## Herramientas IA para el Análisis Geoespacial

### Aurelio Castro Profesor - Escuela Graduada de Planificación UPRRP

Director - Geographic Mapping Technologies







### Could you explain me the differences between different types of GEO AI ?

### **1. Machine Learning in GeoAl**

**Definition**: Uses algorithms to learn patterns from geospatial data and make predictions.

### **Applications**:

- **Classification**: Categorizing land cover types (e.g., forests, urban areas).
- **Clustering**: Grouping similar geographic features (e.g., identifying regions with similar climate).
- **Prediction and Forecasting**: Predicting future events like urban growth or environmental changes<sup>1</sup>.

### 2. Deep Learning in GeoAl

**Definition**: A subset of machine learning that uses neural networks to analyze complex geospatial data. **Applications**:

- Image Analysis: Extracting information from satellite images, such as detecting buildings or roads.
- **Object Detection**: Identifying specific objects in images, like vehicles or vegetation.
- Change Detection: Monitoring changes in land use or environmental conditions over time<sup>2</sup>.

### **3. Computer Vision in GeoAl**

**Definition**: Uses AI to interpret and process visual data from the real world.

**Applications**:

- **Panoptic Segmentation**: Dividing images into segments to identify different objects and their boundaries.
- Image Translation: Converting images from one form to another, such as enhancing resolution or converting night images to day images.
- Feature Extraction: Identifying and extracting specific features from images, like rooftops or water bodies

Text by CoPilot

### Could you explain me the differences between different types of GEO AI ?

### 4. Natural Language Processing (NLP) in GeoAI

Definition: Analyzes and interprets human language data linked to geographic locations.

**Applications**:

- Geotagged Social Media Analysis: Analyzing social media posts to understand public sentiment or detect events.
- **Text Classification**: Categorizing text data based on geographic context, such as news articles about specific regions<sup>3</sup>.

### 5. Robotics and GeoAl

**Definition**: Integrates AI with robotics to perform tasks in geospatial contexts.

**Applications**:

- Autonomous Drones: Using drones for mapping, surveying, and monitoring large areas.
- **Robotic Exploration**: Deploying robots for environmental monitoring or disaster response<sup>4</sup>.

### 6. Pretrained Models in GeoAl

**Definition**: Using models that have been trained on large datasets to perform specific geospatial tasks. **Applications**:

- Land Cover Classification: Automatically classifying land cover types using satellite imagery.
- Road Crack Detection: Identifying and analyzing road defects for maintenance<sup>1</sup>

# **ARCGIS PRO**

Deep Learning Models

### How GEO AI deep learning models works?

#### 1. Data Collection and Preparation

- Data Sources: GeoAI models use various geospatial data sources such as satellite imagery, aerial photos, LiDAR data, and GPS data.
- **Preprocessing**: This involves cleaning and transforming raw data into a format suitable for deep learning. Tasks include georeferencing, normalization, and augmentation.

#### 2. Training Data Generation

- Labeling: Creating labeled datasets where each data point is annotated with the correct output. For example, labeling different land cover types in satellite images.
- Training Samples: Generating training samples from the labeled data to feed into the deep learning model.

#### 3. Model Training

- Neural Networks: Using deep neural networks, such as Convolutional Neural Networks (CNNs), to learn patterns from the training data.
- Training Process: The model is trained by feeding it the training samples and adjusting its parameters to minimize the error between its predictions and the actual labels.

#### 4. Model Validation and Testing

- Validation: Evaluating the model on a separate validation dataset to tune hyperparameters and prevent overfitting.
- **Testing**: Assessing the model's performance on an unseen test dataset to ensure it generalizes well to new data.

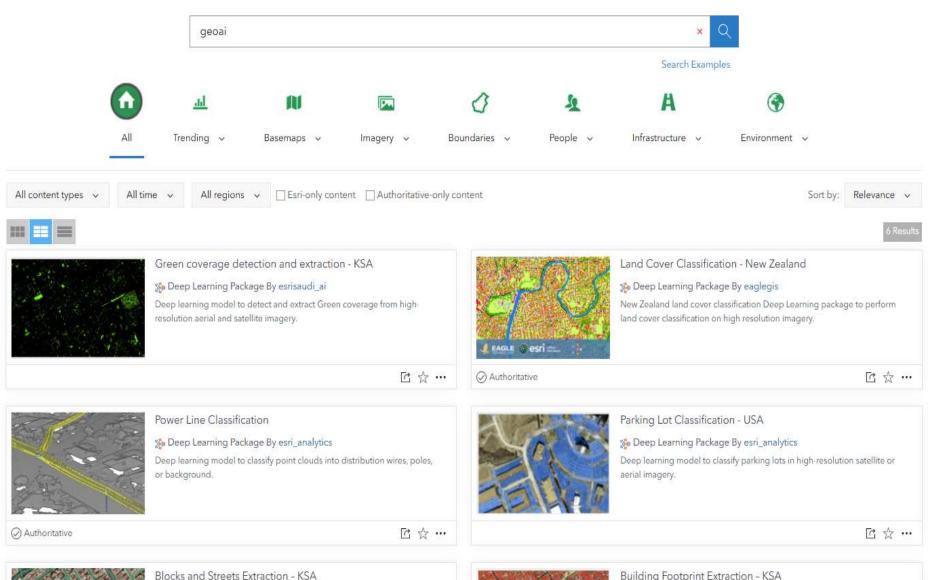
#### 5. Inference and Deployment

- Inference: Applying the trained model to new geospatial data to make predictions. For example, detecting buildings in new satellite images.
- **Deployment**: Integrating the model into a GIS system or other applications for real-time analysis and decision-making.

#### 6. Applications of GeoAl Deep Learning Models

- **Object Detection**: Identifying and locating objects such as buildings, roads, and vehicles in geospatial data.
- **Classification**: Categorizing different land cover types, such as forests, urban areas, and water bodies.
- Change Detection: Monitoring changes in the environment over time, such as deforestation or urban expansion.
- Segmentation: Dividing an image into meaningful segments, like different agricultural fields or ecological zones.

#### Text by CoPilot





🏇 Deep Learning Package By esrisaudi\_ai

Deep learning model to extract Blocks and Streets from high-resolution aerial and satellite imagery.



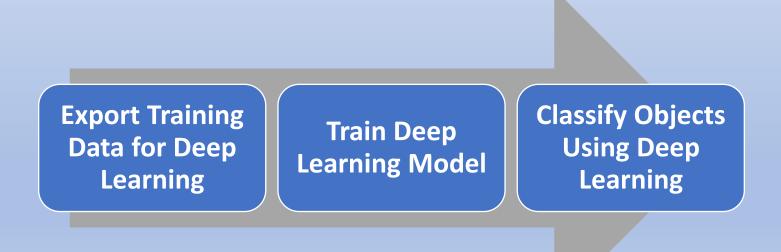
Building Footprint Extraction - KSA

🏇 Deep Learning Package By esrisaudi\_ai

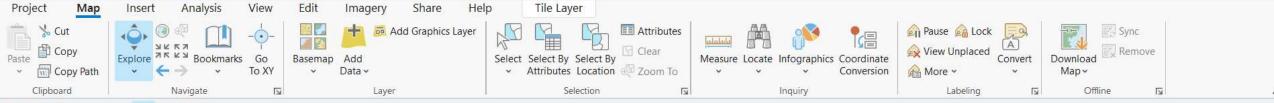
Deep learning model to extract building footprints from high-resolution aerial and satellite imagery.

## Deep Learning Model - DEMO

• Deep learning is used to perform automated damage assessment of homes after the devastating Woolsey fires of 2018 (<u>https://en.wikipedia.org/wiki/Woolsey\_Fire</u>). This is a critical task in damage claim processing, and using deep learning can speed up the process and make it more efficient. With imagery that shows the damaged area, you create training samples and convert them to a format that can be used by a deep learning model. For the model to recognize what it's tasked with finding, you need to label which buildings are damaged, and which are not.



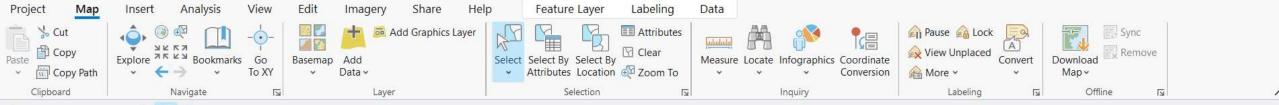
## AOI area of interest



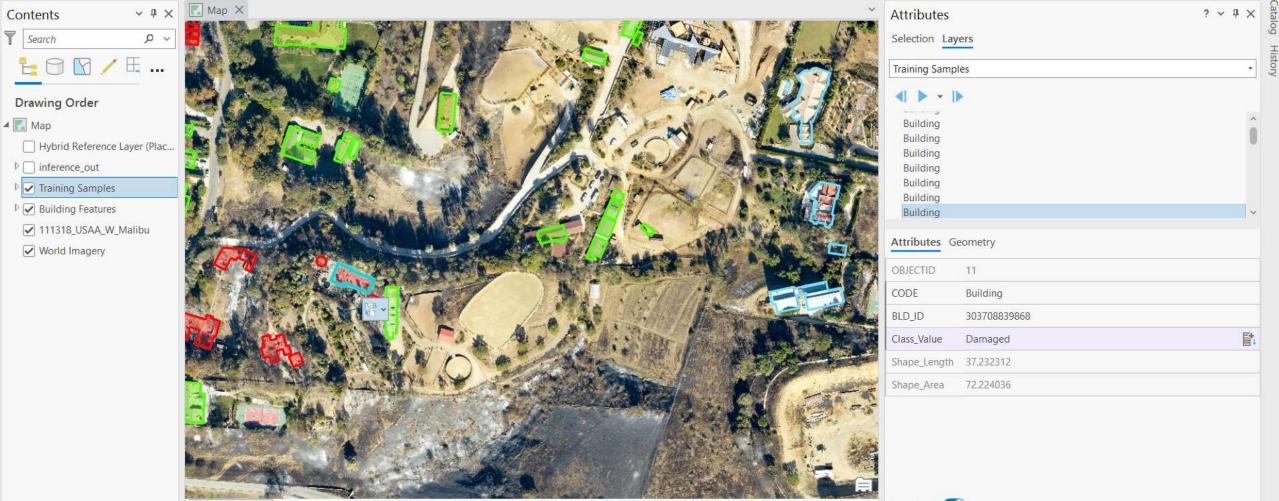
#### 😫 📾 🗟 🕤 v 🔿 v 🂠 🖗 🍳 🔻



## Data Preparation



#### 😫 🗟 🗟 ५ - ८ - 💠 🕅 🔍 🗢



1:2,706 • 🕂 🖽 👫 🖦 🔪 •

118.8078269°W 34.0254435°N 🗸

🚭 Selected Features: 1 | 🖸 | 🔢 🔁 🛛 Auto Apply 🧲

## Data Preparation





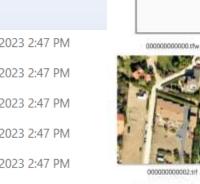
- | FL III 24 - N > ~ 1:2,706

118.8076365°W 34.0256055°N ~

🚭 Selected Features: 1 🛛 🔢

## **Training Data**

🚞 images	12/8/2023 2:47 PM
abels	12/8/2023 2:47 PM
esri_accumulated_stats.json	12/8/2023 2:47 PM
esri_model_definition.emd	12/8/2023 2:47 PM
map.txt	12/8/2023 2:47 PM
stats.txt	12/8/2023 2:47 PM







-000000000003.tfw



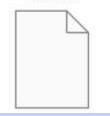
000000000001.tfw







000000000004.tif



Name	Date modified
o0000000000.xml	12/8/2023 2:45 PM
C 00000000001.xml	12/8/2023 2:45 PM
C 00000000002.xml	12/8/2023 2:45 PM
C 00000000003.xml	12/8/2023 2:45 PM
C 00000000004.xml	12/8/2023 2:45 PM
C 00000000005.xml	12/8/2023 2:45 PM
C 00000000006.xml	12/8/2023 2:45 PM
C 00000000007.xml	12/8/2023 2:45 PM
C 00000000008.xml	12/8/2023 2:45 PM
🕑 000000000009.xml	12/8/2023 2:45 PM

▼ <annotation></annotation>
<filename>000</filename>
▼ <source/>
<annotation< th=""></annotation<>
▼ <size></size>
<width>448&lt;</width>
<height>448</height>
<depth>3</depth>
▼ <object></object>
<name>2</name>
▼ <bndbox></bndbox>
<xmin>166</xmin>
<ymin>171</ymin>
<xmax>281</xmax>
<ymax>276</ymax>

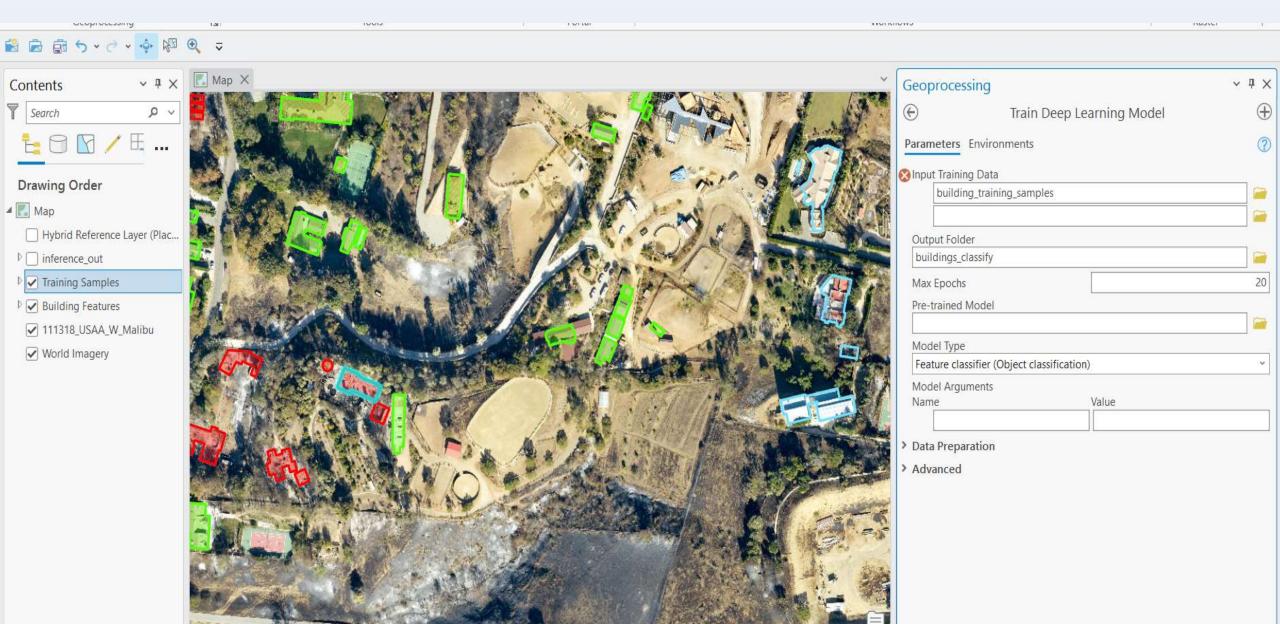
0000000004.tif</filename> on>ESRI ArcGIS Pro</annotation> </width> 48</height> ′depth≻ ame≻ 5.18</xmin> 1.90</ymin> L.82</xmax> 5.10</ymax>

10.E00000000000

000000000004.ttw



## Train Model



1.2706 1日開設は「N

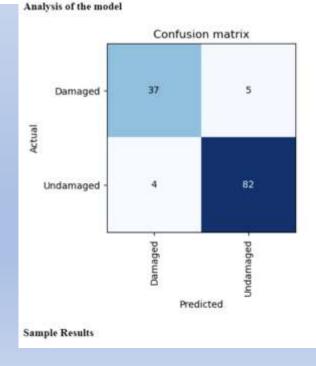
110 0077060%M 24 0250766%N

Selected Features: 1

2

## Deep Learning Model

ModelCharacteristics	12/8/2023 3:01 PM	File folder
buildings_classify.dlpk	12/8/2023 3:01 PM	DLPK File
buildings_classify.emd	12/8/2023 3:01 PM	EMD File
buildings_classify.pth	12/8/2023 3:01 PM	PTH File
C model_metrics.html	12/8/2023 3:01 PM	Microsoft Edg

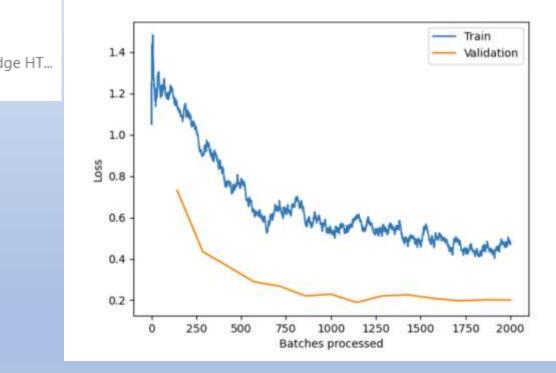


#### FeatureClassifier

Backbone: resnet34

Learning Rate: slice('2.2909e-05', '2.2909e-04', None)

#### **Training and Validation loss**



## Inference – Running the model

#### 😫 🗟 🗟 5 • 0 • 🂠 🖗 🍳 🗢



## Inference – Running the model



#### 



• | �� 🎟 🚾 🖷 🕪 🗸 1:9,326

118.7964789°W 34.0231782°N 🗸

🚭 Selected Features: 1 🛛 🔢 😂

## Inference Output



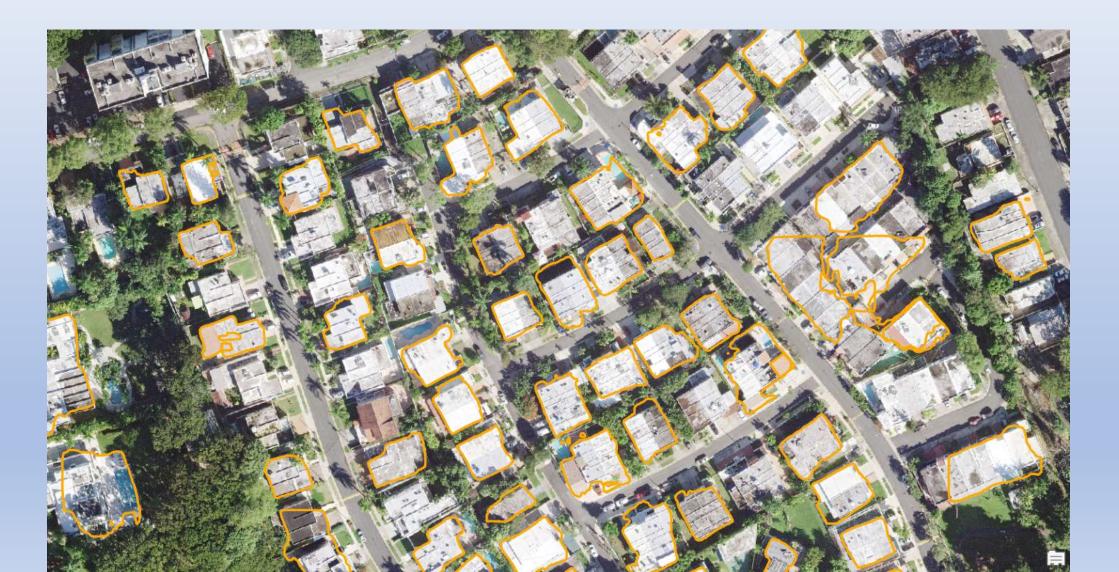
Inference Output



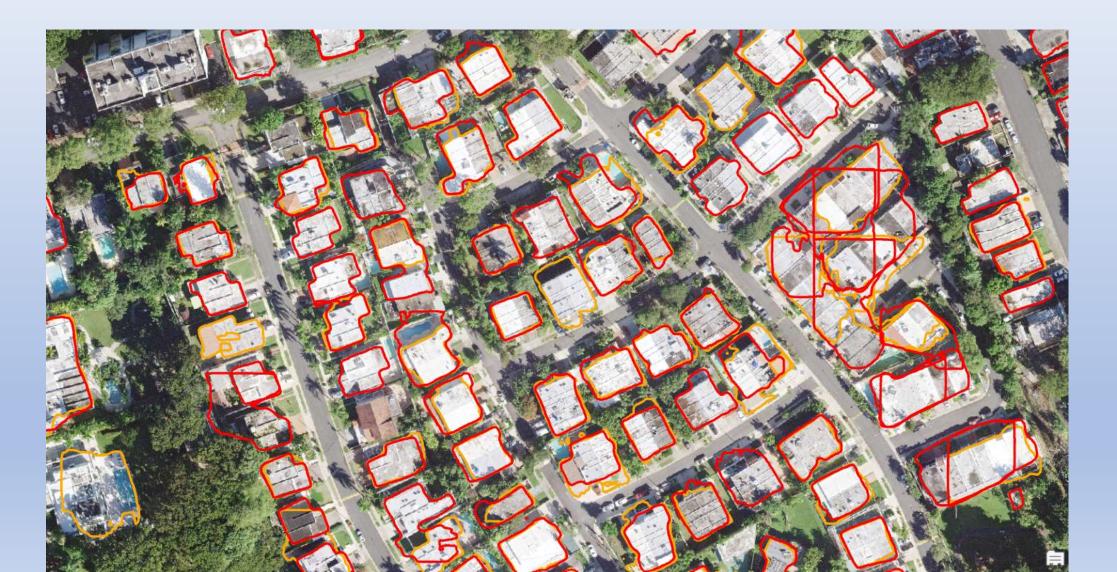
## Inference Output



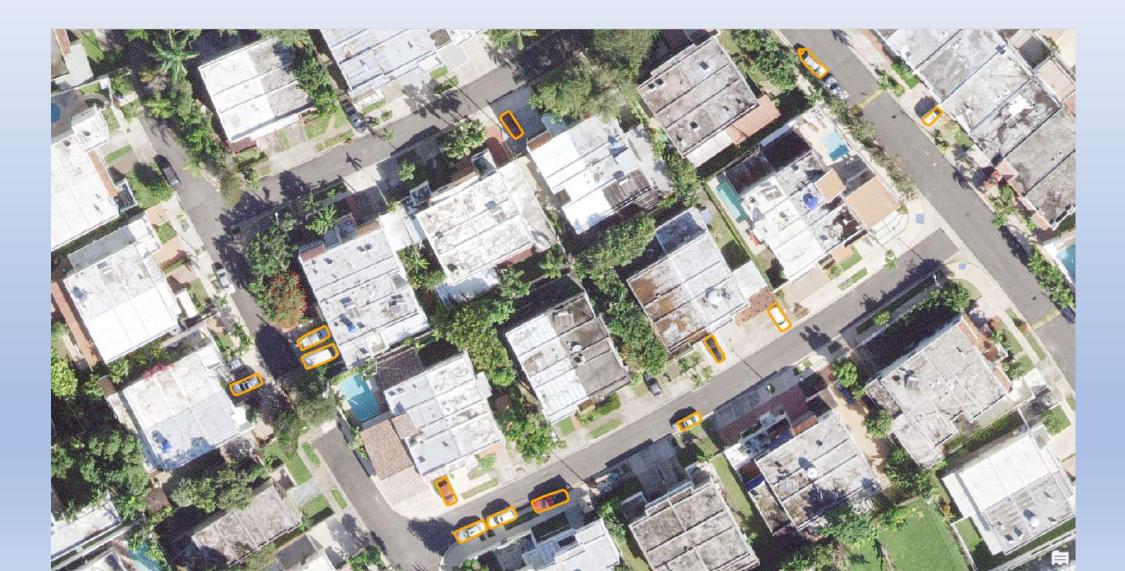
### Resultado del Modelo Esri



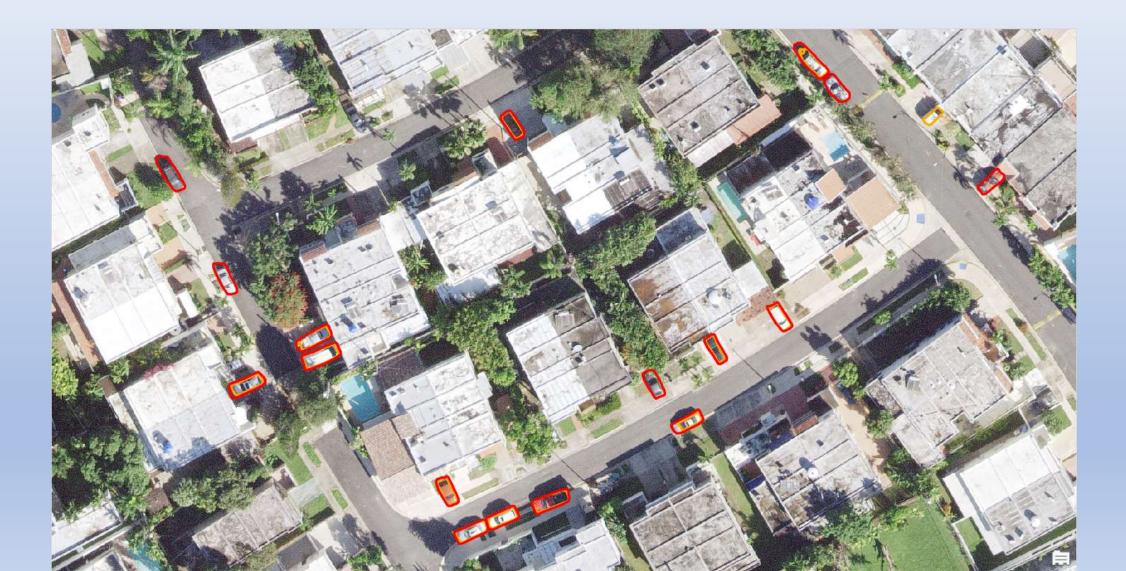
### Resultado del Modelo entrenado PR



### Resultado del Modelo Esri



### Resultado del Modelo entrenado PR





Generative AI Large Language Model (LLMs)

### Survey123 from Esri integrates Large Language Models (LLMs)

### 1. Survey123 Assistant

- Functionality: The Survey123 Assistant leverages LLMs to help users design and manage surveys more efficiently. It can provide suggestions, automate repetitive tasks, and improve the overall user experience.
- Capabilities:
  - **Auto-Translate**: Automatically translates survey questions and responses into different languages, making surveys accessible to a broader audience.
  - Smart Redaction and Annotation: Uses AI to redact sensitive information and annotate images or text within surveys<sup>1</sup>.
- 2. Image Analysis
- **Object Detection**: LLMs, combined with computer vision models, can analyze images uploaded in surveys to detect and classify objects. This is useful for tasks like identifying infrastructure damage or environmental changes.
- **Smart Attributes**: Automatically extracts and fills in attributes from images, reducing manual data entry<sup>1</sup>.
- 3. Natural Language Processing (NLP)
- **Text Analysis**: LLMs can analyze open-ended responses in surveys to extract key insights, categorize feedback, and identify trends.
- Sentiment Analysis: Evaluates the sentiment of textual responses to gauge public opinion or satisfaction levels<sup>1</sup>.
- 4. Integration with GIS
- Geospatial Context: LLMs can interpret and generate text that includes geospatial references, enhancing the ability to create narratives and reports based on survey data.
- Enhanced Querying: Users can ask natural language questions about their geospatial data, and the LLM can provide relevant answers or generate visualizations<sup>1</sup>

Text by CoPilot



Ø



Untitled survey 🧷 Over	rview Design Collaborate	Analyze	Data Setting	gs 🔌	
Survey title not set		4 Add	/ Edit	Appearance	<b>Options</b>
Description content for the survey	j	Text, numbe	er, date, and time	е	ĺ
		⊏]) Single	eline text	I Multiline	text
Please drag from or press on the right panel to add your first question.		12 <sup>3</sup> Numl	ber	-o- Slider	
		🛗 Date		() Time	
Submit		👼 Date	and time	🖂 Email	
		🕀 Webs	site	- Barcode	
Powered by ArcGIS Survey123		Choice			
		• Single	e select	Multiple :	select
		©⊜ Single	e select grid	Propdow	'n
		● Likert	: scale	☆ Rating	
Survey123 assistant BETA		Ranki	ing		

#### About the Survey123 Assistant

The Survey123 assistant uses a large language model (LLM) to help you design surveys from a human-like conversation.

Ask the assistant what type of survey you want to create. When the draft survey is ready, ask the assistant to bring it into the Survey123 web designer. You can modify the survey in the web designer before publishing it.

The assistant is built on rapidly evolving technology and this feature is undergoing continual improvement. Your feedback will help make it better. Use the feedback options to let Esri know about your experience.

#### Examples

Create a fire hydrant inspection form.  $\!$ 

Create a survey to report hazardous trees in the city. $\rightarrow$ 

Create a survey to gather feedback from citizens about a major event in their area. $\rightarrow$ 

Create a survey to help residents report property damage after a storm.→

Send a message

E.

#### Capabilities

Answers your questions and provides suggestions to help you design a survey.

Draft sample survey questions based on the context you provide.

Allows you to make corrections and additions to the survey design.



This feature is built on rapidly evolving technology and may produce inconsistent results.

May generate incorrect information and biased content.

Some settings are not supported, such as visibility rules and themes for the form's appearance.

Generate

Continue

X



#### and it is been been as

n

QD



Sure! Here's a sample zoning code enforcement survey that you can use as a starting point:

#### Title: Zoning Code Enforcement Survey

#### Introduction:

Thank you for participating in this survey about zoning code enforcement. Your feedback will help us understand the effectiveness of our current enforcement efforts and identify areas for improvement. Your responses will remain anonymous and confidential. Let's get started!

Section 1: General Information

1. Please provide your name (optional): [Text box]

2. Please provide your contact information (optional): [Text box]

Section 2: Zoning Code Awareness

3. Are you aware of the zoning regulations in your area?
Yes
No
Not sure



AC

- 4. How would you rate your understanding of the zoning regulations?
- Very knowledgeable
- Somewhat knowledgeable
- Not very knowledgeable
- Not knowledgeable at all

Section 3: Zoning Code Compliance

- 5. Have you ever been in violation of any zoning regulations - Yes
- No

6. If yes, please briefly describe the violation and the actions [Text box]

Section 4: Zoning Code Enforcement

- 7. How would you rate the effectiveness of the current zonin
- Highly effective
- Somewhat effective
- Not very effective
- Ineffective

8. What improvements would you suggest to enhance zoning code enforcement? [Text box]

Section 5: Reporting Violations

Have you ever reported a zoning code violation?
 Yes

- 16:
- No

10. If no, please briefly explain why you have not reported any violations. [Text box]

11. If yes, please rate your satisfaction with the response received from the authorities.

- Very satisfied
- Satisfied
- Neutral
- Dissatisfied
- Very dissatisfied

#### Section 6: Additional Feedback

12. Do you have any additional comments or suggestions regarding zoning code enforcement? [Text box]

Thank you for taking the time to complete this survey! Your feedback is greatly appreciated and will help us improve our zoning code enforcement efforts.

#### A CONTRACTOR OF A CONTRACTOR OF

translate it to spanish

B

50

AC



¡Claro! Aquí tienes una muestra de encuesta de cumplimiento de código de zonificación que puedes utilizar como punto de partida:

Título: Encuesta de Cumplimiento de Código de Zonificación

#### Introducción:

Gracias por participar en esta encuesta sobre el cumplimiento del código de zonificación. Sus comentarios nos ayudarán a comprender la efectividad de nuestros esfuerzos actuales de cumplimiento y a identificar áreas para mejorar. Sus respuestas se mantendrán anónimas y confidenciales. ¡Comencemos!

Sección 1: Información General

1. Por favor, proporcione su nombre (opcional): [Casilla de texto]

2. Por favor, proporcione su información de contacto (opcional): [Casilla de texto]

Sección 2: Conocimiento del Código de Zonificación

3. ¿Está al tanto de las regulaciones de zonificación en su área?



Send a message

- 3. ¿Está al tanto de las regulaciones de zonificación en su área?
- Sí
- No
- No estoy seguro/a
- 4. ¿Cómo calificaría su comprensión de las regulaciones de zonificación?
- Muy conocedor/a
- Algo conocedor/a
- No muy conocedor/a
- No conocedor/a en absoluto

Sección 3: Cumplimiento del Código de Zonificación

5. ¿Ha estado en violación de alguna regulación de zonificación?	
- Sí	
- No	

 6. En caso afirmativo, por favor describa brevemente la violación y las acciones to situación.
 [Casilla de texto]

Sección 4: Cumplimiento del Código de Zonificación

- 7. ¿Cómo calificaría la efectividad del cumplimiento actual del código de zonifica-
- Altamente efectivo
- Algo efectivo
- No muy efectivo
- Inefectivo

Send a message



- 7. ¿Cómo calificaría la efectividad del cumplimiento actual del código de zonificación en su área? - Altamente efectivo
- Algo efectivo
- No muy efectivo
- Inefectivo

8. ¿Qué mejoras sugeriría para mejorar el cumplimiento del código de zonificación? [Casilla de texto]

Sección 5: Reporte de Violaciones

9. ¿Ha reportado alguna vez una violación del código de zonificación? - Sí

- No

10. En caso negativo, explique brevemente por qué no ha reportado ninguna violación. [Casilla de texto]

- 11. En caso afirmativo, califique su satisfacción con la respuesta recibida de las autoridades.
- Muy satisfecho/a
- Satisfecho/a
- Neutral
- Insatisfecho/a
- Muy insatisfecho/a

Sección 6: Comentarios Adicionales

12. ¿Tiene algún comentario o sugerencia adicional con respecto al cumplimiento del código de

#### Sección 6: Comentarios Adicionales

12. ¿Tiene algún comentario o sugerencia adicional con respecto al cumplimiento del código de zonificación? [Casilla de texto]

¡Gracias por tomarse el tiempo para completar esta encuestal Sus comentarios son muy apreciados y nos ayudarán a mejorar nuestros esfuerzos de cumplimiento del código de zonificación.

Send a message

Ø

#### Your survey has 12 questions:

Header: Encuesta de Cumplimiento de Código de Zonificación

Description: Gracias por participar en esta encuesta sobre el cumplimiento del código de zonificación. Sus comentarios nos ayudarán a comprender la efectividad de nuestros esfuerzos actuales de cumplimiento y a identificar áreas para mejorar. Sus respuestas se mantendrán anónimas y confidenciales. ¡Comencemos!

- 1. Der favor, proporcione su nombre (opcional):
- 2. D Por favor, proporcione su información de contacto (opcional):
- 3. () ¿Está al tanto de las regulaciones de zonificación en su área?\*
  - Sí
  - No

• No estoy seguro/a

- 4. ( ¿Cómo calificaría su comprensión de las regulaciones de zonificación?\*
  - Muy conocedor/a
  - Algo conocedor/a
  - No muy conocedor/a
  - No conocedor/a en absoluto
- 5. 🔘 ¿Ha estado en violación de alguna regulación de zonificación?\*
  - Sí
  - No

En caso afirmativo, por favor describa brevemente la violación y las acciones tomadas para rectificar la situación.

- ¿Cómo calificaría la efectividad del cumplimiento actual del código de zonificación en su área?\*
  - Altamente efectivo
  - Algo efectivo

6.

Generate

- Altamente efectivo
- Algo efectivo
- No muy efectivo
- Inefectivo
- 8. I ¿Qué mejoras sugeriría para mejorar el cumplimiento del código de zonificación?
- ¿Ha reportado alguna vez una violación del código de zonificación?\*
  - Sí
  - No
- 10. I En caso negativo, explique brevemente por qué no ha reportado ninguna violación.
- 11. 
  En caso afirmativo, califique su satisfacción con la respuesta recibida de las autoridades.
  - Muy satisfecho/a
  - Satisfecho/a
  - Neutral
  - Insatisfecho/a
  - Muy insatisfecho/a

¿Tiene algún comentario o sugerencia adicional con respecto al cumplimiento del código de zonificación?

Thank you screen: ¡Gracias por tomarse el tiempo para completar esta encuesta! Sus comentarios son muy apreciados y nos ayudarán a mejorar nuestros esfuerzos de cumplimiento del código de zonificación.

## Resultado

Untitle

CSUILUUU		3	¿Está al tanto de las regulaciones de zonificación en su área?*
ivey 🦯	Overview Design Collaborate		⊖ Si
Encuesta de Cumplimiento de Código de Zonificación			() No
Gracias por participar en esta encuesta sobre el cumplimiento del código de zona comentarios nos ayudatári a comprender la efectivided de nuestros esfuerzos ectu cumplimiento y a identificar ánxas para mejorar. Sus respuestas se mantendrán any confidenciales. ¡Comencemos!	ales de		No estoy seguro/a
Por favor, proporcione su nombre (opcional):		14	¿Cómo calificaría su comprensión de las regulaciones de zonificación?
Por favor, proporcione su información de contacto (opcional):			May conocedor/a
			O Algo conocedor/a
¿Está al tanto de las regulaciones de zonificación en su área?*			No muy conocedor/a
() s			🔘 No conocedor/a en absoluto
5	¿Ha estado en violación de alguna regulación	n de zonificación?*	
	O No		
a.	En caso afirmativo, por favor describa breven acciones tomadas para rectificar la situación.	nente la violación y la	is
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	¿Cómo calificaria la efectividad del cumplimi zonificación en su área?*	ento actual del códig	o de

: Ha rep	ortado alguna vez una violación del	código de zonificación?*
	stado alguna vez una violación der	courgo de zonneación.
0		
O N	1	

En caso afirmativo, califique su satisfacción con la respuesta recibida de las autoridades.\*

11

12

Muy satisfecho/a		
O Satisfecho/a		
O Neutral		
O Insatisfecho/a		
O Muy insatisfecho/a		

¿Tiene algún comentario o sugerencia adicional con respecto al cumplimiento del código de zonificación?

O Neutral	·	Add	Edit	(C) Appearance	Options
Insatisfecho/a		Text, numbe	er, date, and tim	ne	
		다 Singl	eline text	I Multiline	text
Muy insatisfecho/a		₽ <sup>3</sup> Num	ber	Slider	
		🛗 Date		C Time	
¿Tiene algún comentario o sugerencia adicional con respecto al cumplimiento del código de zonificación?		🐻 Date	and time	Email	
	•	Webs	site	E Barcode	
		Choice			
		Single	e select	Multiple	select
Submit		88 Singl	e select grid		vn
		⊷ Likert	t scale	☆ Rating	
Powered by ArcGIS Survey123		Ranki	ing	2	

## Preguntas?

Aurelio.castro@upr.edu

casttito@gmtgis.com

787 501 6276





