

Parte Teórica:

El modelo relacional es una forma de organizar la información en tablas relacionadas entre sí. Es decir, se basan en un conjunto de tablas para representar tanto los datos como las relaciones entre ellos. Su principal característica es no poseer información repetida de forma innecesaria, lo que permite adicionar más información sin llegar a afectar la otra almacenada. En una base de datos relacional, cada fila en una tabla es un registro con una ID única, llamada clave. Las columnas de la tabla contienen los atributos de los datos y cada registro suele tener un valor para cada atributo, lo que simplifica la creación de relaciones entre los puntos de datos. Para incorporar datos espaciales a un modelo relacional, se utiliza una extensión de PostgreSQL llamada PostGIS. Esta Herramienta proporciona una forma flexible y poderosa de almacenar y analizar datos espaciales. Al combinar la estructura de una base de datos relacional con las capacidades espaciales de PostGIS, se pueden crear aplicaciones geográficas robustas y escalables. Por ejemplo se pueden incorporar capas shp para poder relacionar los datos y la dimensión espacial con infinidades de datos, podemos filtrar por atributo, medir distancias entre varias tablas, unir atributos de diferentes tablas.

PostGIS es un extensión que transforma a PostgreSQL en una poderosa base de datos relacionales en un base de datos espacial completa. Quiere decir que puede almacenar, consultar y analizar datos geográficos directamente dentro de una base de datos. Tipos de datos espaciales como geometrías como polígonos multi polígonos, objeto geográficos representados en una esfera, ideal para cálculos de distancias en grandes áreas. Tiene una extensa biblioteca de operaciones espaciales como: cálculo de distancia (ST_Distance), Intersecciones (ST_Intersects, ST_Within), Buffer (ST_Buffer), Uniones (ST_Union).

En resumen, esta extensión ofrece una solución completa y flexible para trabajar con datos espaciales dentro de una base de datos. Su integración con SQL, la amplia gama de funciones espaciales.

Es importante consolidar la información espacial en una base de datos por que permite centralizar y organizar toda la información geográfica en un solo lugar, facilitando su acceso. Se puede compartir la información entre diferentes usuarios o entidades relacionadas con el espacio, permitiendo tener una visión más completa y detallada del mundo que nos rodea, facilitando la toma de decisiones más informadas y eficientes.

Parte Práctica

2. Capa Espacial:

- La capa “IE-estaciones.shp” contiene el listado de las estaciones de bicicletas públicas, el cual incluye nombre, ID, ubicación geográfica, dirección, latitud y longitud.
- La capa “IE-estaciones.shp” fue descargada del sitio web: Buenos Aires Data”, su fecha de publicación fue el 10 de mayo de 2021 y su fecha de actualización fue el 17 de septiembre de 2024.
- Capa importada a PostgreSQL mediante el uso de QGIS: Menú Base de datos/Administrado de base de datos... Conectar a la base de datos e importar capa/archivo: elegir la capa a importar tildar las opciones de clave primaria, geometría y la de SRID de origen y aceptar:

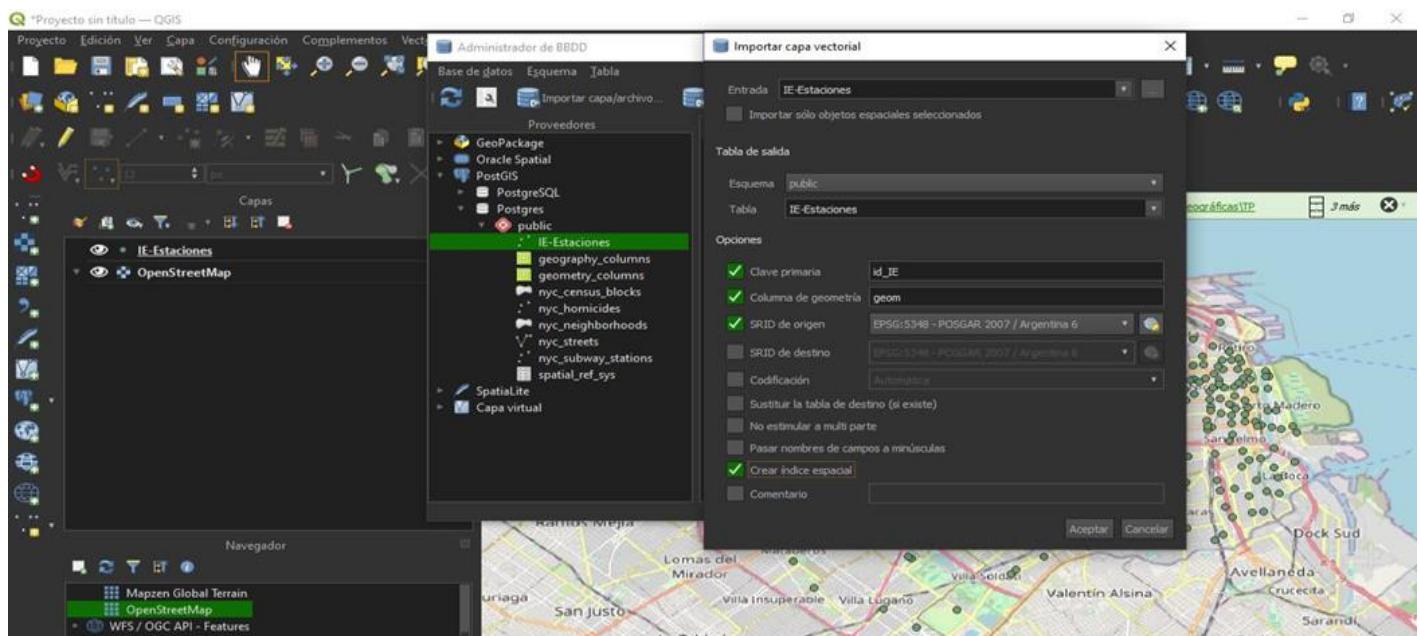


Imagen Nº 1. Importación de capa vectorial mediante el uso de QGIS

3. Planteamiento del problema

La problemática territorial a analizar es la de desequilibrio en la distribución de estaciones. Viendo la distribución que tienen en la ciudad, hay barrios que tienen una insuficiente distribución de las mismas. Barrios de la zona sur de la ciudad como Villa Soldati, Villa Lugano, Parque Avellaneda, Villa Riachuelo. También sucede en los barrios que están al oeste de la ciudad, en el límite de la Avenida General Paz: Mataderos, Liniers, Monte Castro, Villa Devoto, Villa Real y Villa Pueyrredón.

Otra problemática a analizar será a cuanto están de las estaciones de bicicletas las estaciones de subte, se realizará consultas en PostgreSQL

4. Búsqueda de Información Adicional

Además de la capa shp descarga de las estaciones de bicicletas, se agregó una capa shp de límites administrativos por comuna de la Ciudad de Buenos Aires.

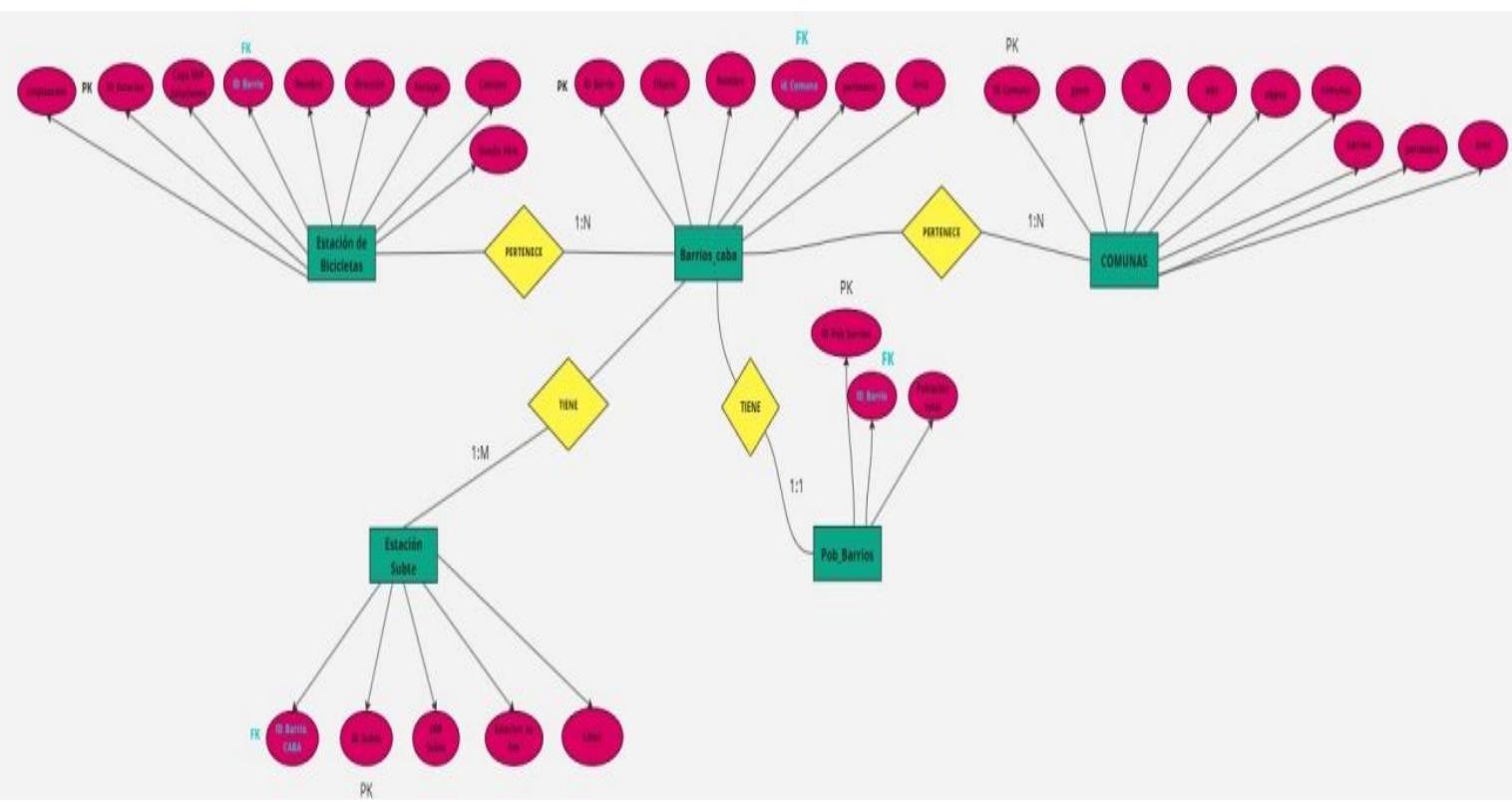
Se agregó un archivo csv con datos de la cantidad de población por barrio a partir del censo 2010, para poder compararla cantidad de población con respecto a la cantidad de estaciones.

Se agregó un archivo csv con datos de las estaciones de subte de la Ciudad de Buenos Aires

Los tres archivos agregados fueron descargados de Buenos Aires Data, su fecha de publicación fue el 10 de mayo de 2021 y su fecha de actualización fue el 21 de octubre de 2024.

Estos tres archivos son importantes para el análisis para poder analizar como infiere la cantidad de población en las decisiones (o no) de la distribución de las estaciones de bicicletas, además se analizará a cuanta distancia se encuentran las estaciones de subtes con las estaciones de bicicletas, si están a una distancia razonable para realizar el transbordo de bicicleta a subte y viceversa.

5. Modelo Entidad – Relación



6. Análisis Geográfico

El análisis se realizó utilizando herramientas de QGIS y consultas SQL en POSTGRESQL:

❖ Análisis en QGIS:

Se utilizó la herramienta “contar puntos por polígono” para relacionar cuantas estaciones de bicicletas hay por barrio. Al ejecutar la herramienta se obtiene se crea una nueva capa shp con una nueva columna llamada “numpoints” con la cantidad de puntos (estaciones) hay para cada barrio. Se realizó un mapa temático graduado en 3 clases (0 a 5 estaciones, de 5 a 10 estaciones y de 10 a 40 estaciones) para visualizar si distribución y disposición de las mismas.

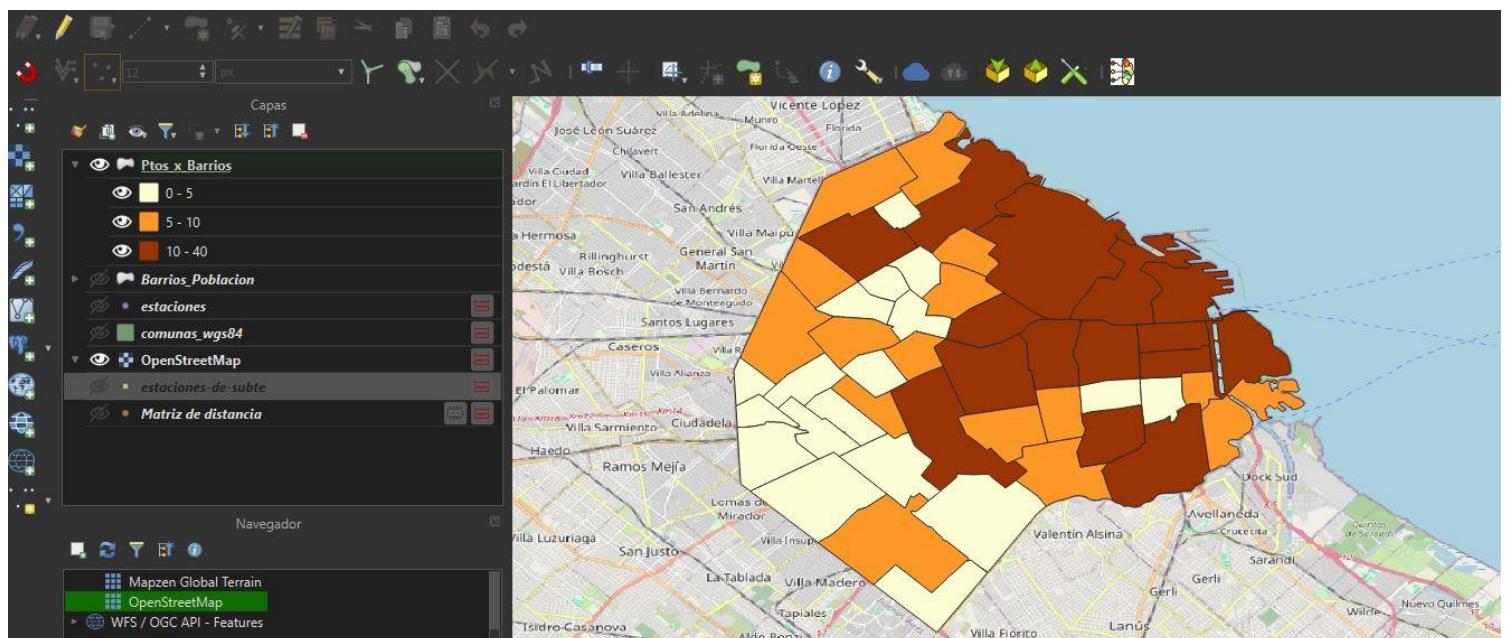


Imagen Nº 2. Resultado de la herramienta “Contar puntos por polígono”

Como se puede ver en la imagen 2 los barrios que tienen menos estaciones de bicicleta se ubican en el límite de la Ciudad con la Provincia de Buenos Aires, estos barrios son los de menor poder adquisitivo en comparación de los barrios ubicados en el centro y el norte de la Ciudad. Los barrios son Villa Lugano, Villa Soldati, Mataderos, Liniers, Parque Avellaneda, Villa Luro, Vélez Sarsfield, Villa Real. Estos barrios tienen hasta máximo 5 estaciones.

Este resultado se analizó con la población total por barrio, se utilizó el archivo .csv (pob_barrios) y si realizó un join con la capa shp de Barrios_Caba para su posterior tematización graduada en tres clases de menor a mayor:

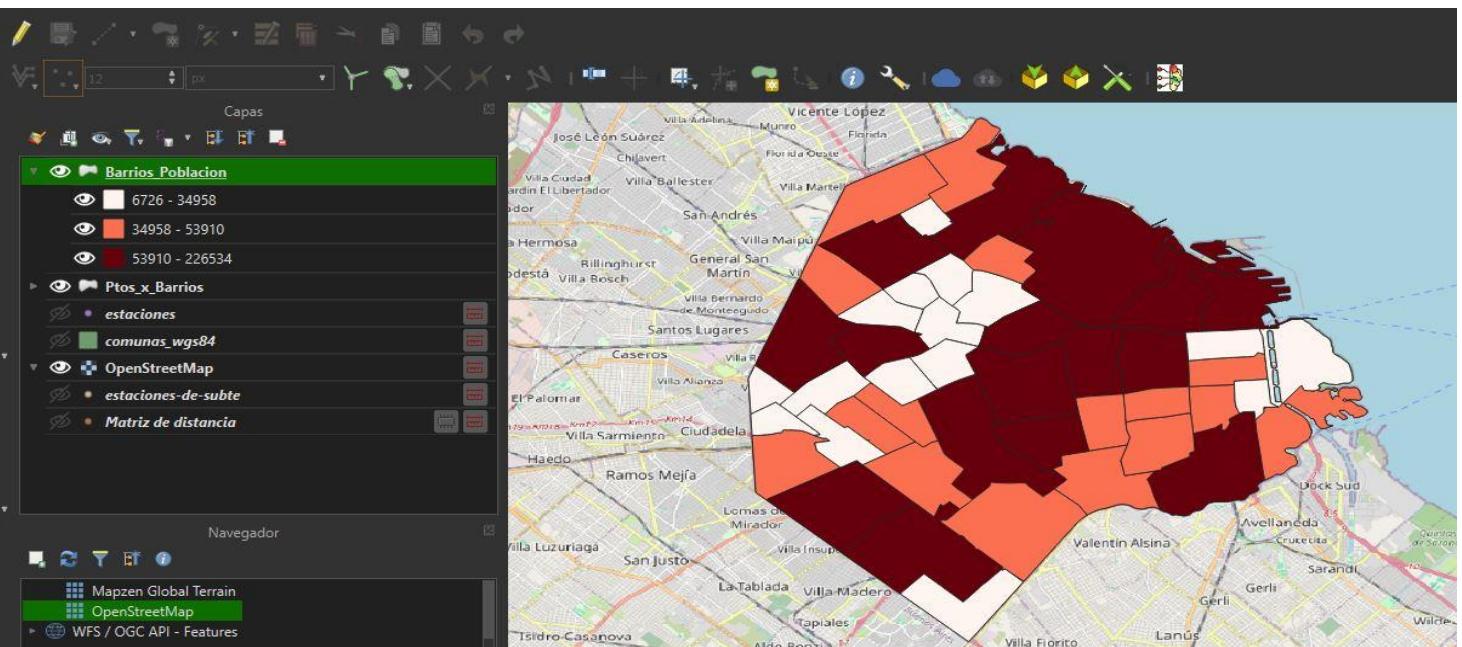


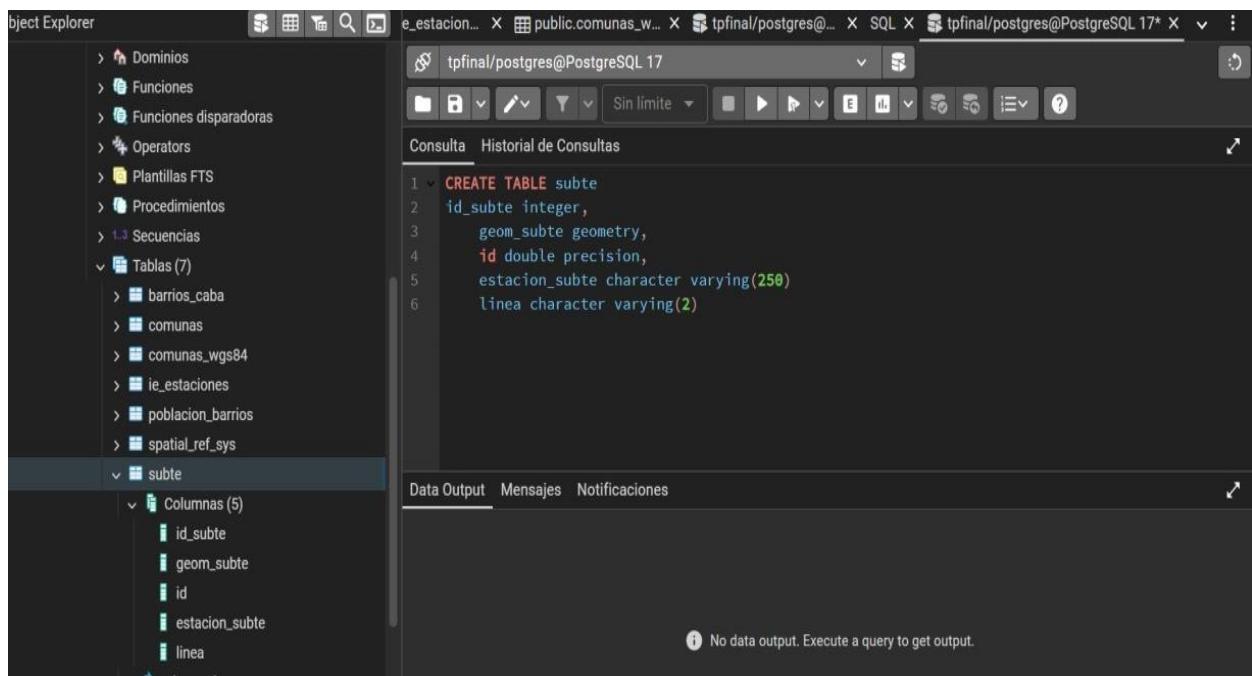
Imagen Nº 3. Resultado de la distribución de la población por barrio

Se puede visualizar como el mayor número de estaciones distribuidas por barrio sigue el patrón de distribución de los barrios con mayor población. Sin embargo Barrios como Nueva Pompeya, Villa Lugano, Mataderos, Liniers con poblaciones de media a alta población tienen de 0 a 5 estaciones de bicicletas por barrio, esto sugiere que puede haber otros criterios tomados a parte de la población para estos barrios y su escasa estaciones de bicicletas.

❖ Análisis en PostgreSQL:

Para el análisis en PostgreSQL se importaron las capas de Estaciones de bicicletas y Comunas en Qgis mediante el menú base de datos / administrador de base de datos, se conectó la base de datos "tpfinal" para posteriormente, cargar la capa.

Los archivos .csv de estaciones de subte y cantidad de población por barrios se importaron desde PostgreSQL, el primer paso fue crear, desde PostgreSQL, la tabla de cada entidad (Subte, población_barrios) y sus respectivos atributos (columnas):



The screenshot shows the pgAdmin III interface. On the left, the Object Explorer pane displays various database objects like Domios, Funciones, and tables such as barrios_caba, comunas, comunas_wgs84, ie_estaciones, poblacion_barrios, spatial_ref_sys, and subte. The subte table is currently selected. In the center, the SQL tab contains the following CREATE TABLE statement:

```

CREATE TABLE subte
(
    id_subte integer,
    geom_subte geometry,
    id double precision,
    estacion_subte character varying(250),
    linea character varying(2)
)

```

Below the SQL tab, the Data Output tab is active, showing a message: "No data output. Execute a query to get output."

Imagen N° 5. Creación de la tabla subte y columnas

Una vez creadas las tablas, se importa los archivos .csv:

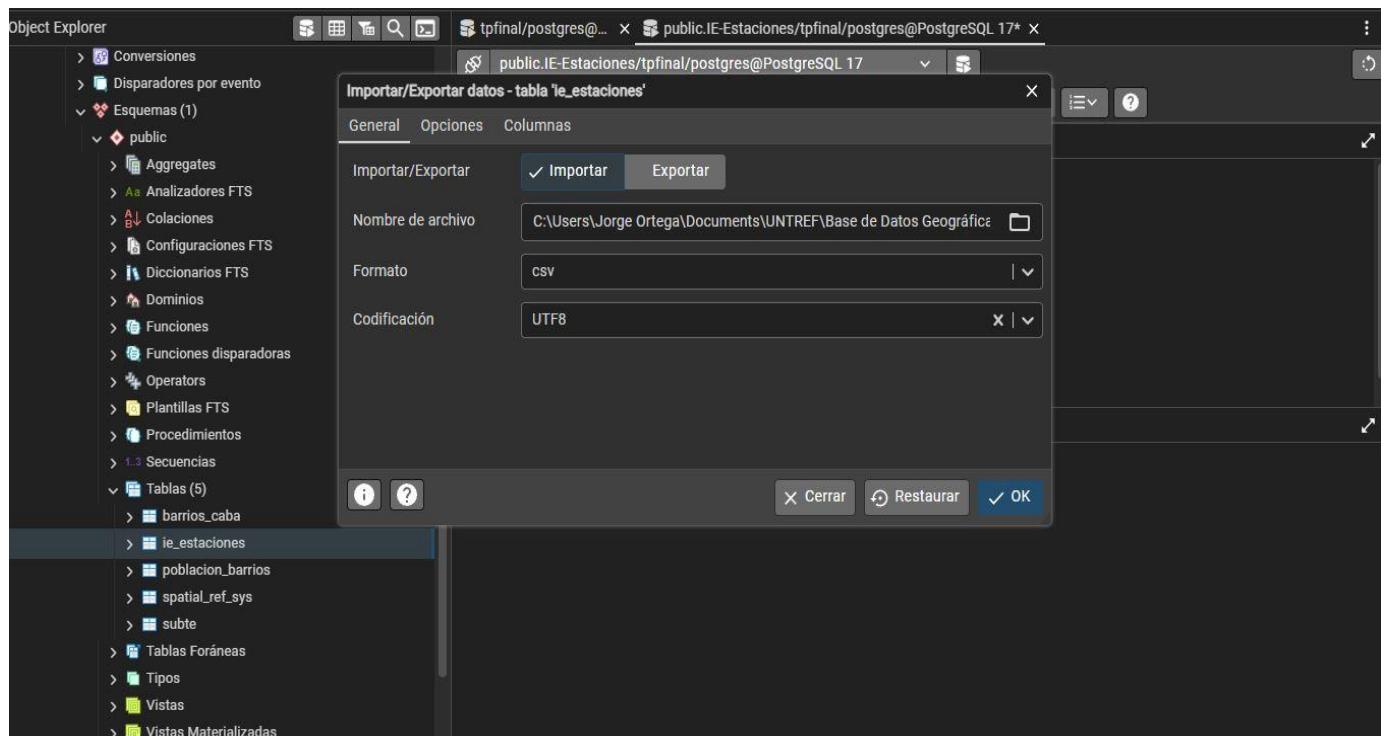


Imagen N° 6. Importación de archivo .csv a la base de datos

Una vez importadas las 4 tablas, procedemos a realizar las consultas:

The screenshot shows the pgAdmin 4 interface. The left sidebar, titled "Object Explorer", lists database objects: wkt, objeto, comunas, barrios, perimeter, area, Disparadores, RLS Policies, Reglas, Restricciones, Indices, ie_estaciones, and its columns: id_ie, geom_ie, id, nombre_ie, direccion_ie, barrio_ie, comuna_ie, emplazamie, anclajes, queda_abie, and Disparadores. The main window displays a query editor with the following SQL code:

```
1 SELECT
2     barrio_ie,
3     COUNT(id_ie) as id
4     FFrom ie_estaciones
5     GROUP BY barrio_ie
6     HAVING COUNT(id_ie)> 20;
```

The results are shown in a table titled "Data Output".

	barrio_ie	id
1	CABALLITO	26
2	BALVANERA	22
3	PALERMO	41
4	SAN NICOLAS	27
5	RECOLETA	21
6	BELGRANO	28
7	FLORES	21

Imagen N° 7 Consulta SQL HAVING y GROUP BY

Las consultas HAVING y GROUP BY nos permite ver en este caso, qué barrios tienen más de 20 estaciones de bicicletas, en esta consulta, los barrios con más estaciones son los de Palermo, Recoleta, San Nicolás, Belgrano, Balvanera, entre otros.

Consultamos nuevamente con HAVING Y GROUP BY:

The screenshot shows the pgAdmin 4 interface. On the left is the Object Explorer tree, which includes nodes for 'wkt', 'objeto', 'comunas', 'barrios', 'perimetro', 'area', 'Disparadores', 'RLS Policies', 'Reglas', 'Restricciones', 'Índices', 'ie_estaciones' (selected), and 'Columnas (10)' under 'ie_estaciones'. The main area has tabs for 'Consulta' (selected) and 'Historial de Consultas'. The 'Consulta' tab contains the following SQL code:

```
1 SELECT
2     barrio_ie,
3     COUNT(id_ie) as id
4     FFrom ie_estaciones
5     GROUP BY barrio_ie
6     HAVING COUNT(id_ie) < 5;
```

The 'Data Output' tab shows the results of the query:

	barrio_ie	id
1	VILLA SANTA RITA	3
2	LINIERS	2
3	VILLA LURO	4
4	PARQUE CHAS	4
5	DEVOTO	3
6	MATADEROS	2
7	MONTE CASTRO	3

Imagen N° 8. Consulta HAVING y GROUP BY

En esta consulta, nos permite ver los barrios con menos de 5 estaciones de bicicletas, los barrios son Liniers, Mataderos, Devoto, Monte Castro, Villa Luro.

Consulta COUNT AS:

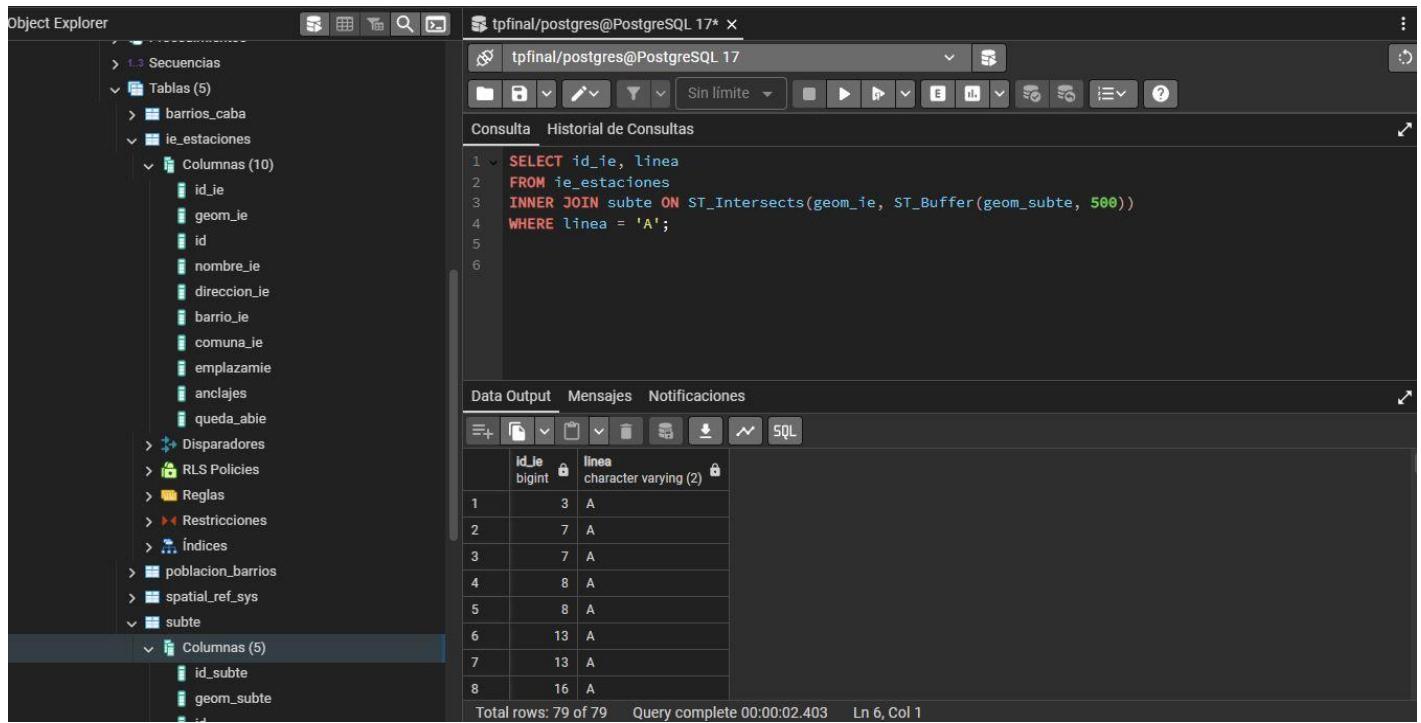
```
SELECT comuna, COUNT (*) AS id_estacion
from estaciones_bicicleta group by comuna
```

	comuna	id_estacion
1	COMUNA 5	16
2	COMUNA 15	34
3	COMUNA 4	22
4	COMUNA 3	18
5	COMUNA 7	16
6	COMUNA 1	54
7	COMUNA 13	40
8	COMUNA 9	10

Imagen N° 9. Consulta SQL COUNT AS

Esta consulta nos permite visualizar la cantidad de estaciones de bicicletas hay por comuna, siendo la comuna 1 la de mayor estaciones.

Realizamos la siguiente consulta:



The screenshot shows the pgAdmin 4 interface. On the left, the Object Explorer pane displays database objects like Secuencias, Tablas (5), and subtables like barrios_caba and ie_estaciones. The ie_estaciones table has 10 columns: id_ie, geom_ie, id, nombre_ie, direccion_ie, barrio_ie, comuna_ie, emplazamie, anclajes, and queda_abie. The subtable subte has 5 columns: id_subte, geom_subte, and id. The main SQL editor window contains the following query:

```

1 v SELECT id_ie, linea
2 FROM ie_estaciones
3 INNER JOIN subte ON ST_Intersects(geom_ie, ST_Buffer(geom_subte, 500))
4 WHERE linea = 'A';
5
6

```

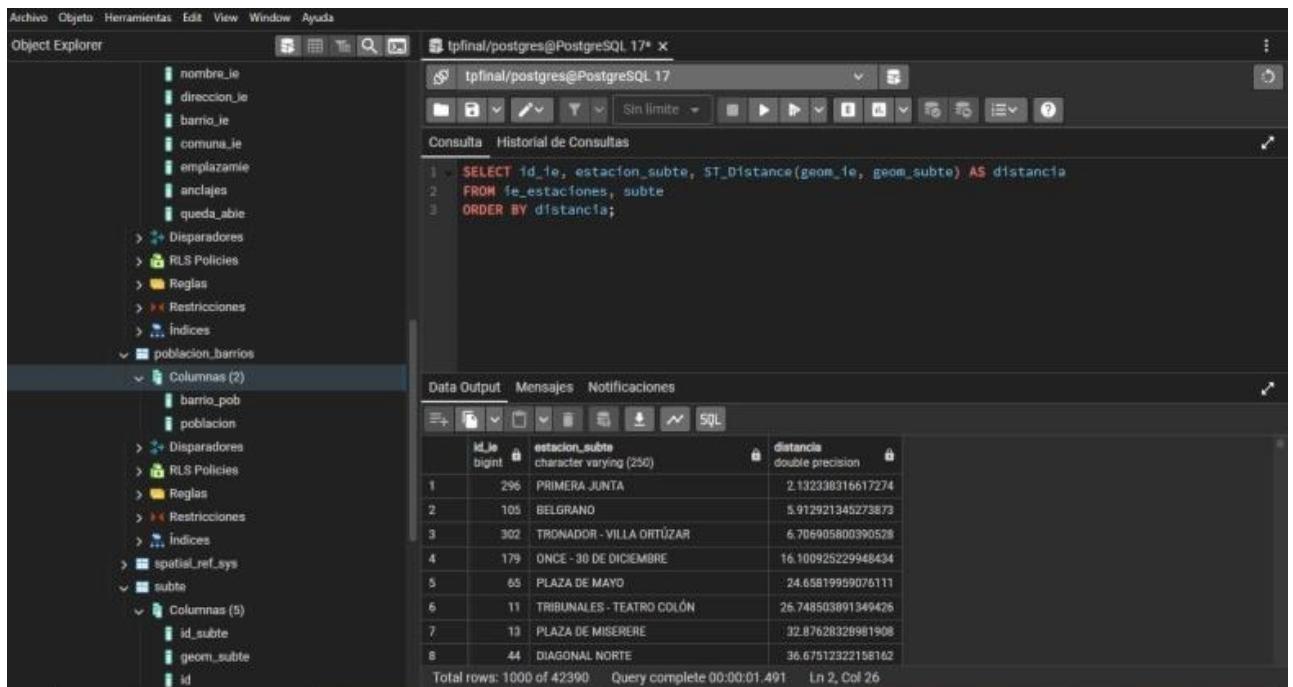
The Data Output pane shows the results of the query, which lists 79 rows from the ie_estaciones table where the 'linea' column is 'A'. The results are as follows:

	id_ie	linea
1	3	A
2	7	A
3	7	A
4	8	A
5	8	A
6	13	A
7	13	A
8	16	A

Total rows: 79 of 79 Query complete 00:00:02.403 Ln 6, Col 1

En esta consulta utilizamos INNER JOIN para visualizar que estaciones de bicicletas están a 500 metros de cualquier estación de la Línea A, en total 79 estaciones se encuentran a menos de 5 cuadras de las estaciones de subte.

Consulta St_Distance:



The screenshot shows the pgAdmin 4 interface. The Object Explorer pane displays the same database structure as the previous screenshot. The main SQL editor window contains the following query:

```

1 v SELECT id_ie, estacion_subte, ST_Distance(geom_ie, geom_subte) AS distancia
2 FROM ie_estaciones, subte
3 ORDER BY distancia;

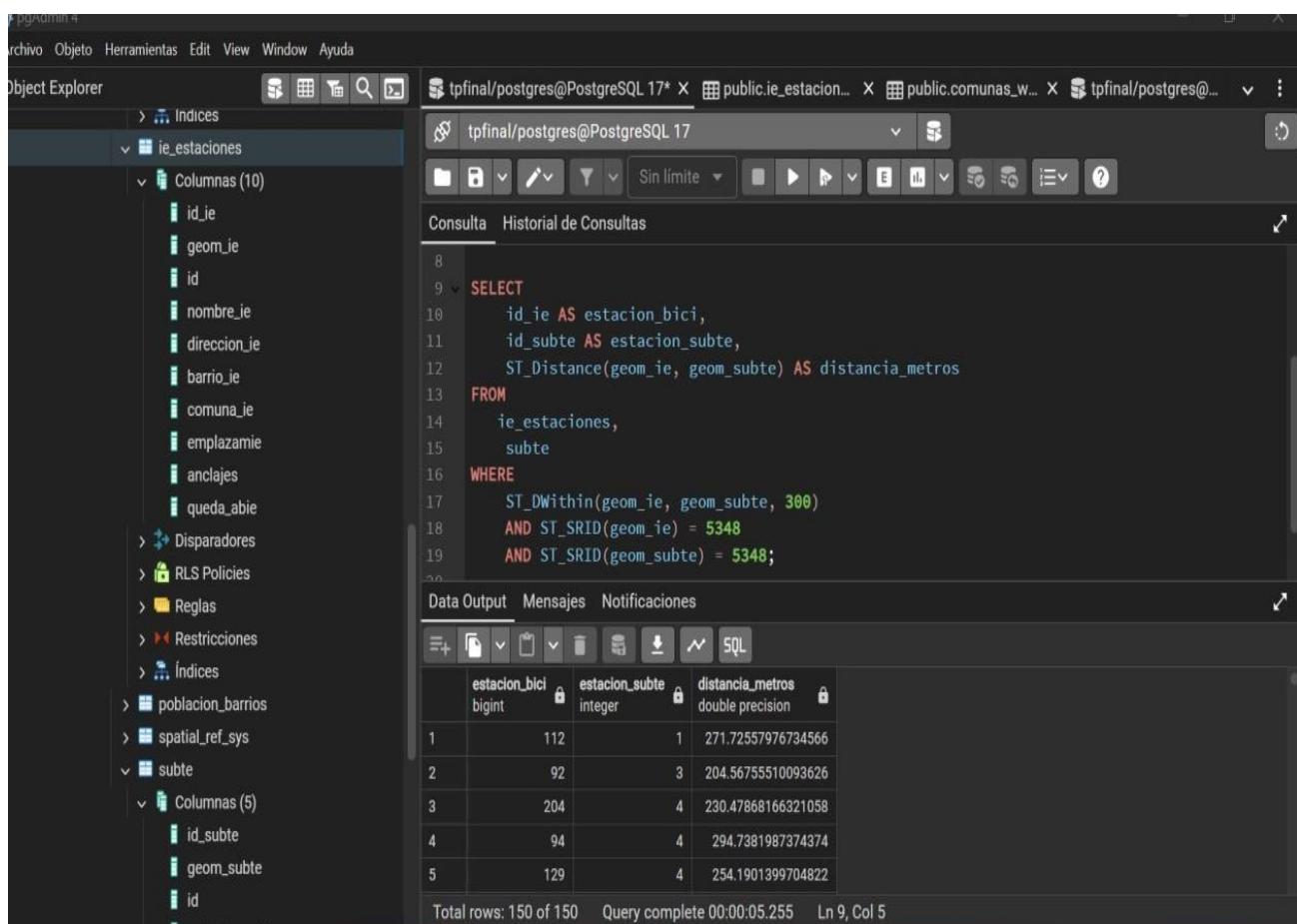
```

The Data Output pane shows the results of the query, which lists 1000 rows from the ie_estaciones table. The results are as follows:

	id_ie	estacion_subte	distancia
1	296	PRIMERA JUNTA	2.132339316617274
2	105	BELGRANO	5.912921345273873
3	302	TRONADOR - VILLA ORTÚZAR	6.706905800390528
4	179	ONCE - 30 DE DICIEMBRE	16.100925229948434
5	65	PLAZA DE MAYO	24.65819959076111
6	11	TRIBUNALES - TEATRO COLÓN	26.748503891349426
7	13	PLAZA DE MISERERE	32.87628329981908
8	44	DIAGONAL NORTE	36.67512322158162

Total rows: 1000 of 42390 Query complete 00:00:01.491 Ln 2, Col 26

Imagen N° 11. Consulta St_Intersect



The screenshot shows the pgAdmin 4 interface. On the left, the Object Explorer pane displays a database structure with tables like 'ie_estaciones' and 'subte'. In the center, the 'Consultas' tab contains a SQL query:

```

8
9  SELECT
10     id_ie AS estacion_bici,
11     id_subte AS estacion_subte,
12     ST_Distance(geom_ie, geom_subte) AS distancia_metros
13   FROM
14     ie_estaciones,
15     subte
16   WHERE
17     ST_DWithin(geom_ie, geom_subte, 300)
18     AND ST_SRID(geom_ie) = 5348
19     AND ST_SRID(geom_subte) = 5348;

```

The 'Data Output' tab shows the results of the query:

	estacion_bici	estacion_subte	distancia_metros
1		112	1 271.72557976734566
2		92	3 204.56755510093626
3		204	4 230.47868166321058
4		94	4 294.7381987374374
5		129	4 254.1901399704822

Total rows: 150 of 150 Query complete 00:00:05.255 Ln 9, Col 5

Imagen N° 12 Consulta St_Intersect, ST_DWithin

En estas dos últimas consultas visualizamos las distancias que tienen las estaciones de bicicletas con respecto a las estaciones de subte: en la imagen N° 11 visualizamos de menor a mayores distancias todas las estaciones de bicicletas de todas las estaciones de subte mientras que en la imagen N° 12 visualizamos las estaciones de bicicletas que están a menos de 300 metros de las estaciones de subtes como se ve en la parte inferior, hay 150 estaciones de bicicletas a menos de 3 cuadras.

Conclusiones:

Que se pudo ver en el trabajo realizado, la mayor cantidad de gente que se concentra en los barrios del centro y norte de la ciudad concuerdan con la mayor cantidad de estaciones no concluyente para afirmar que la distribución de bicicletas siguen el patrón de la población, los barrios que están al límite de la ciudad y el conurbano bonaerense invita a reflexionar si no hay segregación espacial en cuanto la disposición de

estaciones, en mi caso personal soy de usar la bici de la ciudad, vivo en Liniers y la estación de bicicletas más cercana la tengo a más de 5 cuadras de mi casa. Habrá que ver criterios toman para la distribución y disponibilidad de bicicletas.

En cuanto a las consultas realizadas en postgresql, son herramientas que nos permiten ver puntualmente y de manera rápida cuantas estaciones de subtes están a menos de 3 cuadras de las estaciones de bicicletas, que distancia hay entre estación y estación. Cuantas estaciones hay por comuna. Esto nos permite ver la desigual distribución y accesibilidad dependiendo de la comuna en la que uno se encuentre, es imperativo repensar como realizar un análisis espacial exhaustivo para que toda la ciudad tengo el derecho al acceso a este medio de transporte, para de esta manera, tener una ciudad mas inclusiva y equitativa.