

**POS  
GRA  
DOS**

# **Especialización en Gestión de Geoinformación con mención en Proyectos de Ingeniería**

## **Bases de Datos Geoespaciales**

### **Guía didáctica**





# Facultad de Ingenierías y Arquitectura

## Especialización en Gestión de Geoinformación con mención en Proyectos de Ingeniería

### Módulo. Bases de Datos Geoespaciales

#### Guía didáctica

Ciclo	Bimestre
1	2

**Autora:**

Pucha Cofrep Franz Leonardo



[utpl.edu.ec/posgrados](http://utpl.edu.ec/posgrados)

**Guía didáctica**

Pucha Cofrep Franz Leonardo

**Diagramación y diseño digital:**

Ediloja Cía. Ltda.

San Cayetano Alto s/n

[www.ediloja.com.ec](http://www.ediloja.com.ec)

[edilojacialtda@ediloja.com.ec](mailto:edilojacialtda@ediloja.com.ec)

Loja-Ecuador

ISBN digital:



Los contenidos de este trabajo están sujetos a una licencia internacional Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 (CC BY-NC-SA 4.0). Usted es libre de Compartir – copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. Adaptar – remezclar, transformar y construir a partir del material citando la fuente, bajo los siguientes términos: Reconocimiento- debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. No Comercial-no puede hacer uso del material con propósitos comerciales. Compartir igual-Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original. No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

**Agosto, 2024**

## Índice de contenidos

<b>Semana 1 .....</b>	<b>7</b>
<b>Unidad 1. Introducción a bases de datos geoespaciales.....</b>	<b>7</b>

Fundamentos y aplicaciones de bases de datos geoespaciales .....	7
Instalación y configuración de QGIS y PostGIS .....	8
Exploración inicial de datos geoespaciales .....	13
Lecturas.....	16
<b>Semana 2.....</b>	<b>16</b>
<b>Unidad 2. Diseño y gestión de bases de datos geoespaciales.....</b>	<b>16</b>
Modelado de datos espaciales y no espaciales .....	16
Creación de esquemas entidad-relación aplicados a datos geoespaciales.....	18
Introducción a la integración de datos vectoriales en QGIS .....	19
Lecturas.....	21
<b>Semana 3.....</b>	<b>21</b>
<b>Unidad 3. Integración de datos espaciales y no espaciales. Implementación en PostGIS y QGIS.....</b>	<b>21</b>
Creación de tablas espaciales .....	21
Carga de datos vectoriales (Shapefiles, GeoJSON) .....	24
Consultas SQL básicas para manejo de datos espaciales .....	24
Lecturas.....	26
<b>Semana 4.....</b>	<b>27</b>
<b>Unidad 4. Geoprocesos principales .....</b>	<b>27</b>
Creación de buffers .....	27
Unión, intersección y disolución de capas vectoriales.....	30
Análisis de proximidad y cálculo de áreas.....	33
Lecturas.....	35
<b>Semana 5.....</b>	<b>35</b>
<b>Unidad 5. Consultas espaciales avanzadas .....</b>	<b>35</b>
Consultas con operadores espaciales: intersección, distancia y contención .....	35
Optimización de consultas SQL en PostGIS .....	38
Visualización de resultados en QGIS .....	41
Lecturas.....	43
<b>Semana 6.....</b>	<b>43</b>
<b>Unidad 6. Uso de IA en análisis geoespacial .....</b>	<b>43</b>
Generación y optimización automática de consultas espaciales .....	43
Introducción a servicios web geoespaciales (WMS, WFS, WCS) .....	46
Fundamentos de GeoServer para publicación de datos espaciales .....	48



Lecturas.....	52
<b>Semana 7.....</b>	<b>52</b>
<b>Unidad 7. Integración de aplicaciones SIG y bases de datos geoespaciales .....</b>	<b>52</b>
Generación de mapas consolidados en QGIS .....	52
Publicación de capas desde PostGIS en GeoPortales.....	55
Lecturas.....	60
<b>Semana 8.....</b>	<b>60</b>
<b>Unidad 8. Presentación y evaluación del trabajo final.....</b>	<b>60</b>
Presentación y retroalimentación del trabajo final.....	60



## Índice de figuras

<b>Figura 1. Definir la contraseña en el momento de la instalación de PostgreSQL .....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 2. Instalación del complemento PostGIS .....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 3. Conexión a una base de datos desde la ampliación pgAdmin 4 .....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 4. Vista general de la aplicación pgAdmin 4 .....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 5. Crear una nueva conexión desde QGIS a PostGIS.....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 6. Importación de capas vectoriales con el administrador BBDD en QGIS.....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 7. Verificar los datos en PostgreSQL ejecutando código SQL .....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 8. Importar capas vectoriales a una base de datos desde QGIS .....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 9. Agregar datos con código SQL en pgAdmin 4.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 10. Visualización de entidades vectoriales tipo puntos en QGIS.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 11. Creación de zonas de influencia en pgAdmin 4 .....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 12. Visualización de zonas de influencia en QGIS.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 13. Creación de intersecciones en pgAdmin 4 .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 14. Visualización de las zonas de intersección en QGIS.....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 15. Visualización de operadores espaciales en QGIS .....</b>	<b>37</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1. Comparación de primitivas vectoriales .....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 2. Funciones espaciales de geometría .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 3. Comparativa de servicios OGC .....</b>	<b>48</b>

Semanas

# Semana 1

## Unidad 1. Introducción a bases de datos geoespaciales

### Fundamentos y aplicaciones de bases de datos geoespaciales

#### ¿Qué son los datos geoespaciales?

Los datos geoespaciales son información relacionada con ubicaciones específicas sobre la superficie de la Tierra, generalmente en un momento determinado. Según IBM (2020), estos datos permiten identificar patrones, entender relaciones entre variables y mejorar la toma de decisiones mediante el uso de mapas, gráficos y estadísticas espaciales.



*Nota.* Tomado de *Base de datos geoespaciales* [Ilustración], generada con ChatGPT. CC BY 4.0.

#### ¿Qué es una base de datos?

Una base de datos es un sistema que organiza y almacena datos de forma estructurada para permitir su acceso eficiente. Como explica Víctor Olaya (2020), las bases de datos son esenciales en diversos campos, incluido el manejo de información espacial, porque garantizan la seguridad, la coherencia y la reducción de redundancias en los datos.

#### ¿Por qué son importantes las bases de datos en los SIG?

En los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la gestión de datos espaciales puede volverse compleja cuando múltiples usuarios necesitan acceso a la misma información. Olaya (2020) menciona que una base de datos centralizada permite compartir datos de manera eficiente, evitando duplicaciones y asegurando que todos los usuarios trabajen con información actualizada. Por ejemplo, en un proyecto de gestión forestal, profesionales como ingenieros o planificadores pueden necesitar datos sobre vías de acceso, zonas protegidas o modelos de elevación digital. Sin una base de datos compartida, cada usuario tendría que mantener su propia copia, lo que genera inconsistencias y errores.



## Ventajas de usar bases de datos geoespaciales

- **Reducción de redundancias:** un mismo dato no se almacena en múltiples archivos, lo que mejora el rendimiento y la coherencia.
- **Mayor seguridad:** los datos están protegidos mediante permisos y copias de seguridad centralizadas.
- **Acceso eficiente:** los usuarios pueden consultar grandes volúmenes de datos de manera rápida y confiable.
- **Mejora de la colaboración:** diversos profesionales pueden trabajar en un entorno compartido, lo que facilita la integración de sus tareas.

## Modelos de bases de datos más utilizados

El modelo más común es el modelo **relacional**, que organiza los datos en tablas con filas (registros) y columnas (atributos). Este modelo permite definir relaciones entre diferentes tipos de información, lo que facilita consultas avanzadas y análisis complejos. Por ejemplo, una tabla de “Ciudades” puede estar relacionada con una tabla de “Personas” a través del atributo “nombre de ciudad”, permitiendo consultar datos sobre población o superficie.

## Aplicaciones prácticas

Las bases de datos geoespaciales permiten realizar tareas como:

- **Creación de mapas temáticos:** visualizar datos como densidad de población o zonas de riesgo.
- **Integración de capas de información:** superponer datos meteorológicos, topográficos y de infraestructuras.
- **Análisis espacial:** determinar la mejor ubicación para proyectos o prever el impacto de fenómenos naturales.



En resumen, las bases de datos geoespaciales son una herramienta clave para gestionar información compleja, mejorar la toma de decisiones y fomentar la colaboración en proyectos de planificación y gestión territorial.

## Instalación y configuración de QGIS y PostGIS

### ¿Qué es QGIS?

QGIS es un software de código abierto para Sistemas de Información Geográfica (SIG). Permite visualizar, editar, analizar y gestionar datos geoespaciales. Es una herramienta muy utilizada para crear mapas, realizar análisis espaciales y trabajar con grandes



volúmenes de datos geográficos. Puede descargar este software desde su sitio oficial: [QGIS](#).

## ¿Qué es PostGIS?

PostGIS es una extensión de PostgreSQL, una base de datos relacional de código abierto, que añade soporte para datos espaciales. Con PostGIS, es posible almacenar y consultar datos geográficos directamente en una base de datos, lo que mejora el rendimiento en análisis geoespaciales complejos. Para más información o realizar la descarga, puede hacerlo desde su sitio oficial: [PostGIS](#).

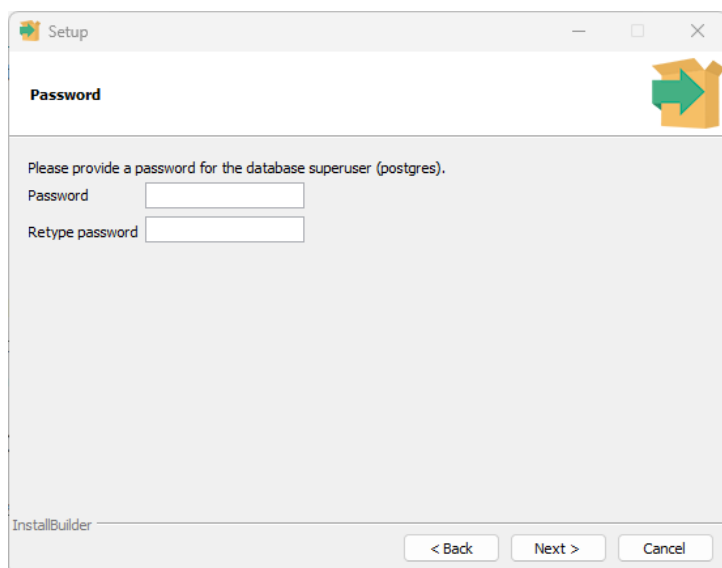
## Paso 1. Instalación de PostgreSQL y PostGIS

1. **Descarga PostgreSQL:** visite [postgresql.org/download](https://postgresql.org/download) y seleccione la versión adecuada para su sistema operativo. Para este curso se usa la versión 17.2.
2. **Instalación:** ejecute el instalador y **defina una contraseña fácil de recordar**, por ejemplo: **admin**. Durante el proceso, seleccione la opción de incluir **StackBuilder**. Para más detalles, revise la siguiente figura.

**Nota.** Es de suma importancia recordar la contraseña asignada.

**Figura 1**

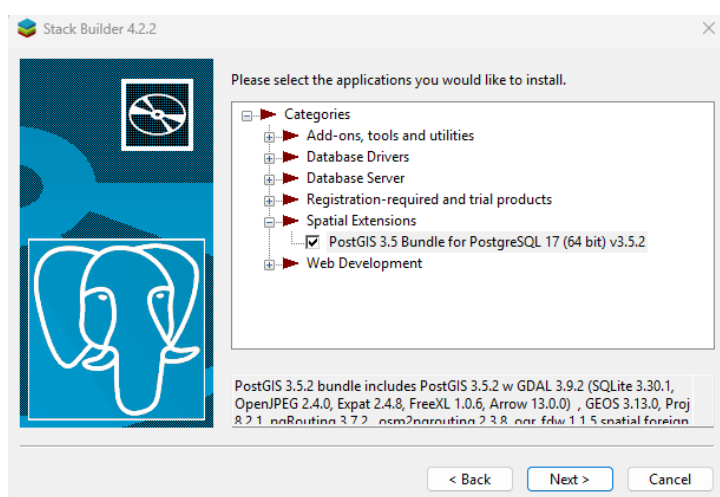
*Definir la contraseña en el momento de la instalación de PostgreSQL*



*Nota.* Pucha, F. (2025).

3. **Configuración inicial:** para instalar la extensión **PostGIS** desde la aplicación **StackBuilder**, puede habilitarla tras la instalación o ejecutarla desde el Menú Inicio. Observe en la siguiente figura un ejemplo de la configuración.

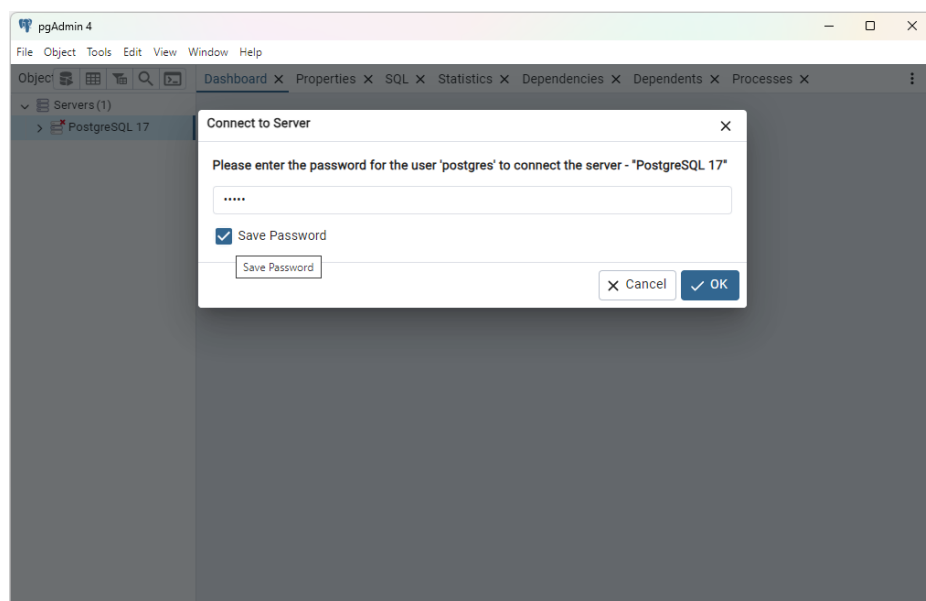
**Figura 2**  
*Instalación del complemento PostGIS*



Nota. Pucha, F. (2025).

Una vez instalado, abra la aplicación **pgAdmin4** desde el Menú Inicio en Windows para gestionar su base de datos, como se muestra en la figura de abajo.

**Figura 3**  
*Conexión a una base de datos desde la ampliación pgAdmin 4*



Nota. Pucha, F. (2025).

Normalmente, en la instalación se define el servidor, pero también se puede crear uno nuevo con los siguientes pasos:

- **Agregar un nuevo servidor**

Haga clic en el botón Add New Server (en la sección Quick Links).

- **Configurar el servidor**

**Nombre:** Escriba un nombre para identificar el servidor, por ejemplo, "Localhost". Vaya a la pestaña Connection e ingrese la siguiente información:

**Host:** localhost

**Port:** 5432 (puerto por defecto)

**Username:** postgres (usuario predeterminado)

**Password:** Ingresa la contraseña que configuró durante la instalación.

- **Guardar la conexión**

Haga clic en Save para crear la conexión. Una vez guardado, verá el servidor en el panel izquierdo bajo Servers.

- **Continuar con la habilitación de PostGIS**

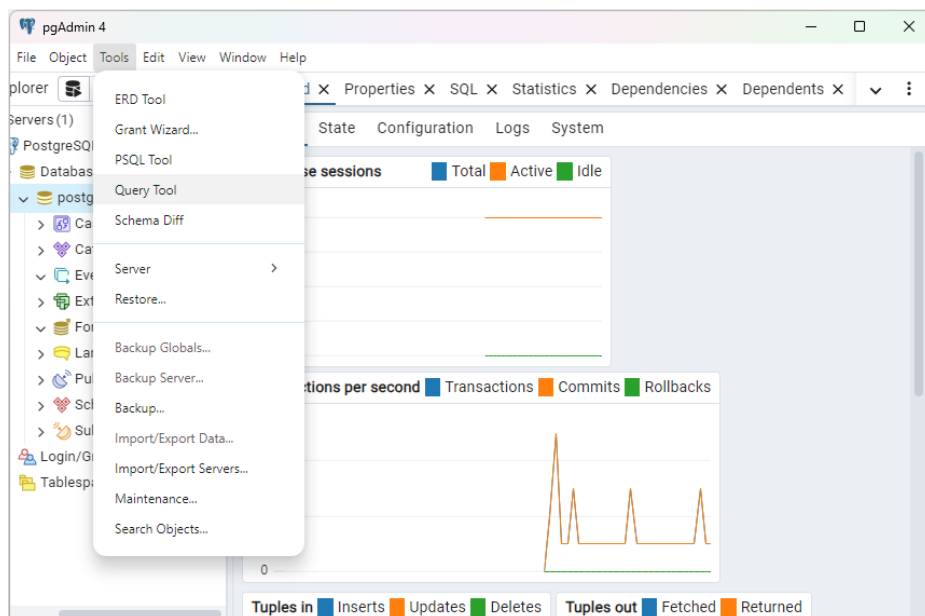
Expanda el árbol del servidor, seleccione su base de datos y acceda al Query Tool para ejecutar el comando:

```
CREATE EXTENSION postgis;
```

Para ilustrar este paso, lo invito a revisar la siguiente figura.

**Figura 4**

*Vista general de la aplicación pgAdmin 4*



Nota. Pucha, F. (2025).

## Paso 2. Instalación de QGIS

1. **Descarga:** diríjase a [qgis.org/downloads](https://qgis.org/downloads) y seleccione la versión compatible con su sistema operativo.

2. **Instalación:** ejecute el archivo descargado y siga las instrucciones del asistente de instalación.
3. **Verificación:** una vez instalado, abra QGIS para confirmar que el software funciona correctamente.

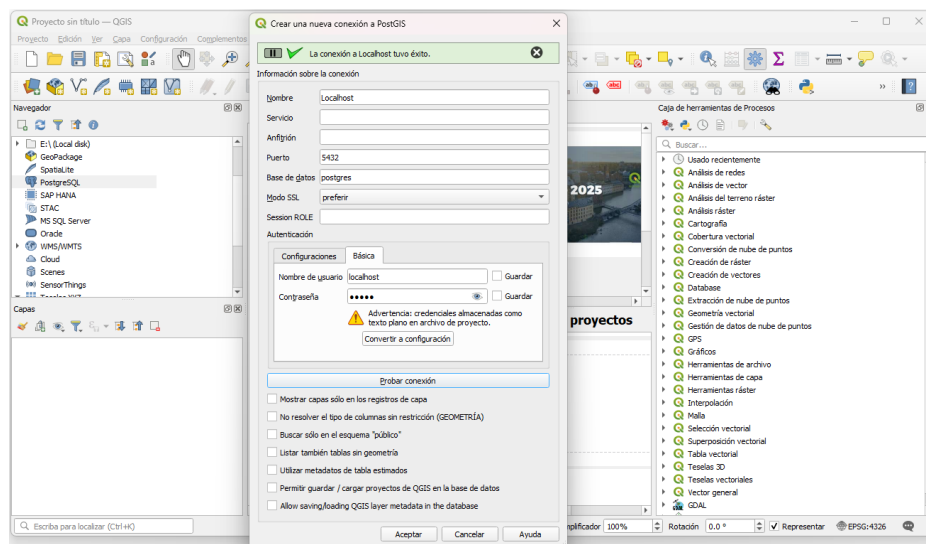
### Paso 3. Configuración de la conexión entre QGIS y PostGIS

1. **Abra QGIS:** inicie el software desde su escritorio o menú de aplicaciones.
2. **Conecte con la base de datos:**
  - En el panel izquierdo de QGIS, haga clic derecho en “Bases de datos” y seleccione “PostGIS”.
  - Haga clic en “Nuevo” para crear una nueva conexión.
  - Ingrese los detalles de conexión, como el nombre del host (por ejemplo, localhost), el nombre de la base de datos, el usuario y la contraseña.
  - Haga clic en “Probar conexión” para verificar que todo esté configurado correctamente.
3. **Carga de datos:** una vez establecida la conexión, puede cargar capas geoespaciales directamente desde la base de datos PostGIS a QGIS.

Ahora revise la figura a continuación:

**Figura 5**

*Crear una nueva conexión desde QGIS a PostGIS*



Nota. Pucha, F. (2025).

### Consejos para la configuración inicial

- Asegúrese de tener permisos de administrador en su computadora para la instalación de software.

- Mantenga actualizados tanto QGIS como PostgreSQL/PostGIS para aprovechar las últimas funcionalidades.
- Consulte la documentación oficial de [QGIS](#) y [PostGIS](#) para resolver dudas o problemas durante la configuración.

Con esta configuración, estará listo para trabajar con datos geoespaciales de manera profesional, combinando las capacidades de análisis de QGIS con la gestión avanzada de datos que ofrece PostGIS.

## Exploración inicial de datos geoespaciales

### ¿Qué es SQL y por qué es importante?

SQL (Structured Query Language) es un lenguaje de programación utilizado para gestionar y manipular bases de datos. Permite almacenar, consultar y analizar datos de manera eficiente.

### Conceptos básicos de SQL

- **SELECT:** se utiliza para obtener datos de una tabla.
- **FROM:** especifica la tabla de donde se extraerán los datos.
- **WHERE:** filtra los resultados según una condición.
- **AND/OR:** combina condiciones en una consulta.
- **CREATE TABLE:** crea una nueva tabla en la base de datos.
- **INSERT INTO:** agrega registros a una tabla.
- **UPDATE:** modifica datos existentes en una tabla.
- **DELETE:** elimina registros de una tabla.

### ¿Qué son los datos geoespaciales?

Los datos geoespaciales contienen información sobre ubicaciones geográficas y sus características. Estos datos suelen estar organizados en formatos espaciales específicos, como shapefiles, GeoJSON o imágenes satelitales. Incluyen tanto coordenadas (posición en la superficie terrestre) como atributos relacionados con los objetos representados, por ejemplo, una capa de carreteras con detalles como el tipo de vía o el volumen de tráfico.

### Paso 1. Importación de datos geoespaciales en PostgreSQL/PostGIS desde QGIS

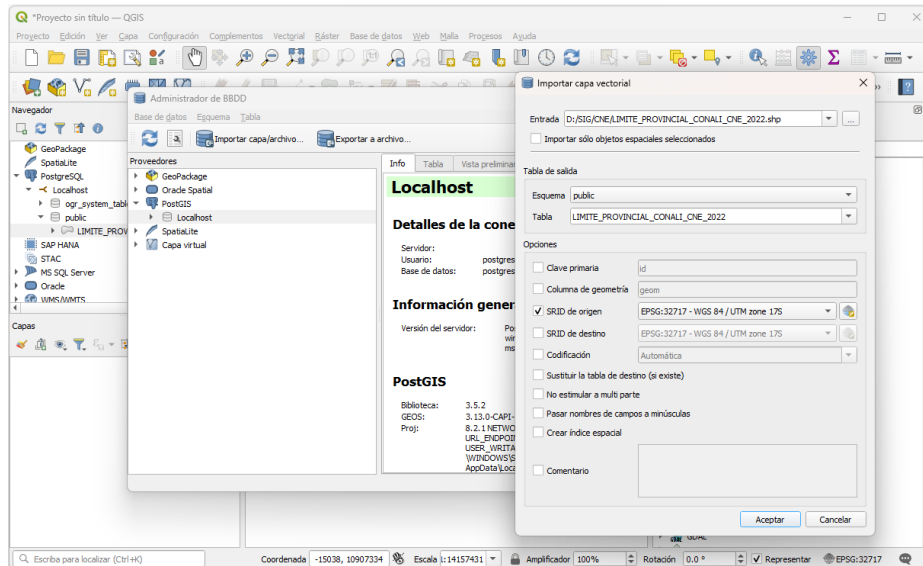
1. Abra QGIS y acceda a **Base de Datos > DB Manager**.
2. **Seleccione PostGIS** y conéctese a su base de datos en **localhost**.
3. **Cargar un shapefile:**
  - Haga clic en **Importar capa**.
  - Seleccione el archivo **.shp** que desee importar.
  - Defina el esquema (**public**), el nombre de la tabla (**provincias**) y el **SRID** (**24877 o 4326** según sea necesario).

- Haga clic en **Aceptar** y los datos se importarán automáticamente.

Para más detalles sobre este paso, lo invito a observar la siguiente figura

**Figura 6**

*Importación de capas vectoriales con el administrador BBDD en QGIS*



Nota. Pucha, F. (2025).

## Paso 2. Verificar los datos en PostgreSQL

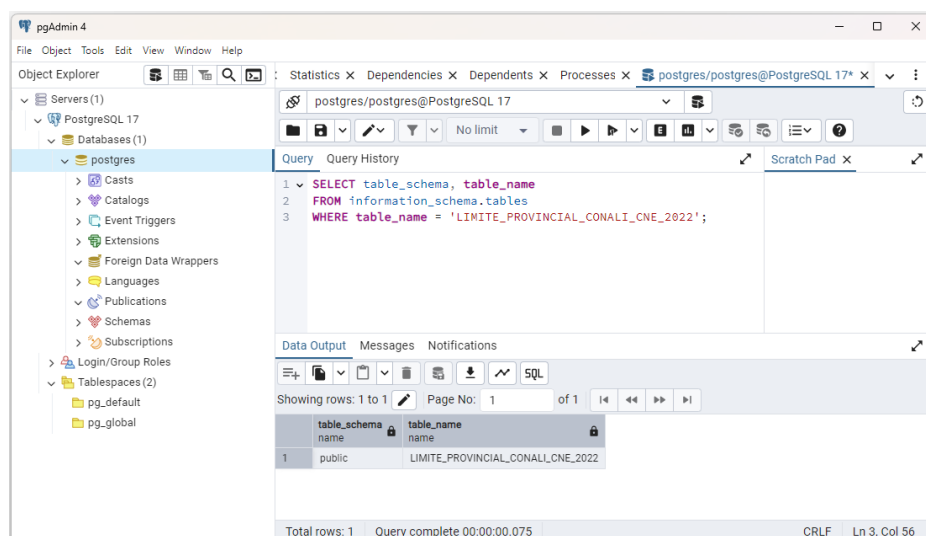
1. Abra **pgAdmin4** y conéctese a su base de datos.
2. En el **Query Tool**, ejecute el comando que se muestra en la siguiente figura para verificar si la tabla existe y su esquema.

```
SELECT table_schema, table_name
FROM information_schema.tables
WHERE table_name = 'LIMITE_PROVINCIAL_CONALI_CNE_2022';
```

3. Para verificar las columnas geométricas en la tabla y sus datos, ejecute el comando y el código de las siguientes figuras

```
SELECT * FROM geometry_columns WHERE f_table_name = 'LIMITE_PROVINCIAL_CONALI_CNE_2022';
```

**Figura 7**  
Verificar los datos en PostgreSQL ejecutando código SQL



Nota. Pucha, F. (2025).

### Paso 3. Visualizar los datos en QGIS

1. Abra QGIS.
2. Vaya a **Base de Datos > PostGIS**.
3. Conéctese a la base de datos PostgreSQL en localhost.
4. Seleccione la tabla provincias y haga clic en **Añadir**.
5. Verifique que las geometrías se muestren correctamente

### Paso 4. Aplicar simbología y consultas

- **Personalizar estilo:** haga clic derecho en la capa > *Propiedades* > *Simbología* para cambiar colores y símbolos.
- **Filtrar por provincia:** observe el siguiente comando para poder realizar este filtro.

```
SELECT * FROM provincias WHERE "PROVINCIA" = 'LOJA';
```

- Para aplicar el filtro, haga clic derecho en la capa > *Filtrar* > Escriba la expresión.

### Consejos para la exploración de datos geoespaciales

- Familiarícese con los distintos formatos de datos, como shapefiles, GeoJSON y KML.
- Configure correctamente el sistema de referencia espacial (CRS) para garantizar la interpretación correcta de las coordenadas.
- Utilice herramientas de análisis en QGIS para realizar estudios avanzados.

Con estos pasos, podrá cargar y analizar datos geoespaciales en PostgreSQL y QGIS de manera eficiente.

## Lecturas

- IBM. (2020). [¿Qué son los datos geoespaciales?](#)
- Olaya, V. (2020). *Sistemas de Información Geográfica*. Bubok Publishing.
- QGIS. (n.d.). *Sitio oficial de QGIS*. <https://qgis.org/>
- PostGIS. (n.d.). *Sitio oficial de PostGIS*. <https://postgis.net/>
- Domínguez Chávez, J. (2019). [Fundamentos de PostgreSQL](#). IEASS Editores.



## Semana 2

---

### Unidad 2. Diseño y gestión de bases de datos geoespaciales

#### Modelado de datos espaciales y no espaciales

##### Conceptos de datos espaciales y no espaciales

El modelado de datos es fundamental para representar tanto información geográfica como atributos no geográficos en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Los datos espaciales se relacionan con una ubicación específica en el espacio, definida generalmente mediante coordenadas geográficas. Por otro lado, los datos no espaciales son aquellos que describen características de las entidades geográficas, pero no contienen información de ubicación directa (Olaya, 2020).


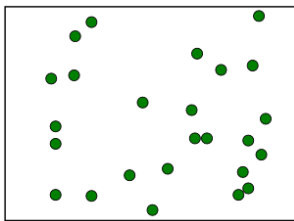
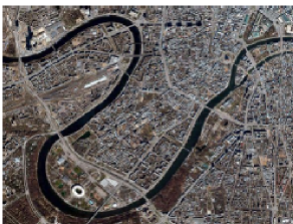
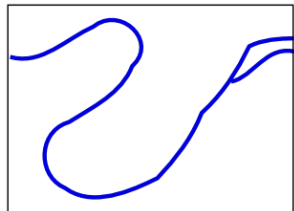

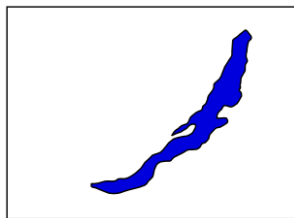
##### Tipos de modelos de datos

- **Modelo vectorial:** representa entidades geográficas a través de objetos geométricos como puntos, líneas y polígonos. Este modelo es útil para datos precisos, como calles, edificios o límites administrativos.
- **Modelo ráster:** utiliza una estructura de celdas o píxeles para representar información espacial continua, como elevación, temperatura o imágenes satelitales (Olaya, 2020).

Lo invito a revisar la siguiente tabla para ampliar sus conocimientos sobre el tema:



**Tabla 1**  
Comparación de primitivas vectoriales

Primitiva	Entidad espacial	Representación	Atributos																								
Puntos			<table><tr><th>ID</th><th>Altura</th><th>Diámetro</th><th>Normal</th></tr><tr><td>1</td><td>17.5</td><td>35</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td>22</td><td>45.6</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td>15</td><td>27.2</td><td></td></tr><tr><td>4</td><td>19.7</td><td>36.1</td><td></td></tr><tr><td>...</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	ID	Altura	Diámetro	Normal	1	17.5	35		2	22	45.6		3	15	27.2		4	19.7	36.1		...			
ID	Altura	Diámetro	Normal																								
1	17.5	35																									
2	22	45.6																									
3	15	27.2																									
4	19.7	36.1																									
...																											
Líneas			<table><tr><th>Ancho máx (m)</th><th>Caldo máx (m)</th><th>Longitud (km)</th></tr><tr><td>15</td><td>4.3</td><td>35</td></tr><tr><td>6.3</td><td>3.9</td><td>5.2</td></tr></table>	Ancho máx (m)	Caldo máx (m)	Longitud (km)	15	4.3	35	6.3	3.9	5.2															
Ancho máx (m)	Caldo máx (m)	Longitud (km)																									
15	4.3	35																									
6.3	3.9	5.2																									
Polígonos			<table><tr><th>Superficie (km)<sup>2</sup></th><th>Profundidad máx (m)</th></tr><tr><td>31494</td><td>1637</td></tr></table>	Superficie (km) <sup>2</sup>	Profundidad máx (m)	31494	1637																				
Superficie (km) <sup>2</sup>	Profundidad máx (m)																										
31494	1637																										

Nota. Tomado de *Modelos para la información geográfica*, por volaya, s.f., [volaya](#), CC BY 4.0.

## **Modelos de datos no espaciales**

Los datos no espaciales suelen almacenarse en bases de datos relacionales. En estas, los atributos de las entidades geográficas, como nombres de calles o datos demográficos, se organizan en tablas interrelacionadas. Según Domínguez (2019), PostgreSQL es un ejemplo de base de datos que permite la integración de estos datos mediante relaciones y esquemas, mejorando la gestión y acceso a grandes volúmenes de información.

## **Integración de modelos en bases de datos espaciales**

PostGIS, una extensión de PostgreSQL, permite almacenar y gestionar datos espaciales dentro de una base de datos relacional. Esta extensión soporta operaciones avanzadas, como la realización de consultas espaciales, cálculos de distancia y análisis de intersecciones, lo que facilita el manejo integrado de datos espaciales y no espaciales en proyectos complejos (Olaya, 2020).

## **Ventajas del modelado integrado**

- Mejora en el rendimiento de análisis geoespacial mediante la optimización de consultas.
- Capacidad de realizar operaciones combinadas entre datos espaciales y no espaciales.
- Reducción de redundancias y mayor coherencia en la gestión de datos (Domínguez, 2019).

## **Creación de esquemas entidad-relación aplicados a datos geoespaciales**

### **¿Qué es un esquema entidad-relación?**

Un esquema entidad-relación es una herramienta para modelar datos de forma conceptual. Define las entidades, sus atributos y las relaciones entre ellas. Este modelo se utiliza ampliamente en bases de datos relacionales para estructurar información de manera coherente y eficiente (Olaya, 2020).

Cuando se trabaja con datos geoespaciales, el esquema entidad-relación también incluye una componente espacial, como coordenadas, polígonos o líneas, que permite asociar atributos a ubicaciones geográficas. Por ejemplo, una entidad "Ciudad" puede tener atributos como nombre, población y un polígono que delimita sus fronteras.



## Elementos del esquema entidad-relación

- **Entidades:** representan objetos del mundo real, como "Ríos", "Parques" o "Carreteras".
- **Atributos:** describen las propiedades de las entidades, por ejemplo, el ancho de un río o el tipo de pavimento de una carretera.
- **Relaciones:** expresan cómo interactúan las entidades entre sí. Por ejemplo, una relación entre "Ciudad" y "Río" puede ser "atravesada por" (Domínguez, 2019).

### Ejemplo práctico

Supongamos que deseamos identificar qué poblados se encuentran a 5 km de la red vial en la provincia de Loja. Este análisis se ilustra en la siguiente infografía, titulada: Ejemplo de esquema entidad-relación en datos geoespaciales.

#### [Ejemplo de esquema entidad-relación en datos geoespaciales](#)

Con los pasos mostrados en la infografía, usted logrará integrar el modelo entidad-relación con el análisis geoespacial en bases de datos PostgreSQL/PostGIS y visualizar los resultados en QGIS.

## Introducción a la integración de datos vectoriales en QGIS

### ¿Qué son los datos vectoriales?

Los datos vectoriales representan objetos geográficos mediante tres tipos de geometrías básicas: puntos, líneas y polígonos. Este modelo es ideal para datos precisos y detallados, como la ubicación de edificios, carreteras o límites territoriales (Olaya, 2020).

### Tipos de datos vectoriales

- **Puntos:** representan ubicaciones específicas, como estaciones meteorológicas o postes de electricidad.
- **Líneas:** representan elementos lineales, como carreteras, ríos o rutas de transporte.
- **Polígonos:** representan áreas cerradas, como parques, lagos o zonas urbanas.

### Importancia de los datos vectoriales en QGIS

QGIS es un software SIG que permite cargar, visualizar y analizar datos vectoriales. La integración de estos datos es crucial para crear mapas, ejecutar análisis espaciales y tomar decisiones informadas sobre la planificación territorial o el desarrollo de infraestructuras.

### Paso 1. Carga de datos vectoriales en QGIS

1. **Preparación de los datos:** verifique que los datos estén almacenados en PostgreSQL con la extensión PostGIS.
2. **Abrir QGIS:** inicie el software y cree un nuevo proyecto.

### 3. Conectar a la base de datos:

- Haga clic en "Bases de datos" > "PostGIS" y cree una nueva conexión.
- Proporcione los detalles de conexión (host, nombre de la base de datos, usuario y contraseña).

## Paso 2. Importación de diferentes tipos de datos vectoriales

### 1. Añadir capas de puntos, líneas y polígonos:

- En la conexión PostGIS, seleccione las capas vectoriales almacenadas en la base de datos.
- Cargue una capa de puntos (ejemplo: poblados), una de líneas (ejemplo: vías) y una de polígonos (ejemplo: límites territoriales).

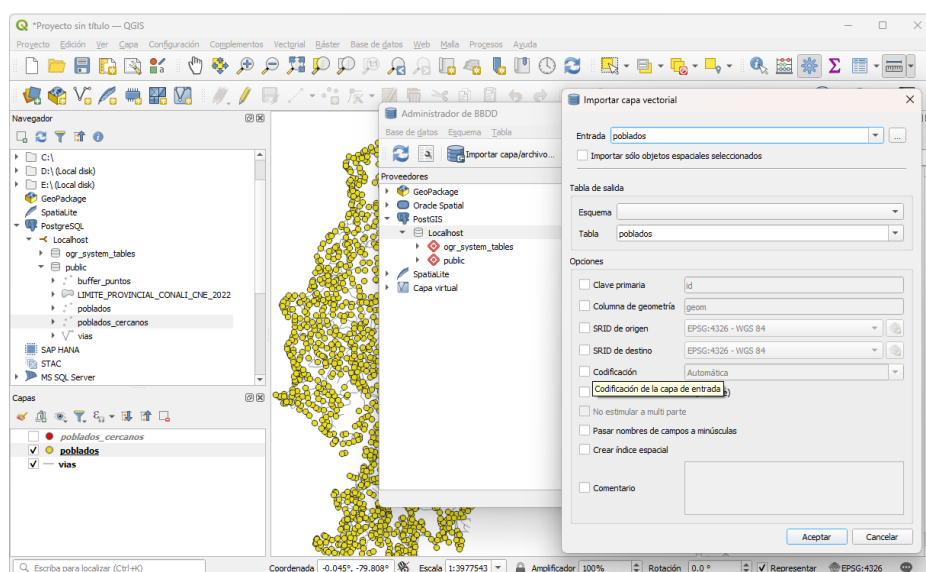
## Paso 3. Visualización y exploración de datos en QGIS

1. **Inspeccionar las capas:** use las herramientas de zoom y desplazamiento para explorar las capas vectoriales cargadas.
2. **Abrir la tabla de atributos:** haga clic derecho en cada capa y seleccione "Abrir tabla de atributos" para analizar los datos asociados.
3. **Aplicar simbología:** personalice los colores y estilos de las capas para mejorar la interpretación visual.

A continuación, le invito a observar la siguiente figura para ampliar este tema:

**Figura 8**

*Importar capas vectoriales a una base de datos desde QGIS*



Nota. Pucha, F. (2025).

#### Paso 4. Exploración de relaciones espaciales

- Identificar cuántos puntos están cerca de una línea principal.
- Analizar la distribución de los polígonos con respecto a los otros elementos vectoriales.
- Realizar consultas espaciales en PostgreSQL para identificar patrones en los datos cargados.

#### Lecturas

- Olaya, V. (2020). *Sistemas de Información Geográfica*. Bubok Publishing.
- QGIS. (2025). [Sitio oficial de QGIS](#).

## Semana 3

### Unidad 3. Integración de datos espaciales y no espaciales. Implementación en PostGIS y QGIS

#### Creación de tablas espaciales

##### ¿Qué es una tabla espacial?

Una tabla espacial es una estructura de base de datos que almacena información geográfica, como puntos, líneas o polígonos, junto con atributos descriptivos. Estas tablas permiten realizar operaciones avanzadas de análisis espacial mediante herramientas como PostGIS en bases de datos PostgreSQL (Domínguez, 2019).

#### Paso 1. Configuración inicial

Para crear una tabla espacial en PostgreSQL, necesita tener instalada y habilitada la extensión PostGIS y ejecutar el código que se muestra a continuación, en caso de no haberlo hecho anteriormente.

```
CREATE EXTENSION postgis;
```

Este comando añade soporte para tipos de datos espaciales y funciones especiales de análisis geográfico en la base de datos.

#### Paso 2. Creación de una tabla con geometrías espaciales

Se creará una tabla llamada `provincias` que almacenará la ubicación de cada provincia en Ecuador con coordenadas geográficas, para más información revise el código a continuación

```
CREATE TABLE provincias (  
  id SERIAL PRIMARY KEY,  
  nombre VARCHAR(100),  
  latitud DOUBLE PRECISION,  
  longitud DOUBLE PRECISION,  
  geom GEOMETRY(Point, 4326)  
);
```

En esta tabla:

- **id**: identificador único para cada registro.
- **nombre**: nombre de la provincia.
- **latitud, longitud**: coordenadas geográficas de la ubicación.
- **geom**: columna espacial para almacenar la geometría en formato de punto.

### Paso 3. Verificación de la tabla espacial

Para comprobar que la tabla fue creada correctamente y tiene una columna espacial, revise el comando siguiente:

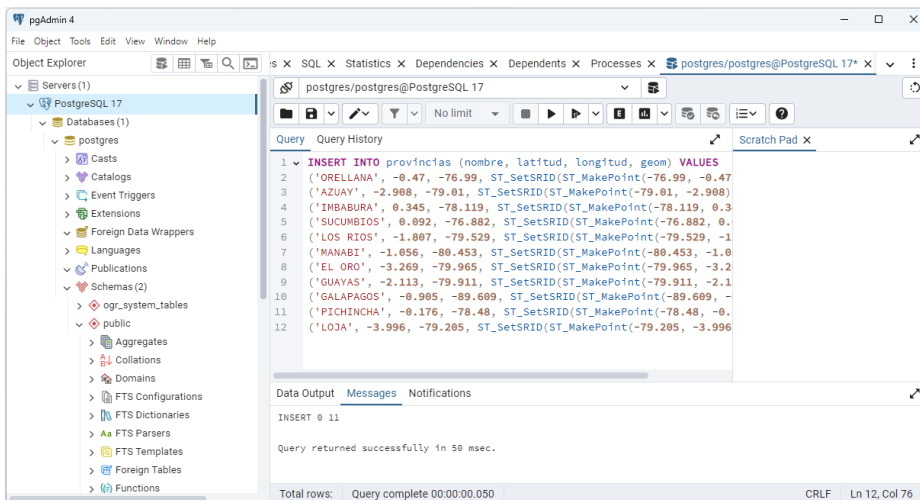
```
SELECT * FROM geometry_columns WHERE f_table_name = 'provincias';
```

### Paso 4. Inserción de datos en la tabla

El siguiente comando muestra la inserción de provincias con coordenadas. Seguida de la figura que ilustra cómo agregar datos con SQL en pgAdmin 4.

```
INSERT INTO provincias (nombre, latitud, longitud, geom) VALUES  
(  
'ORELLANA', -0.47, -76.99, ST_SetSRID(ST_MakePoint(-76.99, -0.47), 4326)),  
(  
'AZUAY', -2.908, -79.01, ST_SetSRID(ST_MakePoint(-79.01, -2.908), 4326)),  
(  
'IMBABURA', 0.345, -78.119, ST_SetSRID(ST_MakePoint(-78.119, 0.345), 4326)),  
(  
'SUCUMBIOS', 0.092, -76.882, ST_SetSRID(ST_MakePoint(-76.882, 0.092), 4326)),  
(  
'LOS RIOS', -1.807, -79.529, ST_SetSRID(ST_MakePoint(-79.529, -1.807), 4326)),  
(  
'MANABI', -1.056, -80.453, ST_SetSRID(ST_MakePoint(-80.453, -1.056), 4326)),  
(  
'EL ORO', -3.269, -79.965, ST_SetSRID(ST_MakePoint(-79.965, -3.269), 4326)),  
(  
'GUAYAS', -2.113, -79.911, ST_SetSRID(ST_MakePoint(-79.911, -2.113), 4326)),  
(  
'GALAPAGOS', -0.905, -89.609, ST_SetSRID(ST_MakePoint(-89.609, -0.905), 4326)),  
(  
'PICHINCHA', -0.176, -78.48, ST_SetSRID(ST_MakePoint(-78.48, -0.176), 4326)),  
(  
'LOJA', -3.996, -79.205, ST_SetSRID(ST_MakePoint(-79.205, -3.996), 4326));
```

**Figura 9**  
Agregar datos con código SQL en pgAdmin 4



Nota. Pucha, F. (2025).

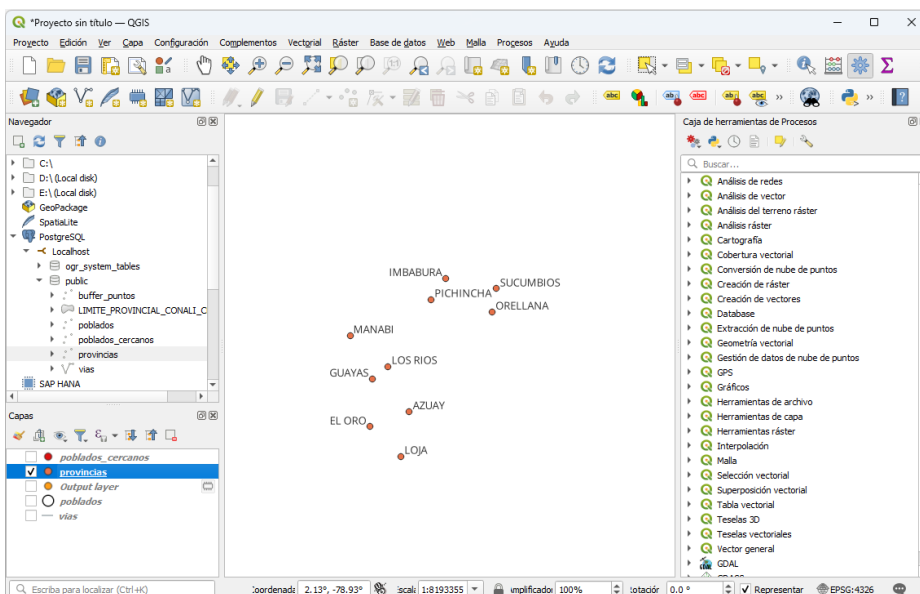
## Paso 5. Visualización en QGIS

Para visualizar la tabla en QGIS:

1. Abra QGIS y acceda a "Bases de datos" > "PostGIS".
2. Conéctese a la base de datos PostgreSQL.
3. Añada la capa **provincias** y verifique que los puntos se muestran correctamente en el mapa.

Revise la siguiente figura donde se ilustra lo detallado en este paso.

**Figura 10**  
Visualización de entidades vectoriales tipo puntos en QGIS



Nota. Pucha, F. (2025).

## Carga de datos vectoriales (Shapefiles, GeoJSON)

Los datos vectoriales se almacenan en formatos que permiten representar información geográfica mediante geometrías como puntos, líneas y polígonos. Los formatos más comunes son los **Shapefiles** y los archivos **GeoJSON**.

### Formatos de datos vectoriales

- **Shapefile:** un formato creado por ESRI ampliamente utilizado en SIG. Un shapefile consta de varios archivos asociados, entre ellos **.shp** (geometrías), **.shx** (índice) y **.dbf** (atributos).
- **GeoJSON:** un formato basado en texto estructurado en JSON que permite almacenar datos espaciales con una estructura más flexible y fácilmente compatible con aplicaciones web.

Le invito a explorar, de manera interactiva, los pasos para realizar la carga de datos vectoriales. Esta presentación le guiará a través de cada etapa, brindándole una comprensión clara y práctica del procedimiento.

En la siguiente presentación interactiva, le invito a conocer los pasos para la carga de datos vectoriales

[Pasos para la carga de datos vectoriales](#)

## Consultas SQL básicas para manejo de datos espaciales

### ¿Qué son las consultas SQL espaciales?

Las consultas SQL espaciales permiten manipular y analizar datos geográficos almacenados en una base de datos. PostGIS, una extensión de PostgreSQL, proporciona funciones y operadores especializados para realizar operaciones espaciales como la medición de distancias, la intersección de geometrías y la transformación de coordenadas.

### Paso 1. Ver los nombres de los campos de una tabla

Para conocer los nombres de los campos de una tabla en PostgreSQL, utilice el código que se muestra a continuación:

```
SELECT column_name FROM information_schema.columns WHERE table_name = 'poblados';
```

### Paso 2. Seleccionar datos espaciales

En el siguiente comando se muestra la consulta más básica que es la selección de registros de la tabla *poblados*:

```
SELECT * FROM poblados;
```

Para visualizar solo algunos campos, como el nombre del poblado y la provincia, realice lo que se detalla debajo:



```
SELECT nombre, provincia FROM poblados;
```

### Paso 3. Consultas con filtros espaciales

Para seleccionar los poblados que están dentro del límite de una provincia (por ejemplo, "LOJA") usando `ST_Within` consulte el siguiente comando:

```
SELECT p.nombre, p.provincia  
FROM public.poblados p  
JOIN public."LIMITE_PROVINCIAL_CONALI_CNE_2022" l  
ON ST_Within(p.geom, l.geom)  
WHERE l."PROVINCIA" = 'LOJA';
```

**Nota.** Si al ejecutar la consulta aparece el error `Operation on mixed SRID geometries`, significa que las capas tienen diferentes SRID. Para solucionarlo, transforme las geometrías al mismo SRID con `ST_Transform`, como se encuentra a continuación:

```
SELECT p.nombre, p.provincia  
FROM public.poblados p  
JOIN public."LIMITE_PROVINCIAL_CONALI_CNE_2022" l  
ON ST_Within(ST_Transform(p.geom, 32717), l.geom)  
WHERE l."PROVINCIA" = 'LOJA';
```

### Paso 4. Consultar distancias entre geometrías

Con el siguiente comando se consulta cómo encontrar los poblados ubicados a menos de 10 km de un punto específico:

```
SELECT nombre, provincia  
FROM poblados  
WHERE ST_DWithin(geom, ST_GeomFromText('POINT(-79.2 -4.0)', 4326), 10000);
```

### Paso 5. Ordenar por distancia

En la consulta posterior muestra cómo obtener los poblados ordenados por proximidad a un punto específico.

```
SELECT nombre, provincia, ST_Distance(geom, ST_GeomFromText('POINT(-79.2 -4.0)', 4326))  
AS distancia  
FROM poblados  
ORDER BY distancia;
```

### Paso 6. Intersección de geometrías

La consulta muestra cómo seleccionar los límites provinciales que intersectan con un poblado específico.

```
SELECT l."PROVINCIA"  
FROM public."LIMITE_PROVINCIAL_CONALI_CNE_2022" l  
JOIN public.poblados p
```

```
ON ST_Intersects(l.geom, p.geom)
WHERE p.nombre = 'LOJA';
```

Si los SRID son diferentes, aplique la solución mostrada.

```
SELECT l."PROVINCIA"
FROM public."LIMITE_PROVINCIAL_CONALI_CNE_2022" l
JOIN public .poblados p
ON ST_DWithin(ST_Transform(p.geom, 32717), l.geom)
WHERE p.nombre = 'LOJA';
```

## Paso 7. Agregar datos espaciales

Revise la consulta a continuación para calcular el área total de la provincia de "LOJA":

```
SELECT "PROVINCIA", ST_Area(geom) AS area_total
FROM public."LIMITE_PROVINCIAL_CONALI_CNE_2022"
WHERE "PROVINCIA" = 'LOJA';
```

**Tabla 2**

*Funciones espaciales de geometría*

Función	Descripción
ST_Within	Determina si una geometría está contenida dentro de otra.
ST_Distance	Calcula la distancia entre dos geometrías.
ST_Intersects	Verifica si dos geometrías se solapan.
ST_Area	Calcula el área de una geometría de tipo polígono.
ST_Buffer	Genera una zona de influencia alrededor de una geometría.

Nota. Pucha, F. (2025).

## Consejos para el manejo de consultas espaciales

- Utilice índices espaciales para mejorar el rendimiento en consultas complejas.
- Verifique siempre el sistema de referencia espacial (CRS) de los datos antes de realizar operaciones de distancia o área.
- Comience con consultas simples y luego añada funciones espaciales para obtener resultados más detallados.

## Lecturas

- Olaya, V. (2020). *Sistemas de Información Geográfica*. Bubok Publishing.



## Semana 4

---

### Unidad 4. Geoprocesos principales

#### Creación de buffers

##### ¿Qué es un buffer?

Un buffer es una zona de influencia o área de proximidad que se genera alrededor de una entidad geográfica, como un punto, una línea o un polígono. Este geoproceso es fundamental para análisis espaciales que requieren determinar la cercanía o el impacto de un objeto geográfico sobre su entorno.

Por ejemplo, un buffer puede representar una zona de seguridad alrededor de un río o una distancia máxima a la que se puede llegar desde una carretera.

##### Tipos de buffers

- **Buffer alrededor de un punto:** crea un área circular alrededor de un punto específico, como una torre de telecomunicaciones.
- **Buffer a lo largo de una línea:** genera una zona de influencia a ambos lados de una línea, útil para representar áreas de impacto de una carretera o una línea eléctrica.
- **Buffer de un polígono:** amplía el área de un polígono, por ejemplo, una zona de protección alrededor de una reserva natural.

##### Paso 1. Creación de un buffer en QGIS

1. **Abrir la capa de entrada:** cargue en QGIS la capa vectorial sobre la que desea crear el buffer.
2. **Acceder a la herramienta de buffer:**
  - Haga clic en "Procesos" > "Caja de herramientas".
  - Seleccione "Vectorial" > "Herramientas de geoprocesamiento" > "Buffer".
3. **Configurar los parámetros:**
  - Seleccione la capa de entrada.
  - Especifique la distancia del buffer en unidades del sistema de referencia espacial (por ejemplo, metros).
  - Defina si el buffer será disuelto o no. La disolución une los buffers que se superponen en una única geometría.

4. **Ejecutar el proceso:** haga clic en "Ejecutar" para crear la capa de buffer.

## Paso 2: Creación de un buffer en PostGIS

En PostGIS, la función `ST_Buffer` se utiliza para crear buffers. Si los datos están en coordenadas geográficas (`EPSG:4326`), los buffers pueden aparecer exageradamente grandes. Para evitar esto, se debe reprojectar la geometría a un sistema métrico antes de generar el buffer.

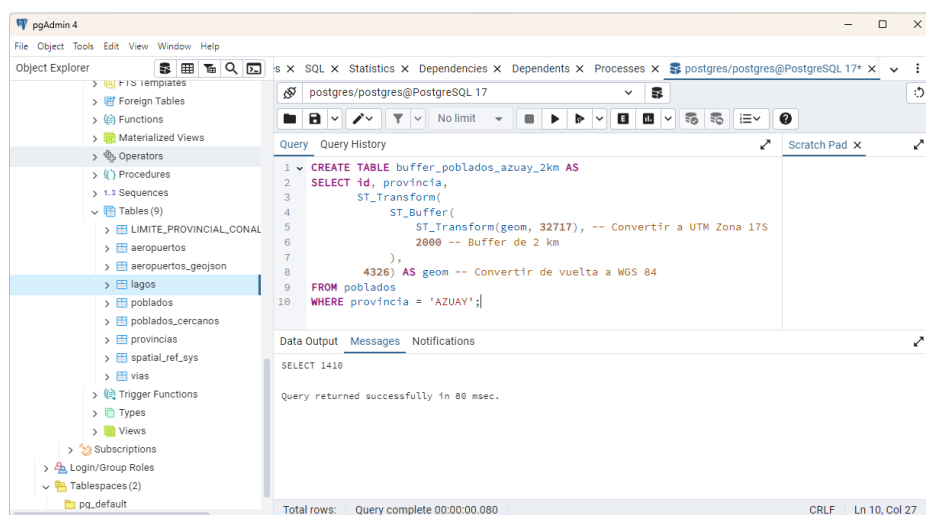
### Buffer de 2 km para poblados en AZUAY

La siguiente consulta muestra, primero, el código SQL para crear un buffer de 2 km alrededor de los poblados de Azuay, y luego la figura presenta la creación de la tabla `buffer_poblados_azuguay_2km` en pgAdmin 4.

```
CREATE TABLE buffer_poblados_azuguay_2km AS
SELECT id, provincia,
ST_Transform(
ST_Buffer(
ST_Transform(geom, 32717), -- Convertir a UTM Zona 17S
2000 -- Buffer de 2 km
),
4326) AS geom -- Convertir de vuelta a WGS 84
FROM poblados
WHERE provincia = 'AZUAY';
```

**Figura 11**

Creación de zonas de influencia en pgAdmin 4



Nota. Pucha, F. (2025).

### Buffer de 10 km para cabeceras cantonales en AZUAY

A continuación se muestra el código SQL para crear la tabla `buffer_cabeceras_azuguay_10km` en pgAdmin 4, con un buffer de 10 km alrededor de las cabeceras cantonales de Azuay.



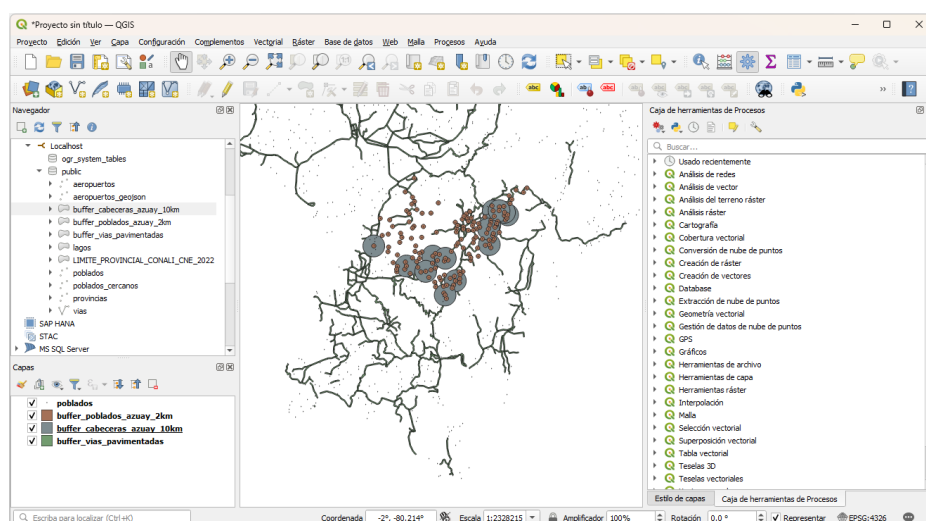
```
CREATE TABLE buffer_cabeceras_azuary_10km AS
SELECT id, provincia, tipo,
       ST_Transform(
       ST_Buffer(
       ST_Transform(geom, 32717), -- Convertir a UTM Zona 17S
       1000 -- Buffer de 10 km
       ),
       4326) AS geom -- Convertir de vuelta a WGS 84
FROM poblados
WHERE provincia = 'AZUAY' AND tipo = 'Cabecera Cantonal';
```

## Buffer de 500 m para vías pavimentadas

Se presenta, primero, el código SQL para crear un buffer de 500 metros alrededor de las vías pavimentadas, y luego la visualización de estas zonas de influencia en QGIS.

```
CREATE TABLE buffer_vias_pavimentadas AS
SELECT id, tipo,
       ST_Transform(
       ST_Buffer(
       ST_Transform(geom, 32717), -- Convertir a UTM Zona 17S
       500 -- Buffer de 500 metros
       ),
       4326) AS geom -- Convertir de vuelta a WGS 84
FROM vias
WHERE tipo = 'Pavimentada';
```

**Figura 12**  
*Visualización de zonas de influencia en QGIS*



Nota. Pucha, F. (2025).

## Opciones avanzadas de buffers

- **Buffers con distancias variables:** se pueden crear buffers con diferentes tamaños según un atributo de la tabla, por ejemplo, un buffer más amplio para carreteras principales.
- **Buffers internos:** utilizando una distancia negativa, es posible crear buffers que se generen hacia adentro de un polígono.
- **Buffers con segmentos personalizados:** la precisión de los bordes del buffer puede ajustarse especificando el número de segmentos por cuadrante.

## Aplicaciones comunes del buffer

- **Protección ambiental:** crear zonas de protección alrededor de cuerpos de agua o reservas naturales.
- **Planificación de infraestructuras:** definir áreas de impacto para nuevas carreteras, líneas eléctricas o aeropuertos.
- **Evaluación de riesgos:** determinar zonas de evacuación alrededor de zonas peligrosas, como plantas industriales o volcanes.

## Unión, intersección y disolución de capas vectoriales

### ¿Qué son las operaciones espaciales?

Las operaciones espaciales permiten manipular, combinar o simplificar datos vectoriales en un SIG. Entre las más comunes se encuentran:

- **Unión espacial:** combina dos capas, manteniendo los atributos de ambas.
- **Intersección:** genera una nueva capa con las áreas donde las geometrías de ambas capas se solapan.
- **Disolución:** simplifica las geometrías de una capa combinando aquellas que comparten atributos comunes.

## Importación de capas en PostGIS

Para importar las capas en la base de datos PostgreSQL usando `shp2pgsql`, sigue estos pasos:

### Paso 1. Ubicar el ejecutable shp2pgsql

Abra la consola de comandos y diríjase a la carpeta donde se encuentra `shp2pgsql.exe`, como se indica debajo.

```
cd "C:\Program Files\PostgreSQL\17\bin"
```

### Paso 2. Importar los archivos SHP a PostGIS

Ejecute los comandos a continuación para importar cada capa, según lo indicado.

## Importar corredores de conectividad

```
shp2pgsql -s 4326 -l "D:/SIG/MAE/v_hc007_corredor_conectividadPolygon.shp" corredores | psql -U postgres -h localhost -W -d postgres;
```

## Importar áreas protegidas

```
shp2pgsql -s 4326 -l "D:/SIG/MAE/v_fa210_snap_dPolygon.shp" areas_protegidas | psql -U postgres -h localhost -W -d postgres;
```

## Importar cuencas hidrográficas

```
shp2pgsql -s 4326 -l "D:/SIG/MAE/v_hd000_unidades_hidrograficas_pfafstetter_nivel_5_aPolygon.shp" cuencas | psql -U postgres -h localhost -W -d postgres;
```

Introduce la contraseña **admin** cuando se solicite.

## Unión de capas vectoriales

La operación de unión espacial combina dos capas vectoriales, generando una nueva capa que contiene los atributos de ambas. Por ejemplo, se puede unir una capa de corredores ecológicos con áreas protegidas para analizar su conectividad.

### Unión en PostGIS

Antes de realizar la unión en PostGIS, \*\*se debe asegurar que ambas capas tengan el mismo sistema de referencia espacial (SRID)\*\*. Si hay diferencias, se debe reproyectar la geometría antes de aplicar la unión. Revise la consulta siguiente para más detalles.

```
CREATE TABLE union_corredores_areas AS  
SELECT ST_Union(a.geom, b.geom) AS geom  
FROM public.corredores a, public.areas_protegidas b;
```

Este comando une todas las geometrías en una sola entidad.

## Intersección de capas vectoriales

Las siguientes consultas muestran, primero, el procedimiento para superponer las áreas protegidas con los corredores de conectividad, y luego el proceso de creación de intersecciones en pgAdmin 4.

### Consideraciones sobre el SRID

Como los límites provinciales están en \*\*EPSG:32717\*\* y las áreas protegidas en \*\*EPSG:4326\*\*, se debe reproyectar antes de realizar la intersección.

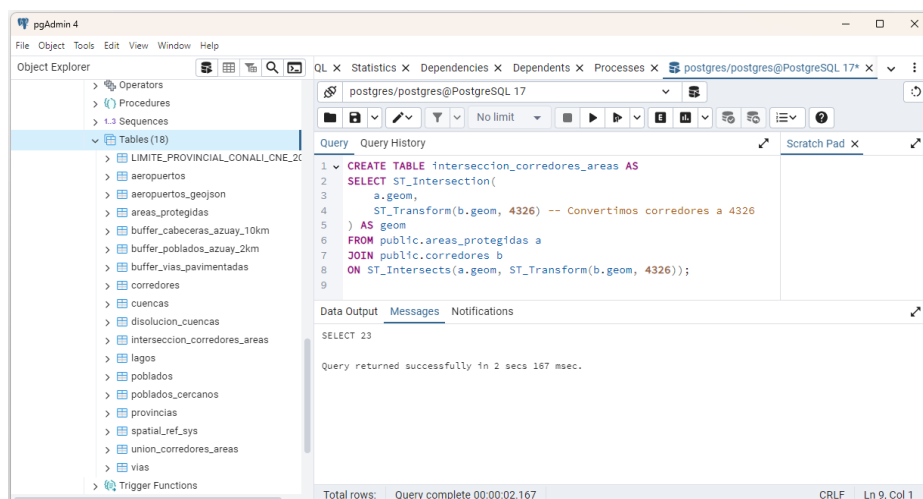
### Intersección en PostGIS

Para interceptar las áreas protegidas con los corredores de conectividad:

```
CREATE TABLE interseccion_corredores_areas AS
SELECT ST_Intersection(a.geom, ST_Transform(b.geom, 4326)) AS geom
FROM public.areas_protegidas a
JOIN public.corredores b
ON ST_Intersects(a.geom, ST_Transform(b.geom, 4326));
```

Se usa **ST\_Transform** para convertir los corredores de **\*\*EPSG:32717\*\*** a **\*\*EPSG:4326\*\***.

**Figura 13**  
Creación de intersecciones en pgAdmin 4



Nota. Pucha, F. (2025).

## Disolución de capas vectoriales

La disolución simplifica las geometrías combinando aquellas que comparten un atributo. En este caso, podemos disolver las cuencas hidrográficas según su nombre.

### Disolución en PostGIS

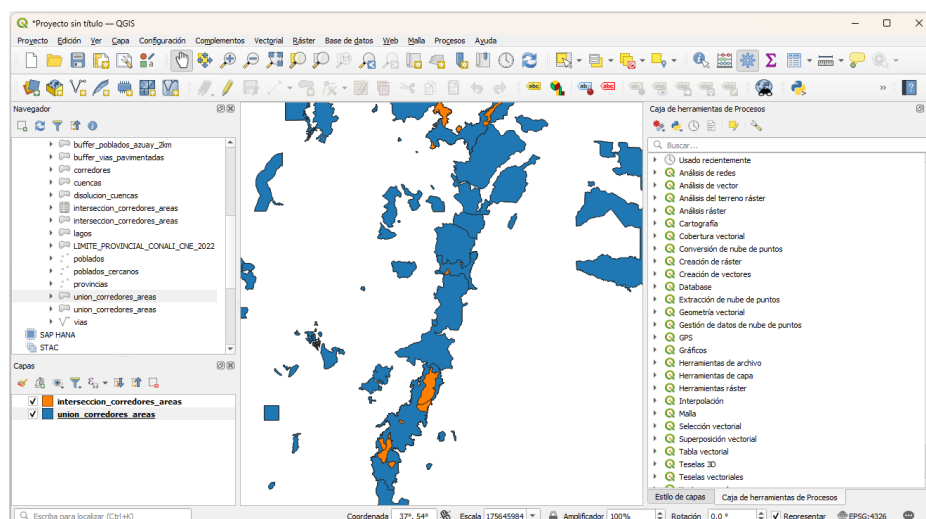
Las siguientes consultas muestran, primero, cómo disolver las cuencas hidrográficas según su nombre (**dhnom**), y luego la visualización de las zonas de intersección en QGIS.

```
CREATE TABLE disolucion_cuencas AS
SELECT dhnom, ST_Union(geom) AS geom_disuelto
FROM public.cuencas
GROUP BY dhnom;
```

Esto agrupará las cuencas hidrográficas bajo el mismo nombre en una sola geometría.



**Figura 14**  
Visualización de las zonas de intersección en QGIS



Nota. Pucha, F. (2025).

## Aplicaciones comunes

- **Unión espacial:** análisis de conectividad ecológica combinando corredores y áreas protegidas.
- **Intersección:** identificación de áreas protegidas dentro de límites provinciales.
- **Disolución:** agrupación de cuencas hidrográficas según su unidad de gestión.

Con estos procesos puede gestionar y analizar datos espaciales avanzados en PostGIS.

## Análisis de proximidad y cálculo de áreas

### ¿Qué es el análisis de proximidad?

El análisis de proximidad permite identificar y evaluar la relación espacial entre diferentes elementos geográficos. Se utiliza para determinar distancias, identificar objetos cercanos a una ubicación específica o calcular zonas de influencia. Este tipo de análisis es esencial en aplicaciones como la planificación de infraestructuras, gestión de emergencias o estudios de accesibilidad.

### Funciones para el análisis de proximidad

- **ST\_Distance:** calcula la distancia entre dos geometrías.
- **ST\_DWithin:** verifica si dos geometrías están a una distancia máxima definida.
- **ST\_Buffer:** crea una zona de influencia alrededor de una geometría.

### Ejemplo en PostGIS:

En la consulta a continuación se ilustra el proceso para identificar los poblados situados a menos de 2 kilómetros de una vía pavimentada.

```
SELECT p.id, p.nombre, v.tipo
FROM poblados p, vias v
WHERE v.tipo = 'Pavimentada'
AND ST_DWithin(p.geom, v.geom, 2000);
```



## Crear una capa de poblados cercanos en PostGIS:

En la consulta de abajo se muestra cómo crear una nueva capa en QGIS para visualizar los poblados que cumplen con la condición.

```
CREATE TABLE poblados_cercanos AS
SELECT p.id, p.nombre, p.geom
FROM poblados p, vias v
WHERE v.tipo = 'Pavimentada'
AND ST_DWithin(p.geom, v.geom, 2000);
```

## Ejemplo en QGIS:

1. Cargue las capas de **poblados** y **vías** en el proyecto.
2. Utilice la herramienta "Buffer" para crear una zona de influencia de 2 kilómetros alrededor de las vías pavimentadas.
3. Use la herramienta "Seleccionar por ubicación" para identificar los poblados dentro de los buffers generados.
4. Cargue la capa **poblados\_cercanos** generada en PostGIS para visualizar los resultados.

## ¿Qué es el cálculo de áreas?

El cálculo de áreas permite medir la superficie de entidades geográficas como polígonos. Este análisis es importante para evaluar zonas protegidas, áreas agrícolas o límites administrativos.

## Funciones para el cálculo de áreas

- **ST\_Area:** calcula el área de una geometría de tipo polígono.
- **ST\_Transform:** transforma una geometría a un sistema de referencia espacial adecuado para obtener medidas precisas.

## Ejemplo en PostGIS:

A continuación se detalla el proceso para calcular el área de las áreas protegidas en hectáreas.

```
SELECT nombre, ST_Area(ST_Transform(geom, 32717)) / 10000 AS area_ha
FROM areas_protegidas;
```

La función **ST\_Transform** convierte las geometrías al sistema de referencia EPSG: 32717 (UTM), que permite obtener medidas precisas en metros cuadrados.



## Ejemplo en QGIS:

1. Cargue la capa `areas_protegidas` en el proyecto.
2. Acceda a la herramienta "Calculadora de campos".
3. Cree un nuevo campo y utilice la función `$area` para calcular la superficie en la unidad del sistema de referencia actual.
4. Si necesita convertir las áreas a otra unidad, puede aplicar un factor de conversión (por ejemplo, dividir por 10,000 para obtener hectáreas).

## Aplicaciones comunes

- **Análisis de proximidad:** evaluar la accesibilidad a servicios como hospitales, escuelas o transporte público.
- **Cálculo de áreas:** determinar la superficie de zonas de conservación o evaluar el uso del suelo.

### Ejemplo práctico



Suponga que trabaja en un estudio de impacto ambiental. Necesita identificar los poblados situados a menos de 5 kilómetros de una vía pavimentada y calcular el área total de las áreas protegidas afectadas. Utilizando un análisis de proximidad en QGIS, puede generar un buffer alrededor de la vía y seleccionar los poblados dentro de esa zona. Luego, calcule el área de las áreas protegidas interceptadas para presentar los resultados en un informe.

## Lecturas

- Olaya, V. (2020). *Sistemas de Información Geográfica*. Bubok Publishing.
- QGIS. (2025). [Sitio oficial de QGIS](#).

# Semana 5

## Unidad 5. Consultas espaciales avanzadas

### Consultas con operadores espaciales: intersección, distancia y contención

#### Operadores espaciales en PostGIS



Los operadores espaciales permiten realizar consultas avanzadas sobre datos geográficos en una base de datos espacial. Estos operadores incluyen funciones como la intersección, la medición de distancias entre geometrías y la verificación de contención espacial. PostGIS proporciona una amplia gama de operadores y funciones que hacen posible este tipo de análisis.

## Operador de intersección

El operador de intersección identifica las áreas donde dos geometrías se solapan. Es útil para determinar qué objetos geográficos comparten un espacio común.

### Ejemplo en PostGIS:

En la consulta se muestra el procedimiento para identificar las vías que interceptan con las áreas protegidas.

```
SELECT v.id, v.tipo, a.nam  
FROM vias v, areas_protegidas a  
WHERE ST_Intersects(v.geom, a.geom);
```

La función `ST_Intersects` devuelve los registros donde las geometrías de ambas capas se superponen.

### Ejemplo en QGIS:

1. Cargue las capas `vias` y `areas_protegidas` en el proyecto.
2. Acceda a "Procesos" > "Caja de herramientas" > "Intersección".
3. Seleccione ambas capas y ejecute el proceso para generar una nueva capa con las geometrías resultantes.

## Operador de distancia

El operador de distancia calcula la separación entre dos geometrías. Esto permite identificar objetos cercanos a una ubicación o dentro de un rango definido.

### Ejemplo en PostGIS:

La consulta de abajo ilustra el proceso para calcular la distancia de cada poblado a la vía pavimentada más cercana.

```
SELECT p.id, p.nombre, v.tipo, ST_Distance(p.geom, v.geom) AS distancia  
FROM poblados p, vias v  
WHERE v.tipo = 'Pavimentada'  
ORDER BY distancia;
```

La función `ST_Distance` calcula la distancia entre cada poblado y la vía más cercana.

### Uso en consultas de proximidad:

Revise a continuación el proceso para identificar los poblados ubicados a menos de 3 kilómetros de una vía pavimentada en Manabí.



```
SELECT p.id, p.nombre, p.provincia, v.tipo
FROM poblados p, vias v
WHERE v.tipo = 'Pavimentada'
AND ST_DWithin(p.geom, v.geom, 3000)
AND p.provincia = 'MANABI';
```

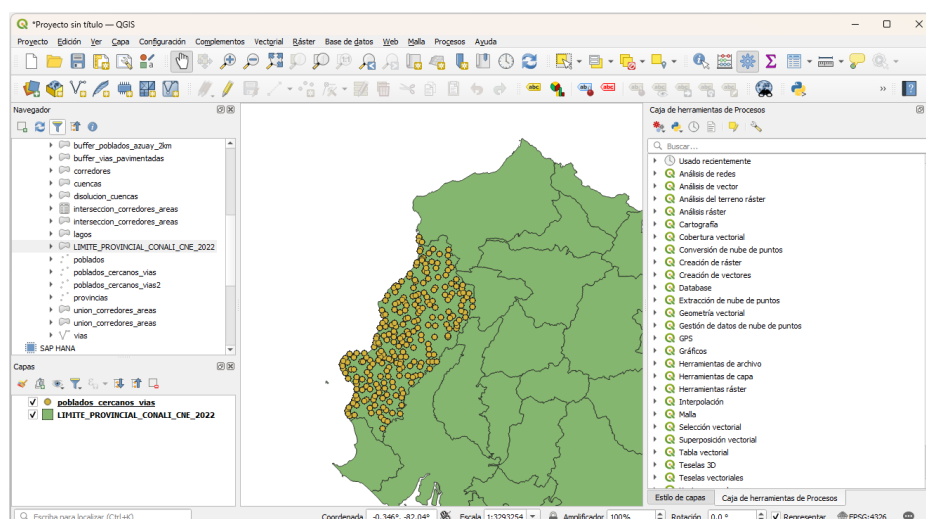
### Crear una capa con poblados cercanos:

A continuación se muestra cómo generar una nueva capa en la base de datos para visualizar los resultados en QGIS. En la figura posterior se muestra la visualización de operadores espaciales en QGIS

```
CREATE TABLE poblados_cercanos_vias AS
SELECT p.id, p.nombre, p.provincia, p.geom
FROM poblados p, vias v
WHERE v.tipo = 'Pavimentada'
AND ST_Dwithin(p.geom, v.geom, 3000)
AND p.provincia = 'MANABI';
```

**Figura 15**

*Visualización de operadores espaciales en QGIS*



Nota. Pucha, F. (2025).

### Operador de contención

El operador de contención verifica si una geometría está completamente dentro de otra. Es útil para analizar si ciertas entidades, como edificios o parcelas, se encuentran dentro de límites específicos.

### Ejemplo en PostGIS:

Consulta para identificar los poblados que se encuentran completamente dentro de un área protegida.

```
SELECT p.id, p.nombre, a.nam AS area_protegida
FROM poblados p, areas_protegidas a
WHERE ST_Contains(a.geom, p.geom);
```



La función `ST_Contains` selecciona los registros donde la geometría de los poblados está completamente contenida dentro de un área protegida.

### Ejemplo en QGIS:

1. Seleccione la herramienta “Seleccionar por ubicación”.
2. Defina las capas de origen (`areas_protegidas`) y destino (`poblados`), eligiendo la opción “contiene”.
3. Ejecute la consulta para seleccionar los poblados contenidos dentro de un área protegida.

### Aplicaciones de los operadores espaciales

- **Intersección:** identificar qué vías atraviesan áreas protegidas.
- **Distancia:** evaluar la proximidad de poblados a carreteras o servicios esenciales.
- **Contención:** verificar si ciertos poblados están dentro de límites protegidos o administrativos.

#### Ejemplo práctico



Imagine que trabaja en un estudio de infraestructura vial y necesita identificar los poblados dentro de áreas protegidas, así como aquellos ubicados a menos de 3 kilómetros de una vía pavimentada. Utilizando los operadores espaciales en PostGIS, puede realizar las consultas y visualizar los resultados en QGIS.

## Optimización de consultas SQL en PostGIS

### ¿Por qué es importante optimizar consultas SQL espaciales?

Las consultas espaciales pueden ser complejas y consumir muchos recursos, especialmente cuando se trabaja con grandes volúmenes de datos geográficos. Optimizar estas consultas permite mejorar el rendimiento, reducir el tiempo de ejecución y minimizar el uso de recursos del servidor.

#### 1. Utilización de índices espaciales

Los índices espaciales aceleran las operaciones de búsqueda en datos geográficos, como intersecciones o cálculos de proximidad. En PostGIS, se utiliza el tipo de índice **GiST (Generalized Search Tree)** para optimizar las consultas sobre columnas de geometría.

#### Creación de un índice espacial:

Le invito a revisar cómo crear un índice espacial.

```
CREATE INDEX idx_geom_municipios ON municipios USING GIST (geom);
```

Después de crear el índice, las consultas que utilizan funciones como `ST_Intersects` o `ST_DWithin` se ejecutan más rápido.

### Consulta optimizada:

Observe cómo realizar una consulta optimizada con el uso de índices espaciales.

```
SELECT nombre  
FROM municipios  
WHERE ST_Intersects(geom, ST_GeomFromText('POLYGON((30 10, 40 40, 20 40, 10 20, 30 10))', 4326));
```

## 2. Reducción de la cantidad de datos procesados

Limitar los datos procesados en una consulta puede mejorar significativamente el rendimiento. Algunas estrategias incluyen:

- **Filtrar por atributos:** añada condiciones basadas en campos no espaciales para reducir el número de registros.
- **Seleccionar solo los campos necesarios:** evita seleccionar todos los campos (\*).

### Consulta optimizada:

Revise cómo realizar una consulta optimizada mediante la reducción de datos procesados.

```
SELECT id, nombre  
FROM carreteras  
WHERE tipo = 'principal'  
AND ST_DWithin(geom, ST_GeomFromText('POINT(30 10)', 4326), 5000);
```

## 3. Uso de funciones específicas en lugar de cálculos complejos

Algunas funciones espaciales están optimizadas para ciertas operaciones. Por ejemplo, es más eficiente utilizar `ST_DWithin` que calcular manualmente la distancia con `ST_Distance` y luego aplicar un filtro.

### Consulta eficiente con ST\_DWithin:

Le invito a revisar cómo realizar una consulta con `ST_DWithin`.

```
SELECT nombre  
FROM hospitales  
WHERE ST_DWithin(geom, ST_GeomFromText('POINT(30 10)', 4326), 10000);
```

Este enfoque evita que se evalúe la distancia para todas las combinaciones posibles, mejorando el rendimiento.

#### 4. Simplificación de geometrías

Las geometrías complejas pueden ralentizar las consultas. La función `ST_Simplify` reduce la cantidad de vértices en una geometría, lo que mejora la eficiencia en operaciones de visualización y análisis.

##### Ejemplo de simplificación:

A continuación, revise un ejemplo de simplificación.

```
SELECT nombre, ST_Simplify(geom, 0.01) AS geom_simplificado  
FROM zonas_protegidas;
```

La distancia de tolerancia (0.01 en este ejemplo) controla el nivel de simplificación.

#### 5. Optimización mediante planificación de consultas

PostgreSQL permite examinar el plan de ejecución de una consulta con el comando `EXPLAIN`. Esto proporciona detalles sobre cómo se procesan los datos y permite identificar cuellos de botella.

##### Ejemplo de uso de EXPLAIN:

Observe a continuación en donde se detalla un ejemplo de uso de EXPLAIN.

```
EXPLAIN SELECT nombre FROM municipios  
WHERE ST_Intersects(geom, ST_GeomFromText('POLYGON((30 10, 40 40, 20 40, 10 20, 30 10))', 4326));
```

El resultado muestra el costo estimado de cada paso en el plan de ejecución, ayudando a ajustar la consulta para mejorar su rendimiento.

#### 6. Evitar operaciones redundantes

Cuando una consulta incluye múltiples operaciones espaciales, es importante evitar cálculos repetidos. Utiliza alias o subconsultas para reutilizar resultados intermedios.



### Consulta optimizada con subconsulta:

Revise el código para realizar una consulta optimizada con subconsulta.

```
WITH buffer_zona AS (  
    SELECT ST_Buffer(geom, 1000) AS geom_buffer  
    FROM zonas_protegidas  
)  
SELECT nombre  
FROM municipios  
WHERE ST_Intersects(geom, (SELECT geom_buffer FROM buffer_zona));
```

### Aplicaciones prácticas

- **Optimización de análisis espaciales a gran escala:** evaluación de riesgos en extensas áreas geográficas.
- **Mejora del rendimiento en aplicaciones web:** que utilizan servicios SIG.
- **Reducción de tiempos de respuesta:** en la generación de informes basados en consultas espaciales.

## Visualización de resultados en QGIS

### Importancia de la visualización de resultados

La visualización de resultados en un Sistema de Información Geográfica (SIG) como QGIS permite interpretar y analizar datos espaciales de forma gráfica. Los resultados de consultas SQL espaciales, como intersecciones, proximidades o áreas afectadas, pueden mostrarse mediante mapas interactivos que facilitan la toma de decisiones.

### Paso 1. Conexión a la base de datos PostGIS

1. Abra QGIS y vaya a "Bases de datos" > "Administrar conexiones".
2. Seleccione "PostGIS" y haga clic en "Nueva conexión".
3. Proporcione los detalles de conexión (host, base de datos, usuario y contraseña) y guarde la configuración.
4. Haga clic en "Conectar" y seleccione las tablas o vistas que desea cargar.
5. Una vez cargada la capa, puede explorar sus atributos y geometrías directamente en el lienzo de QGIS.

### Paso 2. Aplicación de simbología a los resultados

La simbología permite resaltar patrones o categorías dentro de los resultados de la consulta espacial.

### *Configurar simbología en QGIS:*

1. Haga clic derecho sobre la capa en el panel de capas y selecciona "Propiedades".
2. Vaya a la pestaña "Simbología".
3. Seleccione un tipo de simbología, como "Categorías" o "Graduado".
4. Defina el campo que desees usar para clasificar los datos, como "tipo de terreno" o "distancia".
5. Haga clic en "Aplicar" para visualizar los cambios.

### **Paso 3. Etiquetado de elementos**

El etiquetado agrega texto descriptivo a los elementos del mapa, lo que facilita su identificación.

### *Configurar etiquetas en QGIS:*

1. Haga clic derecho sobre la capa y seleccione "Propiedades".
2. Vaya a la pestaña "Etiquetas" y seleccione "Mostrar etiquetas para esta capa".
3. Elija el campo que desea mostrar como etiqueta (por ejemplo, "nombre").
4. Configure el estilo, tamaño y color de las etiquetas.
5. Haga clic en "Aplicar" para visualizar las etiquetas en el mapa.

### **Paso 4. Uso de estilos avanzados**

QGIS permite crear estilos avanzados, como símbolos basados en reglas o mapas de calor, para mejorar la visualización.

### *Crear un mapa de calor:*

1. Seleccione la capa de puntos en el panel de capas.
2. Acceda a "Propiedades" > "Simbología".
3. Cambie el tipo de simbología a "Mapa de calor".
4. Ajuste los parámetros de intensidad y el radio para definir la visualización.
5. Haga clic en "Aplicar" para generar el mapa de calor.

### **Paso 5. Exportación de mapas**

Una vez que los resultados están visualizados, puedes exportar el mapa como imagen, PDF o proyecto web.

### *Exportar a imagen o PDF:*

1. Vaya a "Proyecto" > "Imprimir diseño".
2. Configure el diseño del mapa, incluyendo el título, leyenda y escala gráfica.
3. Haga clic en "Exportar" y seleccione el formato deseado.



Exportar a proyecto web:

1. QGIS ofrece plugins como "QGIS2Web" para generar mapas interactivos en formato web.
2. Este enfoque es útil para compartir resultados con usuarios que no utilizan software SIG.

### Aplicaciones comunes de la visualización

- **Evaluación de proyectos:** visualizar zonas de impacto ambiental o infraestructura planificada.
- **Análisis de riesgos:** identificar áreas vulnerables a inundaciones o terremotos.
- **Planificación urbana:** analizar la distribución de servicios públicos y recursos.

### Lecturas

- Olaya, V. (2020). *Sistemas de Información Geográfica*. Bubok Publishing.
- QGIS. (s.f.). [Sitio oficial de QGIS](#).

## Semana 6

---

### Unidad 6. Uso de IA en análisis geoespacial

#### Generación y optimización automática de consultas espaciales

##### ¿Cómo puede la IA ayudar en el análisis geoespacial?

Los modelos de inteligencia artificial como ChatGPT, Claude, Gemini o DeepSeek pueden generar, optimizar y depurar consultas SQL espaciales de manera rápida. Esto permite a los analistas reducir el tiempo de desarrollo y mejorar el rendimiento de sus consultas al recibir sugerencias optimizadas basadas en patrones comunes.

#### Ejemplos de prompts para generación de consultas SQL espaciales

##### 1. Consultas básicas de selección

A continuación se muestra el prompt para generar una consulta SQL en PostGIS y la respuesta esperada, le invito a revisarlas.

Prompt:

“Genera una consulta SQL en PostGIS que seleccione los nombres de los municipios que están a menos de 10 kilómetros de un punto con coordenadas (30, 10).”

```
SELECT nombre  
FROM municipios  
WHERE ST_DWithin(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(30, 10), 4326), 10000);
```

## 2. Creación de un índice espacial

A continuación, se exhibe el prompt empleado para generar un código SQL de índice espacial, así como la respuesta obtenida. Le animo a revisarlas con atención.

Prompt:

“Genera el código SQL para crear un índice espacial en la columna geom de una tabla llamada carreteras en PostGIS.”

Respuesta esperada:

```
CREATE INDEX idx_geom_carreteras ON carreteras USING GIST (geom);
```

## 3. Optimización de consultas con índices

Observe cómo formular un prompt adecuado y obtener el código necesario para optimizar una consulta.

Prompt:

“Optimiza una consulta que selecciona todas las intersecciones entre dos capas llamadas rios y zonas\_protegidas.”

Respuesta esperada:

```
SELECT r.nombre, z.nombre  
FROM rios r  
JOIN zonas_protegidas z ON ST_Intersects(r.geom, z.geom);
```

Explicación: La consulta utiliza un JOIN para mejorar la eficiencia, asumiendo que ambas tablas tienen índices espaciales.

## 4. Simplificación de geometrías

Se muestran ejemplos de cómo generar un prompt para la simplificación de geometrías, junto con el código esperado como resultado.

Prompt:

“Escribe una consulta que simplifique las geometrías de una tabla de polígonos llamada parques, usando una tolerancia de 0.01.”

Respuesta esperada:

```
SELECT id, nombre, ST_Simplify(geom, 0.01) AS geom_simplificado
FROM parques;
```

## 5. Generación automática de buffers

Para una mejor comprensión, le recomiendo revisar cómo crear un prompt para la generación de buffers y el resultado esperado.

Prompt:

“Genera una consulta que cree un buffer de 500 metros alrededor de todas las carreteras y devuelva los resultados en una nueva tabla llamada carreteras\_buffer.”

Respuesta esperada:

```
CREATE TABLE carreteras_buffer AS
SELECT id, nombre, ST_Buffer(geom, 500) AS geom_buffer
FROM carreteras;
```

## 6. Verificación del sistema de referencia espacial (CRS)

A continuación, encontrará ejemplos que muestran el prompt necesario para la verificación del sistema de referencia espacial, junto con el código correspondiente.

Prompt:

“Genera una consulta para verificar el sistema de referencia espacial (SRID) de la tabla zonas\_protegidas.”

Respuesta esperada:

```
SELECT ST_SRID(geom) AS srid FROM zonas_protegidas LIMIT 1;
```

## Consejos para optimizar consultas mediante IA

- **Proporciona detalles claros en los prompts**, como los nombres de tablas, campos y criterios de filtrado.
- **Solicita explicaciones** de las consultas generadas para mejorar la comprensión del código.
- **Repite el proceso** para iterar sobre consultas más complejas o mejorar el rendimiento.

## Aplicaciones prácticas

- **Generación rápida de consultas:** ahorra tiempo al crear consultas SQL complejas sin necesidad de escribirlas desde cero.
- **Depuración automática:** solicita a la IA que revise una consulta para identificar posibles errores o mejorar el rendimiento.
- **Aprendizaje asistido:** utiliza los ejemplos generados para aprender nuevas funciones espaciales y técnicas avanzadas en PostGIS.

## Introducción a servicios web geoespaciales (WMS, WFS, WCS)

### ¿Qué son los servicios web geoespaciales?

Los servicios web geoespaciales son protocolos estandarizados que permiten compartir y acceder a datos espaciales a través de internet. Estos servicios, definidos por el Open Geospatial Consortium (OGC), facilitan la interoperabilidad entre diferentes sistemas y aplicaciones GIS, permitiendo que los usuarios accedan a información geográfica desde cualquier lugar y dispositivo conectado a la red.

### Web Map Service (WMS)

El WMS es un servicio que proporciona mapas como imágenes estáticas (PNG, JPEG, GIF) generadas dinámicamente desde datos geoespaciales. Es ideal para visualización de mapas base y capas temáticas sin necesidad de descargar los datos originales.

### Características principales del WMS:

- **Visualización únicamente:** Permite ver mapas pero no editar o descargar los datos vectoriales.
- **Imágenes renderizadas:** Los mapas se generan como imágenes en tiempo real según los parámetros solicitados.
- **Parámetros de solicitud:** Permite especificar área de interés, sistema de coordenadas, capas visibles y estilo de representación.
- **Escalabilidad:** Eficiente para servir mapas a múltiples usuarios simultáneamente.

### Usos típicos del WMS:

- Mapas base para aplicaciones web.

- Capas de contexto en visorines cartográficos.
- Overlays temáticos en aplicaciones móviles.
- Integración de datos externos en proyectos QGIS.

## Web Feature Service (WFS)

El WFS permite acceder a datos vectoriales y sus atributos, ofreciendo capacidades de consulta, descarga y, en algunos casos, edición de features geográficas. A diferencia del WMS, el WFS proporciona acceso directo a la geometría y atributos de los datos.

### Tipos de WFS:

- **WFS Básico (Basic):** Solo permite consultas y descarga de datos (GetFeature).
- **WFS Transaccional (WFS-T):** Permite operaciones de inserción, actualización y eliminación de features.
- **WFS con filtros:** Soporta consultas complejas usando filtros espaciales y de atributos.

### Operaciones principales del WFS:

- **GetCapabilities:** Obtiene información sobre las capacidades del servicio y capas disponibles.
- **DescribeFeatureType:** Describe la estructura de los datos (esquema de atributos).
- **GetFeature:** Descarga features con filtros espaciales y de atributos.
- **Transaction:** Permite modificar datos (insertar, actualizar, eliminar).

## Web Coverage Service (WCS)

El WCS proporciona acceso a datos raster o de cobertura, permitiendo descargar los valores originales de los píxeles junto con metadatos espaciales y temporales. Es fundamental para análisis cuantitativos que requieren acceso a los datos originales.

### Características del WCS:

- **Datos originales:** Proporciona acceso a los valores reales de los píxeles, no solo imágenes renderizadas.
- **Subsetting espacial:** Permite descargar porciones específicas de las coberturas.
- **Múltiples formatos:** Soporta diversos formatos de salida como GeoTIFF, NetCDF, HDF.
- **Metadatos ricos:** Incluye información sobre sistemas de coordenadas, resolución temporal y espacial.

### Aplicaciones del WCS:

- Descarga de imágenes satelitales para análisis.
- Acceso a modelos de elevación digital (DEM).
- Datos climáticos y meteorológicos.



- Series temporales de coberturas ambientales.

**Tabla 3**  
*Comparativa de servicios OGC*

Aspecto	WMS	WFS	WCS
Tipo de datos	Imágenes de mapas	Datos vectoriales	Datos raster/ cobertura
Formato de salida	PNG, JPEG, GIF	GML, JSON, Shapefile	GeoTIFF, NetCDF, HDF
Capacidad de edición	No	Sí (WFS-T)	No
Uso principal	Visualización	Análisis y edición	Análisis cuantitativo

Nota. Pucha, F. (2025).

### Ventajas de los servicios web geoespaciales

- **Interoperabilidad:** Estándares abiertos que funcionan con cualquier software compatible con OGC.
- **Centralización:** Los datos se mantienen en un servidor central, evitando duplicaciones.
- **Actualización automática:** Los cambios en los datos se reflejan inmediatamente en todas las aplicaciones cliente.
- **Reducción de ancho de banda:** Solo se transfiere la información necesaria según la consulta.
- **Control de acceso:** Permite implementar políticas de seguridad y restricciones de uso.
- **Escalabilidad:** Puede servir a múltiples usuarios y aplicaciones simultáneamente.

## Fundamentos de GeoServer para publicación de datos espaciales

### ¿Qué es GeoServer?

GeoServer es un servidor de código abierto escrito en Java que permite compartir, procesar y editar datos geoespaciales. Diseñado para la interoperabilidad, está basado en estándares abiertos del Open Geospatial Consortium (OGC) y proporciona una plataforma robusta para publicar datos espaciales como servicios web estándar (WMS, WFS, WCS).





## Características principales de GeoServer

- **Estándares OGC:** Implementa completamente los estándares WMS, WFS, WCS, WPS y CSW.
- **Múltiples fuentes de datos:** Soporta bases de datos espaciales (PostGIS, Oracle Spatial), archivos (Shapefile, GeoTIFF), y servicios remotos.
- **Interfaz web administrativa:** Proporciona una interfaz gráfica intuitiva para configuración y administración.
- **Escalabilidad:** Puede manejar desde proyectos pequeños hasta implementaciones empresariales de gran escala.
- **Extensibilidad:** Arquitectura de plugins que permite añadir funcionalidades específicas.
- **Seguridad integrada:** Control de acceso granular a datos y servicios.

## Arquitectura de GeoServer

GeoServer utiliza una arquitectura modular que facilita su configuración y mantenimiento:

### Componentes principales:

- **Workspace (Espacio de trabajo):** Contenedor organizacional que agrupa stores y layers relacionados.
- **Store (Almacén):** Conexión a una fuente de datos específica (base de datos, archivo, servicio remoto).
- **Layer (Capa):** Representación publicable de los datos de un store con estilos y metadatos asociados.
- **Style (Estilo):** Define la simbología usando Styled Layer Descriptor (SLD) o CSS.
- **Layer Group (Grupo de capas):** Agrupa múltiples capas para publicarlas como una unidad.

## Instalación y configuración inicial

GeoServer puede instalarse de varias formas según las necesidades del proyecto:

### Métodos de instalación:

- **Instalador independiente:**
  - Descargar el archivo ejecutable desde [geoserver.org](http://geoserver.org).
  - Ejecutar el instalador y seguir las instrucciones
  - Acceder a la interfaz web en <http://localhost:8080/geoserver>.
- **WAR para Tomcat:**
  - Descargar el archivo WAR

- Deployar en un servidor Tomcat existente
- Configurar el directorio de datos GEOSERVER DATA DIR

- **Docker:**

- Utilizar imágenes oficiales de Docker Hub.
- Configurar volúmenes para persistencia de datos.
- Ejecutar: `docker run -d -p 8080:8080 kartoza/geoserver`.

## Configuración inicial:

- **Acceso inicial:** Usuario: admin, Contraseña: geoserver (cambiar inmediatamente).
- **Configuración global:** Establecer información de contacto, logos y configuraciones de proxy.
- **Configuración de seguridad:** Cambiar credenciales por defecto y configurar roles de usuario.

## Creación de Workspaces y Stores

La organización de datos en GeoServer comienza con la creación de workspaces y la configuración de stores para conectar a las fuentes de datos.

### Creación de un Workspace:

- Navegar a "Workspaces" en el panel izquierdo.
- Hacer clic en "Add new workspace".
- Completar los campos:
  - **Name:** Identificador único (ej: "mi\_proyecto").
  - **Namespace URI:** URI único para el namespace (ej: "http://miorganizacion.com/mi\_proyecto").
- Marcar como "Default Workspace" si es necesario.
- Guardar la configuración.

### Configuración de un Store PostGIS:

- Navegar a "Stores" y seleccionar "Add new Store".
- Elegir "PostGIS - PostGIS Database" de la lista de stores vectoriales.
- Configurar los parámetros de conexión:
  - **Workspace:** Seleccionar el workspace creado anteriormente.
  - **Data Source Name:** Nombre descriptivo para el store.
  - **Host:** Dirección IP o nombre del servidor PostgreSQL.
  - **Port:** Puerto de conexión (por defecto 5432).
  - **Database:** Nombre de la base de datos.



- **Schema:** Esquema de la base de datos (por defecto "public").
- **User/Password:** Credenciales de acceso.

- Probar la conexión antes de guardar.

## Publicación de capas

Una vez configurados los stores, el siguiente paso es publicar las capas individuales que estarán disponibles como servicios web.

### Publicar una capa desde PostGIS:

- Desde el panel del store, aparecerá una lista de tablas disponibles.
- Hacer clic en "Publish" junto a la tabla deseada.
- Configurar la información de la capa:
  - **Name:** Nombre de la capa (generalmente automático).
  - **Title:** Título descriptivo para la capa.
  - **Abstract:** Descripción detallada del contenido.
  - **Keywords:** Palabras clave para facilitar búsquedas.
- Configurar el sistema de coordenadas:
  - **Native SRS:** Sistema de referencia espacial nativo de los datos.
  - **Declared SRS:** Sistema de referencia declarado (puede ser diferente).
  - **SRS handling:** Cómo manejar transformaciones de coordenadas.
- Definir Bounding Boxes:
  - **Native Bounding Box:** Calcular desde los datos.
  - **Lat/Lon Bounding Box:** Convertir a coordenadas geográficas.

## Configuración de estilos básicos

Los estilos en GeoServer determinan cómo se visualizan las capas y se definen usando Styled Layer Descriptor (SLD) o CSS.

### Crear un estilo básico:

- Navegar a "Styles" en el panel izquierdo.
- Hacer clic en "Add a new style".
- Completar la información básica:
  - **Name:** Nombre único para el estilo.
  - **Workspace:** Asociar con un workspace específico.
  - **Format:** Elegir SLD o CSS.



- Definir la simbología en el editor:
  - Para polígonos: color de relleno, color de borde, grosor de línea.
  - Para líneas: color, grosor, tipo de línea.
  - Para puntos: símbolo, tamaño, color.
  - "Validate" para verificar la sintaxis.
- Aplicar el estilo a la capa en la pestaña "Publishing" de la configuración de la capa.

### Verificación de servicios web

Una vez publicadas las capas, es importante verificar que los servicios web estén funcionando correctamente.

#### Probar los servicios:

- **WMS GetCapabilities:**  
<http://localhost:8080/geoserver/ows?service=WMS&version=1.3.0&request=GetCapabilities>
- **WFS GetCapabilities:**  
<http://localhost:8080/geoserver/ows?service=WFS&version=2.0.0&request=GetCapabilities>
- **Vista previa de capas:** Utilizar "Layer Preview" para verificar la visualización.
- **Consumir en QGIS:** Añadir las capas como servicios WMS/WFS para probar la conectividad.

### Lecturas

- Olaya, V. (2020). *Sistemas de Información Geográfica*. Bubok Publishing.
- QGIS. (2025). [Sitio oficial de QGIS](#).

## Semana 7

---

### Unidad 7. Integración de aplicaciones SIG y bases de datos geoespaciales

#### Generación de mapas consolidados en QGIS

##### ¿Qué es un mapa consolidado?

Un mapa consolidado es una representación gráfica final que integra todas las capas de información relevante para un proyecto. Este tipo de mapa está diseñado para



informes, presentaciones o publicaciones y debe ser claro, preciso y visualmente atractivo. Su correcta elaboración permite una comunicación efectiva de datos espaciales y facilita la toma de decisiones en diversos ámbitos como la planificación territorial, la gestión ambiental y la infraestructura.

## **Validación de capas y datos integrados**

Antes de generar un mapa consolidado, es fundamental asegurarse de que las capas y los datos estén correctamente integrados y estructurados. Esto incluye la validación de la precisión geométrica, la consistencia de los atributos y la correcta asignación de sistemas de referencia espacial (CRS), garantizando que todas las capas trabajen en un mismo marco geográfico.

### **Pasos para la validación:**

#### **• Verificación del sistema de referencia espacial (CRS)**

- Seleccione cada capa en el panel de capas.
- Haga clic derecho en la capa, seleccione "Propiedades" y vaya a la pestaña "Fuente".
- Asegúrese de que todas las capas utilicen el mismo CRS (por ejemplo, EPSG: 4326 para coordenadas geográficas o UTM para coordenadas proyectadas).

#### **• Corrección de geometrías**

- Acceda a "Procesos" > "Caja de herramientas" > "Reparar geometrías".
- Seleccione la capa que desea corregir y ejecute el proceso para eliminar errores topológicos o vértices mal definidos.

#### **• Validación de atributos**

- Abra la tabla de atributos de cada capa y revise su contenido.
- Verifique que los campos necesarios estén completos y que no haya valores nulos o inconsistencias en los datos.
- Si es necesario, use la calculadora de campos para corregir valores erróneos.

## **Creación de mapas temáticos para el informe final**

Los mapas temáticos permiten representar la información de manera visualmente efectiva mediante simbología diferenciada, colores y etiquetas personalizadas. Estos mapas pueden destacar patrones espaciales y ayudar a interpretar los datos de manera más clara.

### **Pasos para crear un mapa temático:**

#### **• Aplicar simbología**

- Haga clic derecho sobre la capa en el panel de capas y seleccione "Propiedades".

- Vaya a la pestaña “Simbología” y elija un tipo, como “Categorías” o “Graduado”.
- Seleccione el campo que desea representar (por ejemplo, “tipo de suelo” o “uso del suelo”).
- Configure los colores o estilos de acuerdo con las necesidades del mapa y haz clic en “Aplicar”.

#### • **Añadir etiquetas**

- Vaya a la pestaña “Etiquetas” en las propiedades de la capa.
- Seleccione “Mostrar etiquetas para esta capa” y elija el campo de texto que desea mostrar (por ejemplo, “nombre de la zona”).
- Personalice el estilo, tamaño y color de las etiquetas para mejorar su visibilidad.

#### • **Agregar elementos de mapa**

- Abra el “Imprimir diseño” desde el menú “Proyecto”.
- Añada elementos como título, leyenda, barra de escala, norte y otros elementos de contexto.

### **Exportación de mapas en formatos de presentación (PDF o imágenes)**

Una vez que el mapa está finalizado, es importante exportarlo en un formato adecuado para su uso en informes, presentaciones o publicaciones científicas. QGIS ofrece varias opciones de exportación que permiten compartir la información de manera efectiva.

#### **Pasos para la exportación:**

##### • **Acceder al “Imprimir diseño”**

- Desde el menú “Proyecto”, seleccione “Imprimir diseño”.
- Configure el tamaño del lienzo (por ejemplo, A4, A3 o tamaño personalizado).

##### • **Configurar los elementos del diseño**

- Añada el mapa desde la opción “Añadir mapa” y ajuste su escala y posición.
- Inserte la leyenda, la barra de escala y el norte para mejorar la interpretación del mapa.
- Personalice la disposición de los elementos, incluyendo títulos y descripciones si es necesario.

##### • **Exportar el mapa**

- Haga clic en “Exportar a PDF” o “Exportar a imagen” (PNG, JPEG, TIFF, entre otros).
- Seleccione la ubicación donde desea guardar el archivo.



- Configura la resolución de salida (se recomienda 300 dpi para impresión de alta calidad).
- Haga clic en "Guardar" para completar el proceso.



## Aplicaciones prácticas

- **Informes técnicos:** generar mapas detallados para documentar proyectos de investigación, estudios ambientales o evaluación de impacto.
- **Presentaciones:** crear mapas visualmente atractivos para exposiciones académicas, reuniones empresariales o divulgación científica.
- **Publicaciones:** exportar mapas para incluirlos en artículos, revistas científicas, libros o reportes gubernamentales.
- **Planificación territorial:** facilitar la toma de decisiones en urbanismo, conservación ambiental y desarrollo de infraestructuras.



Siguiendo estos pasos, es posible generar mapas consolidados de alta calidad que representen la información geoespacial de manera clara, precisa y profesional.

## Publicación de capas desde PostGIS en GeoPortales

### ¿Qué son los geoportales?

Los geoportales son plataformas web que proporcionan acceso centralizado a recursos de información geoespacial a través de internet. Actúan como puntos de entrada únicos donde usuarios pueden descubrir, visualizar, descargar y utilizar datos espaciales y servicios relacionados. Los geoportales integran múltiples servicios web geoespaciales y ofrecen herramientas de búsqueda, visualización y análisis en una interfaz web accesible.

### Arquitectura de un geoportal

Un geoportal típico se compone de varios componentes que trabajan de manera integrada para proporcionar una experiencia de usuario completa:

#### Componentes principales:

- **Servidor de datos espaciales:** PostGIS como base de datos geoespacial.
- **Servidor de mapas:** GeoServer para publicar servicios OGC.
- **Servidor de metadatos:** catálogo para documentar y descubrir recursos.
- **Interfaz web del usuario:** aplicación frontend para interactuar con los servicios.
- **Servidor web:** Apache/Nginx para servir la aplicación.
- **Proxy reverso:** para enrutamiento y balanceo de carga.



## Flujo de datos:

- Los datos se almacenan en PostGIS con estructura espacial optimizada.
- GeoServer conecta a PostGIS y expone los datos como servicios OGC.
- El geoportal consume estos servicios para crear mapas interactivos.
- Los usuarios acceden a través de la interfaz web a los datos y servicios.

## Preparación de datos en PostGIS para geoportales

La correcta preparación de los datos en PostGIS es fundamental para un rendimiento óptimo del geoportal y una experiencia de usuario satisfactoria.

### Optimización de tablas espaciales:

#### • Índices espaciales:

- Verificar que todas las columnas geométricas tengan índices GIST.
- `CREATE INDEX idx_mi_tabla_geom ON mi_tabla USING GIST (geom);`
- Crear índices adicionales en campos utilizados frecuentemente en consultas.

#### • Estadísticas actualizadas:

- Ejecutar `ANALYZE mi_tabla;` después de insertar o actualizar datos.
- Configurar auto-vacuum para mantenimiento automático.

#### • Validación de geometrías:

- Verificar integridad: `SELECT * FROM mi_tabla WHERE NOT ST_IsValid(geom);`
- Corregir geometrías inválidas: `UPDATE mi_tabla SET geom = ST_MakeValid(geom) WHERE NOT ST_IsValid(geom);`

### Organización de esquemas y usuarios:

- **Esquemas temáticos:** organizar tablas por temas (urbanismo, ambiente, infraestructura).
- **Usuario de servicios:** crear usuario específico para GeoServer con permisos limitados.
- **Vistas especializadas:** crear vistas que simplifiquen consultas complejas para el geoportal.

### Configuración avanzada en GeoServer

Para geoportales, GeoServer requiere configuraciones específicas que optimicen el rendimiento y proporcionen funcionalidades avanzadas.





## Optimización de rendimiento:

### • Connection pooling:

- Configurar pool de conexiones en el store PostGIS.
- Valores recomendados: min connections=1, max connections=10.
- Timeout de conexión: 20 segundos.

### • Caché de tiles:

- Habilitar GeoWebCache para capas frecuentemente consultadas.
- Configurar grids de tiles apropiados para la región de interés.
- Pregenerar tiles para niveles de zoom principales.

### • Filtros y CQL:

- Configurar filtros predeterminados para limitar datos según contexto.
- Utilizar CQL FILTER para consultas dinámicas eficientes.

## Configuración de metadatos:

### • Información de la capa:

- Completar título, resumen y palabras clave descriptivas.
- Agregar información de contacto y responsable de los datos.
- Especificar restricciones de uso y licencias.

### • Metadatos ISO:

- Configurar plantillas de metadatos ISO 19139.
- Incluir información sobre linaje y calidad de los datos.
- Especificar escalas de visualización recomendadas.

## Desarrollo de la interfaz web del geoportal

La interfaz web es el componente que los usuarios finales utilizan para interactuar con los datos espaciales. Puede desarrollarse usando diferentes tecnologías según los requisitos del proyecto.

## Tecnologías recomendadas:

### • OpenLayers:

- Biblioteca JavaScript robusta para mapas web.
- Excelente soporte para servicios OGC.
- Altamente personalizable y extensible.

- **Leaflet:**

- Biblioteca ligera y fácil de usar.
- Gran ecosistema de plugins.
- Ideal para geoportales con requisitos simples a moderados.

- **Mapbox GL JS:**

- Renderizado vectorial de alto rendimiento.
- Estilos dinámicos y animaciones fluidas.
- Requiere tiles vectoriales para máximo rendimiento.

## **Componentes esenciales del geoportal:**

- **Visor de mapas:**

- Control de capas con árbol jerárquico.
- Herramientas de navegación (zoom, pan, extent completo).
- Control de transparencia por capa.

- **Herramientas de consulta:**

- GetFeatureInfo para consultar atributos.
- Herramientas de medición (distancia, área).
- Búsqueda por atributos y espacial.

- **Catálogo de datos:**

- Búsqueda de capas por palabras clave.
- Filtros por tema, organización, tipo de datos.
- Visualización de metadatos detallados.

## **Integración de servicios WMS y WFS**

La correcta integración de los servicios OGC es crucial para el funcionamiento del geoportal y la experiencia del usuario.

### **Configuración de servicios WMS:**

- **Capas base:**

- Configurar capas de referencia (topografía, imágenes satelitales).
- Optimizar estilos para diferentes escalas de visualización.
- Implementar caché de tiles para mejorar rendimiento.



- **Capas temáticas:**

- Organizar por grupos lógicos (ambiente, urbanismo, infraestructura).
- Configurar escalas mínimas y máximas apropiadas.
- Implementar leyendas dinámicas.

## **Implementación de servicios WFS:**

- **Consultas de features:**

- Configurar límites máximos de features por consulta.
- Implementar paginación para grandes datasets.
- Usar filtros espaciales para optimizar consultas.

- **Funcionalidades avanzadas:**

- Descarga de datos en múltiples formatos (GeoJSON, Shapefile, CSV).
- Consultas CQL para filtrado dinámico.
- Integración con herramientas de análisis espacial.

## **Gestión de usuarios y seguridad**

Los geoportales deben implementar sistemas de autenticación y autorización para controlar el acceso a datos sensibles y funcionalidades específicas.

### **Niveles de acceso típicos:**

- **Usuario anónimo:** acceso a datos públicos y funcionalidades básicas de visualización.
- **Usuario registrado:** descarga de datos, herramientas avanzadas de consulta.
- **Usuario especializado:** acceso a datos restringidos, herramientas de análisis.
- **Administrador:** gestión de capas, usuarios y configuración del sistema.

### **Implementación de seguridad:**

- **En GeoServer:**

- Configurar roles y reglas de acceso por capa.
- Implementar filtros de datos por usuario/grupo.
- Configurar autenticación LDAP/Active Directory si es necesario.

- **En el geoportal:**

- Sistema de login/logout integrado.
- Sesiones seguras con tokens JWT.
- Control de permisos del usuario.



## Monitoreo y mantenimiento

Un geoportal en producción requiere monitoreo continuo para asegurar disponibilidad, rendimiento y calidad del servicio.

### Métricas importantes:

- **Rendimiento:** tiempo de respuesta de servicios, throughput de requests.
- **Disponibilidad:** uptime de servicios, detección de fallos.
- **Uso:** capas más consultadas, patrones de acceso de usuarios.
- **Recursos:** uso de CPU, memoria, almacenamiento y ancho de banda.

### Tareas de mantenimiento:

- **Base de datos:** backup regular, optimización de índices, análisis de estadísticas.
- **GeoServer:** limpieza de logs, actualización de caché, monitoreo de memoria.
- **Aplicación web:** actualizaciones de seguridad, optimización de código.
- **Documentación:** mantener metadatos actualizados, guías de usuario.

## Lecturas

- Olaya, V. (2020). *Sistemas de Información Geográfica*. Bubok Publishing.
- QGIS. (2025). [Sitio oficial de QGIS](#).

# Semana 8

---

## Unidad 8. Presentación y evaluación del trabajo final

### Presentación y retroalimentación del trabajo final

#### Recomendaciones para una presentación efectiva

##### 1. Organización del contenido

- **Introducción breve:** presentar el tema y su relevancia (30 a 60 segundos).
- **Desarrollo del tema:** exponer los puntos principales de manera clara y lógica (3 a 4 minutos).
- **Conclusión:** resumir las ideas clave y presentar recomendaciones o aprendizajes (1 minuto).

## 2. Preparación de las diapositivas

- Limitar a una idea central por diapositiva.
- No recargar con demasiada información. Utilizar espacios en blanco.
- Utilizar fuentes legibles, con un tamaño mínimo de 20 puntos.
- Mantener un diseño homogéneo (tipografía y colores consistentes).
- Evitar efectos especiales excesivos.
- Incluir imágenes o gráficos que complementen el contenido.

## 3. Técnicas de comunicación

- No leer las diapositivas textualmente; utilizarlas solo como guía.
- Hablar con voz fuerte, clara y pausada, controlando la velocidad del discurso.
- Establecer contacto visual con el público.
- Practicar varias veces para asegurar fluidez y dominio del contenido.

## 4. Gestión del tiempo

- Utilizar entre 5 y 6 diapositivas, destinando aproximadamente 1 minuto por cada una.
- Cronometrar la práctica para asegurar que se respeta el tiempo asignado.

