

Detección automatizada de microbasurales

¿Cómo monitorear la acumulación de basura urbana con imágen aérea e IA?

mendoza ciudad

RIL

FUNDACIÓN BUNGE Y BORN



ÁREA METROPOLITANA MENDOZA (AMM)

1.254.440 habitantes

62% de la población de la provincia

122.840
Población de la Ciudad de Mendoza
(INDEC, 2022)

242.000
Población pendular

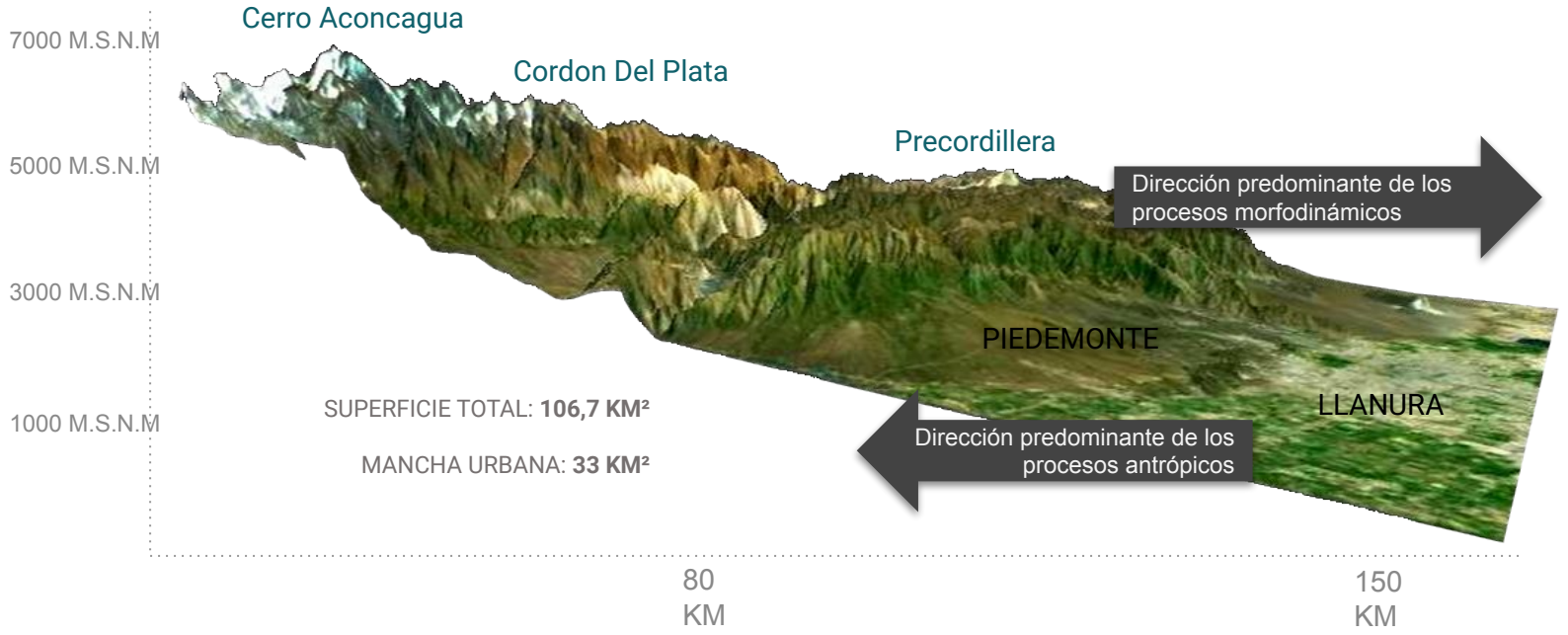
Caracterización socioeconómica

Capital de la provincia

Aporta el **18% del PBG** de Mendoza

Matriz económica basada principalmente en **actividad comercial, turismo y servicios al Gran Mendoza**

DINÁMICA DE RELIEVE Y SU VINCULACIÓN CON PROCESOS



Decisión política

mendoza ciudad

Emergencia Climática 2020

Decreto N° 95 (22/01/2020)

- **Reconocimiento** de la problemática en materia de cambio climático;
- **Identificación** de potenciales **impactos** sobre el territorio municipal;
- **Articulación** de compromisos y generación de **estrategias de acción** para la adaptación y mitigación;
- Establecimiento de **metas de reducción**;
- **Institucionalización** e integración interinstitucional e interdisciplinaria;
- Generación de un **marco de acción e instrumentos** específicos para la lucha contra el cambio climático.

Emergencia Climática 2020

Comité Municipal de Cambio Climático

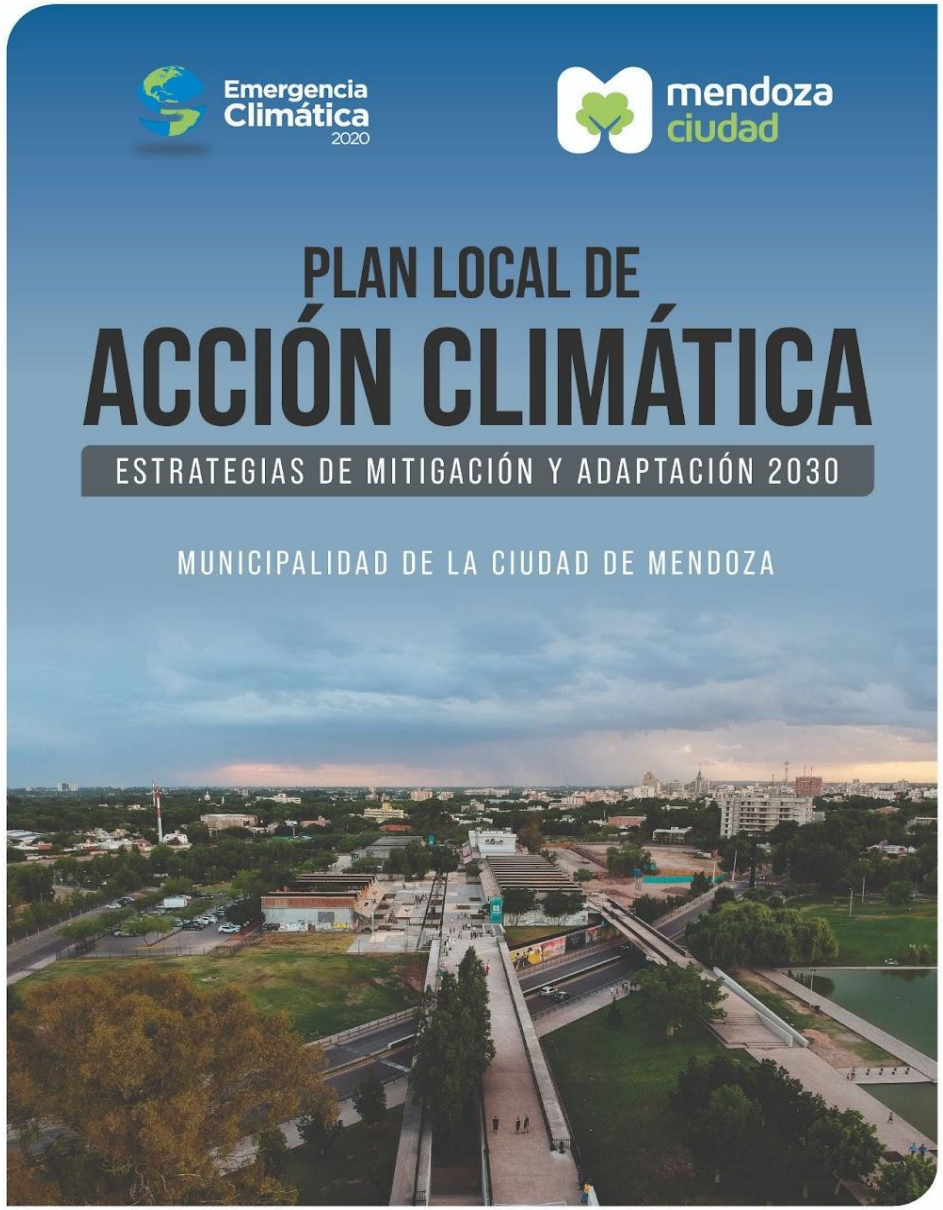
Soporte técnico, científico y académico
a las decisiones del municipio



GOBERNANZA CLIMÁTICA

- Multisectorial, multinivel, multiactores
- Conformación de mesas específicas: Designación por parte del titular, trabajo y presentación de resultados.
- Soporte técnico de políticas públicas climáticas.
- Transversalidad en las políticas de Estado
- Sistemas de monitoreo, estrategias de mitigación, reducción de GEI, reducir la vulnerabilidad humana y de los sistemas naturales ante el cambio climático.
- Búsqueda de recursos económicos para el desarrollo de estrategias definidas por el plan de acción.
- Implementación-aplicación de investigaciones en la gestión pública local





- GOBERNANZA CLIMÁTICA
- ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DE GEI
  - ENERGÍA
  - TRANSPORTE
  - RESIDUOS
  - MANEJO SUSTENTABLE
- ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN
  - VULNERABILIDAD Y RIESGO
- ESTRUCTURA FINANCIERA PLAC
- ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN
- SEGUIMIENTO REPORTE Y MONITOREO PLAC
  - Decisiones basadas en datos

FUNDACIÓN
BUNGE Y BORN

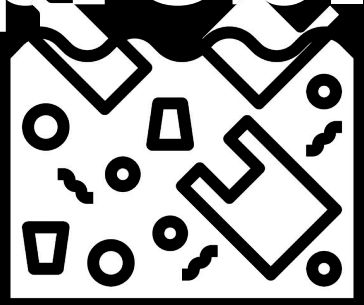
Desarrollamos y financiamos **soluciones novedosas, escalables y basadas en evidencia**

para **contribuir al bienestar de las personas y de la sociedad**

Monitoreo de basurales a cielo abierto con análisis automatizado de imagen satelital

FUNDACIÓN
BUNGE Y BORN

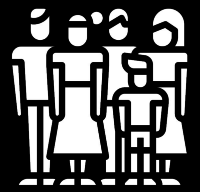
El problema



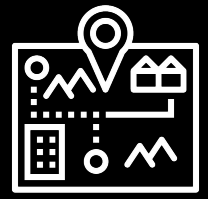
El manejo de los **basurales a cielo abierto** es un enorme **desafío de gestión** para **gobiernos nacionales y municipales.**



Por su naturaleza no planificada, se emplazan y **crecen sin monitoreo**, generando una **severa degradación ambiental**



Afecta en forma desmedida a la **población vulnerable**, que en ocasiones **habita** terrenos colindantes o incluso interiores a los **basurales**



Su **falta de visibilidad** es un síntoma global:

"... la **disponibilidad** y confiabilidad de los **datos sobre residuos** son pésimas, y **necesitan ser atendidas con urgencia**".

ONU, 2015.

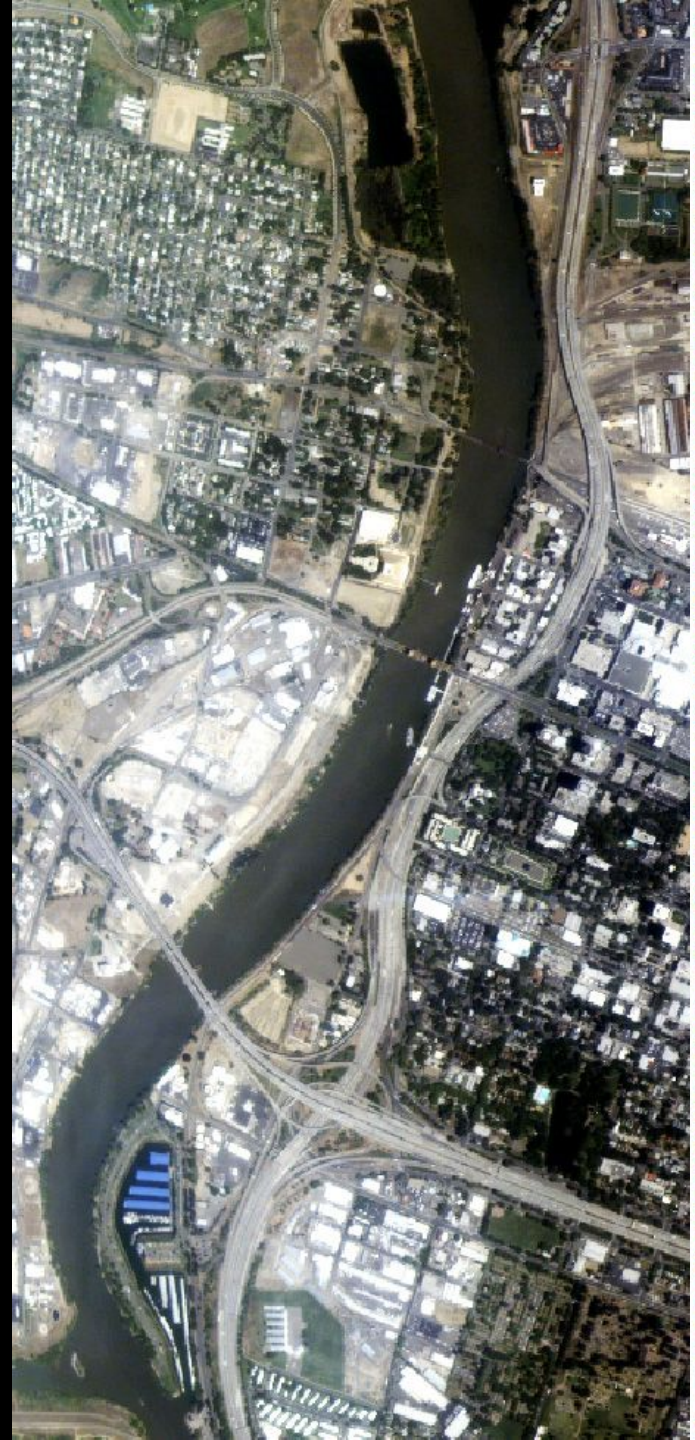
La solución

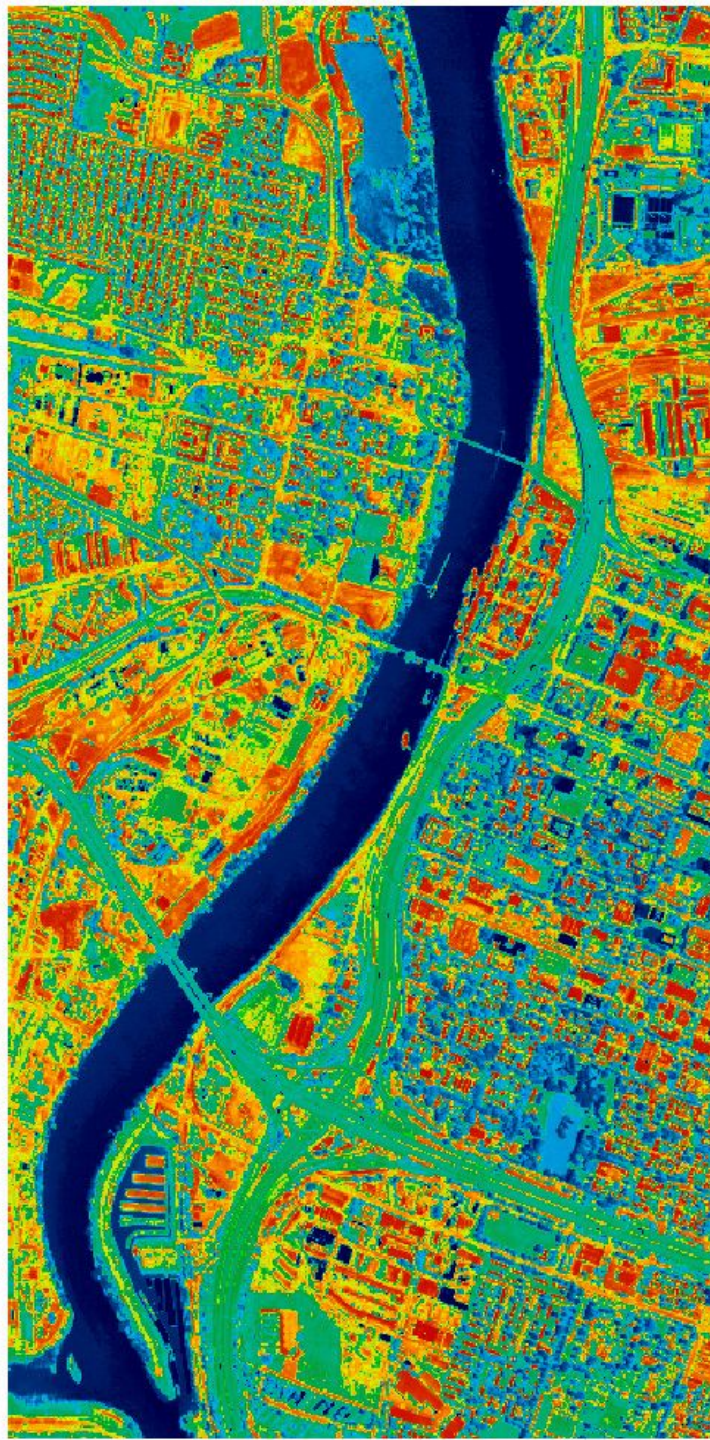
Aprovechar **IA** para **Identificar y monitorear** el crecimiento de **basurales a cielo abierto**

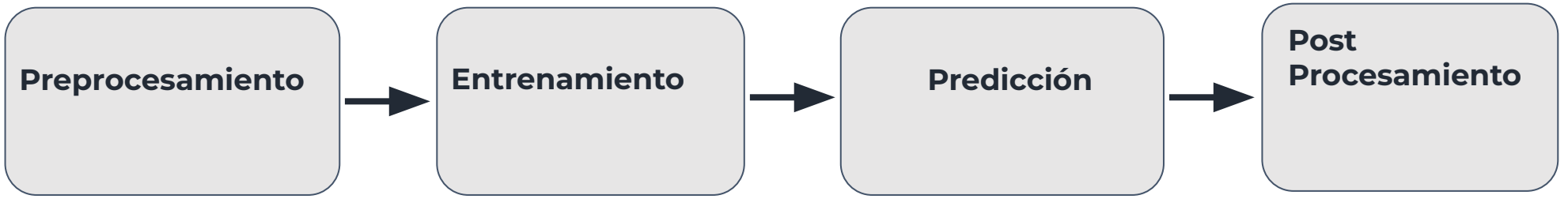
- a bajo costo

- con alta frecuencia

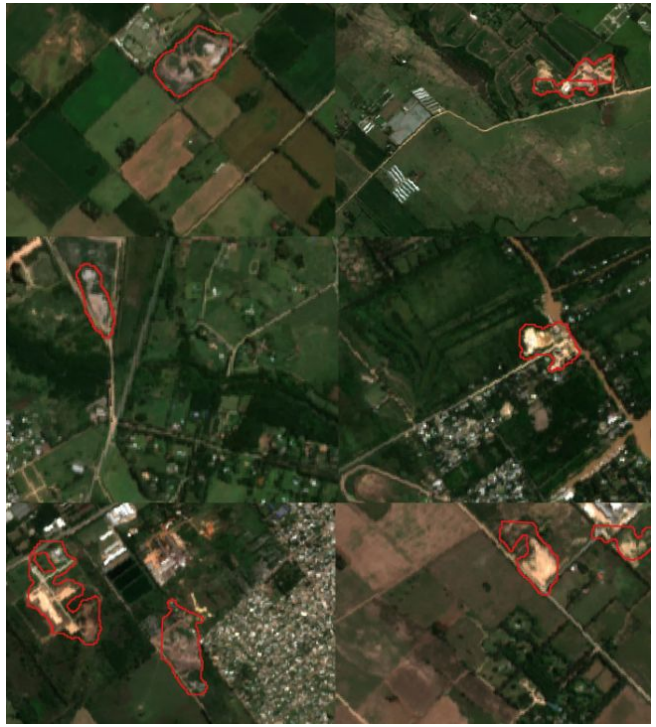
- de modo escalable y replicable







Imágenes etiquetadas

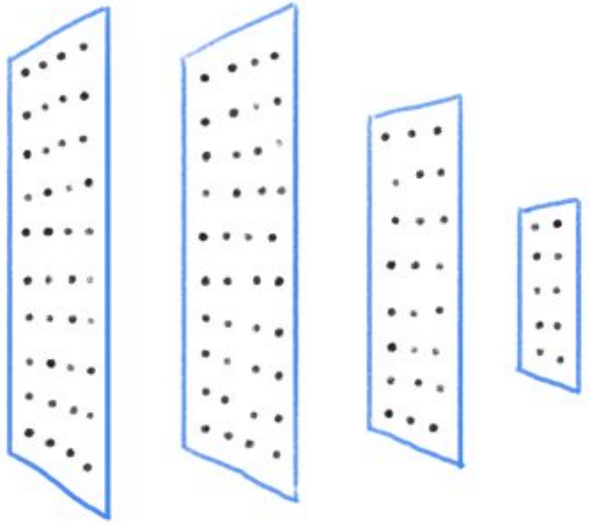


Entrenamiento de red neuronal para reconocimiento de imagen





Predicción en imágenes nuevas



OUTPUT

basural

Objetivos

(¿para qué quiero un algoritmo de IA que detecta basurales?)

01

Generar **datos precisos y frecuentes** para ayudar al **diseño de políticas públicas** y la toma de **decisiones basadas en evidencia**

02.

Contribuir al estudio y diagnóstico del problema publicando **algoritmos, código de implementación y documentación** para **replicar la solución** en cualquier localidad.

03.

Crear una **metodología** que funcione como un sistema de **alerta temprana** para los gobiernos provinciales y/o municipales

Versión 1 : megabasurales





Resultados

- Se entrenó un modelo de reconocimiento con la ubicación de grandes basurales de la Provincia de Buenos Aires reportados en documentos públicos

- Se utilizó el modelo para analizar los alrededores unos **3500 centros urbanizados en toda la PBA**, cubriendo un 60% de su extensión

- **Se detectó el 95% de los basurales conocidos**, junto a centenares de **potenciales sitios nuevos**

- Se **publicó la metodología**, y se hizo disponible el algoritmo en forma de **código abierto**





Versión 2.0 : Microbasurales-Mdz

Modelo capaz de detectar micro-basurales, que representan un problema severo para los municipios. Por su pequeña escala no pueden ser identificados con imagen satelital pública, requiriendo el análisis de fuentes de alta resolución, como imágenes de dron.





En alianza con la **Ciudad de Mendoza**

Funcionalidades adicionales:

- **Detectar composición** (material predominante)
- **Calcular el volumen**
- Calcular el **potencial valor económico** de la recuperación de materiales acumulados

mendoza ciudad


Anotación humana
Detección algoritmo

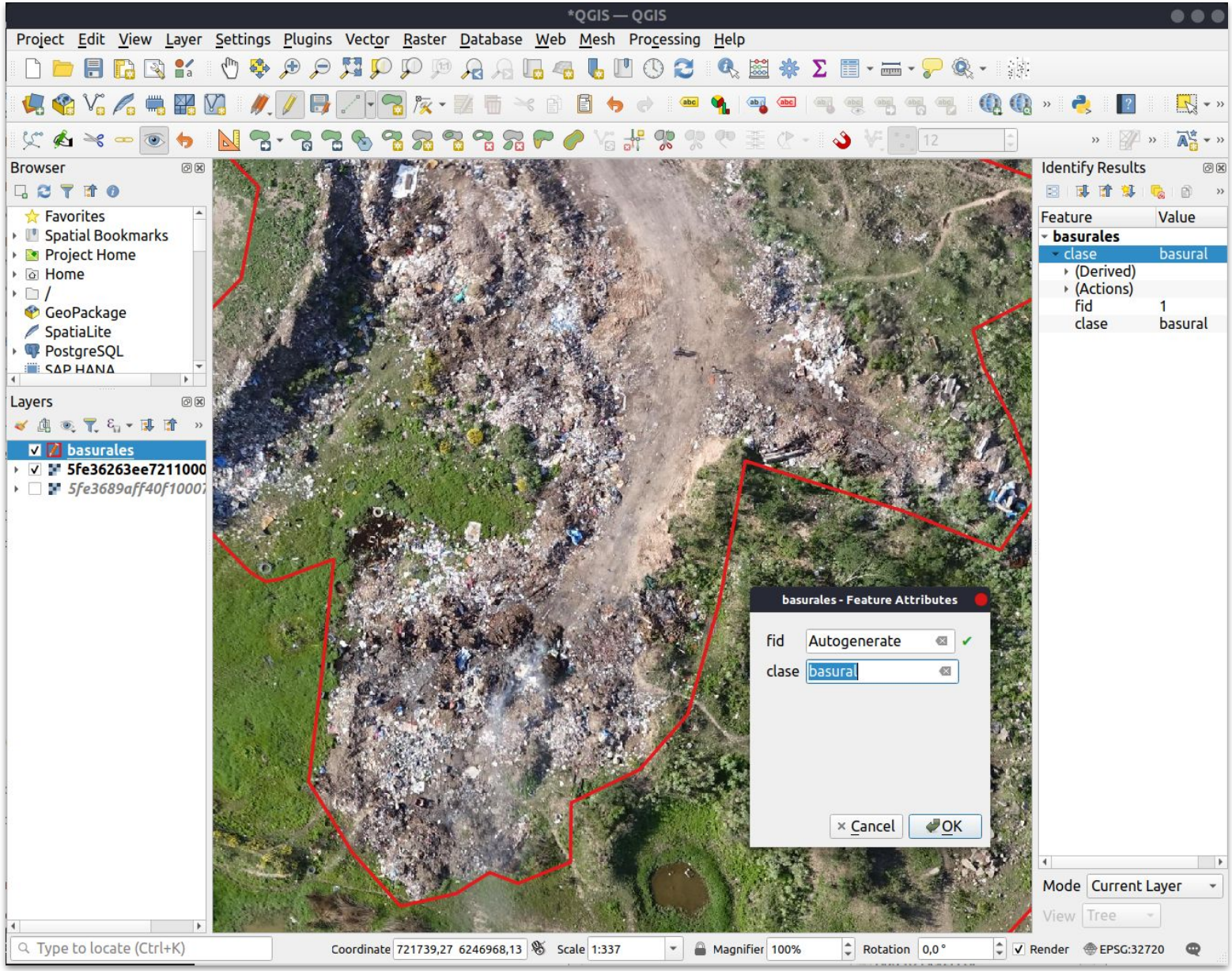

Anotación humana
Detección algoritmo


Material
ladrillos
madera
mixto
piedras
plastico
ramas
(sin clasificar)

Inputs

- **Imagen:**
  Cualquier fuente de imágenes aéreas o satelitales sirve. Para detectar basurales de gran escala (megabasurales) las imágenes de Sentinel son útiles. Para microbasurales (pequeños lotes) se requiere fotografía aérea, como la capturada por drones.

- **Datos de entrenamiento:**
  Se generan en formato shapefile señalando los contornos de basurales conocidos, para entrenar al algoritmo



Preprocesamiento

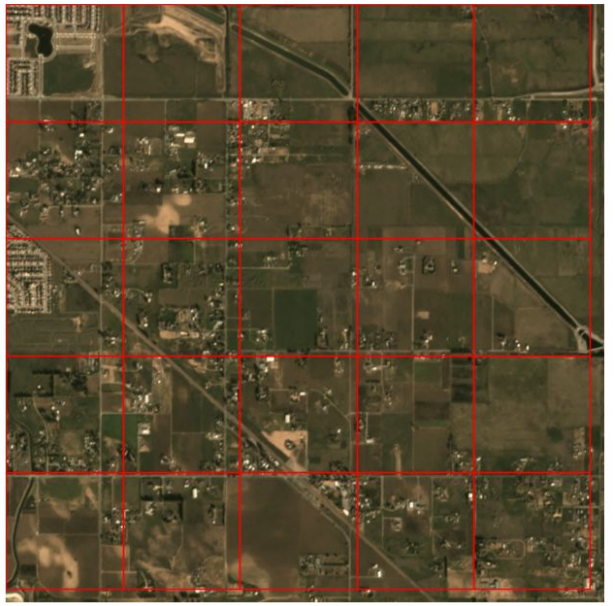
- El **dataset de entrenamiento** es el que algoritmo procesa, comparando imagen con anotaciones, para "aprender" los rasgos visuales que corresponden a basurales.

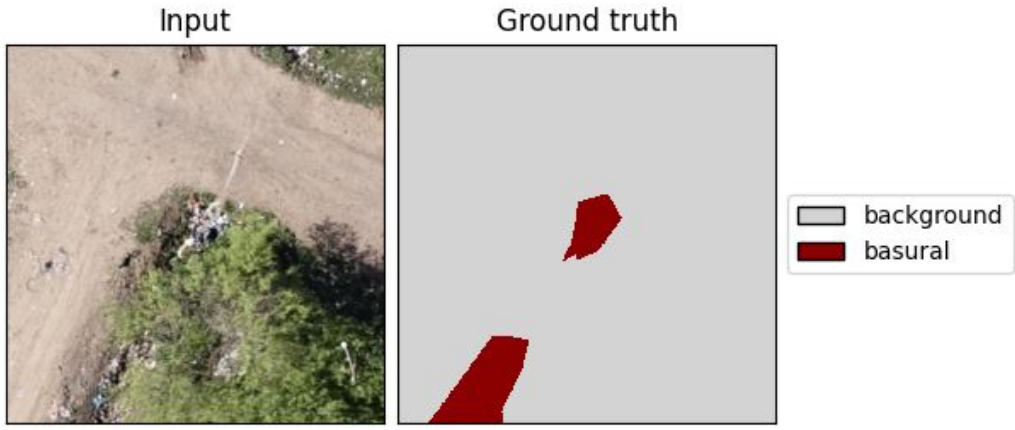
- El **dataset de validación** se utiliza para medir la performance de detección. Tras cada iteración en la cual el algoritmo ha procesado ejemplos de basurales, evaluamos la performance lograda haciendo que recorra toda el área de trabajo, registrando si identifica cada instancia conocida.

dataset de entrenamiento



dataset de validación





Entrenamiento

- En lugar de partir de cero, tomaremos como base un modelo de uso general llamado RESNET18, una red neuronal de uso general que puede re-entrenarse para ser especializada en cualquier clase específica de objetos de interés.
- Los resultados pueden mejorarse con el arte del “finetuning” - diversos parámetros que pueden ajustarse como la cantidad de ciclos, cantidad de imágenes a analizar por ciclo, etc.

```
# Donde vamos a guardar el modelo entrenado
model_folder =  "/content/drive/MyDrive/IA/basurales/"

# cantidad de iteraciones
n_epochs = 2

# cantidad de imagenes a cargar por iteración
# (limitada por la cantidad de memoria GPU y de memoria RAM)
# en los 15Gb RAM de la GPU de Google Colab entran tandas
# de hasta 60 imagenes de 480x480px

batch_images = 60
# Cuál es la configuración de clases a identidicar
data_cfg = SemanticSegmentationGeoDataConfig(
    class_names=class_config.names,
    class_colors=class_config.colors,
    num_workers=0, # incrementar este valor habilita multiproceso
)

# Cuántas imágenes a cargar en memoria a la vez
solver_cfg = SolverConfig(
    batch_sz=batch_images,
    lr=0.01
)
```

```
[ ]  learner.train(epochs=n_epochs)

2023-08-31 00:07:58:rastervision.pytorch_learner.learner: INFO - epoch: 0
INFO:rastervision.pytorch_learner.learner:epoch: 0
Training: 0%  0/53 [00:00<?, ?it/s]
```

Detección

Primero se realiza sobre la
que ya conocemos (donde
tenemos las “anotaciones”
realizadas con labor humar
para evaluar los resultados
modelo entrenado



Detección

Una vez que los resultados del modelo resultan satisfactorios, el siguiente paso es aplicarlo para que realice el trabajo de identificación de áreas de interés en imágenes nuevas -es decir, que no han sido utilizadas para el entrenamiento del algoritmo y por tanto no las “conoce”



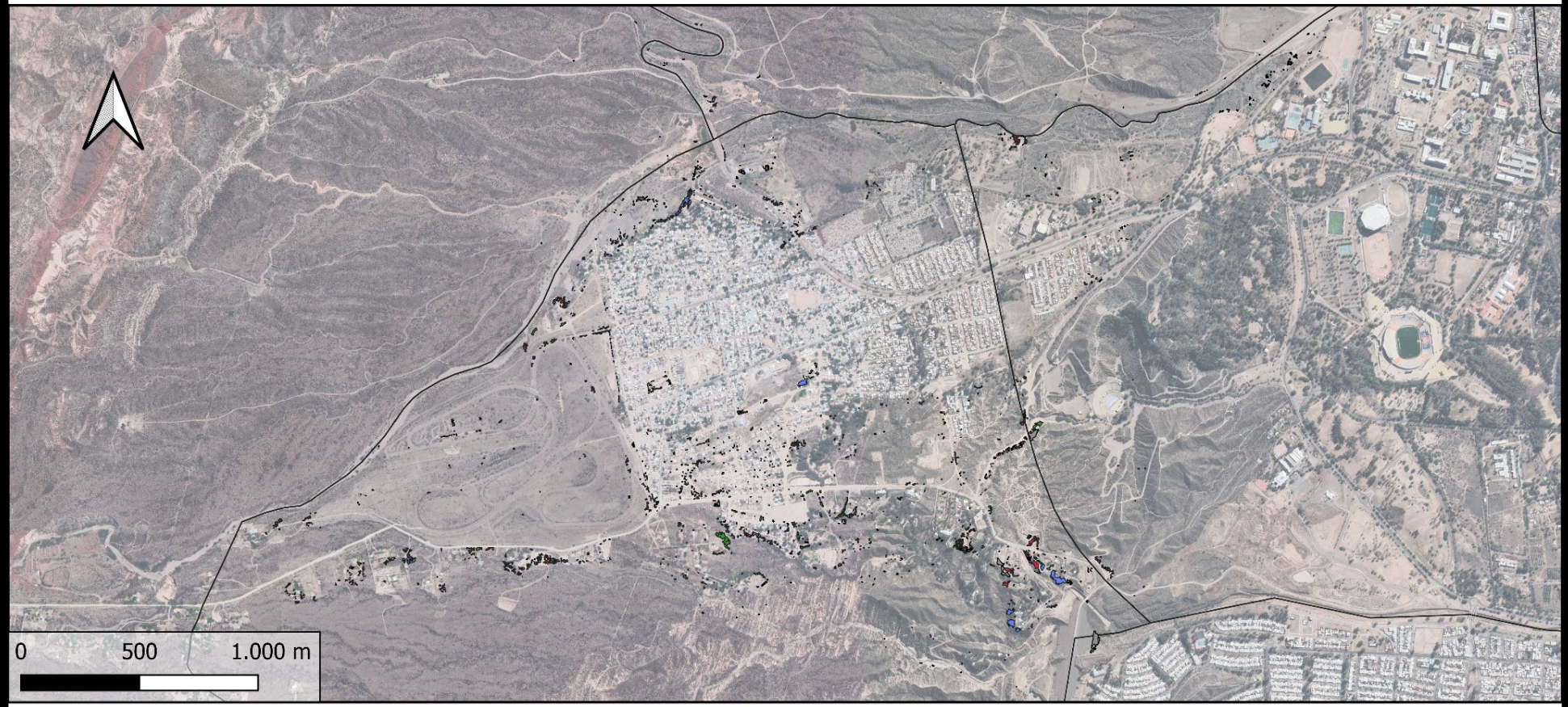
Ciudad de Mendoza

Beneficios identificados

- ✓ Herramienta para la toma de decisiones
- ✓ Contribución en la definición de maneras más eficaces de erradicación y gestión de los residuos según composición y volumen/cantidad.
- ✓ Aproximación presupuestal
- ✓ Precisión para la definición de acciones y políticas públicas
- ✓ Control, monitoreo y seguimiento

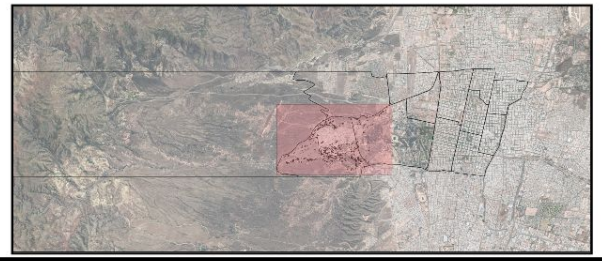


Microbasurales Piedemonte

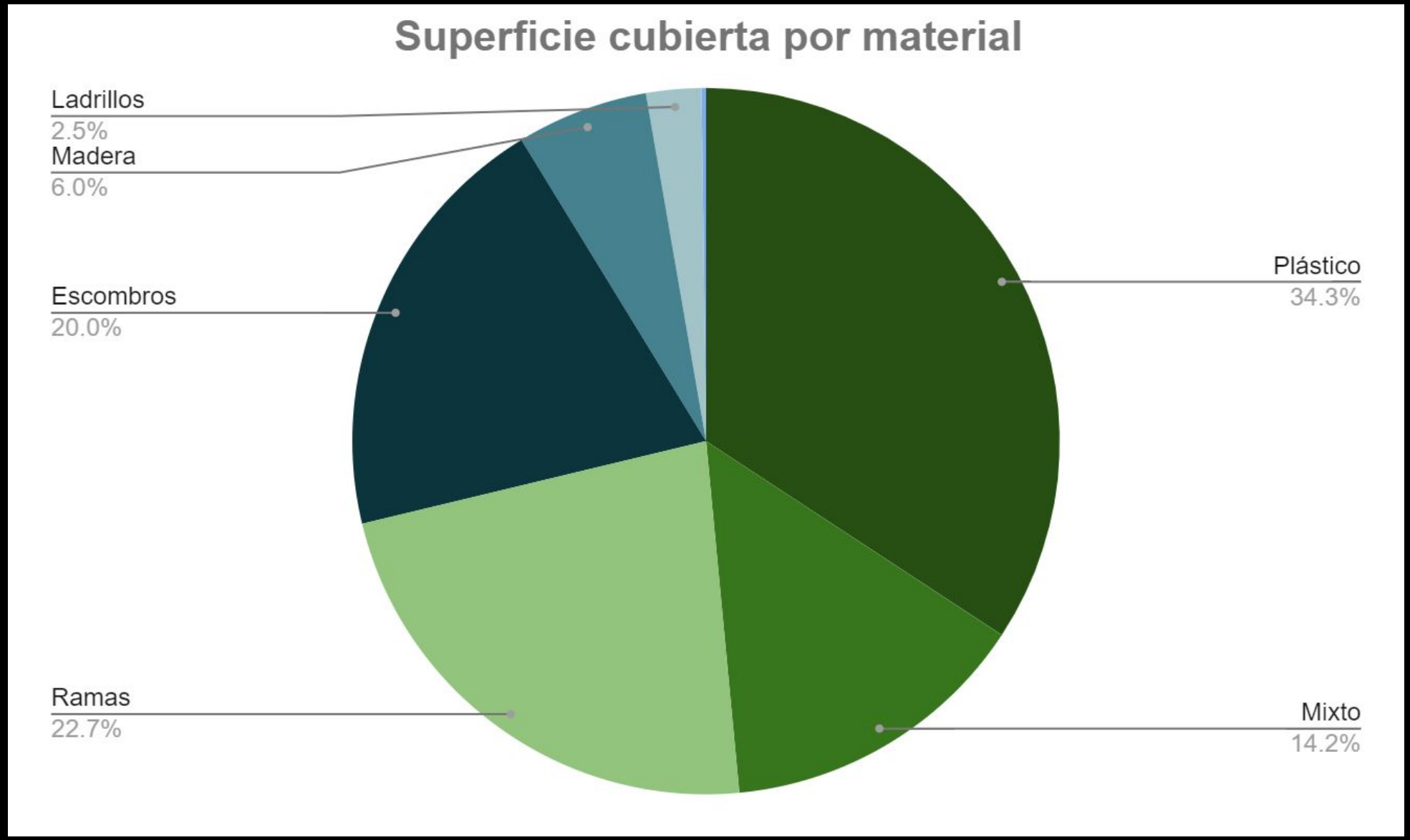


Referencias

- SECCIONES Microbasurales
  - Chapas
  - Escombros
  - Ladrillos
  - Madera
  - Mixto
  - Plastico
  - Ramas



mendoza ciudad


Superficie cubierta por material
Ladrillos
2.5%
Madera
6.0%
Escombros
20.0%
Ramas
22.7%
Plástico
34.3%
Mixto
14.2%

Requisitos

¿Qué se necesita para aplicar el algoritmo?

- ❏ Interés en herramientas digitales para monitorear RSU - un caso de uso donde se pueda aprovechar la detección automatizada
- ❏ Disponibilidad de imágenes de alta resolución de la zona de interés: imagen aérea -drone, avioneta- o imagen satelital HD
- ❏ Personal con conocimientos básicos de GIS (software como ArcGIS o QGIS)



¡Gracias por su atención!

FUNDACIÓN BUNGE Y BORN

RIL

mendoza ciudad