

ETL con PostgreSQL

Este documento describe el flujo de datos para la Extracción, Transformación y Carga (ETL) de datos vectoriales, desde un entorno local basado en PostgreSQL hasta la plataforma de análisis y consumo de Inteligencia Artificial en la nube de Azure.

1 CREACIÓN DE BD Y CARGA DE DATOS EN POSTGRESQL

El objetivo es crear una Base de Datos Vectorial (pgvector) y cargar las imágenes del dataset FER2013. Para ello, utilizaremos **Docker**, que tiene un contenedor con el servidor **PostgreSQL** y la extensión **pgvector** preinstalados.

1.1. CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS Y LA TABLA

DESCARGA Y EJECUCIÓN DEL CONTENEDOR DOCKER (Pgvector)

Usaremos la imagen ankane/pgvector.

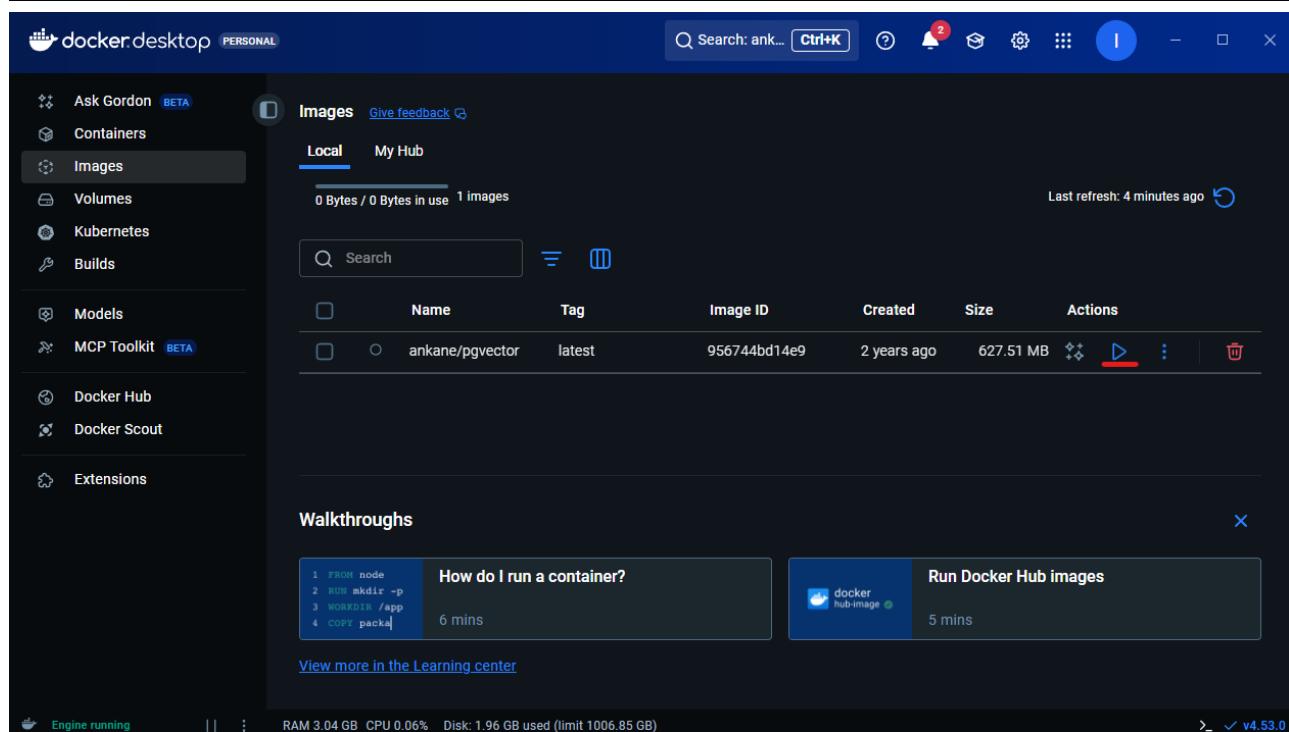
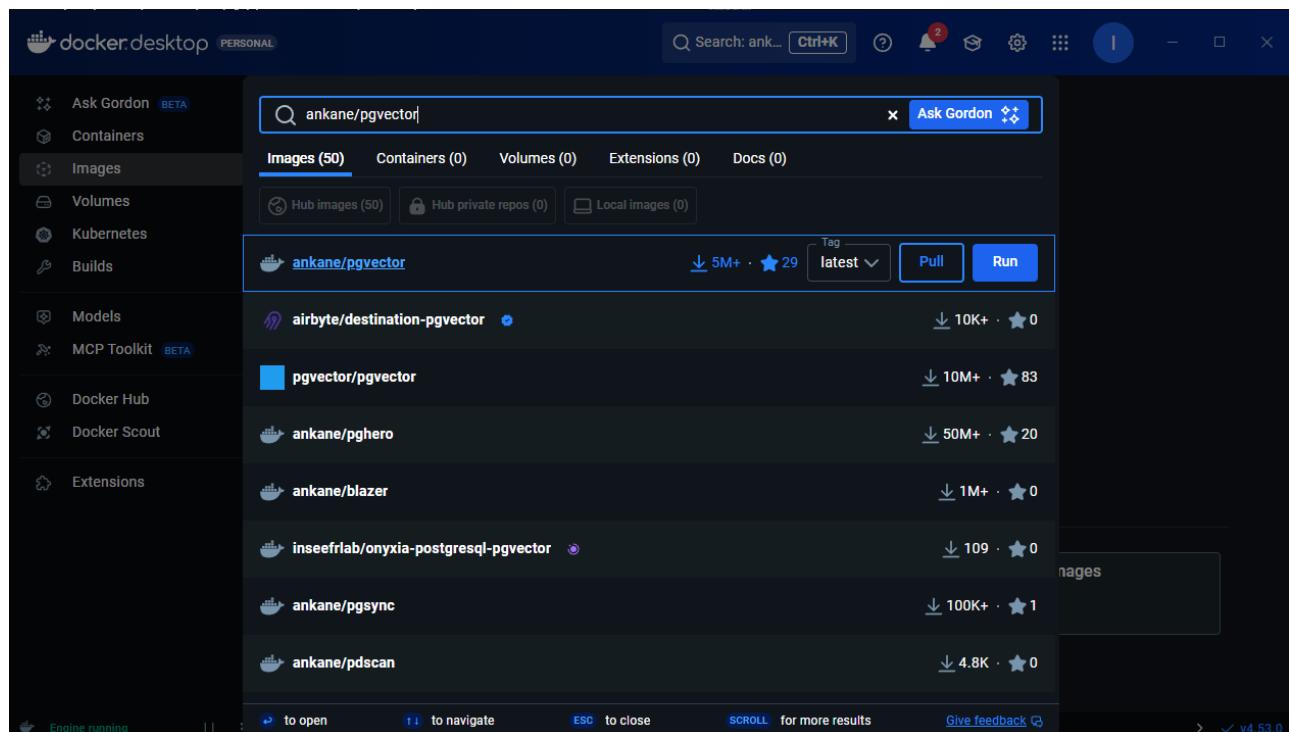
1. **LIMPIEZA (Opcional):** Si tienes un contenedor previo llamado 'mi_postgres_pgvector' o el puerto 5433 en uso, elimínalo:

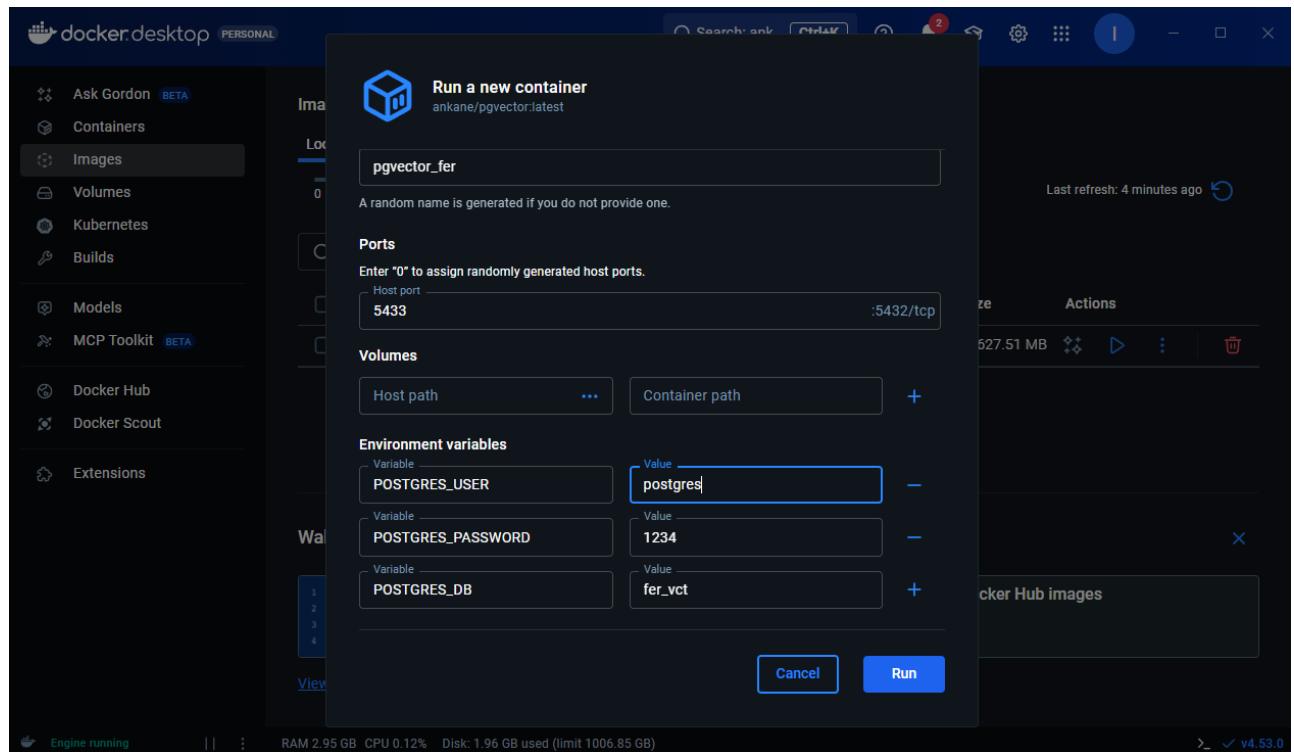
```
docker stop mi_postgres_pgvector
docker rm mi_postgres_pgvector
```

2. **EJECUTAR EL CONTENEDOR:** Ejecuta el siguiente comando en una sola línea en tu Terminal (PowerShell). Usamos el puerto **5433** en el host para evitar conflictos.

```
docker run -e POSTGRES_USER=<usuario> -e POSTGRES_PASSWORD=<contraseña>
-e POSTGRES_DB=<nombre de la bd> --name <nombre del contenedor> -p 5433:5432
-d ankane/pgvector
```

Esto tambien se puede hacer desde Docker Desktop. Para ello buscamos la imagen y luego iniciamos le contenedor con la misma configuracion que por comando.





DETALLES DE CONFIGURACIÓN

- Puerto de tu PC (Host): 5433 (u otro en el que no este alojado ya algun servidor en postgreSql)
- Usuario/Contraseña: <Tu usuario> / <Tu contraseña>
- Base de datos creada: fer_vct

HABILITACIÓN DE LA EXTENSIÓN PGVECTOR

Una vez que el contenedor está corriendo, la extensión debe activarse en la base de datos:

1. CONECTAR A LA CONSOLA (Terminal):

```
docker exec -it <nombre del contenedor> psql -U <usuario> -d <nombre de la bd>
```

2. EJECUTAR SQL: En 'fer_vct=#', escribe:

```
CREATE EXTENSION vector;
```

(Escribe \q y Enter para salir)

CONEXIÓN DESDE PGADMIN 4 Y CREACIÓN DE LA TABLA

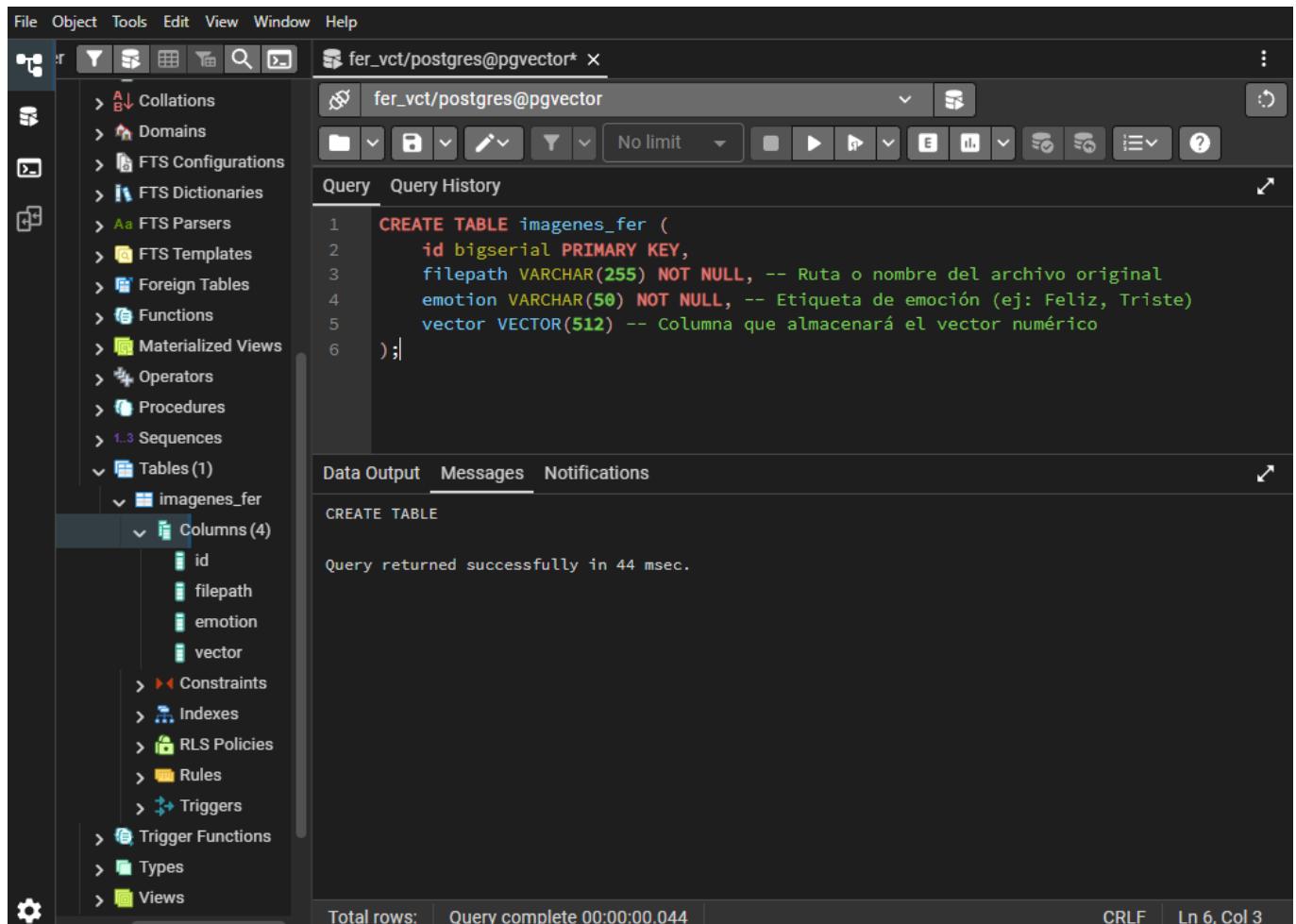
1. CONEXIÓN EN PGADMIN: Crea un nuevo servidor con la siguiente configuración:

- Host name/address: localhost
- Port (Puerto): 5433 (u otro en el que no este alojado ya algun servidor en postgreSql)
- Username: <Tu usuario>

- Password: <Tu contraseña>

2. CREACIÓN DE LA TABLA: Una vez conectado a la base de datos 'fer_vct', ejecuta este SQL en la Query Tool. Usaremos 512 dimensiones, un tamaño común para embeddings generados por modelos como ResNet.

```
CREATE TABLE imagenes_fer (
    id bigserial PRIMARY KEY,
    filepath VARCHAR(255) NOT NULL, -- Ruta o nombre del archivo original
    emotion VARCHAR(50) NOT NULL, -- Etiqueta de emoción (ej: Feliz, Triste)
    vector VECTOR(512) -- Columna que almacenará el vector numérico
);
```



1.2. CARGA DE DATOS VECTORIALES (EMBEDDINGS)

EXPLICACIÓN DEL PROCESO DE CARGA

La base de datos vectorial solo almacena **vectores numéricos**, no imágenes. Por lo tanto, el proceso requiere un script de Python que:

1. Utilice un **Modelo de Deep Learning pre-entrenado** (como ResNet) para extraer las características de cada imagen.
2. Convierta esas características en una **lista de 512 números (el embedding)**.

3. Utilice la librería **psycopg2** para enviar ese vector a la columna VECTOR(512) de PostgreSQL.

DATASET FER2013

El código está adaptado para procesar este dataset de expresiones faciales:

Enlace al Dataset: <https://www.kaggle.com/datasets/msambare/fer2013/data>

SCRIPT DE PYTHON (cargar_fer.py)

1. INSTALAR LIBRERÍAS:

```
pip install psycopg2-binary numpy torch torchvision
```

2. **SCRIPT:** Guarda el siguiente código como 'cargar_fer.py'. ¡**IMPORTANTE!** Reemplaza la variable RUTA_DATASET con la ubicación real de tu carpeta 'train'.

```
import psycopg2
import torch
from torchvision import models, transforms
from PIL import Image
import os
import glob

# ¡IMPORTANTE! Reemplaza esto con la ruta donde está tu carpeta 'train' del
dataset FER2013
RUTA_DATASET = 'C:/Ruta/A/Donde/Descargaste/fer2013/train'

DB_PARAMS = {
    'dbname': 'fer_vct',
    'user': 'postgres',
    'password': '1234',
    'host': 'localhost',
    'port': '5433'
}

# --- 1. CONFIGURACIÓN DEL MODELO DE EMBEDDING (ResNet18) ---
model = models.resnet18(weights=models.ResNet18_Weights.IMGNET1K_V1)
model.fc = torch.nn.Identity()
model.eval()

transform = transforms.Compose([
    transforms.Grayscale(num_output_channels=3),
    transforms.Resize(256),
    transforms.CenterCrop(224),
    transforms.ToTensor(),
    transforms.Normalize(mean=[0.485, 0.456, 0.406], std=[0.229, 0.224, 0.225]),
])
```

```
# --- 2. CONEXIÓN E INICIO ---
try:
    conn = psycopg2.connect(**DB_PARAMS)
    cur = conn.cursor()
    print("Conexión a la base de datos pgvector exitosa.")
except Exception as e:
    print(f"Error al conectar a la base de datos: {e}")
    exit()

# --- 3. PROCESAR IMÁGENES E INSERTAR VECTORES ---
total_images = 0
for emotion_folder in os.listdir(RUTA_DATASET):
    emotion_path = os.path.join(RUTA_DATASET, emotion_folder)

    if os.path.isdir(emotion_path):
        for img_path in glob.glob(os.path.join(emotion_path, '*.png')):

            try:
                # 1. Cargar y Transformar
                img = Image.open(img_path)
                input_tensor = transform(img)
                input_batch = input_tensor.unsqueeze(0)

                # 2. Generar el Vector
                with torch.no_grad():
                    embedding = model(input_batch).squeeze().numpy()

                # 3. Preparar para la DB
                vector_para_db = embedding.tolist()
                relative_filepath = os.path.join(emotion_folder,
                                                os.path.basename(img_path))

                # 4. Insertar en pgvector
                insert_query = """
                INSERT INTO imagenes_fer (filepath, emotion, vector)
                VALUES (%s, %s, %s);
                """
                cur.execute(insert_query, (relative_filepath, emotion_folder,
                                          vector_para_db))
                total_images += 1

            except Exception as e:
                print(f"Error procesando {img_path}: {e}")
                continue

# --- 4. FINALIZAR TRANSACCIÓN ---
conn.commit()
cur.close()
conn.close()
print(f"--- Proceso Finalizado ---")
print(f"Total de imágenes procesadas e insertadas: {total_images}")
```

EJECUTAR EL SCRIPT

Navega a la carpeta del archivo 'cargar_fer.py' en tu Terminal y ejecuta:

```
python cargar_fer.py
```

2. Ingesta y Migración Inicial a la nube

Esta fase cubre la migración de la base de datos local 'fer_vct' a Azure Database for PostgreSQL - Flexible Server. Se utilizarán las herramientas nativas de PostgreSQL: [pg_dump](#) y [pg_restore](#).

1. PRERREQUISITOS IMPORTANTES

- **HERRAMIENTAS:** pg_dump y pg_restore deben estar accesibles desde tu terminal. Si no lo están, usa la ruta completa del ejecutable (Ej: "C:\Program Files\PostgreSQL\18\bin\pg_dump.exe").
- **FIREWALL DE AZURE:** La IP pública de tu máquina debe estar permitida en las reglas de Firewall de tu servidor Azure.
- **CREDENCIALES:** Ten a mano el Host Name, Usuario Administrador (<AZURE_ADMIN>) y la Contraseña de tu servidor de Azure.

2. EXPORTAR LA BASE DE DATOS LOCAL (pg_dump)

Se crea un archivo de respaldo en la carpeta donde hemos creado.

COMANDO DE EXPORTACIÓN:

```
<RUTA_A_PG_DUMP> -h localhost -p 5433 -U postgres -Fc -d fer_vct >  
fer_vct_backup.dump
```

3. PREPARACIÓN EN AZURE POSTGRESQL

Primero tenemos que haber desplegado el servicio de Azure Sql for PostgreSQL. En la version de postgre, podremos la misma que tenemos en local.

Basics [Networking](#) [Security](#) [Tags](#) [Review + create](#)

Create an Azure Database for PostgreSQL flexible server. [Learn more](#)

Did you know that new users in Azure can use PostgreSQL flexible server free for up to 750 hours using Azure free account? [Learn more](#)

Project details

Select the subscription to manage deployed resources and costs. Use resource groups like folders to organize and manage all your resources.

Subscription * [Azure for Students](#) [View details](#)

Resource group * [\(New\) etl_postgres](#) [Create new](#)

Server details

Enter required settings for this server, including picking a location and configuring the compute and storage resources.

Server name * [pgvector](#) [View details](#)

Region * [Sweden Central](#) [View details](#)

PostgreSQL version * [18 \(new version\)](#) [View details](#)

Workload type [Dev/Test](#) [Production](#)

Info This instance is intended for development use outside of a production environment.

Compute + storage [Burstable, B2s](#)
2 vCores, 4 GiB RAM, 32 GiB storage, P4 (120 IOPS)
Geo-redundancy : [Disabled](#)
[Configure server](#)

Availability zone [No preference](#)

Business Critical (High Availability)

Deploy a standby replica for automatic failover capability. We recommend high availability for all production workloads. [Learn more](#)

Zonal resiliency [Disabled \(99.9% SLA\)](#)
[Enabled \(99.99% SLA\) - Provisions standby in a different zone than primary, fails deployment if multi-zone capacity is unavailable in region.](#)
 [Allow primary and standby in the same zone when multi-zone capacity is unavailable. You will be notified when capacity becomes available so you can migrate to zone-redundant HA option.](#)

Authentication

Select the authentication method you would like to support for accessing this PostgreSQL server. Enabling PostgreSQL password authentication allows you to authenticate with user names and passwords that are stored inside PostgreSQL.

Enabling Microsoft Entra authentication allows you to create user names in PostgreSQL which are mapped to accounts stored in Microsoft Entra ID. Users or applications authenticated against Microsoft Entra ID, can retrieve tokens that are presented to PostgreSQL as their corresponding time-limited password. [Learn more](#)

Authentication method [PostgreSQL authentication only](#) [Microsoft Entra authentication only](#) [PostgreSQL and Microsoft Entra authentication](#)

Microsoft Entra administrator [inigo.desilva@tajamar365.com](#)
Admin Object/App ID:a6986abf-3c06-4314-b7db-2663c67ac536
[Set admin](#)

Administrator login * [postgres](#)

Password * [*****](#)

Confirm password * [*****](#)

Estimated costs

Category	Description	USD 29.05/month
Compute	Standard_B2s (2 vCores)	29.05
Storage	USD 4.38/month	
	32 GiB (USD 0.14 per GiB)	32 x 0.14
Bandwidth	Outbound data transfer across services in different regions will incur additional charges. Any inbound data transfer is free. Learn more	
Estimated total	USD 33.43/month	

Prices are just estimates and may not reflect the final price. [View Azure pricing calculator](#). Final charges will appear in your local currency in cost analysis and billing views.

Luego en la sección de **Networking** vamos a marcar las casillas que estan marcadas en la imagen y vamos a añadir nuestra ip publica para poder acceder desde nuestro equipo.

Basics Networking Security Tags Review + create

Configure networking access and security for your server.

Network connectivity

You can connect to your server by specifying a public IP address, creating private endpoints or from within a selected virtual network.

Connectivity method ⓘ

- Public access (allowed IP addresses) and Private endpoint
 Private access (VNet Integration)

i Connections from the IP addresses configured in the Firewall rules section below will have access to this server. By default, no public IP addresses are allowed. [Learn more ↗](#)

Public access

Allow public access to this resource through the internet using a public IP address ⓘ

Firewall rules

Inbound connections from the IP addresses specified below will be allowed to port 5432 on this server. [Learn more ↗](#)

Allow public access from any Azure service within Azure to this server ⓘ

+ Add current client IP address (81.35.135.20) + Add 0.0.0 - 255.255.255.255

Firewall rule name	Start IP address	End IP address	
ClientIPAddress_2025-12-3_23-34-51	81.35.135.20	81.35.135.20	
<input type="text"/> Firewall rule name	<input type="text"/> Start IP address	<input type="text"/> End IP address	

Private endpoints

Create private endpoints to allow hosts in the selected virtual network to access this server

 Create private endpoint  Delete

Name	Subscription	Resource group	Location	Subnet
No results				

PERMITIR LA EXTENSIÓN EN EL PORTAL DE AZURE (IMPORTANTE)

Tienes que modificar un parámetro del servidor para indicarle a Azure que el usuario administrador puede habilitar esta extensión (pgvector). Este paso es obligatorio en Azure Flexible Server.

1. NAVEGA AL SERVIDOR: Ve al Portal de Azure y selecciona tu servidor PostgreSQL llamado pgvector.
2. PARÁMETROS DEL SERVIDOR: En el menú de la izquierda, busca y selecciona Parámetros del servidor (o Parameters).
3. BUSCA AZURE.EXTENSIONS: En el campo de búsqueda de parámetros, escribe azure.extensions.
4. AÑADE VECTOR: Selecciona VECTOR en la columna Value
5. HAZ CLIC EN GUARDAR (SAVE): Haz clic en Guardar en la parte superior para aplicar los cambios en la configuración del servidor.

Parameter name	Value	Source
azure.extensions	VECTOR	System-Default

Desde la terminal del portal de Azure vamos nos vamos a conectar a nuestro servidor y a habilitar la extensión pgvector (**IMPORTANTE**):

```
psql -h <AZURE_HOST_NAME> -p 5432 -U <AZURE_ADMIN> -d <NOMBRE_DB_AZURE>
CREATE EXTENSION vector;
```

```
PS /home/inigo_desilva> psql -h pgvector.postgres.database.azure.com -p 5432 -U postgres -d postgres
Password for user postgres:
psql (16.10, server 18.0)
WARNING: psql major version 16, server major version 18.
          Some psql features might not work.
SSL connection (protocol: TLSv1.3, cipher: TLS_AES_256_GCM_SHA384, compression: off)
Type "help" for help.

postgres=> CREATE EXTENSION vector;
CREATE EXTENSION
postgres=> \q
PS /home/inigo_desilva> █
```

4. IMPORTAR LA BASE DE DATOS A AZURE (pg_restore)

Utiliza pg_restore para cargar el archivo .dump en la base de datos de Azure (*esto se hace desde la terminal en local no desde Azure*).

COMANDO DE IMPORTACIÓN:

```
<RUTA_A_PG_RESTORE> -h <AZURE_HOST_NAME> -p 5432 -U <AZURE_ADMIN> -d
<NOMBRE_DB_AZURE> -v "<RUTA_ABSOLUTA_AL_DUMP>"
```

```
C:\Users\Íñigo>"C:\Program Files\PostgreSQL\18\bin\pg_restore.exe" -h pgvector.postgres.database.azure.com -p 5432
-U postgres -d postgres -v "C:\Users\Íñigo\Downloads\borrar\BD_vectorial_FE\fer_vct_backup.dump"
pg_restore: conectando a la base de datos para reestablecimiento
Contraseña:
pg_restore: ejecutando SELECT pg_catalog.set_config('search_path', '', false);
pg_restore: creando EXTENSION «vector»
pg_restore: creando COMMENT «EXTENSION vector»
pg_restore: creando TABLE «public.imagenes_fer»
pg_restore: creando SEQUENCE «public.imagenes_fer_id_seq»
pg_restore: creando SEQUENCE OWNED BY «public.imagenes_fer_id_seq»
pg_restore: creando DEFAULT «public.imagenes_fer id»
pg_restore: procesando datos de la tabla «public.imagenes_fer»
pg_restore: ejecutando SEQUENCE SET imagenes_fer_id_seq
pg_restore: creando CONSTRAINT «public.imagenes_fer_imagenes_fer_pkey»
```

5. VERIFICACIÓN

Conéctate a la DB de Azure para confirmar la migración. Esto lo podemos hacer o desde la shell de Azure o podemos conectarnos desde PostgreSQL en local, con la ruta de Azure.

Verificar conteo de filas:

```
SELECT COUNT(*) FROM imagenes_fer;
```

3. Orquestación y Procesamiento (Azure Data Factory)

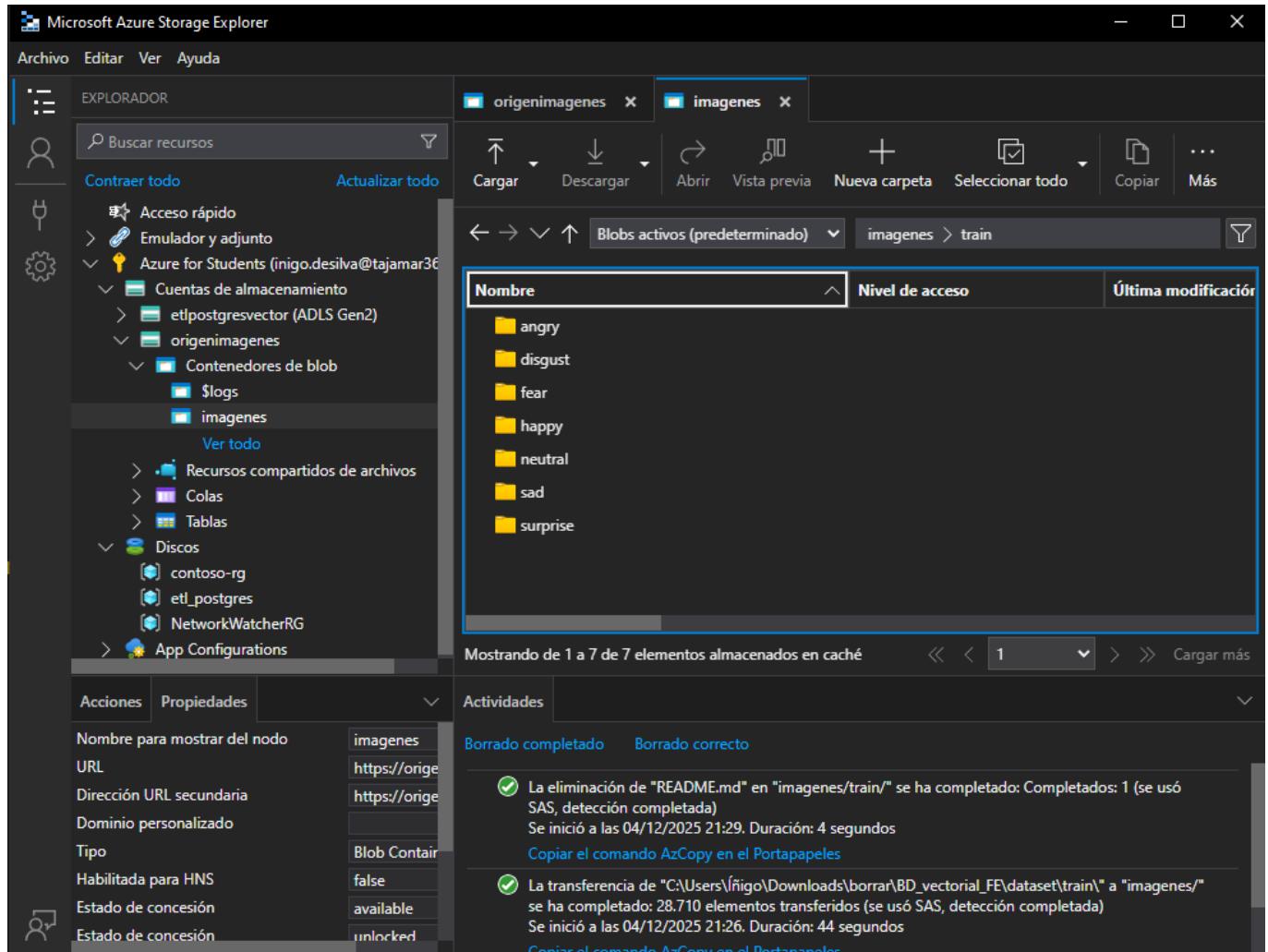
Esta fase utiliza Azure Data Factory (ADF) como la herramienta de orquestación y movimiento de datos (ELT). ADF es responsable de extraer los embeddings vectoriales desde la base de datos PostgreSQL en Azure y cargarlos en el Data Lakehouse (Azure Data Lake Storage Gen2), sirviendo como el motor de la "T" (Transformación/Movimiento) y la "L" (Carga).

IMPORTANTE: MIGRACIÓN DE IMÁGENES A LA NUBE (AZURE BLOB STORAGE)

Este es un paso manual o con script que se realiza una sola vez para mover las 28,000 imágenes desde tu PC local a un servicio de almacenamiento en la nube de Azure.

1. **CREAR UN RECURSO DE ALMACENAMIENTO:** En el Portal de Azure, crea una nueva "**Storage account**" (Cuenta de Almacenamiento) si aún no tienes una separada para archivos temporales (Nota: puedes usar la misma cuenta de tu Data Lakehouse, pero es mejor separarla para claridad).
2. **CREAR UN CONTENEDOR:** Dentro de esa cuenta de almacenamiento (o tu cuenta de Data Lakehouse ADLS Gen2), crea un "**Container**" (Contenedor) para las imágenes de origen (ej., **origen-imagenes-fer**).
3. **SUBIR LAS IMÁGENES:** Sube las carpetas del dataset FER2013 (la carpeta **train/** con sus subcarpetas de emociones) a este nuevo contenedor. Puedes usar herramientas como:
 - **Azure Storage Explorer (Recomendado):** Es una aplicación gratuita de Microsoft que permite arrastrar y soltar carpetas enteras a Azure Blob Storage, manteniendo la jerarquía.
 - **Azure CLI:** Usando el comando **az storage blob upload-batch**.

Una vez que las imágenes están en la nube, el flujo ETL se vuelve nativo de Azure.



3.1. Creación del Data Lakehouse

El Data Lakehouse se implementa utilizando **Azure Data Lake Storage Gen2 (ADLS Gen2)**, que proporciona el almacenamiento escalable y las capacidades de sistema de archivos necesarias para alojar los embeddings vectoriales en formato Parquet.

1. Creación de la Storage Account:

- En el Portal de Azure, se crea un recurso de "**Storage account**".
- Se selecciona la misma región y grupo de recursos utilizados para Azure PostgreSQL y Azure Data Factory para optimizar el rendimiento y la latencia.

[Home](#) > [Create a resource](#) > [Marketplace](#) > [Storage account](#) >

Create a storage account

Subscription * Azure for Students

Resource group * etl_postgres [Create new](#)

Instance details

Storage account name * etlpostgresvector

Region * (Europe) Sweden Central [Deploy to an Azure Extended Zone](#)

Preferred storage type Azure Blob Storage or Azure Data Lake Storage Gen 2

ⓘ This helps us provide relevant guidance. It doesn't restrict your storage to this resource type. [Learn more](#)

Primary workload Machine learning and artificial intelligence

ⓘ Best for storing data and models for ML/AI training and inferencing. Pick the closest match to your workload to get a recommended configuration built on best practices. You can edit this configuration anytime. See [comparison table](#)

Performance * Standard: Recommended for most scenarios (general-purpose v2 account)

Premium: Recommended for scenarios that require low latency.

Standard performance is recommended for the Machine learning and artificial intelligence workload.

Redundancy * Geo-redundant storage (GRS)

Make read access to data available in the event of regional unavailability.

Geo priority replication guarantees Blob storage data is geo-replicated within 15 minutes.

RA-GRS is recommended for the Machine learning and artificial intelligence workload.

[Previous](#) [Next](#) [Review + create](#)

2. Habilitación de Namespace Jerárquico (Configuración de Data Lake):

- **Paso Crucial:** Durante la configuración, se debe navegar a la pestaña "**Advanced**" (Opciones avanzadas).
- En la sección "**Data Lake Storage Gen2**", se habilita la opción "**Hierarchical namespace**" (Espacio de nombres jerárquico). Esta característica es esencial, ya que permite la gestión de directorios y archivos de manera eficiente, replicando la estructura de un sistema de archivos

tradicional, lo que define el componente Data Lakehouse.

The screenshot shows the 'Advanced' tab selected in the top navigation bar. Under the 'Security' section, several checkboxes are present: 'Require secure transfer for REST API operations' (checked), 'Allow enabling anonymous access on individual containers' (unchecked), 'Enable storage account key access' (checked), and 'Default to Microsoft Entra authorization in the Azure portal' (unchecked). Below these are dropdown menus for 'Minimum TLS version' (set to 'Version 1.2') and 'Permitted scope for copy operations (preview)' (set to 'From any storage account'). The 'Hierarchical Namespace' section contains a descriptive text about its benefits and a checkbox labeled 'Enable hierarchical namespace' which is checked and highlighted with a red box. The 'Access protocols' section includes checkboxes for 'Enable SFTP' and 'Enable network file system v3', with a note indicating that the current storage account configuration does not support NFS v3. At the bottom, there are 'Previous' and 'Next' buttons, and a prominent blue 'Review + create' button.

Basics **Advanced** Networking Data protection Encryption Tags Review + create

Security

Configure security settings that impact your storage account.

Require secure transfer for REST API operations ⓘ

Allow enabling anonymous access on individual containers ⓘ

Enable storage account key access ⓘ

Default to Microsoft Entra authorization in the Azure portal ⓘ

Minimum TLS version ⓘ Version 1.2

Permitted scope for copy operations (preview) ⓘ From any storage account

Hierarchical Namespace

Hierarchical namespace, complemented by Data Lake Storage Gen2 endpoint, enables file and directory semantics, accelerates big data analytics workloads, and enables access control lists (ACLs) [Learn more ↗](#)

Enable hierarchical namespace ⓘ

Access protocols

Blob and Data Lake Gen2 endpoints are provisioned by default [Learn more ↗](#)

Enable SFTP ⓘ

Enable network file system v3 ⓘ

ⓘ The current combination of storage account kind, performance, replication, and location does not support the NFS v3 feature. [Learn more about NFS v3 ↗](#)

[Previous](#) [Next](#) **Review + create**

3. Organización de Contenedores:

- Una vez creada la cuenta, se establece una estructura lógica dentro de un contenedor (ej., 'raw' o 'landing').
- Azure Data Factory (ADF) cargará los archivos Parquet en esta ubicación, manteniendo la estructura de carpetas definida en el Dataset de destino (ej., 'raw/embeddings/fer2013/').

3.2. Creación del Servicio Azure Data Factory (ADF)

1. **Creación del Recurso ADF:** En el Portal de Azure, se crea un nuevo recurso de **Data Factory (V2)**. Se recomienda usar la misma región que Azure PostgreSQL y el Data Lakehouse para reducir la latencia.

The screenshot shows the Azure Data Factory creation process. At the top, there's a Microsoft Azure Service rating of 3.7 (612 ratings) and an 'Azure benefit eligible' badge. Below that, subscription and plan selection dropdowns show 'Azure for Students' and 'Data Factory'. A large blue 'Create' button is visible.

Basics tab selected. Project details section: Select the subscription to manage deployed resources and costs. Use resource groups like folders to organize and manage all your resources.

Subscription: Azure for Students

Resource group: etl_postgres (selected), Create new

Instance details:

- Name:** etlPostgreVector
- Region:** Sweden Central
- Version:** V2

2. **Acceso al Studio:** Una vez desplegado, se accede al **Azure Data Factory Studio** para comenzar la configuración.

3.3. Configuración de Conexiones (Linked Services)

Dentro del ADF Studio, se configuran las conexiones a los almacenes de datos. Esto se realiza en la sección "Manage" (Administrar, icono del enchufe) de ADF Studio.

1. Linked Service para Azure PostgreSQL (Origen):

- **Tipo:** Azure Database for PostgreSQL.
- **Propósito:** Permite a ADF leer los datos vectoriales de la tabla 'imagenes_fer'.
- **Configuración en ADF:**
 - Se selecciona el tipo Azure Database for PostgreSQL.
 - Se introducen los parámetros de conexión del servidor Flexible Server: Host Name, Database name (ej., 'fer_vct'), User name (<AZURE_ADMIN>), y Password, tal como se configuraron en el Paso 2.
 - Es obligatorio realizar una prueba de conexión (Test connection) antes de crear el servicio.

The screenshot shows the 'Linked services' blade in the Microsoft Azure Data Factory interface. On the left, a navigation pane includes 'General', 'Connections', 'Source control', 'Author', 'Security', and 'Workflow orchestration manager'. The main area displays a grid of 'New linked service' options under the 'Data store' category. The visible options are:

- Azure AI Search
- Azure Blob Storage
- Azure Cosmos DB for MongoDB
- Azure Cosmos DB for NoSQL
- Azure Data Explorer (Kusto)
- Azure Data Lake Storage Gen2
- Azure Database for MySQL
- Azure Database for PostgreSQL** (selected)
- Azure Databricks Delta Lake
- Azure File Storage
- Azure Key Vault
- Azure SQL Database

At the bottom right of the grid are 'Continue' and 'Cancel' buttons.

New linked service

Azure Database for PostgreSQL [Learn more](#)

Description

Connect via integration runtime * (1)

AutoResolveIntegrationRuntime

Version

2.0 (1) 1.0

Authentication type

Basic auth

Account selection method (1)

From Azure subscription Enter manually

Azure subscription

Azure for Students (93bc3beb-2d29-4001-8ea7-73833563ac9f)

Server name *

pgvector (Flexible server)

Port

5432

Database name *

postgres

User name *

The screenshot shows a configuration page for a linked service named 'postgres'. At the top, there are two tabs: 'Password' (which is selected) and 'Azure Key Vault'. Below the tabs is a field labeled 'Password *' containing a masked password. At the bottom of the page are four buttons: 'Create' (in blue), 'Back', 'Test connection' (with a gear icon), and 'Cancel'.

2. Linked Service para Data Lakehouse (Destino):

- **Tipo:** Azure Data Lake Storage Gen2 (ADLS Gen2).
- **Propósito:** Permite a ADF escribir los archivos Parquet resultantes en el Data Lake.
- **Configuración en ADF:**
 - Se selecciona el tipo Azure Data Lake Storage Gen2.
 - Se elige la Cuenta de Almacenamiento (Storage account name) correspondiente a tu Data Lakehouse.
 - Se recomienda usar la Identidad Administrada (Managed Identity) para la autenticación por motivos de seguridad.
 - Se verifica la conexión y se crea el servicio.

New linked service

Data store Compute

All	Azure	Database	File	Generic protocols
Azure AI Search	Azure Blob Storage	Azure Cosmos DB for MongoDB		
Azure Cosmos DB for NoSQL	Azure Data Explorer (Kusto)	Azure Data Lake Storage Gen2		
Azure Database for MySQL	Azure Database for PostgreSQL	Azure Databricks Delta Lake		

Continue Cancel

New linked service

Azure Data Lake Storage Gen2 [Learn more](#)

Name *

AzureDataLakeStorage1

Description

Connect via integration runtime * [\(i\)](#)

AutoResolveIntegrationRuntime

Authentication type

Account key

Account selection method [\(i\)](#)

From Azure subscription Enter manually

Azure subscription [\(i\)](#)

Azure for Students (93bc3beb-2d29-4001-8ea7-73833563ac9f)

Storage account name *

etlpostgresvector



Test connection [\(i\)](#)

To linked service To file path

Annotations

+ New

> Parameters

> Advanced ⓘ

Create

Back

🔗 Test connection

Cancel

3. Linked Service para Azure Blob Storage (Origen Imágenes - Cloud):

- **Tipo:** Azure Blob Storage.
- **Propósito:** Es la fuente de los archivos binarios de imagen una vez cargados a la nube, eliminando el uso del SHIR.
- **Configuración en ADF:**
 - Se selecciona el tipo Azure Blob Storage.
 - Se elige la Cuenta de Almacenamiento donde se cargaron las imágenes.
 - **Integration Runtime:** Se selecciona el **AutoResolveIntegrationRuntime** (o el predeterminado) para una conexión directa en la nube.
 - La conexión se realiza directamente en la nube.

New linked service

Data store Compute

Search

All Azure Database File Generic protocol

Azure AI Search	Azure Blob Storage	Azure Cosmos DB for MongoDB
Azure Cosmos DB for NoSQL	Azure Data Explorer (Kusto)	Azure Data Lake Storage Gen2

 Azure Database for MySQL	 Azure Database for PostgreSQL	 Azure Databricks Delta Lake
 Azure File Storage	 Azure Key Vault	 Azure SQL Database
		

Continue **Cancel**

New linked service

 Azure Blob Storage [Learn more](#) 

Name *

Description

Connect via integration runtime * 

AutoResolveIntegrationRuntime



Authentication type



Connection string

[Azure Key Vault](#)

Account selection method 

From Azure subscription Enter manually

Azure subscription 



Storage account name *



Additional connection properties origenimagenes

+ New

Test connection ⓘ

To linked service To file path

Annotations

+ New

> Parameters

> Advanced ⓘ

Create Back Test connection Cancel

3.4. Definición de Datasets

Los Datasets apuntan a los datos específicos dentro de las conexiones definidas. Para manejar los dos flujos de datos (embeddings desde la nube y binarios desde local) se requieren cuatro Datasets.

La configuración de estos Datasets se realiza dentro del Azure Data Factory Studio en la sección "Author" (Autor).

1. Dataset de Origen (DS_PgVector_ImagenesFer):

- **Propósito:** Apunta a la tabla 'imagenes_fer' en Azure PostgreSQL (para extraer los embeddings).
- **Configuración en ADF:**
 - Tipo: Azure Database for PostgreSQL.
 - Linked Service: Se enlaza al servicio de PostgreSQL configurado en 3.2.1.

- Tabla: Se selecciona la tabla 'imagenes_fer'.

New dataset

In pipeline activities and data flows, reference a dataset to specify the location and structure of your data within a data store. [Learn more](#)

Select a data store

Search

All Azure Database File Generic protocol

Azure AI Search	Azure Blob Storage	Azure Cosmos DB for MongoDB
Azure Cosmos DB for NoSQL	Azure Data Explorer (Kusto)	Azure Data Lake Storage Gen2
Azure Database for MySQL	Azure Database for PostgreSQL	Azure Databricks Delta Lake
Azure File Storage	Azure SQL Database	Azure SQL Database

Continue Cancel

Set properties

Name
DS_PgVector_ImagenesFer

Linked service *
AzurePostgreSql1

Table name
Select...  

Enter manually

Import schema
 From connection/store None

2. Dataset de Destino (DS_Lakehouse_EMBEDDINGS):

- **Propósito:** Define la ubicación y el formato para los embeddings en el Data Lakehouse.
- **Configuración en ADF:**
 - Tipo: Azure Data Lake Storage Gen2.
 - Formato: Se selecciona **Parquet** por ser columnar y optimizado para análisis.
 - Linked Service: Se enlaza al servicio de ADLS Gen2 configurado en 3.2.2.

- Ruta de Archivo: Se especifica la ruta lógica (ej., 'raw/embeddings/fer2013/').

New dataset

In pipeline activities and data flows, reference a dataset to specify the location and structure of your data within a data store. [Learn more](#)

Select a data store

Search

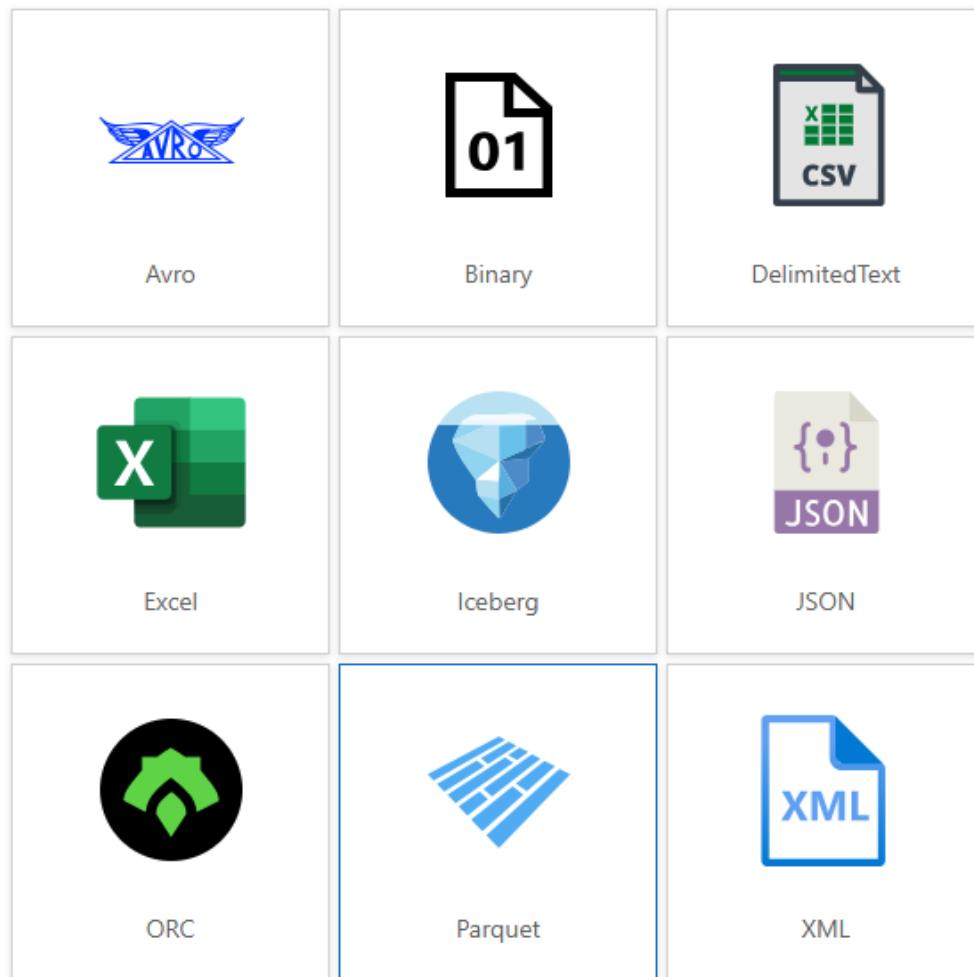
All Azure Database File Generic protocol

Azure AI Search	Azure Blob Storage	Azure Cosmos DB for MongoDB
Azure Cosmos DB for NoSQL	Azure Data Explorer (Kusto)	Azure Data Lake Storage Gen2
Azure Database for MySQL	Azure Database for PostgreSQL	Azure Databricks Delta Lake

Continue Cancel

Select format

Choose the format type of your data



[Continue](#)[Back](#)[Cancel](#)

Set properties

Name
Parquet1

Linked service *
AzureDataLakeStorage1

File path
raw / embeddings/fer2013 / File name

Import schema
 From connection/store From sample file None

OK Back Cancel

3. Dataset de Origen Binario (DS_Images_Source):

- **Propósito:** Apunta a la ubicación de los archivos PNG del dataset FER2013 en **Azure Blob Storage**, asumiendo que ya han sido cargados.
- **Configuración en ADF:**
 - Tipo: **Azure Blob Storage**.
 - Linked Service: Se enlaza al nuevo Linked Service de **Azure Blob Storage** configurado en 3.2.3.
 - Formato: Se selecciona **Binary** (Binario) para tratar los archivos sin modificar su contenido.

- Ruta: Se indica la subcarpeta dentro del contenedor de Blob Storage donde se encuentran las imágenes (ej. 'train').

New dataset

In pipeline activities and data flows, reference a dataset to specify the location and structure of your data within a data store. [Learn more](#)

Select a data store

Search

All Azure Database File Generic protocol

Azure AI Search	Azure Blob Storage	Azure Cosmos DB for MongoDB
Azure Cosmos DB for NoSQL	Azure Data Explorer (Kusto)	Azure Data Lake Storage Gen2
Azure Database for MySQL	Azure Database for PostgreSQL	Azure Databricks Delta Lake
Azure File Storage	Azure SQL Database	Azure SQL Database Managed Instance

[Continue](#)[Cancel](#)

Select format

Choose the format type of your data



Avro



Binary



DelimitedText



Excel



JSON



ORC



Parquet



XML

[Continue](#)[Back](#)[Cancel](#)

Set properties

Name

DS_Images_Source

Linked service *

AzureBlobStorage1

**File path**

imagenes

/ train

/ File name



4. Dataset de Destino Binario (DS_Lakehouse_Images):

- **Propósito:** Define la ubicación para las imágenes originales sin alteración en el Data Lakehouse.
- **Configuración en ADF:**
 - Tipo: Azure Data Lake Storage Gen2.
 - Formato: Se selecciona **Binary** (Binario).
 - Linked Service: Se enlaza al servicio de ADLS Gen2.
 - Ruta de Archivo: Se especifica una ruta para las imágenes (ej., 'raw/images/fer2013/') separada de los embeddings.

New dataset

In pipeline activities and data flows, reference a dataset to specify the location and structure of your data within a data store. [Learn more](#)

Select a data store

Search

All **Azure** Database File Generic protocol

 Azure AI Search	 Azure Blob Storage	 Azure Cosmos DB for MongoDB
 Azure Cosmos DB for NoSQL	 Azure Data Explorer (Kusto)	 Azure Data Lake Storage Gen2
 Azure Database for MySQL	 Azure Database for PostgreSQL	 Azure Databricks Delta

MySQL	PostgreSQL	Lake
		
Azure File Storage	Azure SQL Database	Azure SQL Database Managed Instance

Continue **Cancel**

Select format

Choose the format type of your data

 Avro	 Binary	 DelimitedText
 Excel	 Iceberg	 JSON
 ORC	 Parquet	 XML

[Continue](#)[Back](#)[Cancel](#)

Set properties

Name**Linked service *** **File path** / /  | 

OK

Back

Cancel

3.5. Creación del Pipeline de Carga (Copy Data Activity)

El Pipeline (ej., [PL_Migrar_Datos_FER](#)) debe orquestar dos tareas de copia distintas y paralelas para manejar los dos tipos de datos desde sus orígenes en la nube hasta el Data Lakehouse (ADLS Gen2).

1. **Crear Pipeline:** Se crea un nuevo Pipeline en ADF Studio (ej., [PL_Migrar_Datos_FER](#)).
2. **Añadir Dos Actividades de Copia de Datos:** Se incluyen dos actividades de *Copy Data* independientes.

1. Flujo de Embeddings (PostgreSQL a Parquet)

Esta actividad traslada los vectores numéricos y metadatos desde la base de datos a un formato analítico optimizado, corrigiendo dinámicamente la ruta del archivo (filepath) para que coincida con la ubicación final de las imágenes en el Data Lakehouse.

- **Nombre de Actividad:** [Copy_EMBEDDINGS_PostgreSQL](#)
- **Configuración de Origen (Source):** Se utiliza el Dataset de origen ([DS_PgVector_ImagenesFer](#)), pero debes cambiar el modo de extracción de "**Table**" a "**Query**".
- **Consulta SQL de Extracción (Transformación de Ruta):**
 - Introduce la siguiente consulta en el campo "Query". Esta consulta concatena el prefijo de la ruta y le da un alias ([filepath_corregido](#)) a la columna resultante.

```
SELECT
    id,
    emotion,
    vector,
    -- CAMBIO CLAVE: Concatena el prefijo de la ruta del Data Lakehouse
    'raw/imagenes/train/' || filepath AS filepath
FROM
    public.imagenes_fer;
```

- **Configuración de Destino (Sink):** Se utiliza el Dataset de destino ([DS_Lakehouse_EMBEDDINGS](#)) configurado con el formato **Parquet**.
- **Manejo de Vectores:** ADF gestiona la conversión de la columna [VECTOR\(512\)](#) de PostgreSQL en un tipo de dato compatible (como una *array* o *string* serializada) dentro del archivo Parquet.
- **Mapeo (Mapping):** Dentro de la actividad Copy Data, ve a la pestaña "Mapping" y asegúrate de que la columna de origen [filepath_corregido](#) (generada por la consulta SQL) se mapee correctamente a la columna destino [filepath](#) del archivo Parquet.

Copy data

Copy_EMBEDDINGS_PostgreSQL

General Source Sink Mapping Settings User properties

Source dataset * DS_PgVector_ImagenesFer Open New Preview d

Use query

Table Query

Query *

```
SELECT
    id,
    emotion,
    vector,
    'raw/imagenes/train/' || filepath AS filepath_corregido
FROM
    public.imagenes_fer;
```

Edit

Query timeout (minutes) 120

Partition option None Physical partitions of table Dynamic range

Additional columns New

2. Flujo de Imágenes (Blob Storage a Binary)

Esta actividad traslada los archivos de imagen binarios sin alteración a la zona de datos crudos (raw) del Data Lakehouse.

- **Nombre de Actividad:** [Copy_Images_BlobStorage](#)
- **Configuración de Origen (Source):** Se utiliza el Dataset de origen binario ([DS_Images_Source](#)), conectado al Linked Service de Azure Blob Storage (3.2.3).
- **Configuración de Destino (Sink):** Se utiliza el Dataset de destino binario ([DS_Lakehouse_Images](#)) configurado con el formato **Binary**.

- **Comportamiento de Copia:** Es crucial configurar esta actividad para que preserve la jerarquía de las carpetas, **Preserve hierarchy** (ej., `train/feliz/`) al copiar de Blob Storage al Data Lakehouse, garantizando que los **filepath**s de los embeddings sigan siendo válidos.

3.6. Ejecución y Monitoreo

Esta fase valida la corrección de rutas, la conexión Cloud-to-Cloud y el éxito del traslado de datos vectoriales y binarios al Data Lakehouse.

1. Verificación del Flujo (Modo Debug)

- **Propósito:** Asegurar que ambas actividades de copia (`Copy_EMBEDDINGS_PostgreSQL` y `Copy_Images_BlobStorage`) se ejecuten sin errores.
- **Ejecución:** Inicia el Pipeline en modo "**Debug**" (Depurar) para una prueba de validación.
- **Validación de Embeddings:** Confirma el estado "Succeeded" y verifica en los detalles que el **número de filas leídas** de PostgreSQL sea correcto. Esto valida que la **Source Query** que corrige el **filepath** funciona.
- **Validación de Imágenes:** Confirma el estado "Succeeded" y verifica el **volumen de datos (Bytes)** copiados de Azure Blob Storage. Esto valida que la conexión Cloud-to-Cloud es exitosa.

The screenshot shows the Azure Data Factory pipeline run history. At the top, there are three tabs: 'Validate' (selected), 'Debug', and 'Add trigger'. Below the tabs, there are two pipeline components: 'Copy data' (Copy_EMBEDDINGS_PostgreSQL) and 'Copy data' (Copy_Images_BlobStorage), both with green checkmarks indicating success. The main area displays the pipeline run details: Pipeline run ID is f712176c-2648-483e-8b6a-2d907977dafb, Pipeline status is Succeeded, and the run started on 12/4/2025 at 10:56:34 PM. Below this, a table lists the activity details:

Activity name	Activity st...	Activit...	Run start	Duration	Integration runtime	User prop...
Copy_Images_BlobStorage	Succeeded	Copy data	12/4/2025, 10:56:34 PM	55s	AutoResolveIntegrationRuntime (Sweden Central)	
Copy_EMBEDDINGS_PostgreSQL	Succeeded	Copy data	12/4/2025, 10:56:34 PM	27s	AutoResolveIntegrationRuntime (Sweden Central)	

2. Programación de la Carga (Triggers)

- **Publicación:** Haz clic en "**Publish all**" (Publicar todo) antes de programar la ejecución.
- **Trigger:** Vamos a ir a "**Add Trigger**" y le vamos a dar clic a "**Trigger Now**"

3. Monitoreo y Validación de Destino

- **Panel de Monitoreo:** En la pestaña "Monitor" de ADF, revisa el estado de la ejecución (debe ser "**Succeeded**").



- **Validación de Destino (ADLS Gen2):**

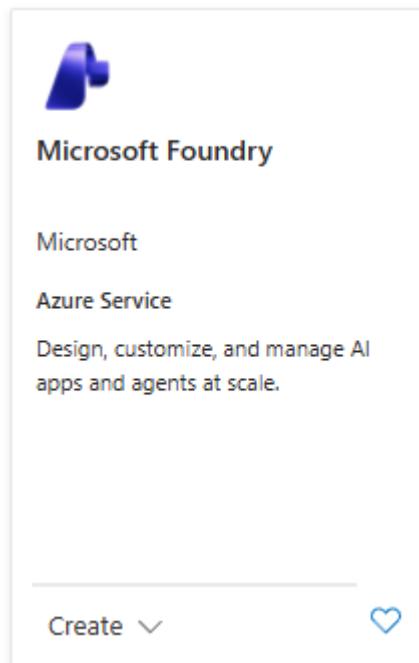
- Verifica que los archivos **Parquet** (Embeddings) se hayan creado en la ruta: `raw/embeddings/fer2013/`.
- Verifica que los archivos **Binarios** (Imágenes) se hayan creado en la ruta: `raw/images/fer2013/train/` y que se haya **mantenido la jerarquía de las carpetas de emoción** (gracias a la configuración 'Preserve hierarchy').

4. Conexion de Microsoft AI Foundry al Datalake

Esta es la fase final, donde los datos vectoriales (embeddings) y las imágenes binarias se utilizan para construir aplicaciones de Inteligencia Artificial.

1. Desplegar Microsoft AI Foundry

El despliegue de **Microsoft AI Foundry** (o el servicio específico de Azure AI) consiste en configurar el entorno para acceder y procesar los datos en el Data Lakehouse.



- **Configuración del Acceso:** El servicio Foundry se configura con acceso de lectura directo al **Data Lakehouse (ADLS Gen2)** para obtener los datos.
- **Indexación:** Los **vectores** leídos desde los archivos Parquet (`raw/embeddings/fer2013/`) se cargan en un índice vectorial optimizado (ej., Azure AI Search o un índice vectorial nativo de Foundry). Esto permite realizar consultas de similitud ultrarrápidas, que son esenciales para el consumo de embeddings.

Create a Foundry resource ...

1 Basics **2 Storage** **3 Network** **4 Identity** **5 Encryption** **6 Tags** **7 Review + submit**

Design, customize, and manage AI apps and agents at scale. [Learn More](#)

Instance Details

Select the subscription to manage deployed resources and costs. Use resources groups like folders to organize and manage all your resources.

Subscription * ⓘ	Azure for Students
Resource group * ⓘ	etl_postgres
	Create new
Name * ⓘ	ai-fer
Region ⓘ	Sweden Central

[View full pricing details](#)

Your first project

Foundry organizes development artifacts into projects— containers for managing permissions, monitoring, costs, and more. When you create a resource, a project is also created. This "default" project has more capabilities than projects that you create later. [Learn more](#).

Default project name *

Content Review Policy

Foundry provides access to Azure OpenAI models. To detect and mitigate harmful use of the Azure OpenAI Service, Microsoft logs the content you send to the Completions and image generations APIs as well as the content it sends back. If content is flagged by the service's filters, it may be reviewed by a Microsoft full-time employee

[Learn more about how Microsoft processes, uses, and stores your data](#)

[Apply for modified content filters and abuse monitoring](#)

[Review the Azure OpenAI code of conduct](#)

2. Ejemplo de Uso: Búsqueda de Emociones Similares (Similarity Search)

Para conectar con nuestro Datalake vamos a ir a [Centro de Administración](#), [Connected resources](#), seleccionamos [Nueva conexión](#).

Busca y selecciona el tipo de conexión apropiado, como Storage account (Cuenta de almacenamiento).

The screenshot displays two main windows of the Microsoft Foundry platform.

Project Overview Window:

- Left Sidebar:** Includes sections for Información general, Catálogo de modelos, Área de juegos, Compilación y personalización, Agentes, Plantillas, Ajuste preciso, Compresión de contenidos, Observar y optimizar, Traza, Supervisión, Proteger y gobernar, Evaluación, Barreras de protección y controles, Riesgos y alertas, Gobernanza, Azure OpenAI, Finalizaciones almacenadas, Trabajos por lotes, Mis recursos, Datos e índices, Modelos + puntos de conexión, and Más.
- Central Content:**
 - Puntos de conexión y claves:** Shows a Key of API (redacted) and a Microsoft Foundry project endpoint (https://ai-fer-services.azure.com/api/projects/analysis_fer).
 - Detalles del proyecto:** Includes fields for Id. de recurso del proyecto, Suscripción, Grupo de recursos, and Ubicación (swedencentral).
 - Administrador de configuración del proyecto:** Lists options like Agregar usuarios, Ver costo, Conectar recursos, Realizar un seguimiento de los costos, and Abrir en el centro de administración.
 - Siga estos pasos para conocer los conceptos básicos:** A grid of four boxes: Definir y explorar, Compilación y personalización, Observar y optimizar, and Proteger y gobernar, each with a series of steps.
 - Trabajo desde una plantilla:** Shows a preview of a template interface.

Resource Management Window:

- Left Sidebar:** Includes Centro de administración, Todos los recursos, Quota, Recurso (ai-fer), Overview, Users, Connected resources, and Go to project.
- Central Content:**
 - Administrador recursos conectados en este proyecto:** Shows a list of connected resources: Project (analysis_fer), Overview, Users, Connected resources, and Go to project.
 - Agregar una cuenta de almacenamiento:** A modal dialog for adding a storage account. It shows a search bar, a list of resources (including 'azureswedencentral' and 'Azure for Students'), and an authentication section for 'Account key'.
 - Ayuda con las conexiones:** A sidebar with links to '¿Qué son las conexiones?', 'Las conexiones son una manera de autenticar y consumir recursos de Microsoft y que no son de Microsoft dentro de los proyectos. Por ejemplo, las conexiones se usan para integrar flujos de ejecuciones, los datos de entrenamiento y las implementaciones.', 'Más información acerca de las conexiones', and 'Recursos pertinentes'.