



Sistema Nacional de Información  
Estadística y Geográfica

# Identificación de Pavimento en zonas urbanas

SEGUNDA SESIÓN 2025

---

**CIUDAD DE MÉXICO**

MARTES 09 DE DICIEMBRE DE 2025



# ÍNDICE

1 ► MOTIVACIONES

2 ► OBJETIVO

3 ► FUENTES DE DATOS

4 ► METODOLOGÍA

5 ► RESULTADOS

6 ► ACTUALIZACIÓN

# MOTIVACIONES



# MOTIVACIONES



- Los institutos de planeación municipales, así como los gobiernos municipales y estatales, requieren información diagnóstica para la planeación urbana.
- Uno de los principales problemas de infraestructura que enfrentan las ciudades es el deterioro de sus calles particularmente sus pavimentos, con frecuencia suelen acercarse al INEGI, buscando información sobre la disponibilidad de vías pavimentadas.



Fuente: <https://constrofacilitator.com/different-components-of-road-pavement-construction/>

# OBJETIVO



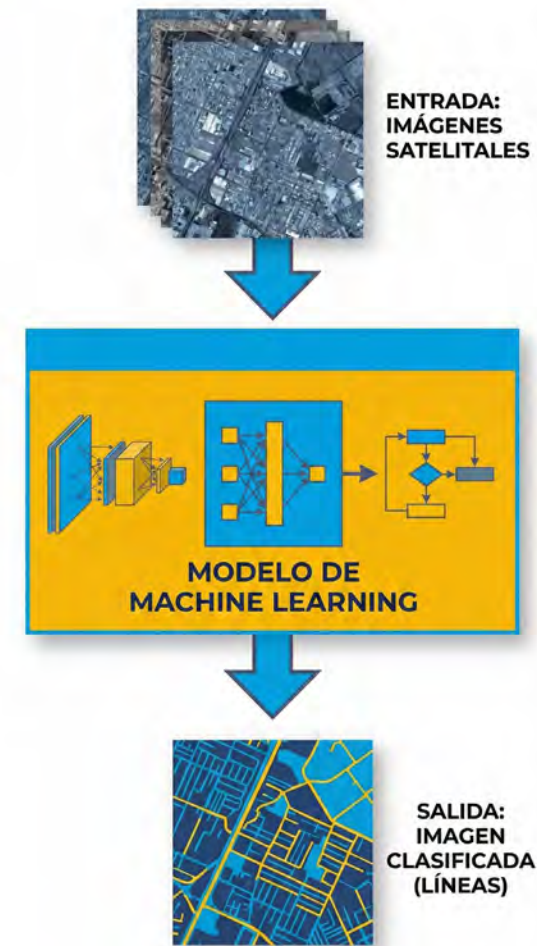


# OBJETIVO



**Desarrollar una metodología que detecte pavimentos proporcionando información sobre su disponibilidad.**

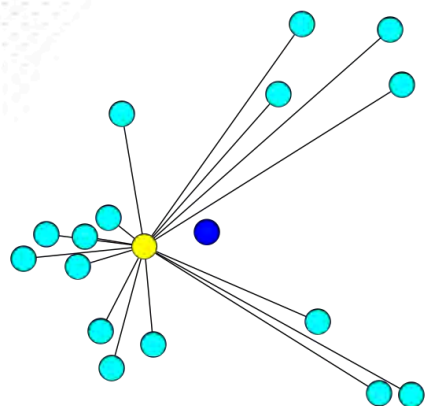
- Generar información diagnóstica
- Explotar la frecuencia de las imágenes satelitales
- Proporcionar una herramienta automática que ayude a la planeación urbana



# FUENTES DE DATOS

▶ ▶ ▶

# FUENTES DE DATOS SENTINEL 2-A



$$\arg \min_{y \in \mathbb{R}^n} \sum_{i=1}^m \|x_i - y\|_2$$



Imágenes agregadas por la media aritmética



Imágenes agregadas por la geomédiana



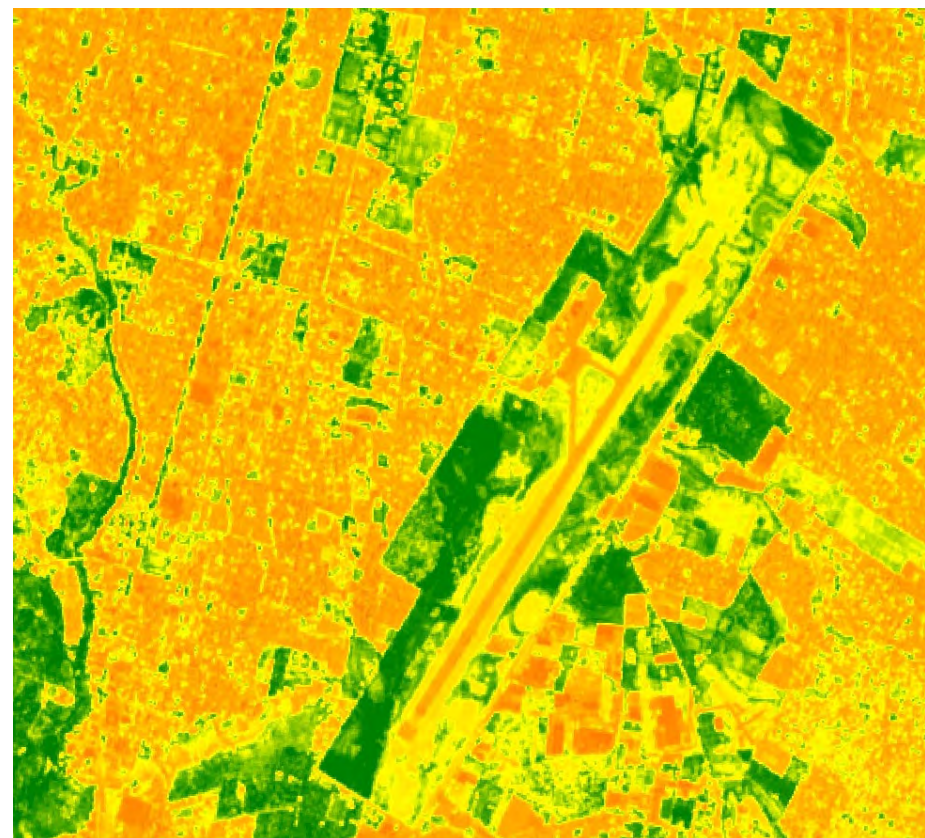
# METODOLOGÍA



# ÍNDICES ESPECTRALES



RGB



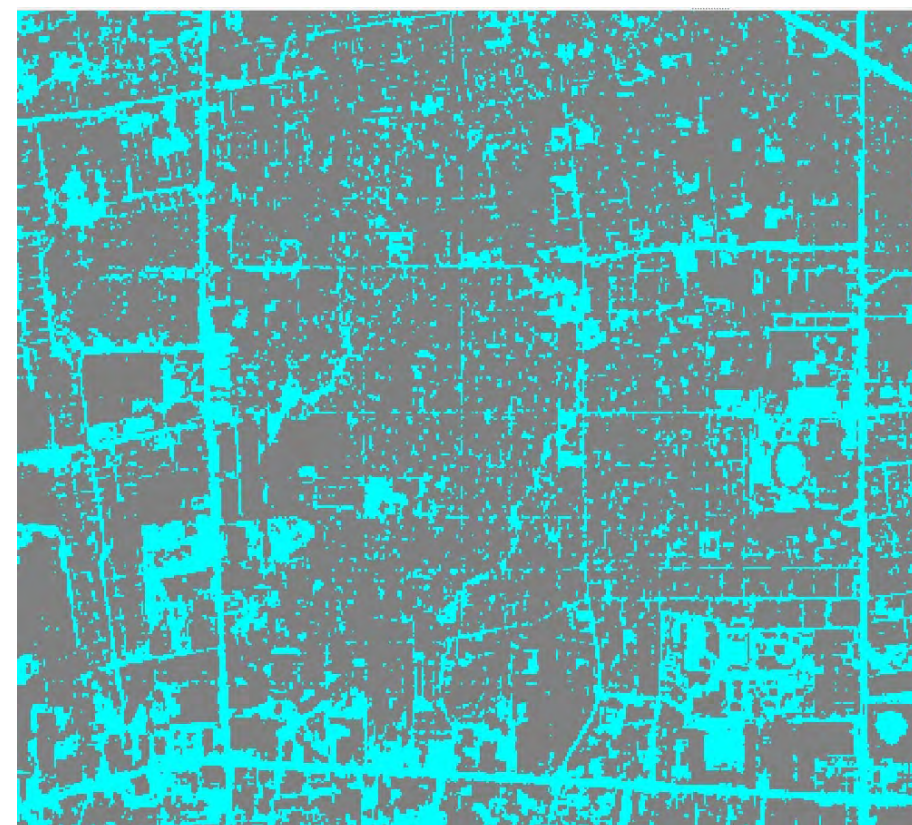
ÍNDICE DE VEGETACIÓN NORMALIZADO  
(NDVI)



# ÍNDICES ESPECTRALES (cont.)



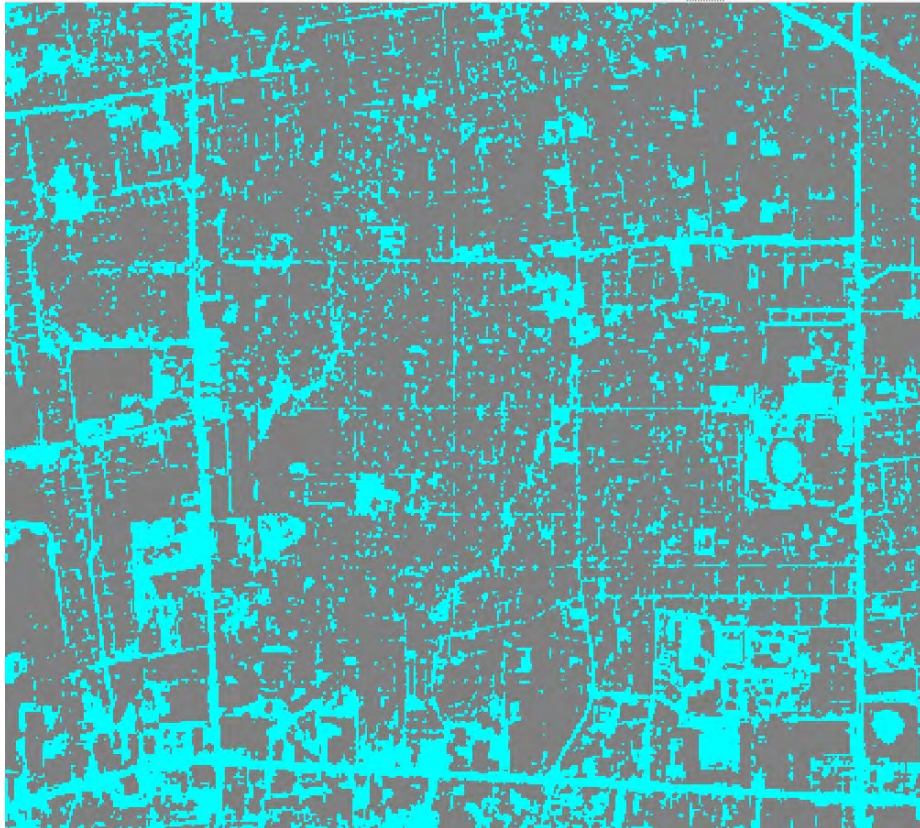
ÍNDICE NORMALIZADO DE ÁREA CONSTRUIDA  
(NBAI)



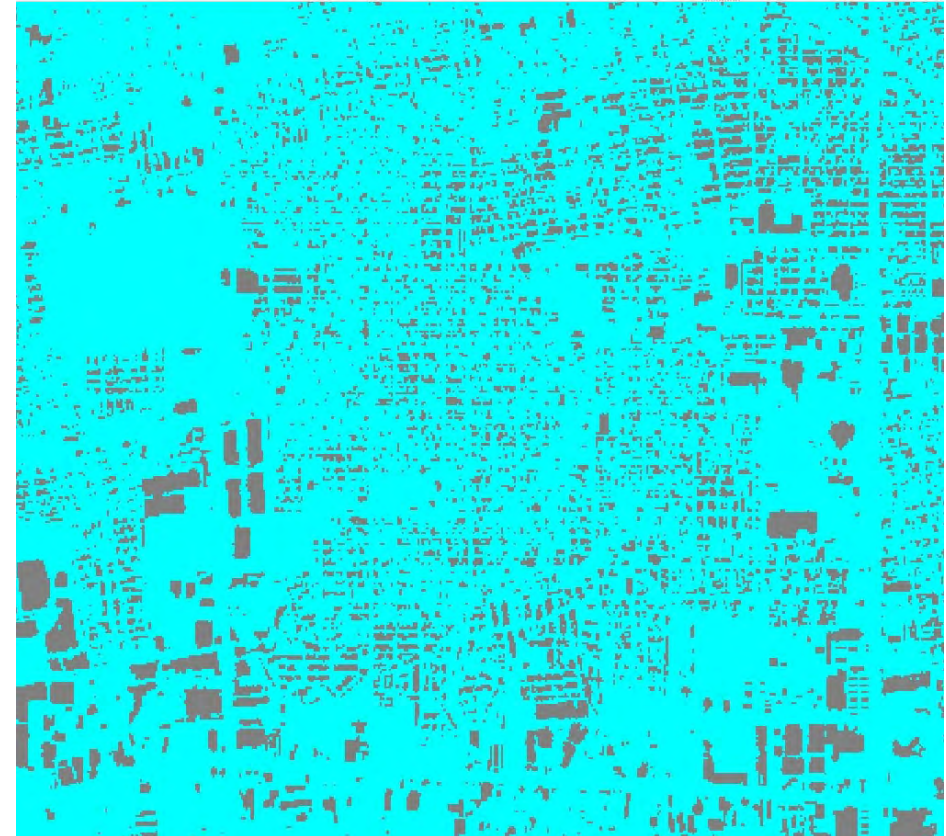
NBAI DISCRETIZADO



# MÉTODO DE OTSU PARA SEGMENTACIÓN



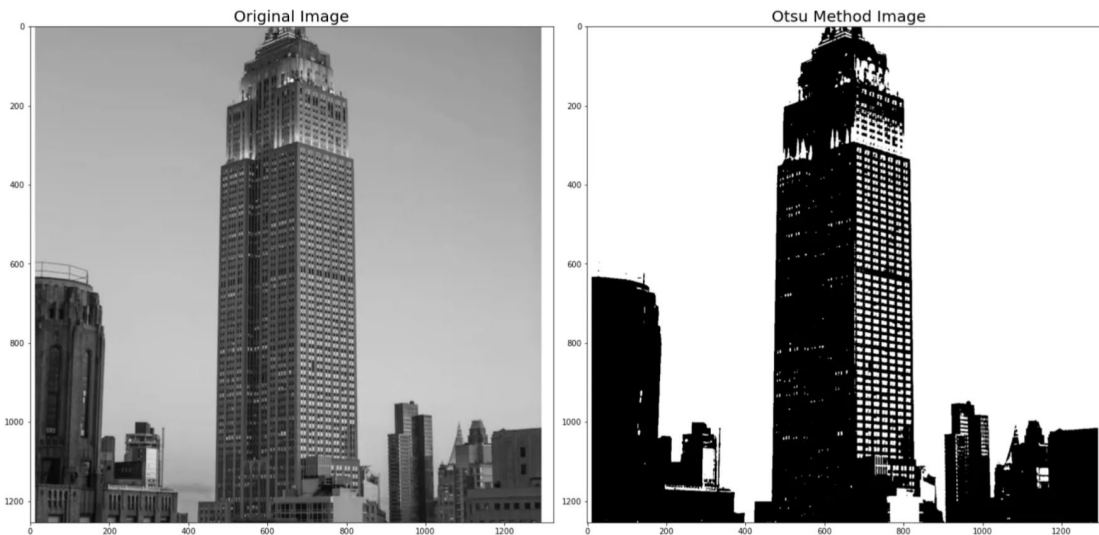
$\delta > -0.73$



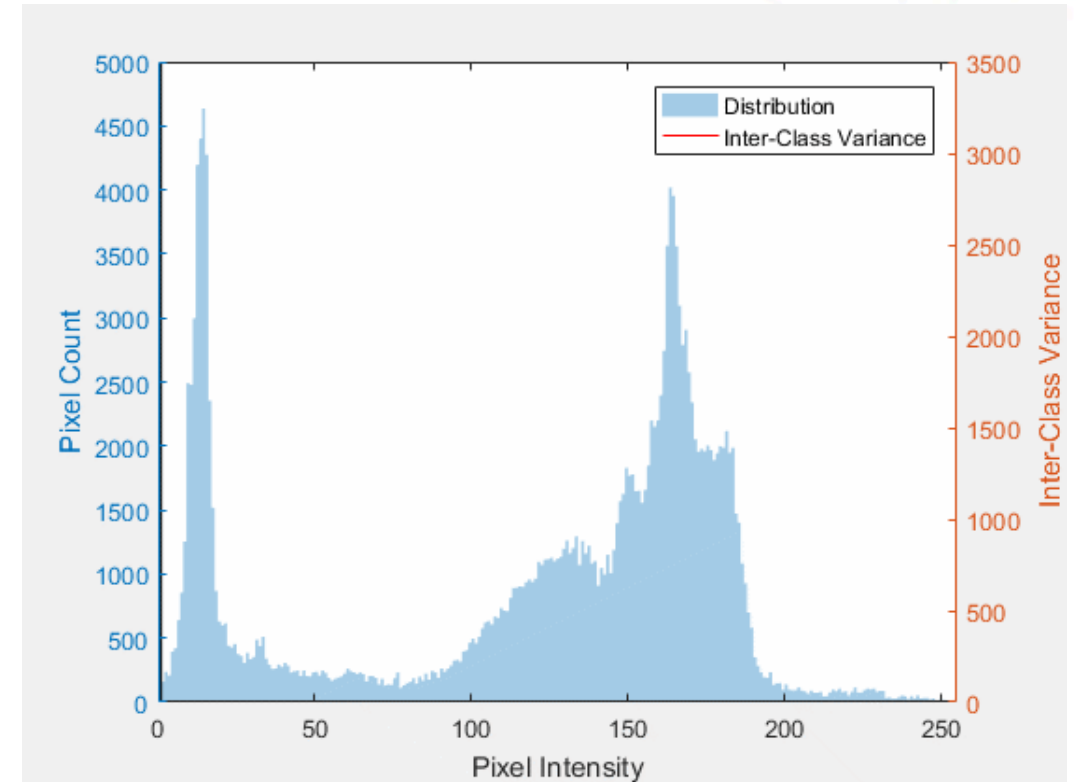
$\delta > -0.6$



# MÉTODO DE OTSU PARA SEGMENTACIÓN (cont.)



Fuente: <https://medium.com/@vignesh.g1609/image-segmentation-using-otsu-threshold-selection-method-856ccdacf22>



By Lucas(CA) - Own work, CC BY-SA 4.0,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=67144384>

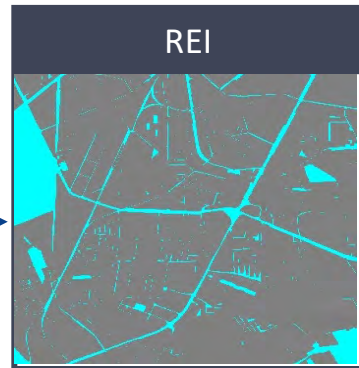
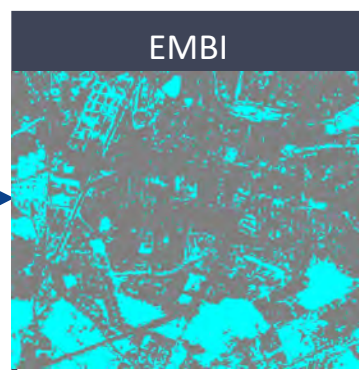
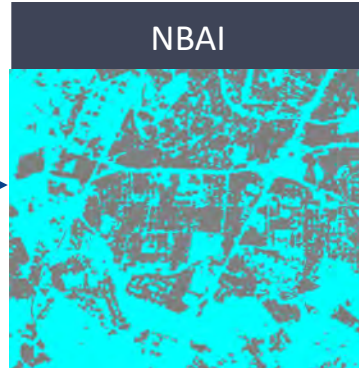
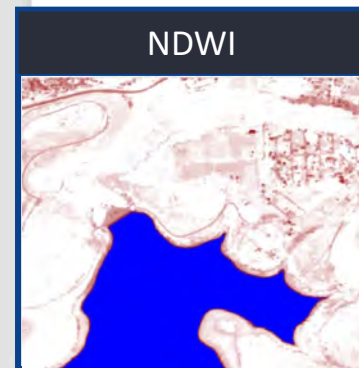
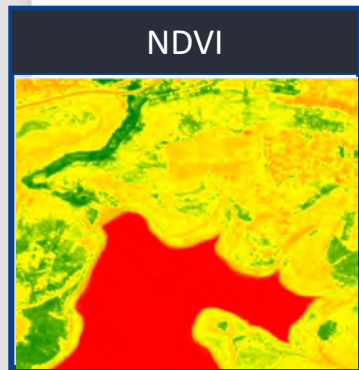
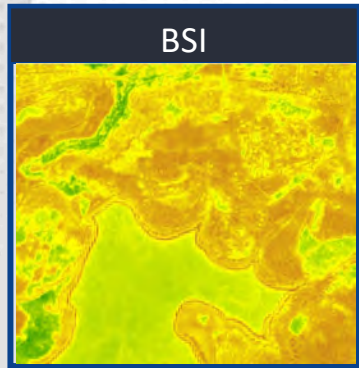


Máscara BSI, NDVI,  
NDWI

Cálculo NBAI, EMBI, REI

Combinación lógica

Detección de Vías



AND

OR

Resultado de operadores lógicos



RESULTADOS



Búsqueda de  
parámetros

RF

SVM

KNN

# RESULTADOS



# CLASIFICACIÓN BINARIA



Configuración	
No. de muestras	1000 (500 p/clase)
Entrenamiento	80%
Validación	20%
Exactitud (validación)	~99%

¿Cómo mejorar la  
clasificación?





## CLASIFICACIÓN **BINARIA (cont.)**



Incorporar muestras validadas



# DETECCIÓN DE PAVIMENTO



Hermosillo, Son.



Aguascalientes, Ags.



# DETECCIÓN DE PAVIMENTO



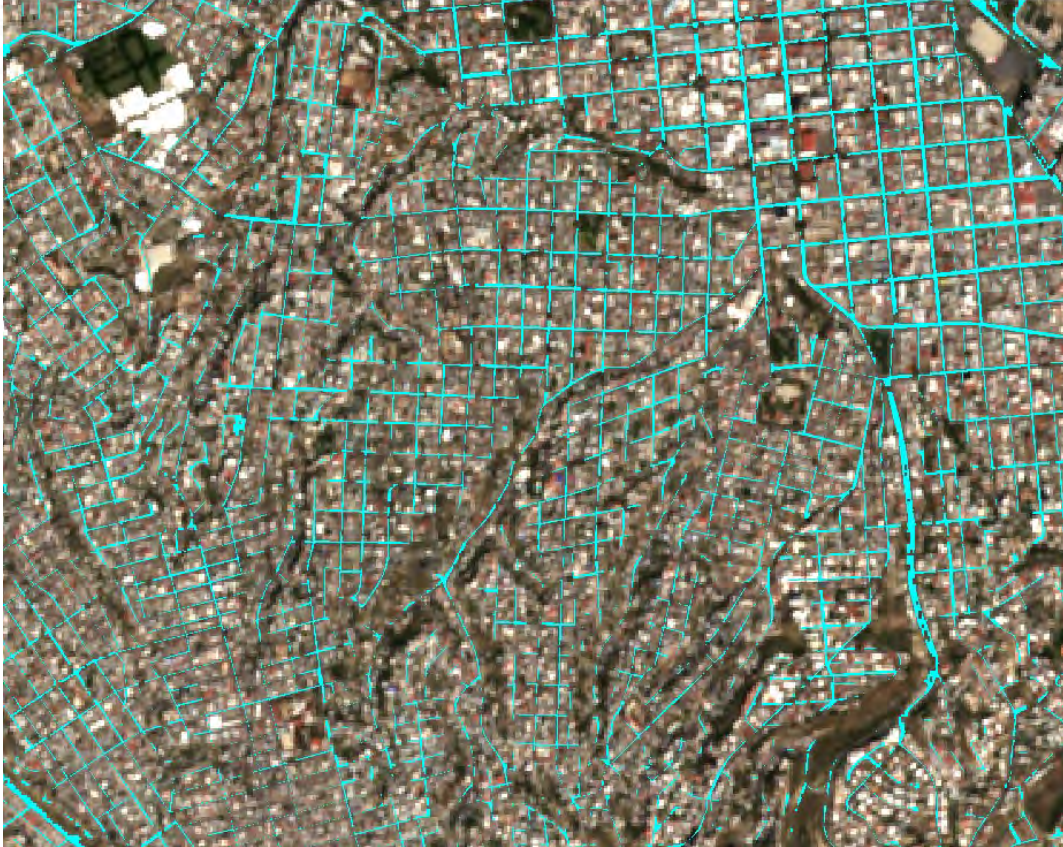
Morelia, Mich.



La Paz, B.C.S.



# DETECCIÓN DE PAVIMENTO



Tijuana, B.C.



León, Gto.



## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

- El conjunto de datos se genera automáticamente a partir de imágenes geomedianas e índices espectrales
- Se puede enriquecer dicho conjunto de datos con información de campo (experiencia)
- La búsqueda de parámetros en malla garantiza encontrar una combinación de parámetros adecuada para el problema
- Se realizaron dos esquemas distintos de clasificación: Pixel vs. OBIA
- Toda la metodología fue depositada en una aplicación web de GEE



APP desarrollada en GEE

# ACTUALIZACIÓN





# FUENTE DE DATOS EMBEDDINGS V1



- Resolución de 10m pp
- 64 dimensiones
- Distintos productos geoespaciales en uno sólo
- Disponibilidad anual para 2017-2024
- Distintas aplicaciones
  - Aprendizaje supervisado
    - Clasificación
    - Regresión
  - Aprendizaje no supervisado
    - Clustering
- Aumentó desempeño en PAI-28-2025

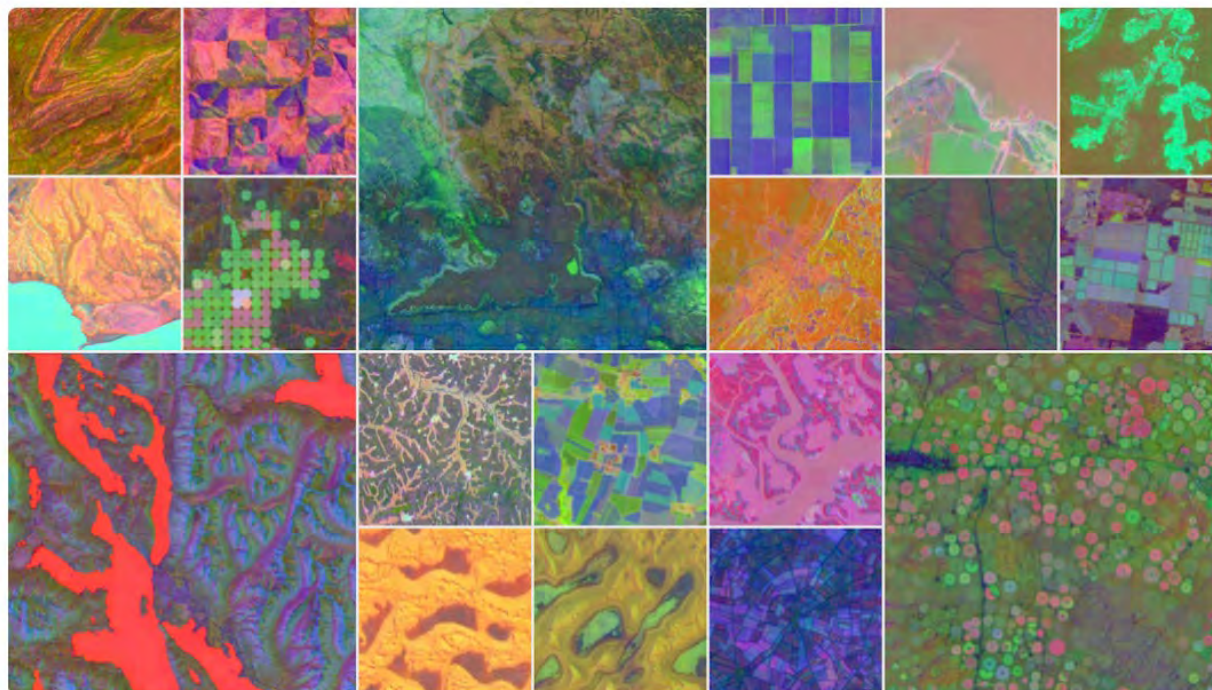
SCIENCE

## AlphaEarth Foundations helps map our planet in unprecedented detail

30 JULY 2025

The AlphaEarth Foundations team

[Share](#)

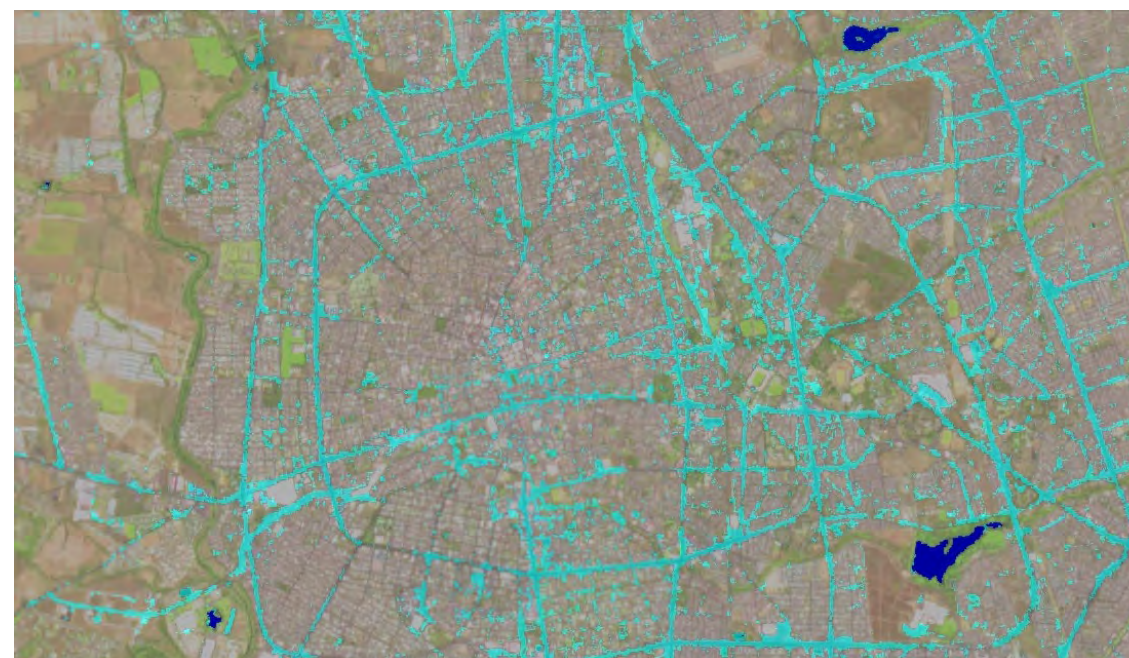




# EMBEDDINGS V1 (cont.)

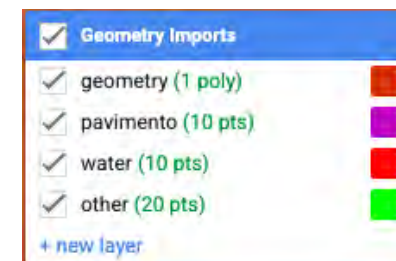


Clasificación con Sentinel 2



Clasificación con Embedding

- Los embeddings ya están listos para su análisis
- Requieren menos muestras
- Menos tiempo en optimización de parámetros en algoritmos



# ¡GRACIAS!

Conociendo  
**México**

800 111 46 34

[www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)

[atencion.usuarios@inegi.org.mx](mailto:atencion.usuarios@inegi.org.mx)

