect market value data for land in Belén, Heredia province, to update a database for a land market observatory. It mentions that the survey takes 10-15 minutes. At the bottom, there are navigation buttons: 'Siguiete' and 'Borrar formulario'. The email 'observatorio.vmt@gmail.com' and a 'Cambiar de cuenta' link are also visible.

**Figura 5.87. Formulario de valores de mercado de terrenos.**

Fuente: elaboración propia



The image shows a close-up of a Google Forms survey. The first question is 'Área en metros cuadrados del terreno: \*' with a text input field labeled 'Tu respuesta'. The second question is '¿A qué nivel se encuentra el terreno en valoración con respecto a la vía pública? \*' with three radio button options: 'A nivel', 'Sobre nivel', and 'Bajo nivel'. The third question is '¿La distancia en metros frente a calle pública del terreno es de?' with a text input field labeled 'Tu respuesta'.

**Figura 5.88. Extracto del formulario para obtención de valores.**

Fuente: elaboración propia

## Capítulo 6: Análisis de resultados

En esta sección se pretende profundizar en los resultados que se obtuvieron a lo largo del desarrollo del proyecto, mencionándose los aspectos más relevantes que se consiguieron con la ejecución metodológica aplicada y la comparativa de procesos, softwares, licencias, servidores, entre otros aspectos que pudieron ser implementados.

Entre los temas analizados se encuentran los beneficios de aplicar la estandarización de los atributos para obtener la información de una manera más concisa, donde esto también fue importante en la utilización de la aplicación QField, se consideró la estructura del modelo conceptual que mejor se adaptaba a las necesidades del proyecto a razón de optimizar los procesos, las diferencias existentes de haber implementado un programa para establecer la estructura del modelo lógico o aprender el lenguaje SQL para obtener el modelo físico del mismo.

También, se realiza una comparación entre algunos SGBDR y servidores web, se mencionan las metodologías utilizadas para la importación de información en la base de datos, así como la importancia que tiene PostGIS en esta y la implementación de un servidor de mapas web para la distribución de geoservicios. Asimismo, se abarca una comparativa entre el visor realizado en QGIS Cloud con otros encontrados en la región.

### 6.1. Actualización, estandarización de la información y QField

En muchos de los resultados del presente proyecto fue indispensable la buena elección de metodologías y de los softwares empleados, de acuerdo con los procesos realizados la recolección de la información era uno de los pilares fundamentales, con lo cual tenía que acompañarse de un método que permitiera tanto su recolección como almacenamiento, sin dar espacios para la pérdida de datos o bien la manipulación innecesaria de estos con métodos de transcripción, descarga de un dispositivo a otro, exportación e importación de información, entre otros.

Partiendo de esta premisa, se realiza la comparación de los dos métodos utilizados en el presente proyecto, donde el primero fue la recolección por medio de hojas de Excel y el segundo por medio de un software especializado en la necesidad existente. Por lo que, se encontraron grandes diferencias, entre estas se puede mencionar el orden y la estandarización, como se mencionó en el apartado de resultados se partió de una organización que clasificaba los atributos de acuerdo con el tipo, pero no tomaba en cuenta la escritura de estos atributos e incluso las respuestas en muchos de estos podían llegar a ser ambiguas y sin mucho aporte de información; aspectos que fueron solucionados y mejorados a través de la implementación de

la herramienta QField donde dicha armonización permitió un llenado rápido, con respuestas concretas que verdaderamente aportaran información valiosa a la base de datos.

Además, lo mencionado proporcionó mejores resultados en cuanto al ingreso de los datos, debido a que en Excel estos debían ser ingresados carácter por carácter de forma manual, dando pie a errores de digitación, confusión de las celdas correspondientes e incluso eliminación por equivocación, a diferencia del software que solo permite llenar un dato a la vez, con valores preestablecidos, permitiendo guardar únicamente si no se detectaba duplicado de datos y hasta que todos los atributos se completaran.

Por otra parte, la implementación de dicha herramienta y la agilización en la recolección de datos permitió en consecuencia una reducción de los tiempos durante la captura; si esto se trasladara a proyectos más grandes, donde se deben recolectar cierta cantidad de datos por día, el tiempo significa un factor de importancia que debe ser priorizado en cualquier momento para lograr traducirlo en los resultados esperados.

Uno de los resultados encontrados que representa una gran importancia es la georreferenciación, ya que dichos datos debían encontrarse en el sistema de nuestro país para poder relacionar la información descriptiva con la gráfica y poder llevarla a un visor geoespacial, inicialmente, para poder llevar esto a cabo se tenía que vincular la información ingresada en las hojas de Excel con su respectiva ubicación, utilizando coordenadas extraídas de la herramienta Google Maps, por lo que, primero se debía ubicar la propiedad en dicha plataforma y seguidamente obtener las coordenadas que serían copiadas e ingresadas en otra celda del registro que se llevaba y así más adelante poder tener toda la información pertinente que sería ingresada a la base de datos.

Con la herramienta QField, dicho proceso se daba inmediatamente desde el sitio de estudio, ya que al momento de realizar la captura de datos, al posicionarse en el lugar de interés se podía ingresar dicha ubicación de la propiedad y que los datos recopilados quedaran totalmente referenciados al sistema CRTM05, por consiguiente, actualizados automáticamente en la base de datos y en el visor de QGIS, sin la necesidad de recurrir a línea de código SQL o del ingreso de las mismas de forma manual, además de evitar algún tipo de transformación de coordenadas, sino que ya por haberse establecido el sistema de referencia, la información ingresada quedaría en el indicado.

### **6.2. Implementación del modelo conceptual**

Las bases de datos son estructuras que guardan grandes detalles de información, estas por lo general se ven implementadas en instituciones y empresas públicas o privadas que están conformadas por una gran estructura organizacional, las cuales generalmente están distribuidas en departamentos, debido a esto, para que la base de datos permita almacenar información y

se mantenga actualizada, lo ideal es que cada departamento administre las tablas de información relacionadas con el área al que pertenecen, logrando de esta manera que la base de datos funcione en óptimas condiciones.

Cómo se mencionó, en estas organizaciones se realiza la actualización, mantenimiento y almacenamiento de la información de forma fluida con la colaboración de gran cantidad de usuarios subdivididos en departamentos dentro de la base, donde estos se encargan de brindarle el soporte a las tablas correspondientes a sus responsabilidades, caso contrario sucede con la base de datos implementada para este proyecto, debido a que solo se cuenta con la participación de tres administradores generales para brindar el soporte completo que requiere la base.

En la sección de resultados se observa como en primera instancia se habían generado las tablas de las coberturas: “Provincia”, “Canton”, “Distrito”, “Valor\_Mercado”, “Terreno”, “Servicios” y “Entorno” a razón de que cada una de estas tablas fuera actualizada por un miembro del proyecto, sin embargo, por la gran cantidad de atributos que esta base de datos almacena y partiendo de la limitación de personal, esta estructura no era conveniente utilizarla, ya que iba a requerir que los tres integrantes manipularan varias tablas a la vez, lo cual podría generar que la información no se tratara de una forma homogénea.

Debido a la limitación identificada, fue necesario reestructurar las áreas de interés, obteniendo como resultado el diagrama del modelo conceptual (Figura 5.12), donde se pasó de tener las tablas mencionadas, a contar con las coberturas de: “terreno”, “valor\_mercado”, “fotos”, “provincia”, “canton” y “distrito”. Al comparar las entidades preliminares con el diagrama del modelo conceptual, se logra apreciar que se crea una nueva tabla llamada “fotos” y que las de “Servicios” y “Entorno” desaparecen del diagrama, sin embargo, sus atributos pasaron a formar parte de la llamada “terreno”, esta reestructuración lo que permite es que mayor cantidad atributos puedan ser actualizados o ingresados fácilmente desde una sola, logrando evitar tener mayor cantidad de relaciones entre tablas, lo cual podría ocasionar que eventualmente se pierda el hilo de qué información ha sufrido modificaciones.

### 6.3. Desarrollo de los modelos lógico y físico

La estructuración del modelo lógico a partir de lo plasmado en el modelo conceptual fue uno de los puntos esenciales en la ejecución y desarrollo de este proyecto, sin lugar a duda, su correcta implementación fue de vital importancia para lograr la funcionalidad deseada con el uso de la base de datos y la puesta en marcha del modelo físico. El tener claro la estructura de cada una de las seis tablas, las relaciones existentes entre ellas, las claves primarias y foráneas, permitió que con el uso de la herramienta de modelado de base de datos pgModeler, se estableciera el modelo lógico que se implementó para este proyecto, dicho modelo es el mostrado en la parte de resultados en la Figura 5.13.

Para generar la estructura gráfica del modelo lógico se pudo emplear una gran cantidad de aplicaciones de diagramación existentes y disponibles en la web, las cuales su principal función y en algunos casos la única es la facilidad de la creación de diagramas de bases de datos, sin embargo, para este proyecto se decidió recurrir a usar pgModeler debido a que presentó varios beneficios, si se compara con este tipo de aplicaciones.

Entre los más destacados que se obtuvieron de haber utilizado esta herramienta fue: que permitió diseñar modelos de bases de datos PostgreSQL utilizando una interfaz gráfica muy intuitiva, donde por medio de su uso, fácilmente se pudieron crear tablas, determinar los atributos que le corresponden, generar las relaciones entre ellas, acomodar la manera visual de cómo se deseaba observar el modelo; también, al permitir guardarlo dio el margen de poder realizar modificaciones del mismo, hasta obtener el planteado en los resultados y en caso de requerir cambios a futuro, se puede partir usando el mismo archivo guardado con la estructura establecida en aquel momento.

Otro beneficio, el cual inclinó la selección y uso de la herramienta pgModeler sobre el uso de una aplicación de diagramación, fue que la primera permite la generación de código SQL de forma automática, obteniendo de esa manera que todo lo realizado en la estructura del modelo lógico fuese transformado en el código necesario para poder crear y generar la base de datos a través de un script con el lenguaje de SQL resultante.

Caso contrario con las aplicaciones de diagramación, las cuales su funcionalidad generalmente no se extiende más allá de crear la estructura de la base de datos a nivel visual, con lo cual después de tener un posible modelo lógico hecho en alguna de esas aplicaciones, se debe de tener un conocimiento profundo en creación de base de datos para de esa manera plasmar el modelo en lenguaje SQL.

Como ya se mencionó en los resultados, para este proyecto se decidió establecer la base de datos utilizando el script con lenguaje SQL que fue generado con pgModeler, el haberlo realizado de esta forma pudo haber generado una sección importante para analizar y comparar, si pgModeler fue la herramienta indicada para generar el código SQL o si aprender el lenguaje desde cero y de una manera profunda, para luego escribir el código que creara la base de datos manualmente, hubiera sido otra opción factible. Tomando en cuenta esas dos ideas, se realizará una breve comparativa.

Después de generada la estructura del modelo lógico y de establecer todo lo necesario para que fuera utilizable (asignar el sistema de referencia de las tablas, establecimiento de las restricciones, asignación del número de caracteres y el tipo de dato de cada atributo, entre otros detalles) utilizando pgModeler, este permitió generar una vez exportado y guardado el script,

se obtuviera de forma automática, rápida y sencilla una estructura de lenguaje SQL funcional, 100% compatible con PostgreSQL y con su administrador de base de datos pgAdmin 4.

También, el código obtenido al generarse de forma automatizada tendrá una probabilidad menor de errores de sintaxis, la coherencia existente entre el script y el modelo será precisa debido a que tomará como base la idea de diseño planteada, igualmente, al cargarla en el pgAdmin 4 la base de datos tendrá la estructura deseada.

Ahora, en lo que concierne al haber obtenido un aprendizaje profundo del lenguaje SQL para crear la base de datos, se puede mencionar que, por lo general, el aprender un tema desde cero no es para nada sencillo, mucho menos rápido y se complica más cuando lo que se desea aprender es un lenguaje de programación.

Se hubiese requerido ser autodidactas o buscar una solución paga para obtener el aprendizaje, lo cual hubiese demandado mucho tiempo por parte de los miembros del proyecto, así como accesibilidad económica en caso de buscar un curso más personalizado para aprender sobre el lenguaje. Por supuesto, que se tendrían muchas ventajas, porque se tendría un conocimiento total o casi total de la sintaxis, de los comandos posibles a utilizar, se podrían plantear consultas, procedimientos más avanzados y complicados que la creación de tablas, relaciones y la generación de una estructura de base de datos.

El lenguaje SQL aparenta ser sencillo, sin embargo, su aprendizaje a fondo suele presentar dificultades para los estudiantes, especialmente cuando la manera de obtener el aprendizaje es de forma autónoma. Este lenguaje está basado en el álgebra y en el cálculo relacional, con lo cual, el no tener conocimiento o tener un conocimiento básico sobre estos temas, suele ser un serio inconveniente a la hora de aprender este lenguaje en profundidad (Duarte et al., 2021).

Se podría mencionar que la elección entre usar pgModeler o aprender el lenguaje a profundidad para la creación del modelo y de la organización de la base de datos dependió de los objetivos, el corto tiempo que se tenía para desarrollar el proyecto, el nivel de experiencia con el que contaban los miembros del mismo, de la necesidad de tener algo establecido y funcional para poder avanzar con las demás actividades y con la facilidad que fue emplear la herramienta para establecer tanto la estructura gráfica, como el script con código SQL para la creación de la base de datos en el administrador pgAdmin 4.

Sin embargo, aunque no se aprendió el lenguaje SQL a profundidad, con el uso de pgModeler, además unido del estudio realizado de forma autodidacta sobre bases de datos, el lenguaje, estructuración y aplicabilidad, se puede decir que se obtuvo una curva de aprendizaje suficientemente buena, justa y necesaria para poner en marcha la idea de modelo de base de datos planteada.

#### 6.4. Administración de datos con pgAdmin 4, PostgreSQL

En la actualidad, el progreso de las tecnologías ha potenciado que gran variedad de empresas enfocadas en servicios informáticos, se encuentren inmersas en el desarrollo de las bases de datos, tal es el caso de Oracle y Microsoft, las cuales ofrecen este servicio a los usuarios por un costo monetario elevado, sin embargo, en el ámbito de desarrolladores también existen Sistemas Gestores de Bases de Datos Relacionales de código abierto.

Debido a lo anterior, surge la necesidad de analizar y comparar desde el punto técnico los SGBDR de pago: Oracle y Microsoft SQL Server, contra el SGBDR de código abierto PostgreSQL, elegido por los miembros del proyecto, para el desarrollo de este. La comparación se realizará tomando en cuenta las principales características que posee cada una de ellas, las cuales se muestran en el siguiente cuadro.

| Criterio                      | Sistema Gestor de Base de Datos Relacionales (SGBDR)  |  |  |
|-------------------------------|---|--|--|
|                               | Oracle  | Microsoft SQL Server   | PostgreSQL   |
| Licencia                      | Propietario   | Propietario  | Open Source  |
| Soporte                       | Dado por Oracle   | Dado por Microsoft   | Dado por la comunidad  |
| Flexibilidad                  | Limitada  | Limitada   | Excelente  |
| Precio                        | Basada en factores y características que pueden aumentar los costos generales                               | Basada en factores y características que pueden aumentar los costos generales          | De uso gratuito  |
| Migración                     | Cuenta con herramientas de migración y soporte para ayudar a la migración de otras BD a Oracle sin problema | Posee herramientas y funcionalidades que permiten la migración de datos desde otras BD | Variedad de utilidades de migración y herramientas para facilitar la migración de datos de otras BD a PostgreSQL |
| Lenguaje de programación      | SQL, PL/SQL, Java, Python   | Python, C#, Java, T-SQL  | SQL, PL/pgSQL, PL/Python   |
| Manejo de datos geoespaciales | Oracle Spatial  | SQL Server Spatial   | Postgis  |
| Seguridad                     | Bueno   | Bueno  | Bueno  |
| Escalabilidad                 | excelente escalabilidad vertical  | excelente escalabilidad vertical   | excelente escalabilidad vertical   |

**Cuadro 6.1. Comparación entre los SGBDR: Oracle, Microsoft SQL Server y PostgreSQL.**

Fuente: elaboración propia

Como se evidencia en el cuadro anterior, los tres SGBDR comparados poseen características muy similares en cuanto a su implementación y funcionalidad, sin embargo, lo que inclinó la decisión del grupo de trabajo por seleccionar a PostgreSQL como el Sistema Gestor de la Base de Datos Relacional para el proyecto, fue que este, aparte de ser gratuito y de licencia de software libre, permite gracias a su flexibilidad trabajar con variedad de herramientas

compatibles con este, como es el caso de pgAdmin 4, utilizado para la administración de la base de datos, destacando entre sus funciones el manejo de datos espaciales gracias a la extensión PostGIS, requerida para poder trabajar con geometrías y datos geoespaciales.

Otro aspecto que se consideró es que, aunque hay gran variedad de SGBDR que cuentan con el manejo de datos geoespaciales y que son compatibles con el Sistema de Información Geográfica de código abierto y gratuito QGIS, estos para la correcta implementación requieren de la descarga de complementos, caso contrario sucede con PostgreSQL, el cuál QGIS trae por defecto en su panel de navegador, permitiendo acceder a las funciones de este Sistema Gestor de una manera sencilla y eficaz.

Por otra parte, la herramienta utilizada para administrar la base de datos fue pgAdmin 4, como se muestra en la sección de resultados en la Figura 5.44, se crearon los roles y usuarios encargados de la manipulación y desarrollo de la BD, el contar con estos permitió delegar labores específicas y tener un mayor control en los procesos que se realizaron, brindándole mayor seguridad a los datos, caso contrario hubiera sucedido si todo el desarrollo de la base recaer solo en el super usuario el cual tiene acceso total y completo a la base de datos, donde un error o descuido en la digitación o elaboración de un resultado o tabla podría ocasionar la pérdida parcial o total de información valiosa.

Asimismo, pgAdmin 4 permitió trabajar desde ella con esquemas, agrupando de manera independiente los datos brindados por la municipalidad en el esquema “belen” y las tablas elaboradas para la base de datos en el llamado “observatorio”, esta distribución facilitó la búsqueda de datos específicos, así como la asignación de roles y permisos de manera única para cada esquema y tabla, lo cual brindó mayor seguridad a la integridad de la información alojada en la base.

Por el contrario, si esta buena práctica no se hubiera llevado a cabo, tanto los datos brindados por la municipalidad como los datos obtenidos durante el desarrollo de este proyecto, estarían alojados en el esquema público que por defecto crea pgAdmin 4, lo que podía ocasionar que la información se alojara de forma conjunta y desordenada, además, que cualquier usuario administrador tuviera acceso a manipular los datos, ocasionando un bajo nivel de seguridad a la integridad de estos.

### **6.5. Importación de las tablas a la base de datos**

La accesibilidad que presenta pgAdmin 4 en cuanto a las posibilidades de importar y exportar las tablas de la base de datos es de importancia recalcarlas, debido a que brinda varias opciones para poder hacerlo y las cuales han permitido facilitar las labores de los administradores de la base del proyecto. A lo largo del desarrollo y ejecución del TFG se emplearon varias de esas

metodologías para poder suministrar la información necesaria sobre valores de mercado de terrenos en la base de datos.

En los inicios como ya se ha mencionado, en las secciones de metodología y resultados, la captura de datos fue realizada de forma manual, ordenada y almacenada en tablas de Excel, para ser ingresada en la base de datos por dos medios, en donde la información de la tabla “terreno” se ingresaba usando el lenguaje SQL debido a que se le tenía que asignar una geometría y una transformación de coordenadas a cada uno de los puntos ingresados, y así obtener una secuencia en formato hexadecimal que definiría el valor geométrico y la posición geográfica de estos. Para las demás tablas también se podían subir los datos usando el lenguaje SQL, sin embargo, no se realizó de este modo porque era más fácil y rápido importando los datos por medio de un archivo en formato “.csv” por cada tabla.

Con la incorporación de la aplicación QField, para el levantamiento y recolección de la información, la forma de como ingresar los datos en la base cambió un poco. Al existir una sincronización entre QField y la base de datos, la información que fue recolectada se actualizó en tiempo real, por lo cual los datos ya no debían ser ingresados por lenguaje SQL o por medio de alguna tabla ordenada en un “.csv”. De forma similar sucedió con las actualizaciones que se realizaron usando el QGIS, debido a que dichos cambios fueron realizados de forma instantánea por la interacción permanente que hay entre la base de datos y QGIS con su conexión PostGIS.

Entonces, como se ha mencionado hasta el momento durante el desarrollo del proyecto se emplearon cuatro formas de ingresar y actualizar información en las tablas de la base de datos, por lo cual, en esta sección se mencionan algunas ventajas o desventajas de utilizar estas metodologías.

El ingreso de información usando lenguaje SQL es funcional cuando se trabaja con grandes conjuntos de datos, que están ordenados en tablas de Excel por ejemplo y que sus atributos son fácilmente separados o acomodados por comas en un documento “.txt”, sin embargo, se debió tener especial cuidado con el uso de las sentencias SQL o con las funciones que se emplearon para insertar, transformar o designar tanto el tipo de sistema de referencia, como el tipo de geometría de los datos, se requirió bastante paciencia, cuidado, orden y mucho tiempo en su manipulación.

Ingreso de información importando tablas en formato “.csv”, esta metodología al igual que la anterior, fue ideal cuando se pretendió importar una gran cantidad de información, su uso fue sencillo y rápido, el tiempo invertido fue menor, se tardó más en el ordenamiento de los atributos, para que las tablas tuviesen la misma disposición que las creadas para la base y en la corrección de algunas inconsistencias que se presentaron en su momento.

Ahora, con respecto a las metodologías de actualización de la base de datos, usando tanto el QGIS como QField se puede decir que la mayor ventaja es que al estar sincronizadas con la base, se pudieron ingresar datos, realizar modificaciones en los atributos de las tablas, agregar nuevos puntos o desplazar los existentes en caso de que la transformación no fuese tan precisa, todo esto en tiempo real, con lo cual la base de datos pudo ser actualizada en el momento que fue necesario.

Otra ventaja, es que en ambas herramientas su interfaz gráfica es muy intuitiva, con QField se puede tener una solución móvil con lo cual se pudieron levantar y capturar datos desde campo, QGIS es una herramienta más de escritorio, pero igual es sumamente accesible por ser un SIG gratuito.

En cuanto a las desventajas se puede mencionar que es de esencial importancia que la base de datos tenga la extensión PostGIS, porque como ya se ha mencionado con dicha extensión se logra realizar la conexión entre la base y QGIS, también, para que QField funcione de la forma en cómo se utilizó en el proyecto, es sumamente necesario que la BD esté alojada en un servidor web, para que esté conectada a internet y se puedan realizar las actualizaciones incluso estando en campo.

Finalmente, también existe otra metodología para el ingreso de información en la base, esta forma es el ingreso manual de datos usando el pgAdmin 4, con este método se interactuó muy poco y por lo general se utilizó para el borrado y edición de algunos atributos. La ventaja más notable es que en caso de ser necesario se puede manipular la información desde el mismo administrador de la base de datos.

### 6.6. Implementación y beneficios de PostGIS

Como se ha mencionado a lo largo del documento PostGIS es una extensión de PostgreSQL la cual permite la vinculación de las bases de datos con los Sistemas de Información Geográfica, mejora el rendimiento de los discos duros, proporcionando representaciones más pequeñas de los datos, logrando un mayor almacenamiento sin afectar el procesado de estos, además, al realizar esta vinculación con los SIG se pueden realizar diferentes análisis, ya que estas funciones, operaciones o índices espaciales pueden emplearse usando lenguaje SQL, por lo que según lo mencionado gracias a dicha extensión se puede realizar la actualización o modificación de información en la base de datos usando QGIS en tiempo real, tal y como sucede con la herramienta QField.

Por otro lado, PostGIS brinda entre sus funcionalidades la posibilidad de la publicación de mapas, para el presente proyecto se exploraron dos maneras de publicar, una de estas se daba por medio de las capas que se encontraban directamente ingresadas en la base de datos, donde cada actualización de información, de estilos gráficos o bien de atributos podían ser publicados

por medio de la extensión QGIS Cloud en el sistema QGIS, al estar vinculado directamente con PostgreSQL,

Asimismo, se podían realizar dichas actualizaciones en las capas que se encuentran en el servidor de mapas web GeoServer, por lo que esta extensión al permitir la interoperabilidad entre aplicaciones, no solo facilita la creación de sistemas de información, sino que permite la actualización en cada una de las aplicaciones que se encuentren involucradas en el proceso.

La decisión de trabajar con PostGIS se basó principalmente en las características mencionadas, ya que su versatilidad permitió una mayor manipulación de la base de datos según la intención de los administradores y de la explotación de la información que se quisiera dar, esto fue posible gracias a que dicho complemento permite la personalización por medio de otras extensiones y la utilización de funciones adaptando la base a las necesidades que surgieran en cada uno de los procesos ejecutados.

### 6.7. Alojamiento en servidores web

La ejecución y desarrollo del proyecto, permitió experimentar con dos enfoques diferentes para el almacenaje y gestión de algunas de las herramientas utilizadas, tanto para el manejo de PostgreSQL y su administrador de bases de datos pgAdmin 4, como con el servidor de mapas web GeoServer, existió la posibilidad de tener su alojamiento de forma local como a nivel web, a través de servidores especializados en la creación de instancias para el almacenaje de este tipo de herramientas.

Es destacable mencionar que en primera instancia, se pretendió dejar estas herramientas hospedadas a nivel local, debido a que se conocían algunas ventajas de manejarlas de esta manera, entre ellas estaban que: se podía tener un control casi completo tanto del software como del hardware de la computadora que funcionaría como servidor, se tendría mayor privacidad de la información al no tener que depender de una entidad que brindara el servicio de alojamiento, también, se hubiesen tenido ventajas relacionadas con el coste y el tiempo invertido, esto porque localmente sería de cero y con respecto al tiempo no se habría hecho la ardua investigación hasta obtener servidores web con características similares con valor gratuito.

Se denotó que mantenerlas en un nivel local tendría sus limitaciones, entre las más destacables están: la difícil configuración de los archivos de PostgreSQL para aceptar conexiones remotas, configuración de firewall, definición de reglas de acceso, también, de esa manera se tendría una escalabilidad y disponibilidad limitada, en donde en caso de crecer se hubiese tenido que invertir en recursos locales y de querer mantener la base y el visor funcionando todos los días las 24 horas, la computadora que hubiera funcionado como servidor, tendría que estar siempre

conectada a internet y a la energía, por lo tanto, de faltar alguno de estos recursos el visor o la base de datos serían inaccesibles.

En comparación con el alojamiento local, el almacenamiento en servidores web de las herramientas mencionadas, permitió obtener entre sus principales beneficios: la facilidad de administración y configuración, logrando así que las reglas de acceso y lo relacionado con el firewall se configurara en el momento de la creación de las instancias y que una vez establecido el servicio, cualquiera de los miembros del proyecto pudiera conectarse remotamente de forma sencilla con tan sólo hacer uso de la dirección URL o de la IP generada, del usuario administrador y de su contraseña determinada.

También, con los servidores web se logró establecer instancias controladas en cuanto a la disponibilidad, en dónde de forma sencilla cualquier administrador puede detener o reactivar las instancias con el fin de no sobrepasar límites fuera del nivel gratuito, con lo cual estas podrán estar funcionales el tiempo que sea necesario, sin tener que estar siempre con la computadora encendida o conectados a internet, porque las instancias estarán alojadas en servidores internacionales.

Otra ventaja que se obtiene de utilizar los servidores web es en lo que corresponde a la escalabilidad, aunque por ahora no es tan necesario, si fuese requerido en un futuro aumentar los recursos, esto se podría realizar fácilmente invirtiendo en la mejora de los mismos, probablemente, teniendo que pasar de usar el nivel gratuito a usar uno de pago, en donde se deberá costear mensualmente esas mejoras, es ahí donde nace uno de los mayores aspectos negativos de la utilización de servidores web y el cuál, en caso de requerir mejorar los recursos, las opciones demandan pagar por esos beneficios extras.

En el inicio los costos de usar este tipo de recursos son bajos e incluso gratuitos como en este caso, pero con el pasar del tiempo y dada la necesidad de requerimientos o cuando se acaben períodos de prueba, será necesario hacer gastos mensuales o anuales para mantener activos los recursos.

El encontrar un proveedor de servicios web, en el cuál, se pudieran hospedar tanto la base de datos de PostgreSQL, como GeoServer, fue una de las labores más complicadas que se desarrollaron en la ejecución de este proyecto, ya que se probaron aproximadamente 12 servidores web especializados para el almacenamiento de este tipo de instancias. Como se evidenció en la parte metodológica, algunos de estos no se pudieron utilizar por falta de documentación, por el difícil manejo al ser necesario el lenguaje de programación para lograr establecer las instancias o incluso por falta de experiencia en el uso de servidores.

Con algunos se logró establecer las instancias, conectar con un servidor en el administrador de bases de datos pgAdmin 4, pero se descartó su utilización porque no permitían instalar la

extensión PostGIS, de la cual ya se ha mencionado a lo largo del escrito, la gran relevancia que ha tenido para poder desarrollar el proyecto.

Es de importancia mencionar, que con 4 de los servidores señalados (Vercel, Microsoft Azure, AWS y Google Cloud) la extensión PostGIS pudo ser añadida, con lo cual estos podían ser funcionales para los requerimientos, sin embargo, se tuvo que tomar en cuenta otros aspectos para que la decisión final, de cuál fuera el mejor para cumplir con los ideales del proyecto. Posiblemente, el segundo aspecto más importante sólo después de poder añadir la extensión PostGIS en el servidor, fue la de que dichos servidores se pudieran utilizar de forma gratuita o que al menos contaran con un período amplio de prueba.

Considerando ese segundo aspecto, la opción de utilizar el servidor de Vercel fue prácticamente descartada, debido a que contaba tan sólo con 17 días de prueba, por tanto, por terminar ese período tan reducido, se tenía que pagar para mantener la instancia de la base de datos funcional. Para el caso, de los servidores de Microsoft Azure como el de Google Cloud se tuvo un margen de prueba más amplio, ambos igualmente, con una cantidad de créditos disponibles para utilizarlos durante el período en el que estuvieran las instancias activas.

La diferencia entre dichos servidores fue, que para el caso de Microsoft Azure se tenía la disponibilidad de dos meses con una cantidad de 200 créditos para poder gastar, mientras que para el caso de Google Cloud se obtuvo el margen de mantener la instancia tres meses, con una cantidad de 400 créditos para gastar en recursos mejores que la creada en Azure, la cual era una instancia en donde sus características eran mínimas.

En comparación con las tres opciones anteriores, el servidor de Amazon Web Services permite crear instancias con un período de prueba mucho más amplio, se obtiene un beneficio de 12 meses al utilizarlo, con lo cual resulta ser el servidor más rentable si no se superan las 750 horas mensuales, que se permite para el nivel gratuito, porque en el caso hipotético de superarlo se cobra por el excedente de su uso.

Como AWS se adaptaba bien a la idea del proyecto, se decidió utilizarlo por las características mencionadas, tanto por la posibilidad del almacenaje de la instancia de la base de datos como del servidor de mapas web. Con la BD creada en dicho servidor se probó el funcionamiento, la interoperabilidad y las conexiones con QGIS y con el mismo GeoServer, de esta manera, se obtuvo que la base de datos podía conectarse perfectamente con el Sistema de Información Geográfica usando la extensión PostGIS, además, se determinó que fuera el origen de los datos que se usaría para brindar los geoservicios, obteniéndose una correcta interacción entre todas las herramientas y sistemas utilizados para la elaboración del proyecto.

### 6.8. GeoServer como herramienta para la difusión de datos geoespaciales

Uno de los factores que se tenían en consideración al momento de plantear el proyecto ejecutado, fue la capacidad de actualización que tendría la base de datos en el visor de la información, buscando que se pudieran disminuir los tiempos en reajustes e ingreso de nuevos datos y difundirlos con múltiples usuarios. Como parte inicial de la ejecución se trabajó el proyecto de forma local, donde todas las modificaciones pertinentes se tenían que hacer en cada una de las plataformas involucradas en el almacenamiento y visualización de los productos obtenidos, además se debían realizar por cada administrador en su respectivo equipo de trabajo, por lo que a partir de esta necesidad de lograr la posibilidad de actualizar en conjunto sin llegar a repetir el proceso una y otra vez, se llegó al servidor de mapas GeoServer.

Debido a que GeoServer es un servidor que permite la interacción entre la base de datos y el visor del SIG, se posicionó como primera opción para lograr un alojamiento web y a la vez buscar la interoperabilidad entre las capas de información que serían subidas al mismo, tomando en cuenta que este posee la particularidad que puede leer archivos sin importar dónde se encuentren guardados; sin dejar de lado los múltiples beneficios que se obtendrían al utilizar una herramienta que facilite la difusión web de todos los datos que fueron recopilados, así como permitir compartir al instante cada cambio en los mismos.

Por otro lado, una de las ventajas que tuvo trabajar con esta herramienta es la posibilidad de transformar y exportar los datos a otros formatos o extensiones, permitiendo la versatilidad al compartirlos y visualizarlos, tal como la implementación de servicios OGC por medio de las extensiones WMS, WFS y WCS, las cuales, dependiendo de sus respectivos enfoques, permiten la conexión de capas con herramientas SIG o bien visores virtuales.

Otros servidores de mapas web como es el caso de Mapserver, posee algunas particularidades como tener librerías nativas, por lo que implica un costo menor de procesamiento de imágenes, además si se utiliza información en memoria caché esta herramienta funciona más rápido, ya que consume más tiempo si se consulta la información de una base de datos.

Otra particularidad es que trabaja con tecnología CGI (imágenes generadas por computadora); a diferencia de GeoServer que es un programa más reciente que el mencionado, incluye otras características de importancia en sus funciones, entre ellas la configuración de este, ya que se realiza a través de una página web evitando la manipulación de complejos ficheros,

Por otra parte, es amigable con información almacenada en bases de datos ya que cuenta con conexiones que facilitan el acceso, trabaja con tecnología J2EE (Java Platform, Enterprise Edition), que resulta atractivo para muchas compañías que se muestran en menos confianza con CGI y entre las que más relevancia tiene es la multitud de formatos ráster y vectoriales

con las que trabaja, asimismo, soporta perfectamente el protocolo WFS a diferencia de Mapserver. (Marco de Desarrollo de la Junta de Andalucía, s.f.).

### 6.9. Desarrollo del visor web con QGIS Cloud

Para una manipulación más rápida, sencilla y eficiente de los insumos y productos alojados en la base de datos, fue necesario conectar con un SIG, en la actualidad los más utilizados para trabajar y realizar análisis con datos geoespaciales son ArcGIS y QGIS.

ArcGIS es un sistema que permite utilizar variedad de complementos para compilar, organizar, gestionar, estudiar y difundir información geográfica y geoespacial. Admite trabajar con bases de datos relacionales como Oracle, Microsoft SQL Server y PostgreSQL, también, permite crear gran variedad de mapas inteligentes que muestran, integran y sintetizan las capas de datos, así como la información descriptiva de ellas, las cuales pueden provenir de diversas fuentes. Para poder trabajar con este Sistema de Información Geográfica se debe tener alguna de las licencias de pago que brindan (esri, 2012).

Pese a que ArcGIS es un sistema muy completo, desde hace varios años QGIS se ha consolidado como uno de los SIG gratuitos de código abierto más utilizados, ya que posee gran variedad de funciones y capacidades para trabajar con datos geoespaciales, tanto desde ordenadores, como desde la aplicación móvil gratuita y de código abierto QField, diseñada para trabajar con este SIG.

Como su competencia más cercana de pago, QGIS también admite trabajar con las bases de datos relacionales Oracle, Microsoft SQL Server y PostgreSQL, por lo que en este apartado ambos SIG se encuentran al mismo nivel, sin embargo, en lo que respecta a complementos, QGIS posee compatibilidad con gran cantidad de complementos gratuitos desarrollados por la comunidad, que se pueden utilizar de acuerdo con las necesidades del momento.

En lo que respecta a difusión de información geográfica y geoespacial, QGIS permite realizar mapas personalizados, resaltando información específica, asignándole símbolos, colores e inclusive etiquetas a los datos, esta publicación puede darse de formas distintas, desde el ploteo del mapa final, hasta usar complementos de publicación de mapas web, como es el caso de qgis2web y QGIS Cloud.

La herramienta qgis2web permite exportar los proyectos trabajados desde QGIS en mapas web de OpenLayers, Leaflet y Mapbox (bibliotecas de código abierto utilizadas para la creación de mapas interactivos en aplicaciones web), estas bibliotecas brindan las herramientas requeridas para incorporar mapas bases, marcadores, capas geoespaciales, aplicaciones, así como funciones de interacción en sitios web, creando de manera automática los archivos HTML,

JavaScript y CSS, archivos necesarios para la creación y visualización del mapa web (Salgado, 2019).

Pese a que esta opción de complemento resultó bastante atractiva para la implementación del visor del observatorio, el no contar con un amplio dominio del lenguaje de programación JavaScript para realizar mejoras al mapa web impidió que esta opción no fuera la ideal para la implementación del visor. Sin embargo, QGIS también cuenta con el complemento llamado QGIS Cloud, plataforma de web GIS para la publicación de mapas, datos y servicios en internet, el cual trabaja con una base de datos independiente, donde se cargan los datos que se pretenden visualizar en el mapa.

Al igual que qgis2web, QGIS Cloud permite agregar distintos mapas bases y proporcionar herramientas para la interacción con los mapas, sin embargo, como se mencionó, los datos del proyecto se almacenan en una base de datos PostgreSQL, donde el acceso a la BD está protegida a través de SSH, protocolo de red utilizado para establecer conexiones seguras y cifradas entre dos dispositivos, caso contrario con qgis2web el cual no cuenta con esta, necesitando que la página donde se hubiera alojado el visor contara con certificado de seguridad.

Es importante destacar que, este complemento además de ofrecer alta seguridad y base de datos para el alojamiento del proyecto, también brinda bajos costos, fácil administración de la infraestructura y operabilidad sin necesitar un conocimiento amplio, así como la extensibilidad en funciones adicionales (QGIS Cloud, 2011).

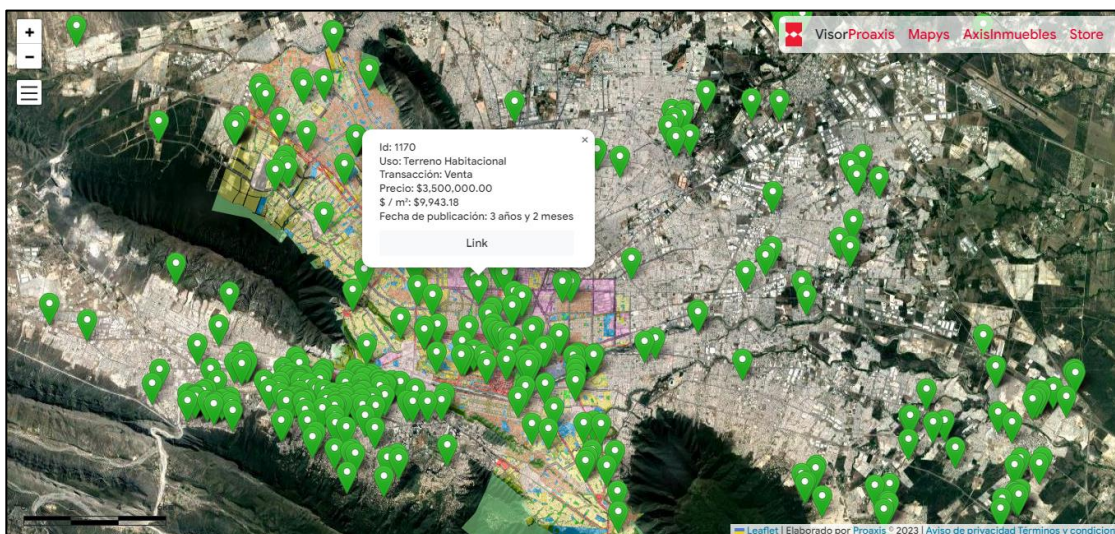
Debido a las características y facilidades que brinda QGIS Cloud, se eligió este complemento para la difusión y visualización del observatorio de valores de mercado de terrenos, ya que cuenta con una interfaz amigable, con distintas herramientas que permiten mayor facilidad en el manejo de la información, tanto para el desarrollador como para el usuario final.

### **6.10. Comparativa entre el visor del observatorio de valores de mercado de terrenos de Belén con otros visores encontrados en Latinoamérica**

Debido al desarrollo constante que se ha dado en los últimos años con los visores espaciales para el control y análisis de los valores de mercado, surge la necesidad de evaluar la propuesta del visor elaborado en este proyecto, con otros ya establecidos en la región latinoamericana. De esta manera se encontraron tres visores ubicados en México, Colombia y Argentina, los cuales se describen brevemente a continuación:

- **Proaxis, Monterrey, México**

México cuenta con una plataforma en la cual se puede tener acceso gratuito sobre información, datos y análisis del desarrollo urbano e inmobiliario, el Visor Proaxis se centra especialmente en el municipio de Monterrey. En la Figura 6.1, se muestra la ventana del visor con la cual el usuario interactúa en búsqueda de obtener la información requerida.



**Figura 6.1. Visor de desarrollo urbano e inmobiliario Proaxis.**

Fuente: <https://visorproaxis.com/?mapa=Google%20-%20Satelite&lat=25.71021825387475&lng=-100.28766632080078&zoom=12>

En primera instancia se denota que el visor fue construido utilizando la biblioteca de Leaflet, no cuenta con glosario ni con un manual de uso, tiene una estructura visual sencilla, en donde a nivel de herramientas solo se observa una escala gráfica para representar la relación entre el mapa y la realidad, cuenta con los botones básicos de acercar y alejar, además de un botón en el cual al seleccionar sobre él se despliega el menú de capas de información.

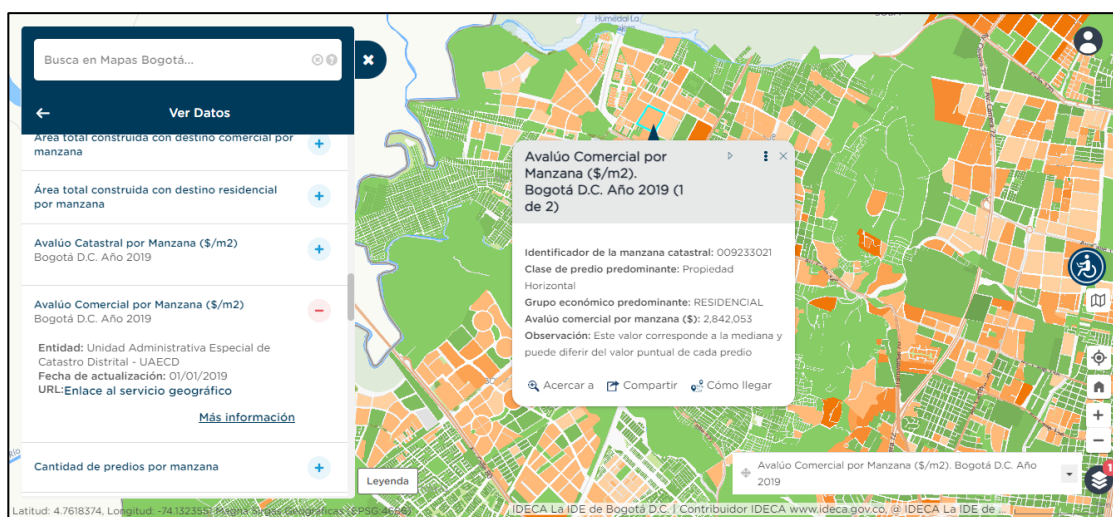
Su utilización es bastante fácil para los usuarios, debido a que prácticamente su interacción es encender o apagar las capas de información requeridas, en este visor se pueden ver capas como la del uso de suelo, los límites geográficos de municipios, delegaciones y colonias de Monterrey, seis opciones de mapas bases que pueden ser utilizados, un espacio dedicado a comercios y servicios, en donde de ser requeridos se puede visualizar la ubicación de algunos supermercados o bancos de importancia, hay una sección llamada fichas en la cual se pueden detallar la localización de casas y terrenos en venta o en renta.

Para el caso del apartado de fichas, se denota que la información suministrada al público contempla pocos atributos, en donde se puede obtener datos del uso del terreno, el tipo de transacción si es venta o renta, el precio total y el valor por metro cuadrado en el que se

encuentra designada la propiedad en dólares, además, de la información pertinente a la fecha de publicación y de un enlace que lo redirecciona hasta una página web donde se podrán visualizar algunas imágenes de la propiedad, otros detalles como una descripción del terreno y algunos servicios con los que cuenta.

- **Mapas Bogotá, Colombia**

Como se muestra en la Figura 6.2, el visor de Mapas Bogotá cuenta con un panel de navegador desplegable, donde se alojan la mayoría de las opciones con las que se puede trabajar en este, lo que genera que la ventana propia del visor se encuentren solo los botones de zoom, localización, capas activas y mapa base.



**Figura 6.2. Visor Mapas Bogotá**

Fuente: [https://mapas.bogota.gov.co/?l=643&e=-75.35412783328744,3.82294563117396,-73.1568622082885,4.855424901692202,4686&b=7256&show\\_menu=true#](https://mapas.bogota.gov.co/?l=643&e=-75.35412783328744,3.82294563117396,-73.1568622082885,4.855424901692202,4686&b=7256&show_menu=true#)

Su uso es sencillo, ya que solo requiere ir dando clics sobre la información que se desea consultar y visualizar en el mapa, sin embargo, al ser un navegador desplegable esto provoca que conforme se vaya seleccionando un tema en interés, despliegue más pestañas con datos que pueden ser añadidos al mapa, lo que puede generar que el usuario se pierda en la búsqueda de un dato en específico.

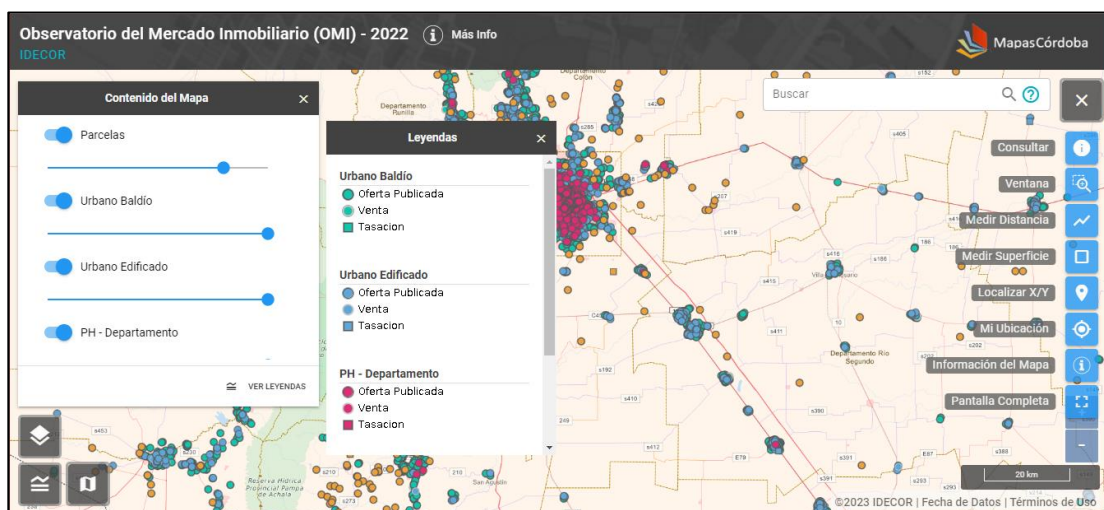
Las herramientas de medición de área y distancia permiten elegir las unidades en las que se desea visualizar el resultado, estas no se encuentran de manera independiente en botones fijos en el mapa, por lo que, el realizar una medición sobre este implica tener que buscar la herramienta en el navegador desplegable de capas.

Este visor no cuenta con manual de uso ni glosario; brinda datos de avalúo comercial por manzana, dando clic sobre el área de interés despliega una ventana que muestra el identificador

predial por manzana, la clase de predio y grupo económico predominante, además, del valor del avalúo comercial por manzana en dólares, entre otros atributos.

- **Observatorio del Mercado Inmobiliario (OMI) Provincia de Córdoba, Argentina.**

Para este observatorio se puede denotar a primera vista las ofertas inmobiliarias categorizadas en 4 tipos de terrenos: urbano baldío, urbano edificado, PH departamento y rural; en estas mismas categorías se observan otras subdivisiones que corresponden con características de las ofertas, si es una oferta publicada, una venta o una tasación.



**Figura 6.3. Observatorio del Mercado Inmobiliario (OMI).**

Fuente: <https://mapascordoba.gob.ar/viewer/mapa/418>

Este visor cuenta con paneles desplegable que contienen más detalles de la información mostrada, en estas ventanas se pueden ocultar o mostrar los tipos de terrenos que se quieren consultar, de acuerdo con el tipo de búsqueda que se esté realizando, además se puede escoger el tipo de mapa base con el que se quiere complementar los datos mostrados. Por otra parte, tiene la sección de herramientas en la que se encuentran las más comunes como medición de distancias, áreas, obtención de coordenadas y la opción de consulta.

Entre otras herramientas que posee y resultan destacables es la herramienta de localizar, ya que esta permite que al ingresar una coordenada en sistema WGS84 de forma decimal o sexagesimal, esta ubica el punto en el mapa que se esté visualizando, ayudando a realizar una búsqueda más específica en el sector de preferencia. Por otra parte, de no conocerse alguna coordenada en particular, este posee una casilla en la que, ingresando el nombre de alguna localidad, calle, dirección o número catastral, puede trasladarse al sitio indicado.

El tipo de navegación y pestañas que posee resulta sencilla e intuitiva, por lo que su manipulación no es difícil, si bien al inicio se observan muchos datos, con ayuda del panel mencionado pueden ocultarse varios de estos y poder consultar solo los de interés.

Este visor no cuenta con glosario o manual de uso, sin embargo, cuenta con una pestaña de información donde explica brevemente la finalidad del sitio, los datos que contiene, los metadatos completos del sitio, donde encontrar los geoservicios, un enlace a otros mapas abiertos complementarios, por último, un correo y un número de teléfono en caso de requerir contacto con los encargados del observatorio.

### **Análisis comparativo**

Al comparar los visores mencionados, con la propuesta desarrollada, se denota que la mayoría comparten similitudes, en donde se destaca su fácil utilización, que cuentan con diversas herramientas que facilitan la manipulación, son atractivos visualmente ya que no están saturados de información, debido a que está contenida en menús desplegables.

Sin embargo, al profundizar sobre lo que brindan estos visores con respecto al del observatorio, se analiza que el visor desarrollado en QGIS Cloud para este TFG contiene otras funciones de navegación, que ofrecen al usuario la posibilidad de visualizar y recopilar información geográfica, como es el caso de la obtención de coordenadas en el sistema CRTM05 o WGS84. También, se observó que el visor contiene una escala numérica con la cual se puede definir el tamaño de visualización, detalle que en los otros visores no fue contemplado.

En lo que respecta a la forma de seleccionar los datos de las capas, se puede decir que a pesar de que los visores muestran la información en menús desplegables, estas no abarcan en su totalidad los mismos “temas” de interés, en el caso de Mapas Bogotá (Colombia), aloja gran cantidad de información por temáticas que puede ser mostrada, por lo tanto, siendo confusa su manipulación. Con los visores de Proaxis (México) y OMI (Argentina), los datos que brindan están más orientados a valoración inmobiliaria, haciendo que se cuente con menos capas, generando más orden y una estructura sencilla de comprender, caso parecido al visor desarrollado con QGIS Cloud, el cual muestra las capas de forma clara y concisa, permitiendo que el usuario acceda fácilmente a la información que necesite consultar.

Al analizar el aspecto de la visualización de los datos se puede decir, que todos los visores despliegan una ventana emergente al seleccionar el polígono o marcador de interés, tanto Mapas Bogotá, OMI, como en el de Proaxis, los atributos mostrados son limitados, debido a que ofrecen datos muy generales, donde en común los visores estudiados tienen un identificador y el valor comercial, en comparación con el observatorio, el cual brinda mayor cantidad de insumos que describen detalladamente la propiedad y su entorno.

Otro aspecto que se detalló fue que ningún visor posee un glosario, una guía o manual de usuario dentro del mismo, incluyendo el propuesto, sin embargo, este si es un recurso que se brinda a los interesados desde la página web elaborada para este proyecto, donde se encuentran los documentos mencionados para una correcta manipulación y una mejor interpretación de la información encontrada.

### **6.11. Implementación de la página web**

Inicialmente se propuso para el presente proyecto generar un visor por medio de un Sistema de Información Geográfica y que este fuera publicado en la web a través de la extensión QGIS Cloud, con lo cual se obtendría un enlace que funcionaría como medio de acceso y difusión de los datos, estableciéndose de esta manera una forma poco práctica, rígida y poco eficiente debido a que se tendría que estar compartiendo el enlace con cada interesado.

Por lo que, conforme se fue desarrollando la idea y la estructura del visor, se descubrió que para obtener un mejor alcance y visualización del mismo, era necesario tener una página web con la cual se podía generar un espacio para difundir algunos aportes como un manual de usuario, glosario, brindar geoservicios e incluso formularios para colaborar con el proyecto, planteándose a su vez como un canal de comunicación entre el usuario y los creadores, donde se comparta información y se acompañe al interesado en su experiencia de búsqueda de valores de mercado de terrenos.

La página web diseñada ofrece una interfaz amigable, de navegación y consulta fácil, que ofrece múltiples servicios.

## Capítulo 7: Conclusiones

El presente TFG nace debido a la necesidad que tienen los profesionales en valoración, de tener al alcance información relacionada sobre valores de mercados de terrenos a nivel nacional, buscando dar solución a dicha necesidad se planteó como objetivo general, el implementar una propuesta de un observatorio de valores de mercado de terrenos a partir de un Sistema de Información Geográfica, que permita a una serie de usuarios la consulta sobre información estandarizada en el cantón de Belén de la provincia de Heredia. Tomando en cuenta lo anterior, se detallan las conclusiones que surgieron a partir de los resultados obtenidos y del análisis de estos.

Una de las fuentes consultadas durante el desarrollo del trabajo fue a profesionales en valoración, a través de ellos se identificaron características de importancia al momento de valorar un terreno, destacando que algunas fueron agregadas para la recopilación de información de campo por la relevancia que les dieron en sus respuestas. También, se denotó que los miembros consultados expresaron que existe escasez de valores comparables a nivel nacional, que hace falta de una base de datos u observatorio confiable con valores de compra y venta de propiedades, esto al menos de acceso gratuito, tal y como se realizó en esta propuesta con el fin de brindar una solución accesible que cubra esa carencia de información.

Otra fuente utilizada fue la visita de campo para la recolección de la información, se empleó el uso de tablas de Excel para el almacenamiento de los datos capturados y para la actualización se implementó la herramienta QField, se constató que ambas metodologías tenían dos grandes diferencias, las cuales fueron el orden y la estandarización de la información. Con la incorporación de la segunda herramienta se obtuvo que los datos a ingresar no fueran ambiguos, que el llenado de la información resultara más rápido debido a tener valores ya preestablecidos con lo cual no tenían que ser ingresados manualmente, evitando errores en digitación o eliminación de datos por equivocación, mejorando los tiempos de recolección y edición, añadiendo incluso la incorporación de la información a la base de datos en tiempo real.

En forma de resumen, se puede decir que el proceso del modelado de la base de datos se realizó en tres etapas consideradas de suma importancia para este trabajo. En la primera, se definió la estructura del modelo conceptual, establecida por seis coberturas en las cuales están distribuidos los 47 atributos recolectados con la información de cada uno de los terrenos analizados. Se obtuvo, una estructura planificada de tal forma que permitió la comparación de las características de los predios y la visualización de los valores de mercado de terrenos en la menor cantidad de tablas posibles, favoreciendo a su vez la administración, ingreso y actualización de la información.

Las otras dos etapas del modelado de bases de datos del trabajo se realizaron utilizando la herramienta pgModeler por sus múltiples beneficios obtenidos. Para el modelo lógico el programa permitió realizar varias actividades que son parte del proceso de diseño y que fueron esenciales para la correcta implementación y materialización de dicho modelo. Para el caso del modelo físico, dicha herramienta permitió generar automáticamente el código SQL necesario para crear la estructura y el modelado de la base de datos del trabajo en PostgreSQL, en general, denotándose una mejora en tiempos de creación, aprendizaje y logrando la sistematización de los procesos relacionados con la construcción de la base.

Se detalló que el mercado tecnológico actual ofrece muchas opciones de SGBDR, con características muy similares en algunos aspectos, PostgreSQL es uno de ellos y fue el utilizado para la implementación de la base de datos espacial. Su compatibilidad con una gran variedad de herramientas como: pgModeler, pgAdmin 4, QGIS, GeoServer y QField lo convirtieron en el ideal para el desarrollo de la propuesta planteada.

Con pgAdmin 4, la administración y gestión de la base de datos se presentó como un asunto muy intuitivo e interactivo por su interfaz tan amigable. En síntesis, pgAdmin 4 permitió generar la estructura de la base utilizando el código con lenguaje SQL obtenido en pgModeler, gracias a las varias formas de importar información se ingresaron los datos obtenidos para cada atributo, así como el manejo de datos espaciales a través de la utilización de la extensión PostGIS. Con dicha extensión se lograron las conexiones de la base de datos con QGIS y con GeoServer, alcanzando con ambas la posibilidad de publicar mapas y de compartir información.

También, con la herramienta se gestionaron los roles y privilegios de cada usuario, se crearon dos tablas específicas para mostrar al público solo la información que se considera de suma relevancia y finalmente gracias a la interoperabilidad lograda se pudo realizar la actualización o modificación de la información que está almacenada en la base de datos usando el administrador, QGIS y QField, con lo cual, se cumple con lo propuesto en el segundo objetivo específico.

Por otra parte, con el aprovechamiento de sentencias SQL, se logró establecer consultas que estuvieron relacionadas con la información contenida en la base de datos, permitiendo comparar, analizar y visualizar datos de importancia. Dentro de los análisis realizados destacaron resultados como: que 23 de los 75 terrenos estudiados contaban con regularidad entre los 0.95 a 1 (variable que da mayor valor al terreno); 40 terrenos se ubican en La Asunción, siendo este el distrito con mayor cantidad de ofertas; en cuanto al tipo de referencia la mayor cantidad de ofertas encontradas fue a través de la búsqueda en páginas web, seguido de las visitas de campo y la consulta en bienes raíces.

Por otro lado, según la zonificación de uso de suelo se encontró que la mayoría de ofertas se encuentran en Zona Residencial, destacando que un 50.66% se encuentra en la Zona Residencial Baja Densidad (ZRBD), además, un 73.33% cuentan tanto con servicio de cañería como de electricidad, mientras que un 86.66% del total de terrenos analizados tienen cordón y caño; otro dato destacable es que 32 de las ofertas, representadas por un 42.66% del total, poseen una distancia frente a calle pública de 10 a 19.99 metros.

Asimismo, las sentencias SQL también permitieron cuantificar la cantidad de terrenos según los tipos de moneda encontrados en el estudio, con lo cual se obtuvo que en los distritos de La Ribera y La Asunción las ofertas se encuentran mayoritariamente en dólares donde su valor promedio es de \$254,19 y de \$250,31 por metro cuadrado respectivamente, en cuanto a San Antonio se obtuvieron 6 ofertas en colones y 8 en dólares, con lo cual se denota una distribución equitativa, de esta información se calculó que el valor promediado es de 247,72 dólares por metro cuadrado.

Por lo que a partir de los valores mencionados, se obtiene que el distrito con el metro cuadrado más barato es el de San Antonio y el de precio más alto es La Ribera, también se denota que el metro cuadrado promedio para el cantón es de 250,74 dólares, por lo que esto demuestra el potencial de la riqueza de los datos recolectados, para la realización de diferentes análisis según el contexto que se plantee.

Se denotó que la utilización de servidores web para el alojamiento de la base de datos y de GeoServer fue sin duda la mejor opción, en busca de poder implementar la propuesta de un observatorio de valores de mercado de terrenos, especialmente porque el uso de estos servicios le agregan mucha más funcionalidad a estas herramientas, añadiendo que se mejora en características como la escalabilidad, la facilidad de administración y configuración, la disponibilidad, en la seguridad de los datos y en la accesibilidad, donde con tan solo contar con internet, los miembros del trabajo pueden conectarse a ellas para editar o actualizar información.

Con GeoServer, no solamente se obtuvo una herramienta funcional para la publicación de las capas, sino que también, permite mostrar los cambios que se realicen en la base de una manera instantánea, con lo cual se alcanza la idea de que el visor utilizado se mantenga siempre con sus datos actualizados. Por otra parte, gracias a la interoperabilidad lograda entre la base de datos, GeoServer y QGIS, se implementó la opción de compartir los geoservicios WFS y WMS con la información recopilada de valores de mercado de terrenos del cantón de Belén.

Se comprobó, que hubo varias formas de poder elaborar un visor web en donde se mostrara al público la propuesta del observatorio, sin embargo, esta quedó plasmada utilizándose el SIG de acceso gratuito QGIS y su complemento para la publicación de mapas web QGIS Cloud. A su vez, se estableció una forma para obtener un mejor alcance y visualización del observatorio,

la cual fue a través de la implementación de una página web diseñada y creada propiamente para compartir algunos productos obtenidos como el manual de uso, el glosario, los geoservicios y el enlace al visor web, vínculo que permite a los usuarios acceder para que pueda ser aprovechada la plataforma para el análisis del mercado inmobiliario.

Por otra parte, se puede decir que con lo desarrollado y establecido se cumple con el objetivo de implementar una propuesta de un observatorio de valores de mercado de terrenos, con un visor que contiene varias herramientas de mucha utilidad en su interfaz, complementada con la información gráfica de las capas de los distritos, uso de suelos y las relacionadas con el análisis de valores de mercado de los terrenos del cantón de Belén de la provincia de Heredia.

Se puede concluir que al compararlo con otros visores encontrados en Latinoamérica, en cuanto a la funcionalidad, utilización e incluso en la parte visual son similares, pero el propuesto destaca en los datos mostrados para cada marcador de interés, porque en este se brinda mayor cantidad de insumos que describen detalladamente la propiedad, los servicios con los que cuenta, su entorno e información relacionada con el valor comercial, provocando de esta manera que pueda llegar a ser una plataforma de mucho beneficio para los usuarios interesados en los valores del mercado inmobiliario.

Se comprobó que en la actualidad existen empresas con fines de lucro, que se dedican a brindar el servicio y soporte de productos relacionados con SIG, bases de datos y servidores web; sin embargo, este TFG permitió demostrar que, con la utilización de software con licencia libre, servicios, herramientas y aplicaciones gratuitas, se cumplieron los objetivos planteados, sin dejar de lado la calidad en lo desarrollado.

Finalmente, es importante destacar que el observatorio al ser un desarrollo independiente no queda exento de ser escalable y adaptable por una estructura municipal, estatal o de índole privada, ya que este, gracias a la implementación de herramientas y software de acceso gratuito, puede resultar ser atractivo para sentar las bases de futuros proyectos relacionados con las diferentes temáticas abarcadas en la presente propuesta.

Parte de esta escalabilidad puede ser la contribución en la generación de Modelos para la Valoración Masiva Automatizada, siendo estas herramientas que ayudan en las predicciones de valores a partir de algoritmos y modelos matemáticos, que combinando estos con los softwares utilizados para el proyecto, se puede seguir con la búsqueda de la actualización en la valoración inmobiliaria y ajustar el funcionamiento del mercado del suelo, promoviendo mejores políticas públicas.

## Capítulo 8: Recomendaciones

Tener bien definidos los alcances de la propuesta durante la etapa de anteproyecto, mantener una buena organización de las ideas según lo que se pretende realizar, proponer objetivos y metas alcanzables, realistas y que puedan ser concretadas en el tiempo establecido para el desarrollo del proyecto.

Relacionado con lo anterior, es importante apegarse a los tiempos de trabajo establecidos, debido a que en el anteproyecto se planteó el cronograma de actividades, es ideal siempre tener en cuenta la actividad a realizar, el periodo de duración y el margen de tiempo en el que se plantea ejecutar y desarrollar cada una de esas actividades e ideas propuestas.

En la etapa del anteproyecto se estableció un presupuesto, sin embargo, durante la ejecución del proyecto se debió realizar la inversión en actividades que no fueron contempladas, por lo cual se recomienda planificar o establecer un presupuesto extra, considerando cualquier posible acontecimiento como lo fue: el pago de una capacitación para el aprendizaje sobre el uso y manejo de bases de datos, reparación de computadoras y el pago de servicios de alojamiento en servidores web.

Buscar capacitarse por distintos medios, ya que para realizar alguna actividad de manera correcta y eficaz, se debe de tener el conocimiento de cómo ejecutarlo, por lo tanto, en caso de desconocer o tener dudas sobre algún tema, es ideal considerar la capacitación en los que se dificultan, de ser necesario se debe de considerar incluso el tener que pagar cursos intensivos con el fin de obtener el aprendizaje; por otra parte, se debe ser autodidacta, investigando e indagando, visualizando videos, leyendo y consultando a expertos sobre los temas.

Es indispensable la planificación de rutas antes de realizar las visitas de campo, ya que se tiene establecido un recorrido optimizado y objetivos identificados, permitiendo la reducción de tiempos, gasto de combustible y desgaste físico de los involucrados, sacando a su vez mayor provecho de los recursos dispuestos para la ejecución de dichas labores.

En la actualidad, el auge de las tecnologías invita a la adaptación constante a las nuevas fuentes de información y hacer uso de variedad de medios, que de una u otra forma ayudan en el desarrollo y estructuración de un proyecto como el del observatorio, donde se implementó el uso de aplicaciones móviles como QField, de escritorio como QGIS, administradores de bases de datos como PostgreSQL, plataformas como los servidores web que brindan la oportunidad de hospedar los proyectos en internet, permitiendo que estos estén activos y sean de provecho para todos. Es por esto, que se recomienda el uso de herramientas tecnológicas disponibles en el mercado de acuerdo con el enfoque de interés.

Se recomienda la realización de respaldos y la sistematización de procesos, son de gran importancia, porque la realidad que hay detrás de buscar la correcta ejecución de la metodología, hace que los pasos se tengan que repetir una y otra vez hasta lograr ir corrigiendo los errores que se puedan ir presentando, para en caso de que se tengan que hacer modificaciones considerables en algún proceso, este no genere un cambio abrupto en la ejecución si no que por el contrario, pueda ser corregido fácilmente y sea realizado como se tenía planificado.

Se aconseja la utilización de servidores web porque permiten tener dicho respaldo en la nube, estando al alcance de cualquier usuario con tan solo tener un medio con acceso a internet, se podrán ejecutar modificaciones y poder visualizar estas prácticamente incluso al instante.

Se sugiere la implementación del servidor de mapas GeoServer, es ideal para lograr el objetivo de actualizar la información espacial en tiempo real, debido a que es una herramienta que permite compartir geoservicios, los cuales ayudan a que los cambios que se realicen sean adaptados casi de forma inmediata en la información que está contenida en los servidores web o en las plataformas de acceso.

Aplicar los principios de cartografía temática para la representación de la información espacial en lo que son visores web, los estilos de etiquetas, colores, la presentación de los objetos de importancia, los detalles que se quieren mostrar como la información de los atributos, para que sea atractiva a la vista de los usuarios que empleen dicho observatorio.

Es recomendable, realizar visitas periódicas al campo para evaluar el mercado de valores, ya que, con el paso del tiempo este puede elevar su valor o depreciarse.

Finalmente, las buenas prácticas como: la constancia, tener una buena organización, priorizar la calidad de la información, hacer una rutina de actividades y plantear metas a corto plazo, son factores importantes para lograr todas las metas o procesos que se establecen al desarrollar la construcción de un proyecto.

## Referencias

- Abarca, F. (2017). A vueltas con los metadatos. Revista de Unidades de Información. (11),1-19. Obtenido de <https://ruidera.uclm.es/xmlui/bitstream/handle/10578/15397/a%20vueltas%20con%20los%20metadatos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Apache Tomcat. (2015). *Apache Tomcat 9*. <https://tomcat.apache.org/>
- Aranda, G. (2016). Extensiones de bases de datos relacionales y deductivas: fundamentos teóricos e implementación. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/38351/1/T37475.pdf>
- ArcGIS Server (2018). Manage Services. Obtenido de <https://enterprise.arcgis.com/en/server/latest/publish-services/windows/wms-services.htm>
- AWS. (2011). Introducción a AWS. Obtenido de <https://aws.amazon.com/es/what-is-aws/>
- Ballesteros, M. (2022). Sistema web para la gestión de pedidos, inventario y control de rutas de aceite de Coco Comestible. [Tesis doctoral]. Universidad Agraria del Ecuador. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BALLESTEROS%20PIN%20M%C3%93NICA%20GUI%20SSEL.pdf>
- Beynon-Davies, P. (2018). Sistemas de bases de datos. Barcelona: Editorial Reverté. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=XjbeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=bases+de+datos&ots=DIzYvLHSIS&sig=IAy2SOxpKGv4rcwfD3fagauoYc4#v=onepage&q=bases%20de%20datos&f=false>
- Camps Paré, R, Casillas Santillán, L, Costal Costa, D, Gibert Ginestà, M, Martín Escofet, C y Pérez Mora, O. (2007.). Bases de datos: Software libre. Barcelona (España): Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya, 2007. <https://libros.metabiblioteca.org/handle/001/264>

- Camps, R., Casillas, L., Costal, D., Gibert, M., Escofet, C., & Pérez, O. (2016). Bases de Datos. Barcelona: Editorial UOC.
- Casas, J. (2017). Método de valoración urbana. España: Universidad de Córdoba).  
<https://helvia.uco.es/handle/10396/15417>
- Cavalcanti, A. (2014). Proposta de estruturação de um observatório de valores de imóveis urbanos. Recife, Brasil: Universidade Federal de Pernambuco.  
<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/10722/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Ana%20Maria%20Cavalcanti%20Nery.pdf>
- Chaves, M., Medina, J., & Torres, G. (2017). Análisis técnico para completar el mapa catastral del territorio nacional, según el modelo de geomática catastral implementado en el país. San José: Universidad de Costa Rica  
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/xmlui/handle/123456789/5825>
- Código Civil. Ley 63 de 1887. Art 254 y Art. 255. 28 de septiembre de 1887 (Costa Rica).  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=15437&nValor3=90115&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=15437&nValor3=90115&strTipM=TC)
- Conesa, J., & Rodríguez, M. (2018). Bases de datos: conceptos básicos, diseño físico y rendimiento. Barcelona: Editorial Oberta UOC Publishing, SL.
- Cuautli, D. (2018). Avalúo de inmueble catalogado ubicado en Juan de Palafox No. 206 para crédito y restauración. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).  
<https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/7349>
- da Silva, E. (2006). Cadastro Técnico Multifinalitário: Base Fundamental para a Avaliação em Massa de Imóveis. Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina.

<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/89014/228503.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Del Prado, A., & Lamas, N. (2014). Fundamentos de Informática. Argentina: Universidad Nacional de Catamarca.  
<http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/CUADERNOS%20DE%20CA TEDRA/Ana%20Maria%20del%20Prado/ApunteDeCatedraInformatica.pdf>
- Domínguez, J. (2018). Introducción al Modelado de datos. Venezuela: Editorial IEASS, Editores.  
[https://www.researchgate.net/publication/327872261\\_Introduccion\\_al\\_Modelado\\_de\\_datos](https://www.researchgate.net/publication/327872261_Introduccion_al_Modelado_de_datos)
- Duarte, L., Queirós, C., & Teodoro, A. (2021). Análisis comparativo de cuatro plugins de QGIS para la creación de mapas web. LA GRANJA, Revista de Ciencias de la Vida, 34 (2), 8-26. doi: <http://doi.org/10.17163/lgr.n34.2021.01>
- Eguino, H., & Erba, D. (2020). Catastro, valoración inmobiliaria y tributación municipal: experiencias para mejorar su articulación y efectividad. EEUU: Banco Interamericano de Desarrollo. doi: <http://dx.doi.org/10.18235/0002437>
- Erba, D. (2016). Valores del suelo monitoreados a través de observatorios urbanos implementados en un SIG en la nube. Santa Fe, Argentina. <https://docplayer.es/108379198-Valores-del-suelo-monitoreados-a-traves-de-observatorios-urbanos-implementados-en-un-sig-en-la-nube-1.html>
- erwin, Inc. (2022). Modelado de datos conceptual. Obtenido de <https://www.erwin.com/mx-es/solutions/data-modeling/conceptual.aspx>
- Espinosa, L., & Hernández, J. (2018). Visor geográfico ráster y perfil para la corporación autónoma regional del valle de cauca. Colombia: Universidad de Manizales.  
<http://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/4299>

- Esri. (2014). Introducción a SIG. Obtenido de <https://resources.arcgis.com/es/help/gettingstarted/articles/026n0000000t000000.htm>
- Ferrando Corell, J. V., Ferrando Ortiz, J., & Ferrando Ortiz, A. (2017). El inmueble: significantes de su valor. ACE: Architecture, City and Environment, 12(34), 123-144. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/106063/4794-2595-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, F. (Ed). (2006). Compendio de arquitectura legal, derecho profesional y valoraciones inmobiliarias. España: Editorial Reverté. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=iFBCY81PohkC&oi=fnd&pg=PA11&dq=Compendio+de+arquitectura+legal&ots=laugVk4232&sig=HF59XJns5PsyYc6NdSAKdjAySM#v=onepage&q=Compendio%20de%20arquitectura%20legal&f=false>
- GeoServer. Overview. Obtenido de <https://docs.geoserver.org/latest/en/user/introduction/overview.html>
- Guayas, A. (2023). Análisis comparativo de las plataformas Amazon Cloud, Google Cloud, Azure Cloud (Examen complejo de grado, Universidad Técnica de Babahoyo). Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/14184>
- Guntermann, K., Horenstein, A., Nardari, F., & Thomas, G. (2015). Parcel size and land value: A comparison of approaches. The Journal of Real Estate Research, 37(2), 281-319. Obtenido de <https://www.proquest.com/scholarly-journals/parcel-size-land-value-comparison-approaches/docview/1685869232/se-2?accountid=37045>
- Instituto Geográfico Nacional (2021). Servicios OGC. Obtenido de [https://www.snitcr.go.cr/ico\\_servicios\\_ogc](https://www.snitcr.go.cr/ico_servicios_ogc)

## Trabajo Final de Graduación

---

- INTECO. (2020). Conceptos y principios generales de valuación. Costa Rica: ©INTECO.  
<https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.civiles.org%2Fwp-content%2Fuploads%2F2020%2F12%2FINTE-G79-REV09-NOV-06.docx&wdOrigin=BROWSELINK>
- International Valuation Standards Council. (2020). Normas Internacionales de Valuación del IVSC. London, United Kingdom: International Valuation Standards Council.
- Lara, F. (2020). Utilización de Google Cloud para el almacenamiento y procesamiento de datos monitorizados remotamente (Trabajo de grado, Universidad de Jaén). UJA. Universidad de Jaén. <https://crea.ujaen.es/handle/10953.1/12107>
- Ley 7509 de 1995. Ley de Impuesto sobre Bienes Inmuebles. 9 de mayo de 1995.  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=34914](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=34914)
- Ley 6545 de 1981. Ley del Catastro Nacional. 25 de marzo de 1981.  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=38469&nValor3=75775&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=38469&nValor3=75775&strTipM=TC)
- Ley 8968 de 2011. Ley de Protección de la Persona frente al tratamiento de sus datos personales. 07 de julio de 2011.  
[https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=70975&nValor3=85989](https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=70975&nValor3=85989)
- López, P. (2016). Comparación del desempeño de los Sistemas Gestores de Bases de Datos MySQL y PostgreSQL. México: Universidad Autónoma del Estado de México.  
<https://core.ac.uk/download/pdf/80528621.pdf>

## Trabajo Final de Graduación

---

- MapServer y GeoServer | Marco de Desarrollo de la Junta de Andalucía. (s. f.). <https://www.juntadeandalucia.es/servicios/madeja/sites/default/files/historico/1.3.0/contenido-recurso-5-0.html>
- Martín, Á. (2023). Herramienta para probar automáticamente servicios web de consulta de información geográfica (WFS). (Tesis de grado, Universidade da Coruña). Repositorio Universidade Coruña. <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/33016>
- Martínez, F., & Amaya, M. (2017). Papel de los metadatos en la Web Semántica. Biblioteca Universitaria. 20(1), 3 - 10. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/285/28552770002.pdf>
- Mendoza, A., & López, R. (2018). Bases de datos. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/151632>.
- Merino, J. (2015). Estimación del valor de uso directo del suelo en el ámbito del Proyecto Piloto de Forestación (PPF), Granja Porción- Cajamarca. Lima- Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2094>
- Monzani, F., Carranza, J., Piumetto M., Salomón, M., Polo, R., Córdoba, M., & Monayar, M. (2020). Análisis estadístico del impacto de la superficie, el frente y el fondo sobre el valor unitario de la tierra urbana. Revista Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, VOL. 7, NO. 1, 41-51. Obtenido de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/FCEFyN/article/view/24388/29583>
- Mora, M. (2020). Propuesta de plan piloto para una estructura de base de datos vinculada a la información espacial de los bancos de nivel y gravedad del Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica, en el año 2020. (Tesis de maestría, Universidad de Costa Rica). Kérwá repositorio. <https://hdl.handle.net/10669/82812>

## Trabajo Final de Graduación

---

- Morri, G., & Benedetto, P. (2019). Commercial Property Valuation. United Kingdom: ©John Wiley & Sons. <http://www.propertyfinance.it/it/wp-content/uploads/2019/06/CPV-Excerpt-of-the-book.pdf>
- Múnera, A. (2017). Importancia de los sistemas de información geográfica en la logística externa. España: Universidad de Jaén. <https://crea.ujaen.es/handle/10953.1/5837>
- Municipalidad de Belén. (1996). Plan Regulador del Cantón de Belén. Obtenido de <https://www.belen.go.cr/documents/20181/28404/reglamento+plan+regulador.pdf/6ec033a5-0f62-47ca-b20d-e9b2ec911f35>
- Naranjo, A. (2013). Evaluación del rendimiento de los servicios WMS de MapServer y GeoServer para la implementación de una IDE. (Tesis de maestría, Universidad de las Fuerzas ESPE). Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas ESPE. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/6734>
- Olivo, M. (2019). Comparativa de software SIG libre y comercial para estudios ambientales. Ecuador: Pontifica Universidad Católica del Ecuador. <https://repositorio.pucese.edu.ec/handle/123456789/1974>
- Open Geospatial Consortium. (2002). El OGC – promoviendo el intercambio de Información Geoespacial. Obtenido de <https://www.ogc.org/>
- Órgano de Normalización Técnica. (2018). “FACTORES DE AFECTACIÓN USADOS POR EL VALOR”. Obtenido de [https://www.hacienda.go.cr/docs/2015\\_MetodoValoracionTerreno.pdf](https://www.hacienda.go.cr/docs/2015_MetodoValoracionTerreno.pdf)
- Ortiz et al. (2021). Cacao surveys using free software QField and Android devices for the SENA Project SGPS8548-CACAO. Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales, volumen (8), 27-35. <https://doi.org/10.23850/24220582.4021>

## Trabajo Final de Graduación

---

- Padrón Ortiz, F.M., PgAdmin III. Administrador de base de datos open source PostgreSQL, in Investigación formativa previa a la obtención del título de Ingeniero de Sistemas. Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador: 2013. p. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/6096>
- Palomo Duarte, M., Balderas Alberico, A., Díaz-Brotons, F., Ortega Pérez, J. A., & Dodero Beardo, J. M. (2021). Diseño de una videoaventura para el aprendizaje de lenguaje SQL. Obtenido de <https://rodin.uca.es/bitstream/handle/10498/25616/palomosii2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, C. (2018). Implementación de un catálogo de metadatos para el departamento de ciencias geodésicas y geomática. Chile: Universidad de Concepción. <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/3300>
- Pérez, N., & Beleño, L. (2018). Análisis del observatorio inmobiliario de la unidad administrativa especial de catastro distrital. Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/14714/PerezGarciaNataly2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- pgModeler. (s.f). Main features. pgModeler, Modelador de base de datos PostgreSQL. <https://pgmodeler.io/>
- Pilicita Garrido, A., Borja López, Y., & Gutiérrez Constante, G. (2021). Rendimiento de MariaDB y PostgreSQL. Revista Científica y Tecnológica UPSE, 7(2), 9-16. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/7315>
- Pisco, A., Regalado, J., Gutierrez, J., Quimis, O., Marcillo, K., & Marcillo, J. (2020). Fundamentos sobre la Gestión de Bases de Datos. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2077/1/Fundamento%20sobre%20la%20Gestio%20de%20bases%20de%20datos.pdf>

- QField. (2022). Concepts.QField. <https://docs.qfield.org/get-started/concepts/>
- QGIS Cloud. (2021). What is QGIS Cloud? Obtenido de <https://qgiscloud.com/>
- QGIS. (2021). Guía de usuario QGIS. Obtenido de [https://docs.qgis.org/3.16/es/docs/user\\_manual/preamble/foreword.html](https://docs.qgis.org/3.16/es/docs/user_manual/preamble/foreword.html)
- Real Academia Española. (2020). Expropiar. Obtenido de <https://dle.rae.es/expropiar>
- Reglamento a la Ley de Catastro Nacional, [R.L.C.N], Reformada, Diario La Gaceta, [D.L.G], 8 de diciembre 2020, (Costa Rica).  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=62555](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=62555)
- Reglamento a la Ley de Impuesto sobre Bienes Inmuebles, [R.L.I.B.I], Reformada, Diario La Gaceta, [D.L.G], 15 de diciembre de 1997, (Costa Rica).  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=44362&nValor3=46733&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=44362&nValor3=46733&strTipM=TC)
- Richmond, S. (2018). Análisis comparativo de los resultados de la aplicación de varios métodos de valoración económica existentes para el avalúo de bienes inmuebles declarados Patrimonio Histórico-Arquitectónico de Costa Rica. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.  
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/5826>
- Rodríguez, A. (2018). Erosiones en la base del impuesto territorial, parte I. Chile: Universidad de Chile.  
<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168481/Rodr%c3%adguez%20Olivares%20Ad%c3%a1n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Rodríguez, C. (2015). Valor inmobiliario y estructura urbana, el análisis del tipo de edificatorio como estrategia para la valoración territorial. España: Universidad Politécnica de Madrid). <http://oa.upm.es/39935/>
- Rovetto, D. (2020). Sistema de bases de datos I. Panamá: Universidad Tecnológica de Panamá.  
<https://ridda2.utp.ac.pa/bitstream/handle/123456789/13463/Folleto%20Base%20de%20Datos%20I.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salgado, G. (2019). Prototipo de una Página Web para la difusión del Geoparque Tlalpujahua-El Oro (Estados de Michoacán y México) (Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México). Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/105014>
- Sánchez, N., Comas, R., & García, M. (2019). Sistema Inteligente de Información Geográfica para las empresas eléctricas cubanas. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 27 (2), 197-209. Obtenido de <https://web.s.ebscohost.com/una/remotexs.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=6a89cc11-b38a-490f-876d-2b0acb86d797%40redis>
- Santana, D., et al. (2017). Plataforma on-line para el seguimiento geológico y geotécnico de la red ferroviaria de FGC. IX Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables,674-685. [https://www.researchgate.net/publication/318207320\\_Plataforma\\_on-line\\_para\\_el\\_seguimiento\\_geologico\\_y\\_geotecnico\\_de\\_la\\_red\\_ferroviaria\\_de\\_FGC](https://www.researchgate.net/publication/318207320_Plataforma_on-line_para_el_seguimiento_geologico_y_geotecnico_de_la_red_ferroviaria_de_FGC)
- Santos, J. (2020). Sistemas de Información Geográfica. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia Madrid.  
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=xjbeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA2&dq=sistemas+de+informaci%C3%B3n+geogr%C3%A1fica&ots=wrp3pzhbn&sig=Sk4ypSToHN5YIYl6gVFHsk5mos#v=onepage&q=sistemas%20de%20informaci%C3%B3n%20geogr%C3%A1fica&f=false>

## Trabajo Final de Graduación

---

- Silva, E. (2017). Integración de un simulador de la evolución de incendios forestales en sistemas de mando y control para la gestión de emergencias. España: Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/handle/10251/91742#>
- SNIT. (2020). Servicios OGC. Obtenido de [https://www.snitcr.go.cr/ico\\_servicios\\_ogc](https://www.snitcr.go.cr/ico_servicios_ogc)
- Vázquez, C. (2018). Uso de sistemas de información geográfica libres para la protección del medio ambiente. Caso de estudio: manipulación de mapas ráster con datos climáticos. Revista Universidad y Sociedad, 10 (2). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202018000200158](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000200158)

## Anexos

Anexo 1. Resultados preliminares de las tablas valor de mercado, terreno, servicios y entorno, para el cantón de San Antonio

➤ **Tabla Valor\_Mercado.**

| Valor_Mercado   |                    |                   |                        |
|-----------------|--------------------|-------------------|------------------------|
| Número de finca | Valor              | Fecha publicación | fuelle                 |
| 193878          | \$1,800,000,000.00 | 29/9/2022         | Encuentra24            |
| 148063          | \$105 000          | 22/10/2022        | Bienes Raices 506      |
| 128454          | \$1229082          | 3/10/2022         | Inmobiliaria Marley    |
| 60568           | \$1185665          | 3/10/2022         | Inmobiliaria Marley    |
| 143976          | €60,000,000        | 22/10/2022        | Facebook, Market place |
| 96513           | \$765,400          | 22/10/2022        | InHaus Real Estate     |
| 134332          | €55,000,000        | 3/7/2022          | Facebook, Market place |
| 269563          | \$105,000.00       | 1/8/2022          | Encuentra24            |
| 153517          | €55,000,000        | 3/9/2022          | Facebook, Market place |
| 264977          | \$310000           | 22/10/2022        | visita campo           |

➤ **Tabla Terreno**

| Terreno         |         |         |        |        |             |   |
|-----------------|---------|---------|--------|--------|-------------|---|
| Número de finca | Area    | Nivel   | Frente | Fondo  | Regularidad | Uso   |
| 193878          | 7700    | a nivel | 25.02  | 57.27  | 0.81        | Potrero (tiene dos construcciones)/parqueo        |
| 148063          | 301     | sobre   | 10.05  | 30.63  | 0.79        | Para construir                                    |
| 128454          | 6643.69 | sobre   | 42.03  | 173.17 | 0.91        | Terreno para construir con una casa de habitación |
| 60568           | 6409    | sobre   | 41.17  | 159.03 | 0.91        | Terreno para construir con una casa de habitación |
| 143976          | 420     | a nivel | 10.59  | 44.00  | 0.78        | Para construir                                    |
| 96513           | 3827.8  | a nivel | 8      | 134.78 | 0.77        | Para uso de suelo residencial                     |
| 134332          | 396.17  | a nivel | 27.59  | 31.54  | 0.82        | Para construir                                    |
| 269563          | 253     | a nivel | 11.51  | 20.93  | 1           | Para construir                                    |
| 153517          | 262.86  | a nivel | 17.71  | 16.72  | 0.83        | Para construir                                    |
| 264977          | 843     | a nivel | 14.56  | 46.58  | 0.56        | Para construir                                    |

## Trabajo Final de Graduación

| Terreno                    |                  |             |              |                   |             |                  |
|----------------------------|------------------|-------------|--------------|-------------------|-------------|------------------|
| Topografía                 | Ubicación        | Tipo de vía | Zonificación | Hidrografía       | Servidumbre | Vista_Panoramica |
| Plano y ondulado al fondo. | Medianero        | 1           | ZCCE         | Sí (río al fondo) | No          | Buena            |
| plana                      | Medianero        | 4           | ZRAD         | no                | no          | no               |
| ondulado                   | Medianero        | 4           | ZRAD         | si río            | no          | no               |
| Plana ondulado             | Medianero        | 4           | ZRAD         | si río            | no          | no               |
| quebrado                   | Medianero        | 4           | ZRAD         | si río            | no          | No               |
| Ondulado                   | Medianero        | 4           | ZRAD         | No                | No          | No               |
| Ondulado                   | Callejón lateral | 4           | ZRAD         | No                | Si          | No               |
| plana                      | Medianero        | 4           | ZRAD         | si río            | Si          | No               |
| ondulado                   | medianero        | 4           | ZRAD         | no                | no          | No               |
| Plana                      | medianero        | 4           | ZRMD         | no                | no          | no               |

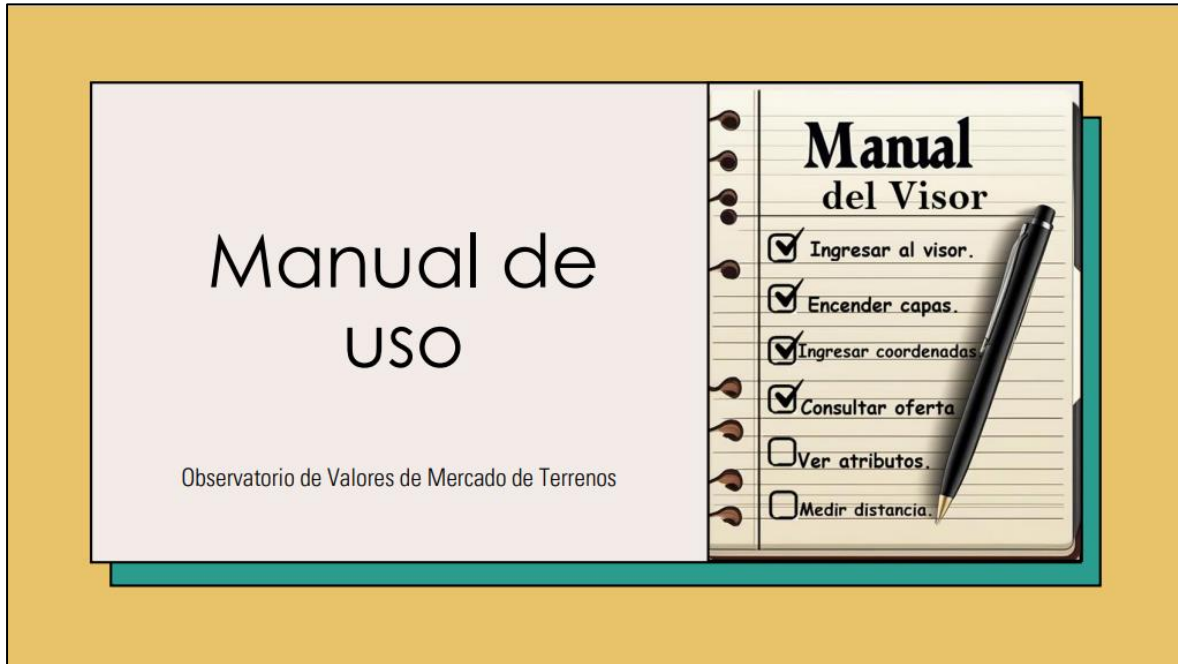
### ➤ Tabla Servicios

| Servicios       |      |       |        |         |                    |           |                   |              |                      |
|-----------------|------|-------|--------|---------|--------------------|-----------|-------------------|--------------|----------------------|
| Número de finca | Caño | Acera | Cordón | Cañería | Telefonía_internet | Alumbrado | Cobertura_Celular | Electricidad | Transporte_público   |
| 193878          | sí   | si    | si     | Sí      | si                 | si        | Sí hay            | si           | Buses taxis cercanos |
| 148063          | si   | no    | si     | no      | si                 | si        | si                | si           | si                   |
| 128454          | si   | no    | no     | si      | si                 | si        | si                | si           | si                   |
| 60568           | si   | no    | no     | si      | si                 | si        | si                | si           | si                   |
| 143976          | si   | no    | si     | si      | si                 | si        | si                | si           | si                   |
| 96513           | no   | no    | no     | no      | Si                 | no        | Si                | si           | si                   |
| 134332          | no   | no    | no     | no      | Si                 | no        | Si                | no           | si                   |
| 269563          | si   | si    | si     | no      | si                 | si        | si                | si           | si                   |
| 153517          | si   | si    | si     | si      | si                 | si        | si                | si           | si                   |
| 264977          | si   | si    | si     | no      | si                 | si        | si                | si           | si                   |

### ➤ Tabla Entorno

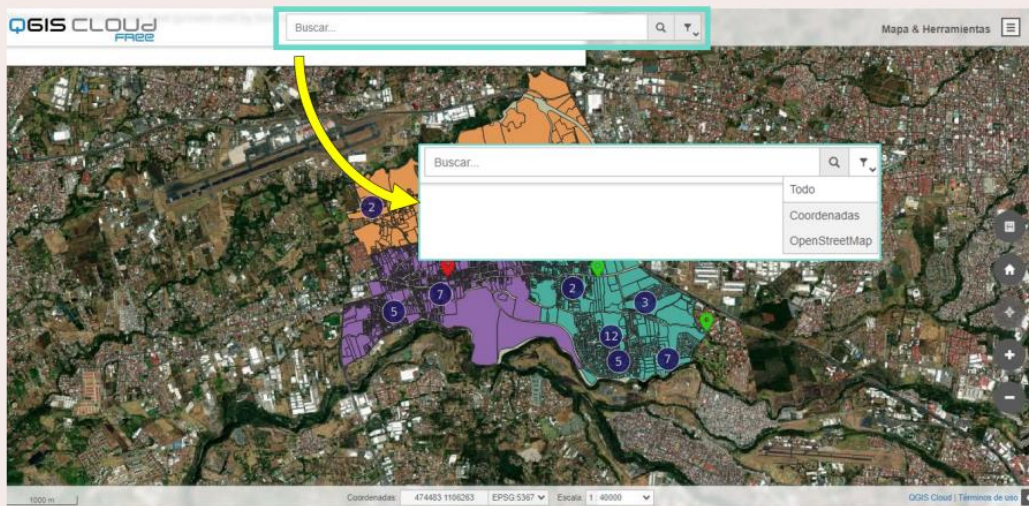
| Entorno         |                |           |                         |
|-----------------|----------------|-----------|-------------------------|
| Número de finca | Socioeconómico | Seguridad | Amenazas_naturales      |
| 193878          | Bueno          | Buena     | Quizá riesgo por el río |
| 148063          | bueno          | buena     | no                      |
| 128454          | bueno          | buena     | si/ colinda río         |
| 60568           | bueno          | buena     | si/colinda río          |
| 143976          | bueno          | si        | si/ colinda río         |
| 96513           | Bueno          | Bueno     | Tiene al río al frente  |
| 134332          | bueno          | Bueno     | no                      |
| 269563          | bueno          | bueno     | si/ colinda con río     |
| 153517          | bueno          | bueno     | no                      |
| 264977          | buena          | buena     | no                      |

Anexo 2. Manual de uso para el usuario

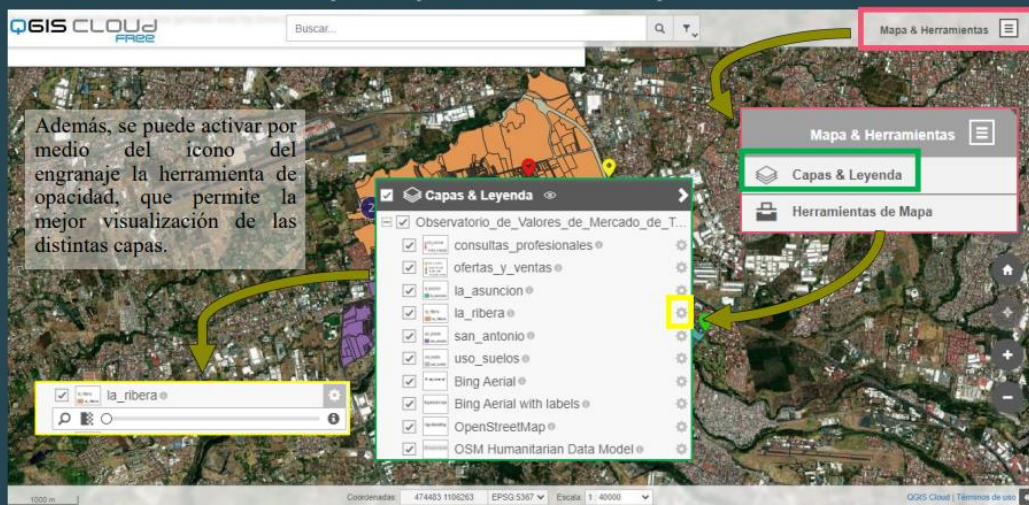


## Trabajo Final de Graduación

En la barra de búsqueda de información, ubicada en la parte superior, se pueden consultar lugares, ya sea ingresando su nombre o bien en caso de tenerse una coordenada puede ser consultada y de esta manera obtener la posición geográfica del lugar explorado.

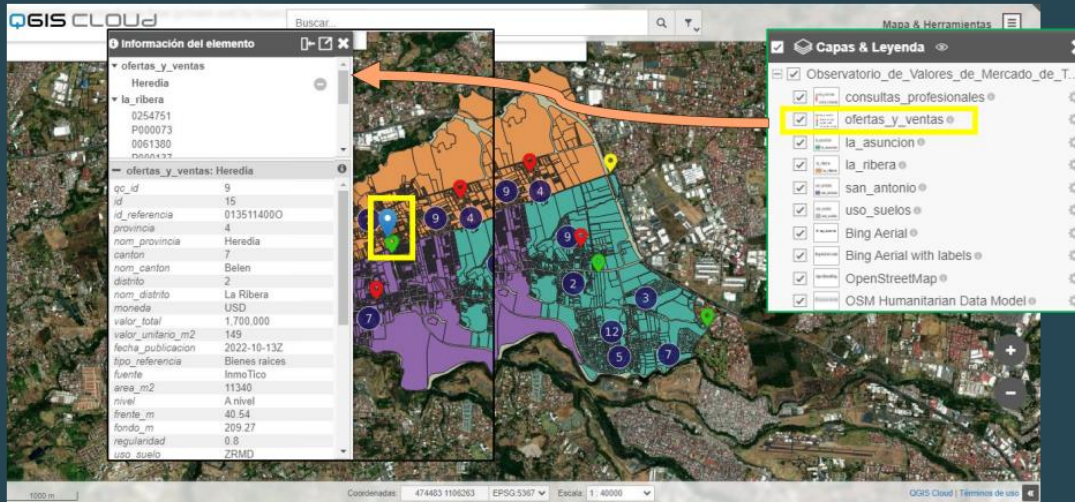


En la pestaña Mapa y Herramientas ubicada en la esquina superior derecha, se puede acceder a la sección de Capas y Leyenda donde se encuentran las diferentes capas que contienen información relacionada con el cantón de Belén, además de diferentes mapas base que facilitan la ubicación espacial.

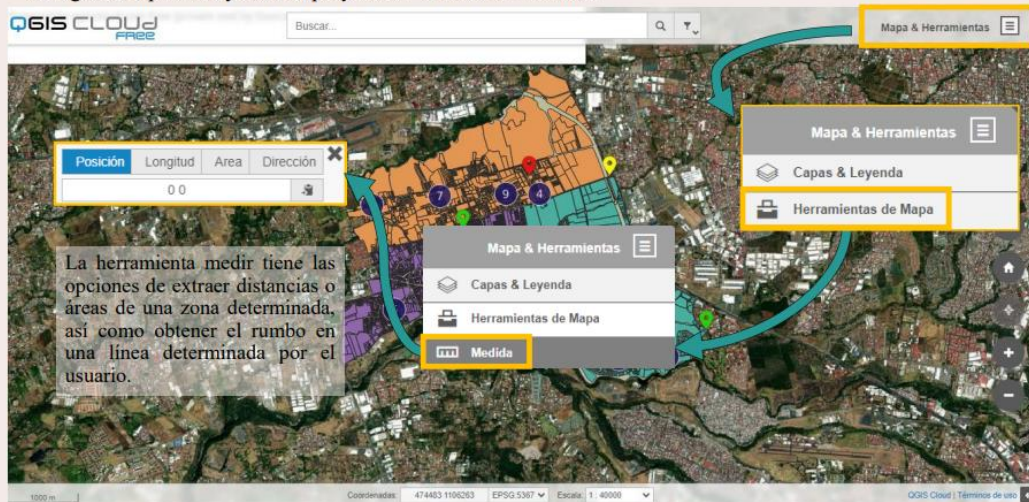


## Trabajo Final de Graduación

Al seleccionar uno de los pines del visor o bien en las propiedades mostradas, se desplegará una ventana con la información del elemento, dependiendo de la capa consultada.

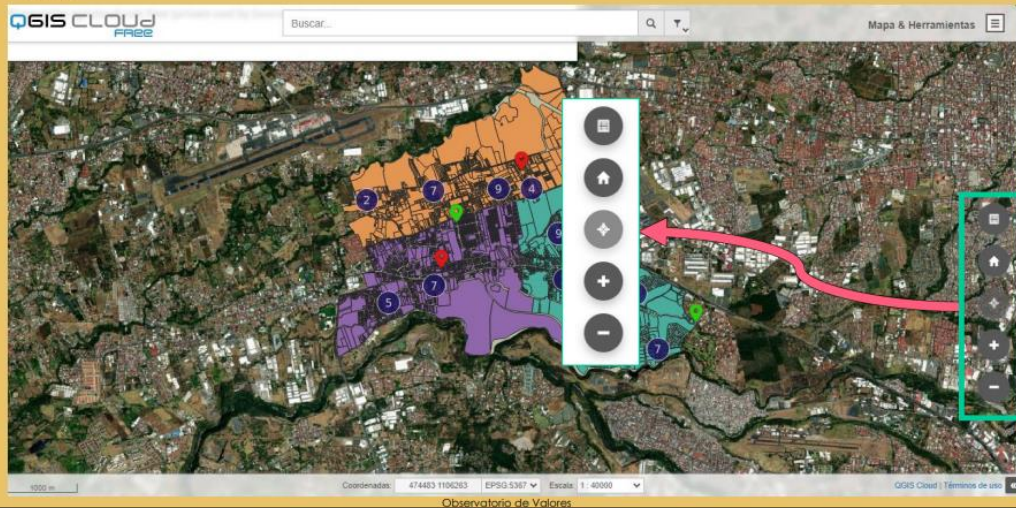


También en la pestaña Mapa y Herramientas, se puede acceder a la sección de Herramientas de Mapa donde se encuentra la herramienta de medición que permite extraer información de posición, obteniendo coordenadas de un lugar específico ya sea en proyección WGS84 o CRTM05.

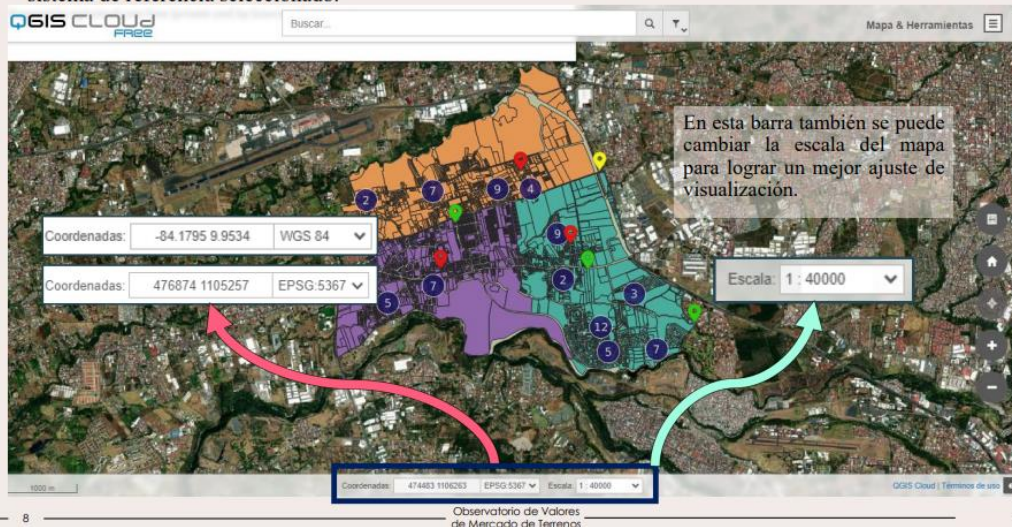


## Trabajo Final de Graduación

En la sección lateral derecha se puede encontrar la barra de navegación en la que están las herramientas más comunes de acercamiento, alejamiento, localización de nuestra posición en el mapa y además la herramienta de centrado de la información, también en esta sección se encuentra la opción de desplegar las capas de datos.



Se pueden obtener coordenadas en sistema WGS84 o en CRTM05 por lo que se puede cambiar de una proyección a otra por medio de la barra señalada, escogiendo el de preferencia y así extraer información en el sistema de referencia seleccionado.



# Glosario

En este documento encontrará las definiciones de los diferentes atributos que podrá observar en las capas del visor del observatorio.

| Capas distritales (San Antonio, La Ribera y La Asunción). |   |
|---|---|
| Atributo  | Definición  |
| Distrito  | Número de distrito al que corresponde la finca.   |
| Duplicado   | Fincas que el registro haya inscrito con el mismo número, el duplicado se les asigna para diferenciarlas y corresponde a una letra del alfabeto.  |
| Finca   | Porción de terreno inscrita como unidad jurídica en el Registro Público o susceptible de ser registrada mediante un número que la individualiza compuesto por 7 dígitos.  |
| Horizontal  | Código de las propiedades sometidas al régimen de propiedad horizontal, se colocará una <b>M</b> cuando corresponda con una finca Matriz y una <b>F</b> cuando corresponda a una finca Filial de la finca matriz. |
| Identifica  | Identificador compuesto por 14 dígitos que indica su ubicación en provincia, cantón, distrito, número de finca y duplicado.   |
| Plano   | Número de inscripción compuesto por 12 dígitos, donde se incluye la provincia y el año de su aprobación.  |
| Shape_area  | Indica el área del polígono consultado  |
| Shape_len   | Indica el perímetro del polígono consultado   |

| Capa de ofertas y ventas. |  |
|---------------------------|--|
| Atributo                  | Definición   |
| Acera                     | Parte lateral de la calle u otra vía pública, destinada al paso de peatones.   |
| Alumbrado                 | Iluminación mínima necesaria en los espacios públicos y vialidades.  |
| Amenazas_naturales        | Riesgo de posibles desastres naturales en la zona.   |
| Área_m <sup>2</sup>       | Área de la finca en unidad de metros cuadrados   |
| Cantón                    | Número de cantón al que corresponde la finca   |
| Cañería                   | Conductos formados por caños o tubos por donde se distribuye el agua.  |
| Capacidad_suelo           | <p>Clase de fertilidad y laborabilidad del suelo en zonas rurales o agropecuarias.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Clase I:</b> Excelente, tierras con poca o ninguna limitación para el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias o forestales.</li> <li>➤ <b>Clase II:</b> Muy bueno a óptimo, tierras que presentan leves limitaciones que reducen la posibilidad de elección de actividades o incrementan los costos de producción.</li> <li>➤ <b>Clase III:</b> Muy bueno a regular, tierras que presentan leves limitaciones que restringen la elección de los cultivos o incrementan los costos de producción.</li> <li>➤ <b>Clase IV:</b> Bueno, tierras que presentan fuertes limitaciones que restringen su uso para vegetación semipermanente y permanente.</li> <li>➤ <b>Clase V:</b> Regular a óptimo, terrenos con limitaciones para el desarrollo de cultivos anuales, su uso se restringe para pastoreo o manejo del bosque natural.</li> </ul> |

## Trabajo Final de Graduación

|                               |  |
|-------------------------------|--|
|                               | <p>➤ <b>Clase VI:</b> Regular, tierras que son utilizadas para la producción forestal, requieren prácticas intensivas de manejo y conservación tanto de suelos, como de aguas.</p> <p>➤ <b>Clase VII:</b> Regular a malo, tierras que permiten el manejo forestal en caso de cobertura boscosa, en aquellos casos en que el uso actual sea diferente al bosque, se procurará la restauración forestal por medio de la regeneración natural.</p> <p>➤ <b>Clase VIII:</b> Malo, tierras que no reúnen condiciones mínimas para el desarrollo de actividades de producción agropecuaria o forestal, tienen utilidad sólo como zonas de preservación de flora y fauna.</p> |
| <b>Cobertura_celular</b>      | Área geográfica en la que se dispone del servicio de un proveedor móvil.   |
| <b>Cordón_y_caño</b>          | <p><b>Cordón:</b> lugar de unión entre la acera transitada por peatones y la calzada transitada por vehículos.</p> <p><b>Caño:</b> canal por el que se transportan las aguas residuales o pluviales.</p>   |
| <b>Distrito</b>               | Número de distrito al que corresponde la finca   |
| <b>Electricidad</b>           | Acceso a corriente eléctrica.  |
| <b>Entorno_seguridad</b>      | Ausencia de peligro o riesgo que hay en los alrededores de un lugar.   |
| <b>Entorno_socioeconomico</b> | Factores económicos y sociales relacionados a una comunidad.   |
| <b>Fecha_publicacion</b>      | Fecha en la que fue publicada la información u oferta consultada.  |
| <b>Fondo_m</b>                | Distancia entre la parte frontal y la parte trasera de un terreno, indicada en metros.   |

## Trabajo Final de Graduación

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Fotografía</b> | Enlace de acceso para la consulta de imágenes fotográficas de la finca.   |
| <b>Frente_m</b>   | Medida de la longitud de la fachada frontal de una propiedad, indicada en metros.   |
| <b>Fuente</b>     | Especificación del medio de donde se extrajo la información del valor de la finca.  |
| <b>Hidrología</b> | <p>Disponibilidad de fuentes de agua determinantes en el valor del inmueble para zonas de tipo rural o agropecuario.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ <b>Clase 1:</b> Excelente, el terreno cuenta con mínimo dos fuentes agua para sus necesidades básicas (pozos, ríos o cañería).</li><li>➤ <b>Clase 2:</b> Bueno, el terreno cuenta solo con dos fuentes de agua estratégicamente ubicadas. (cañería y tanque de captación).</li><li>➤ <b>Clase 3:</b> Normal, el terreno dispone de alguna fuente de agua (río, pozo o cañería).</li><li>➤ <b>Clase 4:</b> Regular, el terreno cuenta parcialmente con agua para sus necesidades básicas (pozo y además no lleve más de 5 meses).</li><li>➤ <b>Clase 5:</b> Malo, el terreno no cuenta con agua para sus principales necesidades y depende exclusivamente del agua de lluvia.</li></ul> |
| <b>Moneda</b>     | <p>Unidad de cambio que facilita la transferencia de bienes y servicios.</p> <p><b>USD:</b> dólar estadounidense.</p> <p><b>CRC:</b> colón costarricense.</p>   |
| <b>Nivel</b>      | Ubicación de la finca con respecto al nivel de la calle de acceso; sobre nivel, a nivel y bajo nivel.   |
| <b>Nom_canton</b> | Nombre del cantón al que pertenece la finca   |

## Trabajo Final de Graduación

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Nom_distrito</b>       | Nombre del distrito al que pertenece la finca   |
| <b>Nom_provincia</b>      | Nombre de la provincia al que pertenece la finca  |
| <b>Provincia</b>          | Número de la provincia al que corresponde la finca  |
| <b>Regularidad</b>        | Forma del polígono que delimita la finca, donde 1 es un lote con mejor forma o bien más rectangular.  |
| <b>Telefonía_internet</b> | Acceso a sistemas de comunicación telefónica.   |
| <b>Tipo_referencia</b>    | Medio por el cual se obtuvo la información de la oferta.  |
| <b>Tipo_servidumbre</b>   | Tipo de limitación sobre el derecho de una propiedad en beneficio de otro. <ul style="list-style-type: none"><li>• De paso</li><li>• Eléctricas</li><li>• Naturales</li><li>• Tubería</li></ul>   |
| <b>Tipo_vía</b>           | Clasificación de las vías según sus características: <ol style="list-style-type: none"><li>1. Ubicadas en sectores más valiosos y de mejor desarrollo comercial.</li><li>2. Se ubican en zonas comerciales de menor desarrollo y las zonas industriales que deben soportar tránsito.</li><li>3. Se localiza en zonas residenciales y en aquellas de tránsito residencial-comercial.</li><li>4. Se localizan en sectores residenciales, industriales y agropecuarios; de lastre fino.</li><li>5. Se localizan en sectores residenciales, industriales y agropecuarios; de lastre mezclado con materiales más gruesos como piedra de río.</li><li>6. Camino de tierra y permite la circulación de vehículos durante todo el año.</li><li>7. Camino de tierra y permite la circulación de vehículos durante la época seca.</li></ol> |

## Trabajo Final de Graduación

|                           |  |
|---------------------------|--|
|                           | <ol style="list-style-type: none"> <li>8. Caminos, antiguas trochas madereras que no permiten el paso de vehículos de 4 ruedas, solo para carretas, bestias y peatones.</li> <li>9. Servidumbres o alamedas y aceras.</li> <li>10. Ríos, canales, esteros o mar, cuando es la única vía de acceso al inmueble.</li> <li>11. Vía férrea, cuando es la única vía de acceso al inmueble.</li> </ol>   |
| <b>Topografía</b>         | Describe la superficie del terreno:<br><br>plano, ondulado, quebrado o muy quebrado.   |
| <b>Transporte_publico</b> | Servicio de transporte de una ciudad que puede ser utilizado para el traslado de un lugar a otro.  |
| <b>Ubicación</b>          | <p>Posición del terreno en la manzana.</p> <p><b>Manzanero:</b> un solo terreno comprende la manzana en su totalidad.</p> <p><b>Medianero con un frente:</b> se encuentra en medio de la manzana y posee solo un acceso a vía pública.</p> <p><b>Dos frentes:</b> su ubicación se encuentra en medio de la manzana, pero con dos accesos a vía pública.</p> <p><b>Esquinero:</b> se encuentra ubicado en cualquiera de las esquinas de la manzana.</p> <p><b>Callejón fondo:</b> se ubica al final de un callejón sin salida.</p> <p><b>Callejón lateral:</b> su posición se encuentra al lado en un callejón sin salida.</p> <p><b>Cabecero:</b> comprende la mitad de la manzana, a su ancho o largo, abarca tres frentes.</p> <p><b>Servidumbre:</b> su acceso se da únicamente por medio de un paso llamado "servidumbre".</p> |

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <p><b>Uso_suelo</b></p> | <p>División del cantón por zonas según la municipalidad de Belén:</p> <p><b>Zona Residencial Alta Densidad (ZRAD):</b> Zona con mayor desarrollo urbano que debido a su infraestructura, disponibilidad de agua potable, valor de suelo y mínimo impacto en las zonas de protección de los acuíferos.</p> <p><b>Zona Residencial Media Densidad (ZRMD):</b> Sectores semi-urbanos que, por su infraestructura, disponibilidad de agua potable y eventual impacto en las zonas de protección no permite que pueda haber mayor densidad a la indicada.</p> <p><b>Zona Residencial Baja Densidad (ZRBD):</b> Sectores ya específicos por su desarrollo actual, además de zonas aledañas a áreas de protección de manantiales y de terrenos actualmente utilizados en la agricultura.</p> <p><b>Zona Industrial (ZI):</b> Zona que se encuentra en proceso de desarrollo y consolidación, pero por estar cerca de zonas urbanas.</p> <p><b>Zona Público Institucional (ZPI):</b> Corresponde a los terrenos ocupados actualmente por instituciones gubernamentales, municipales y autónomas.</p> <p><b>Zonas de Áreas Verdes (ZAV):</b> Áreas son destinadas para el uso público recreacional y para el desarrollo de actividades al aire libre, como lo son las plazas para la práctica deportiva y las áreas de parque definidas como un porcentaje del área para urbanización. Dentro de estas áreas solo se permite la construcción de elementos requeridos para el disfrute.</p> <p><b>Zonas de Protección (ZP):</b> Áreas son consideradas como no urbanizables o construibles, por lo que deben ser protegidas de un uso urbano debido al peligro que puede implicar para las personas, como</p> |
|-------------------------|---|

## Trabajo Final de Graduación

|                         |   |
|-------------------------|---|
|                         | <p>para las construcciones por la inestabilidad del terreno.</p> <p><b>Zona Comercial y de Control Especial (ZCCE):</b> En cada distrito se generó una zona comercial que se denomina central, en la que debido al alto costo del terreno se define una reglamentación que la protege y controla los usos existentes y futuros, como lo son la protección de edificaciones de valor cultural.</p> <p><b>Zona Mixta Comercial-Residencial (ZMCR):</b> Se busca suministrar el apoyo para las zonas industriales que coexistan con el uso residencial, por lo que se identifican usos residenciales, comerciales y de servicios no molestos, como lo son oficinas de servicios profesionales o pequeños talleres que se encuentren en lo interno de su propiedad.</p> |
| <b>Valor_total</b>      | Cantidad estimada en la que puede ser intercambiado un bien, en una fecha de valuación entre un comprador y un vendedor dispuesto.  |
| <b>Valor_unitario</b>   | Valor por metro cuadrado de la tierra, donde se toma en cuenta a un lote típico y a partir de este se hace una comparativa del resto de los lotes urbanos.  |
| <b>Vista_Panorámica</b> | Contemplación de un panorama completo, vista completa o total del lugar.  |

| <b>Capa de uso de suelo.</b> |   |
|------------------------------|---|
| <b>Atributo</b>              | <b>Definición</b>   |
| <b>Altura_max</b>            | Corresponde a la distancia vertical máxima entre el nivel promedio del terreno en la base de la estructura y el punto más alto de la misma. |
| <b>Area_min</b>              | Es la menor superficie permitida de un lote.  |

## Trabajo Final de Graduación

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>Cobertura</b>  | Es la proyección horizontal de una estructura o el área de terreno cubierta por tal estructura.  |
| <b>Frente_min</b> | Es la longitud mínima permitida de la línea frontal de demarcación o lindero de lote.  |
| <b>Retiro</b>     | Son los espacios abiertos no edificables comprendidos entre la estructura y los linderos del respectivo predio. Los retiros mínimos requeridos se medirán perpendicularmente a los linderos respectivos. |
| <b>Zonas</b>      | Corresponde a la misma división del cantón por zonas según la municipalidad de Belén, mencionado en la definición Uso_suelo.   |

Anexo 4. Formulario para recolección de valores de mercado de terrenos en Belén.



**Formulario de valores de mercado de terrenos en Belén - Heredia**

El presente formulario tiene como propósito el poder recopilar valores de mercado definidos por expertos en valoración, en la zona de Belén de la provincia de Heredia, con el fin de robustecer la base de datos, para su posible implementación y visualización en el visor del Observatorio de Valores de Mercado de Terrenos.

Agradecemos la veracidad de la información suministrada.  
La duración de este cuestionario varía de 10 a 15 minutos

No compartido

## Trabajo Final de Graduación

---

**Datos personales del profesional**

**Nombre \***  
Nombre y apellidos

Tu respuesta

---

**Colegio profesional al que pertenece \***

Elegir

---

**Número de carnet de incorporación al colegio respectivo \***

Tu respuesta

**Labora en una entidad:**

Elegir

---

**Nombre de la Institución o empresa para la que labora \***

Tu respuesta

---

**Función que desempeña \***

Tu respuesta

[Atrás](#) [Siguiete](#) [Borrar formulario](#)

## Trabajo Final de Graduación

### Consultas sobre valoración

La siguiente sección tiene como finalidad indagar sobre valores calculados en diferentes zonas de los distritos de belén.

Para completar este formulario se pone a su disposición dos opciones a completar.

En el **formulario corto** usted podrá brindar información del valor, área por m<sup>2</sup> y una ubicación aproximada de donde se encuentra la propiedad en Belén.

En el **formulario largo** usted podrá brindar características y datos sobre el terreno, servicios con los que cuenta, información sobre el valor comercial, así como otros aspectos que se encontrará durante el desarrollo del mismo.

- Formulario corto
- Formulario largo

Atrás

Siguiente

Borrar formulario

### Formulario Corto

En este formulario, usted podrá brindar datos muy generales sobre un terreno o zona en específico, donde conozca la ubicación, el valor por metro cuadrado y el área promedio del lote tipo la zona o terreno.

Distrito de belén donde se encuentra el terreno \*

- San Antonio
- La Ribera
- La Asunción

El área por metro cuadrado promedio del lote tipo o terreno es de: \*

Tu respuesta

---

## Trabajo Final de Graduación

---

La moneda de valoración u oferta se encuentra en: \*

USD

CRC

El valor por metro cuadrado del lote tipo o terreno es de: \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

El lote tipo o terreno se localiza en (nombre del sitio con una buena referencia de ubicación o dirección URL del pin en Google Maps): \*

Ejemplo: De la entrada a Bosques de Doña Rosa 200 metros Oeste,  
pin: <https://goo.gl/maps/NuJf2obJ9xt6NSU88>

Tu respuesta \_\_\_\_\_

¿Desea agregar otra valoración ? \*

Sí

No