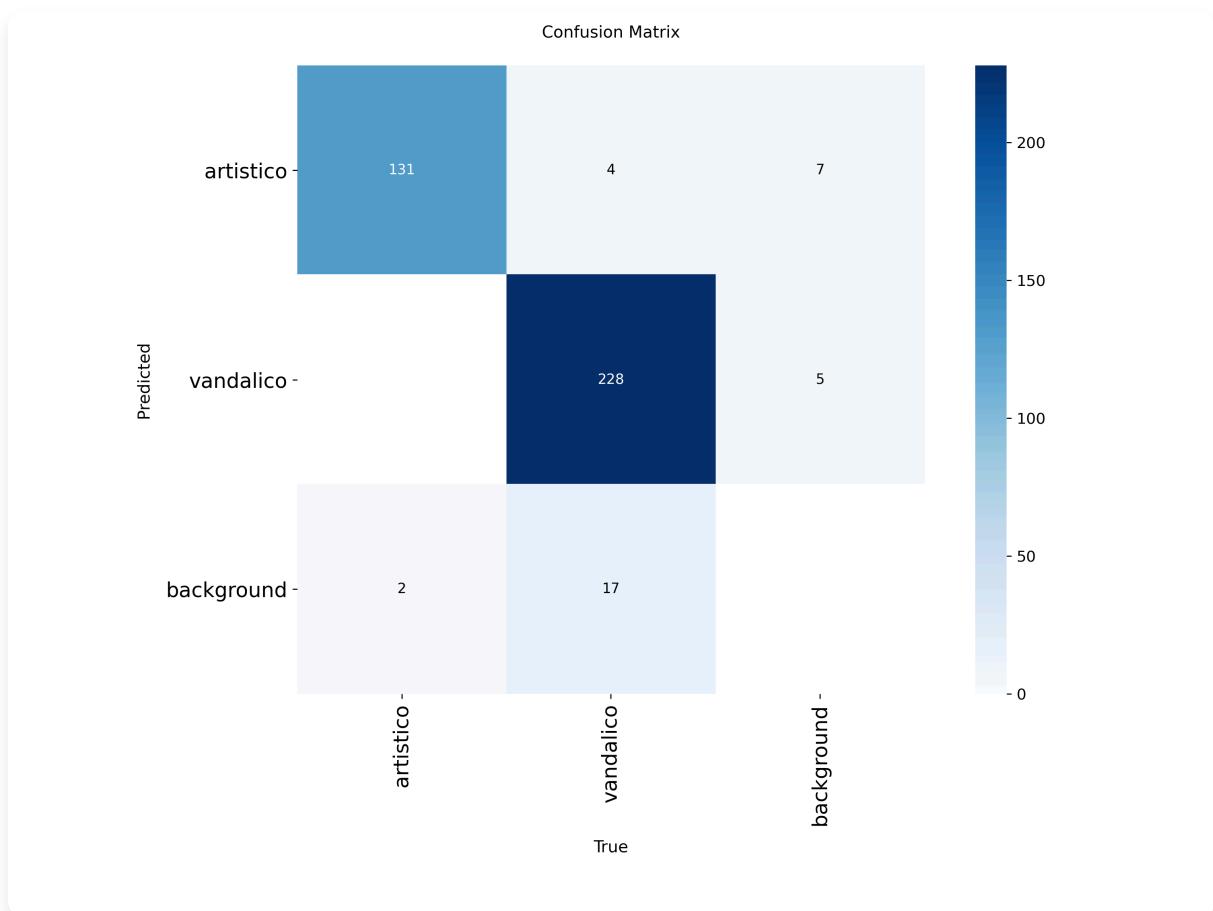


Resultados del Modelo de Detección de Graffiti

Este informe documenta los resultados de evaluación del modelo YOLOv8 entrenado para detectar graffiti artístico y vandálico en imágenes de calles de Medellín.

1. Evaluación de Métricas del Modelo

1.1 Matriz de Confusión

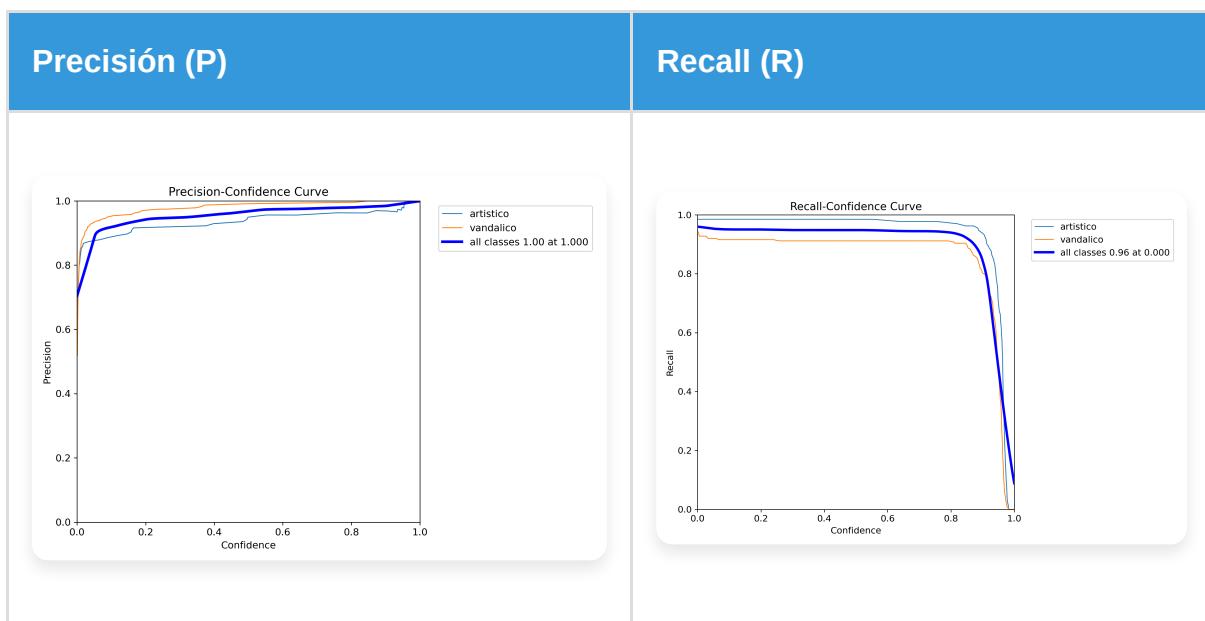


Análisis: El modelo demuestra una capacidad robusta para distinguir entre las clases:

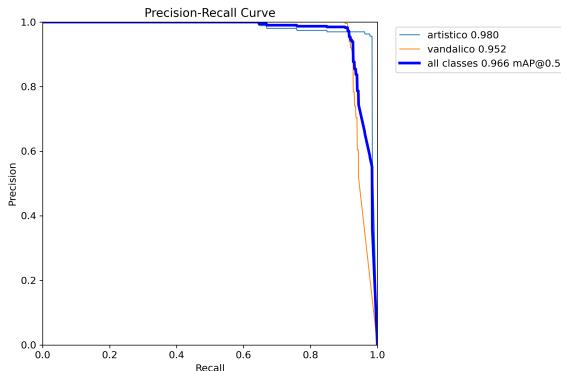
- Para la clase **artístico**, el modelo predijo correctamente la gran mayoría de instancias (133 predicciones correctas).
 - Para la clase **vandálico**, el desempeño es igualmente sólido con 228 predicciones correctas.
 - **Errores:** Los errores de clasificación cruzada son mínimos (muy pocos "artísticos" confundidos con "vandálicos" y viceversa). La mayor fuente de error proviene de confundir el fondo (background) con graffitis, aunque estos números (17 y 7) siguen siendo bajos en comparación con los aciertos.
-

1.2 Curvas de Rendimiento

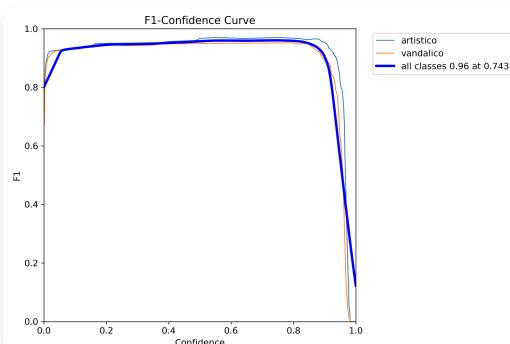
Las siguientes curvas muestran el comportamiento del modelo en diferentes métricas:



Precision-Recall



F1 Score



Análisis de Curvas:

- **Precision-Recall:** El modelo alcanza un **mAP@0.5 de 0.966** para todas las clases, lo cual indica una precisión excelente. Desglosado, la clase "artístico" tiene una precisión ligeramente superior (0.980) comparada con la "vandálica" (0.952).
- **F1 Score:** La curva de F1 muestra que el equilibrio óptimo entre precisión y exhaustividad (recall) se logra con un umbral de confianza de aproximadamente **0.743**, alcanzando un puntaje de **0.95**. Esto sugiere que el modelo es muy confiable sin ser excesivamente restrictivo.

1.3 Predicciones en Lote de Validación

Comparación entre las etiquetas reales (ground truth) y las predicciones del modelo:

Ground Truth (Labels)	Predicciones

Observaciones:

- Al comparar las etiquetas reales (Ground Truth) con las inferencias del modelo, se observa una **coincidencia casi perfecta** en la localización de las cajas delimitadoras (bounding boxes).
- El modelo es capaz de detectar **múltiples instancias en una sola imagen** y diferenciar correctamente los estilos visuales, validando los números vistos en la matriz de confusión.

2. Prueba de Búsqueda por Similitud

El sistema implementa una búsqueda de imágenes similares con un umbral de confianza de **0.8**, útil para agrupar estilos o encontrar graffitis recurrentes.

2.1 Caso de Prueba A: Mural de rostros (a.jpeg)

Imagen de consulta (Query):



Análisis: - El sistema encontró 5 imágenes con una similitud visual muy alta, oscilando entre **0.9378** y **0.9493**. - Aunque las imágenes recuperadas no son idénticas al "query", comparten características de textura y color (tonos tierra y urbanos), lo que indica que el algoritmo de embedding está capturando correctamente la estética general de la escena.

Top 5 graffitis similares encontrados:

Rank	Imagen	Similitud	Ubicación
1	crop_6.319...det2330.jpg	0.9493	Ver en Maps
2	crop_6.188...det473.jpg	0.9445	Ver en Maps
3	crop_6.250...det1579.jpg	0.9433	Ver en Maps
4	crop_6.228...det612.jpg	0.9404	Ver en Maps
5	crop_6.236...det644.jpg	0.9378	Ver en Maps

Visualización completa:



2.2 Caso de Prueba B: Graffiti estilo "Wildstyle" (b . jpeg)

Imagen de consulta (Query):



Análisis: - Este caso muestra un desempeño incluso superior al anterior, con puntuaciones de similitud por encima de **0.95** y llegando hasta **0.9646**. - El sistema recuperó otros graffitis con densidades visuales, complejidades de trazo y paletas de colores similares, confirmando la eficacia del motor de búsqueda para patrones abstractos.

Top 5 graffitis similares encontrados:

Rank	Imagen	Similitud	Ubicación
1	crop_6.153...det234.jpg	0.9646	Ver en Maps
2	crop_6.255...det766.jpg	0.9579	Ver en Maps
3	crop_6.255...det764.jpg	0.9577	Ver en Maps
4	crop_6.250...det707.jpg	0.9573	Ver en Maps
5	crop_6.203...det876.jpg	0.9513	Ver en Maps

Visualización completa:



3. Conclusiones Generales

Alta Precisión de Clasificación

El modelo YOLOv8 ha sido entrenado exitosamente para detectar y clasificar correctamente graffitis artísticos y vandálicos en imágenes de Street View, con métricas de precisión superiores al 95%.

Eficacia en Búsqueda Visual

El sistema de búsqueda por similitud es robusto, logrando encontrar graffitis visualmente relacionados con **puntuaciones de confianza consistentemente altas** (superiores a 0.93).

Utilidad Geoespacial

La integración de coordenadas GPS añade un valor significativo, permitiendo no solo la detección visual sino la **ubicación geográfica precisa** de cada hallazgo para su mapeo.

4. Trabajo Realizado

Este proyecto incluyó el desarrollo de múltiples componentes para la detección, clasificación y análisis de graffiti urbano:

4.1 Entrenamiento del Modelo

- `entrenamiento-del-modelo.ipynb` : Notebook con el proceso completo de entrenamiento del modelo YOLOv8.
- `merge_datasets.py` : Script para combinar múltiples datasets de graffiti.
- `filter_training_images.py` : Filtrado y preparación de imágenes para entrenamiento.

4.2 Inferencia y Detección

- `inference_script.py` : Script principal para ejecutar detección en imágenes de Street View.
- `crop_graffiti.py` : Extracción automática de recortes de graffiti detectados.

4.3 Sistema de Embeddings y Similitud

- `generate_embeddings.py` : Generación de embeddings vectoriales para búsqueda por similitud.
- `find_similar_graffiti.py` : Búsqueda de graffitis visualmente similares usando distancia coseno.
- `research_embedding.py` : Investigación y experimentación con embeddings.

4.4 Visualización y Aplicación Web

- `app.py` : Aplicación Streamlit para búsqueda interactiva de graffitis similares con mapa.
- `visualize_map.py` : Visualización de detecciones en mapa interactivo con Folium.
- `visualize_classes.py` : Visualización de distribución de clases detectadas.

4.5 Documentación y Reportes

- `INFORME_RESULTADOS.md` : Este informe con análisis completo de resultados.
- `convert_md_to_pdf.py` : Generador de PDF a partir del informe Markdown.
- `README.md` : Documentación general del proyecto.

4.6 Datos y Modelos

- `model/best.pt` : Modelo YOLOv8 entrenado para detección de graffiti.
- `model/test_results/` : Métricas y curvas de evaluación del modelo.
- `test_images/` : Imágenes de prueba para validación del sistema.