

Detección y Reconocimiento Centrales y Subestaciones

Inteligencia Artificial aplicada en la digitalización
de centrales y subestaciones eléctricas

Diego Gonzalez-Aguilera



INSPECTION MAP



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

NUESTRA EXPERIENCIA



2005

2014

ITOS3D
IMAGE TO SMART 3D ENGINEERING

2017



85+

Más de 85
investigadores/as
6 labs y 3 sedes
Interdisciplinar



10+

- Geospacial tech.
- Energia Renov.
- Mat. Avanzados



15/35

Patentes/
Propiedades
Intelectuales
(Software)



300+

Más de 300
proyectos/contratos
Diferentes clientes

NUESTROS PRODUCTOS

AUTOMOTIVE SECTOR



INDUSTRY 4.0



energy tools



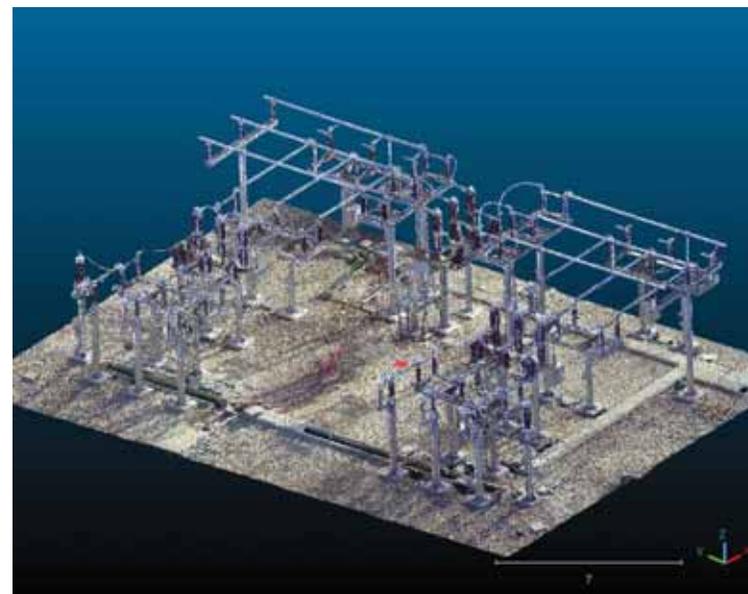
hidrology



Actividad 4.11 – IA para detección y reconocimiento de elementos en estaciones eléctricas

01 Fuentes de Datos

- TLS/Drones
Sets de datos de Ayala, Muñana, Rocamora, Henares y Olloki



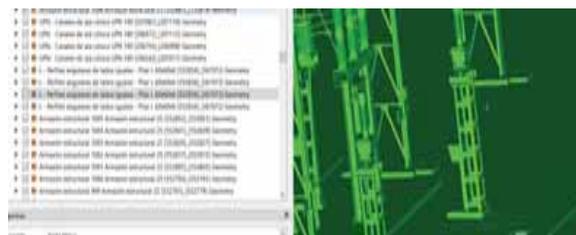
Actividad 4.11 – IA para detección y reconocimiento de elementos en estaciones eléctricas

02 Metodología

Asimilación de datos



Exportado desde BIM



Selección de clases



Exportado de nubes de elementos



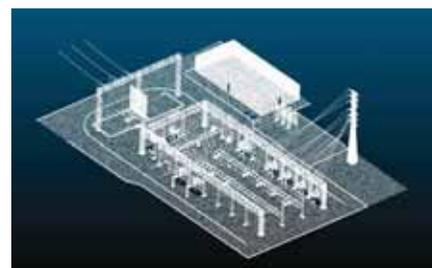
Entrenamiento



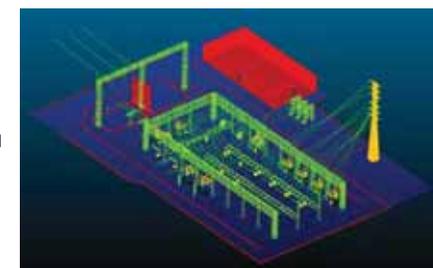
Validación



Inyección de ruido aleatorio



Duplicado sin clases



Fusion de nubes asignando clases



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



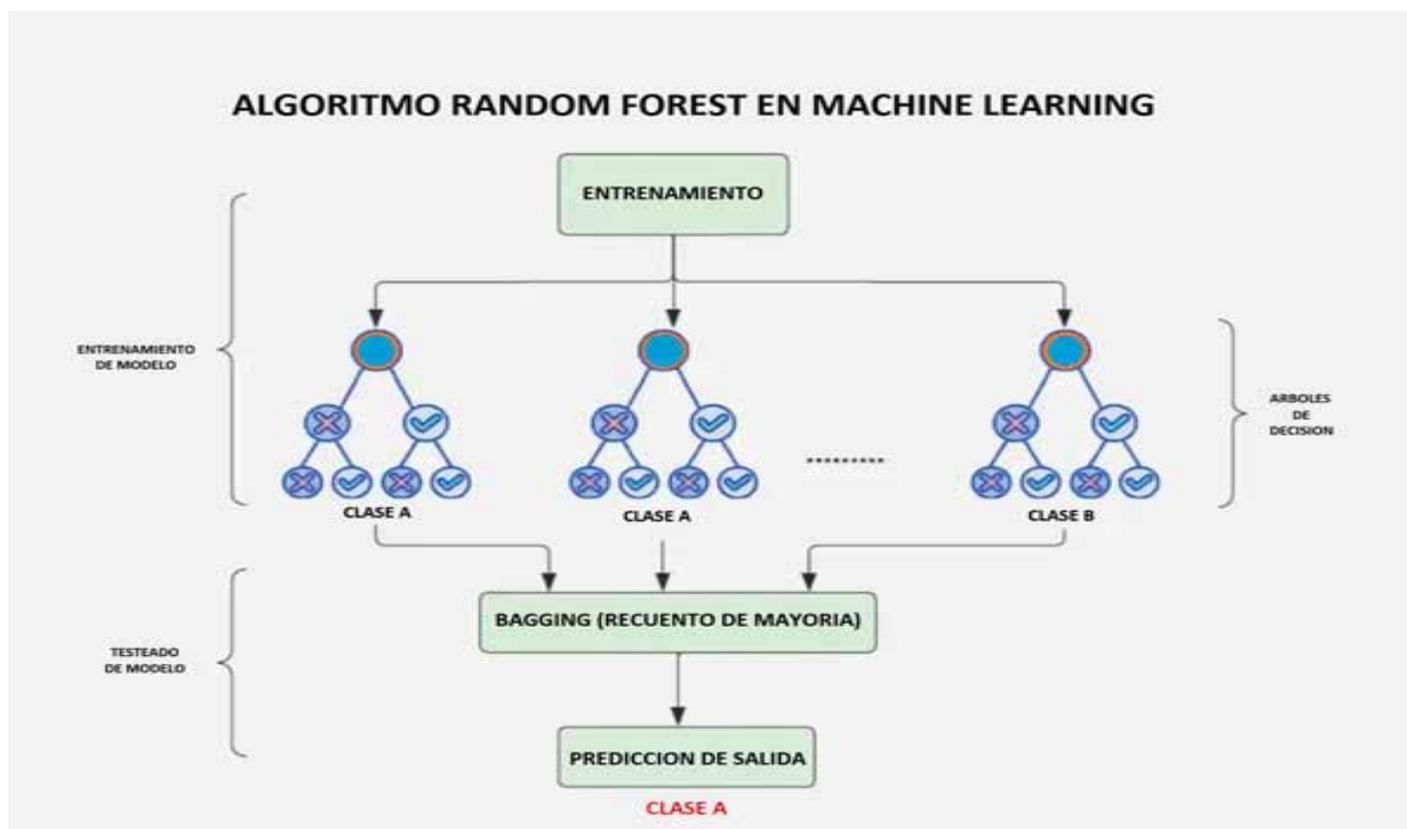
Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

Actividad 4.11 – IA para detección y reconocimiento de elementos en estaciones eléctricas

02 Metodología

Random Forest



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

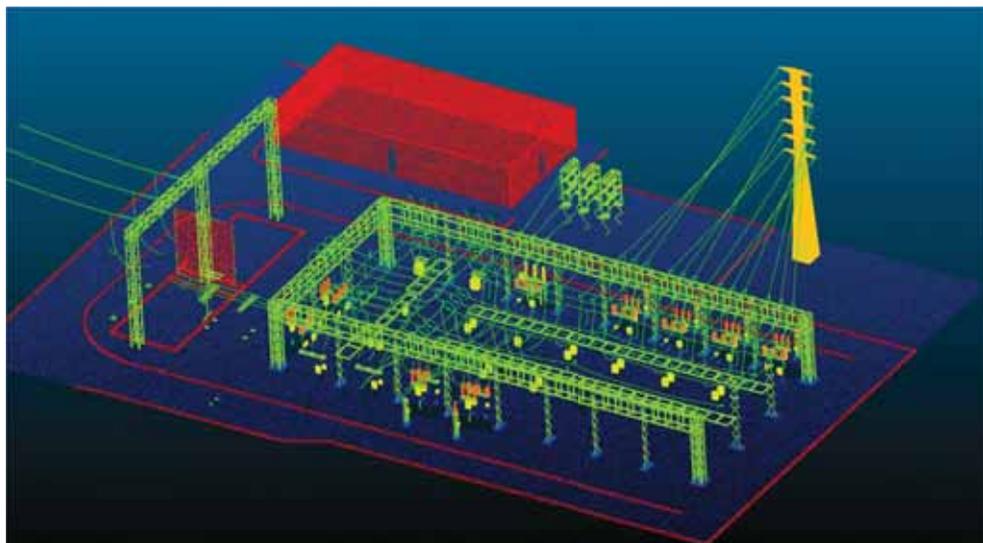


Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

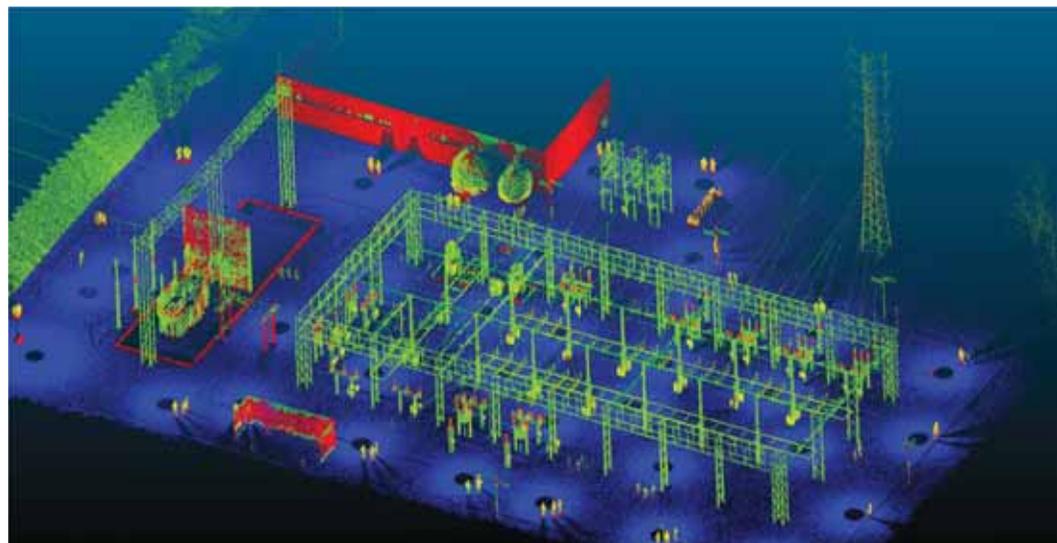
Actividad 4.11 – IA para detección y reconocimiento de elementos en estaciones eléctricas

03 Resultados

Random Forest



Clasificación automática de la propia nube de entrenamiento



Clasificación automática de nube procedente de TLS



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



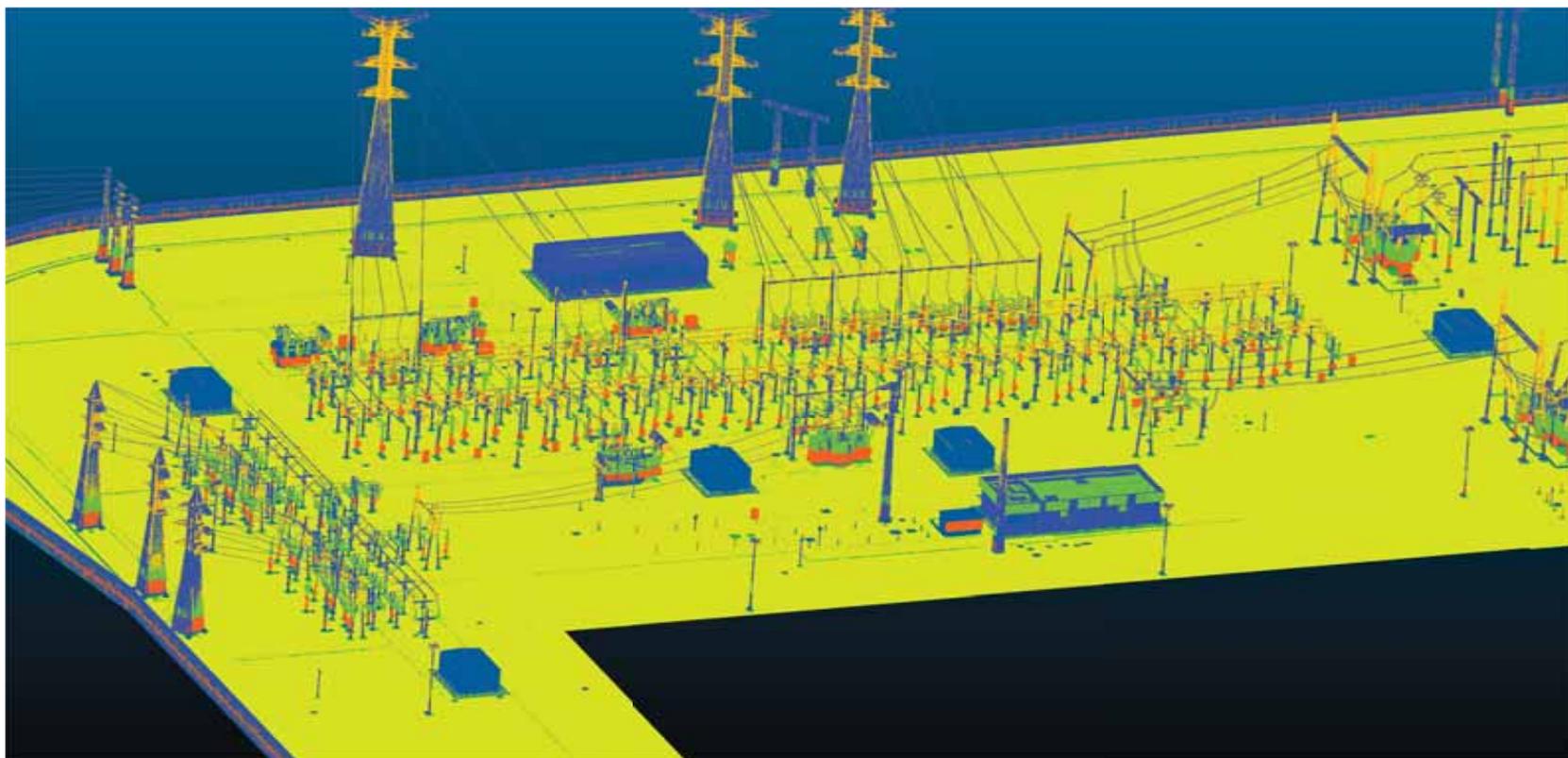
Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

Actividad 4.11 – IA para detección y reconocimiento de elementos en estaciones eléctricas

03 Resultados

Random Forest



Rocamora contra entrenamiento de entrega 20230526



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



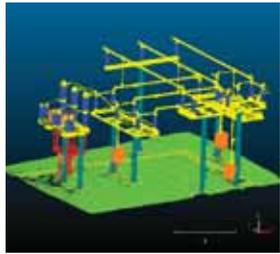
Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

Actividad 4.11 – IA para detección y reconocimiento de elementos en estaciones eléctricas

02 Metodología

Point Classifier: ANN

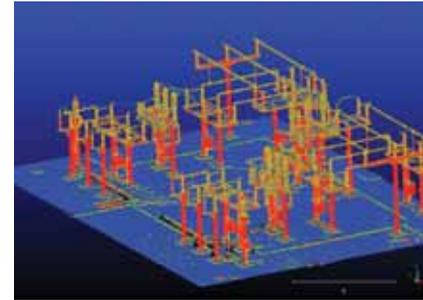


Nube de puntos para el entrenamiento (etiquetada)

$$\Sigma_N = \begin{pmatrix} S_{xx} & S_{xy} & S_{xz} \\ S_{yx} & S_{yy} & S_{yz} \\ S_{zx} & S_{zu} & S_{zz} \end{pmatrix}$$

$$S_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

Extracción de las características geométricas a partir de la matriz de covarianza

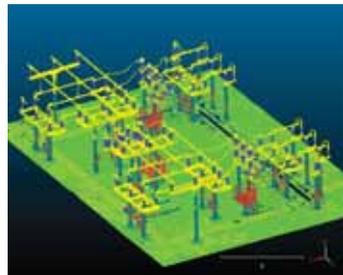


$$d = \frac{|Ax+By+Cz+D|}{\sqrt{A^2+B^2+C^2}}$$

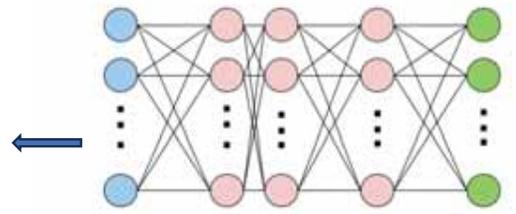
$$h_{below} = z - H$$

$$h_{above} = H - z$$

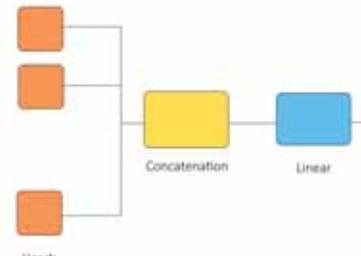
Extracción de las características topológicas



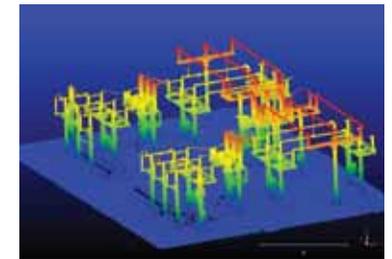
Clasificación



Entrenamiento de la red neuronal y validación



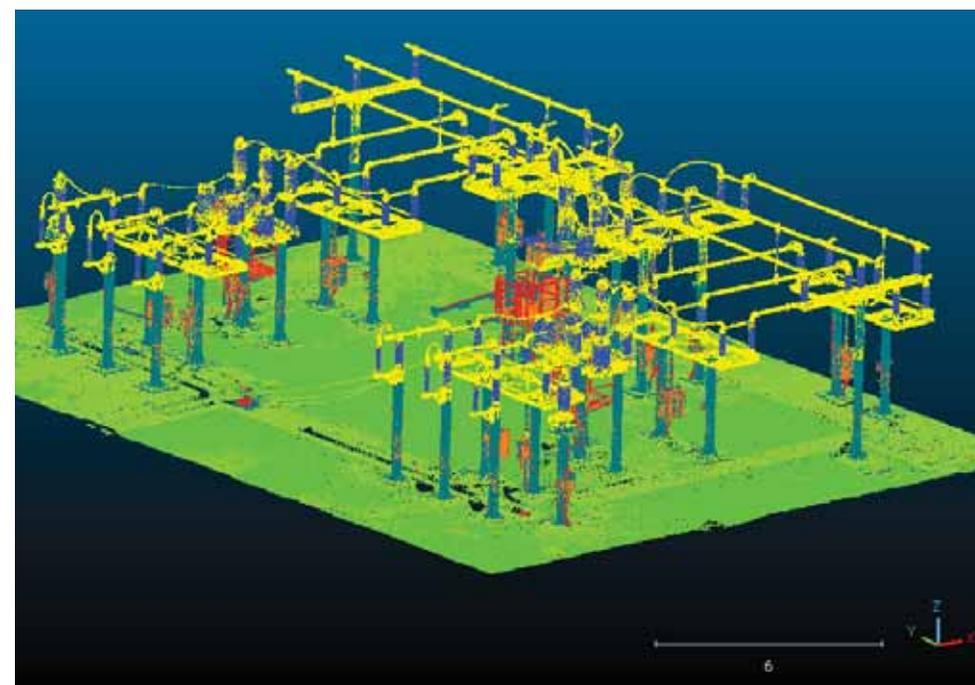
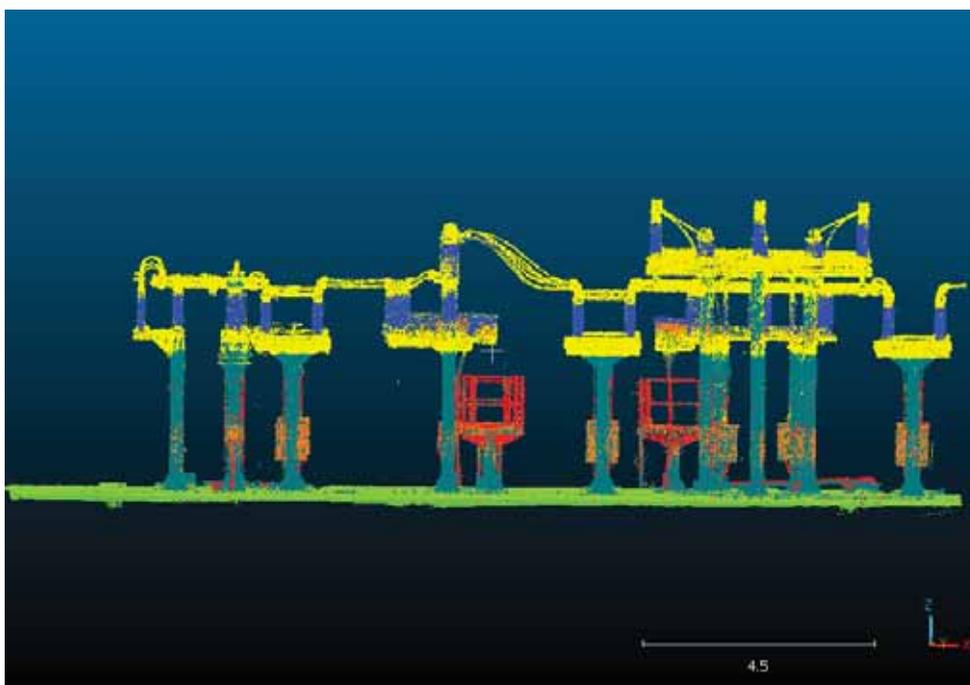
Multi-Head Attention (para mejorar el aprendizaje)



Actividad 4.11 – IA para detección y reconocimiento de elementos en estaciones eléctricas

03 Resultados

Point Classifier: ANN



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

Actividad 4.11 – IA para detección y reconocimiento de elementos en estaciones eléctricas

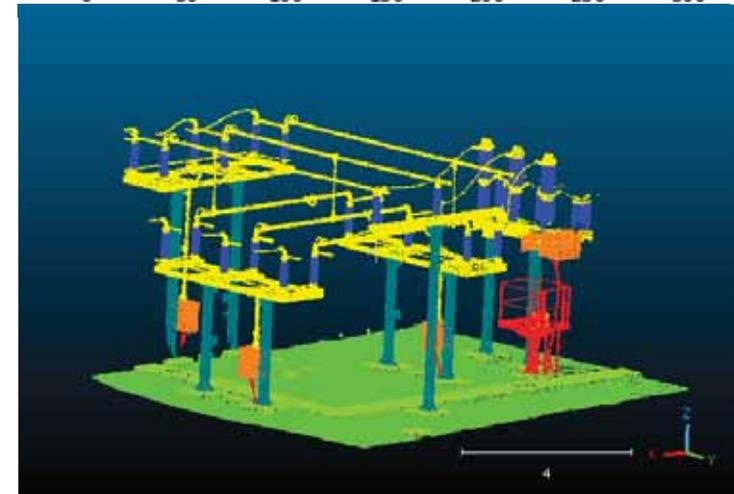
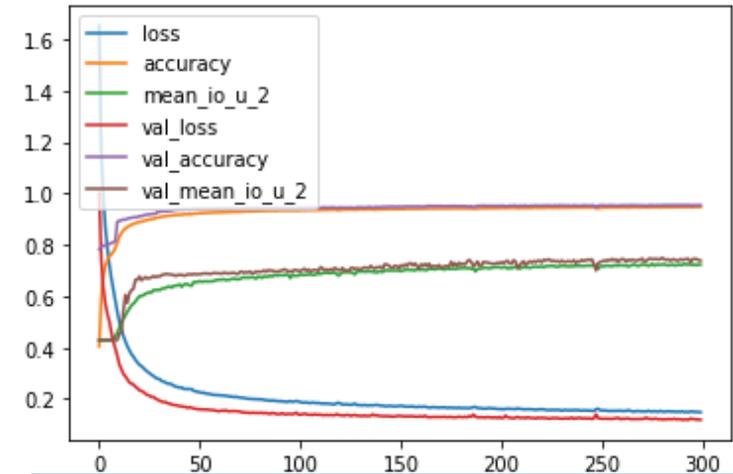
03 Resultados

Point Classifier: ANN

0.74 mIoU

```
# Neural network
model_layers = [
    InputLayer(neurons=256, activation='relu'),
    DropoutLayer(0.2),
    MultiHeadLayerDense(neurons=128, activation='relu', num_heads=8),
    DropoutLayer(0.3),
    HiddenLayer(neurons=128, activation='relu'),
    DropoutLayer(0.4),
    HiddenLayer(neurons=64, activation='relu'),
    DropoutLayer(0.4),
    HiddenLayer(neurons=32, activation='relu'),
    DropoutLayer(0.5),
    OutputLayer(activation='softmax')
]

neighborhood_radius=0.04, epochs=300, batch_size=23500.
```



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



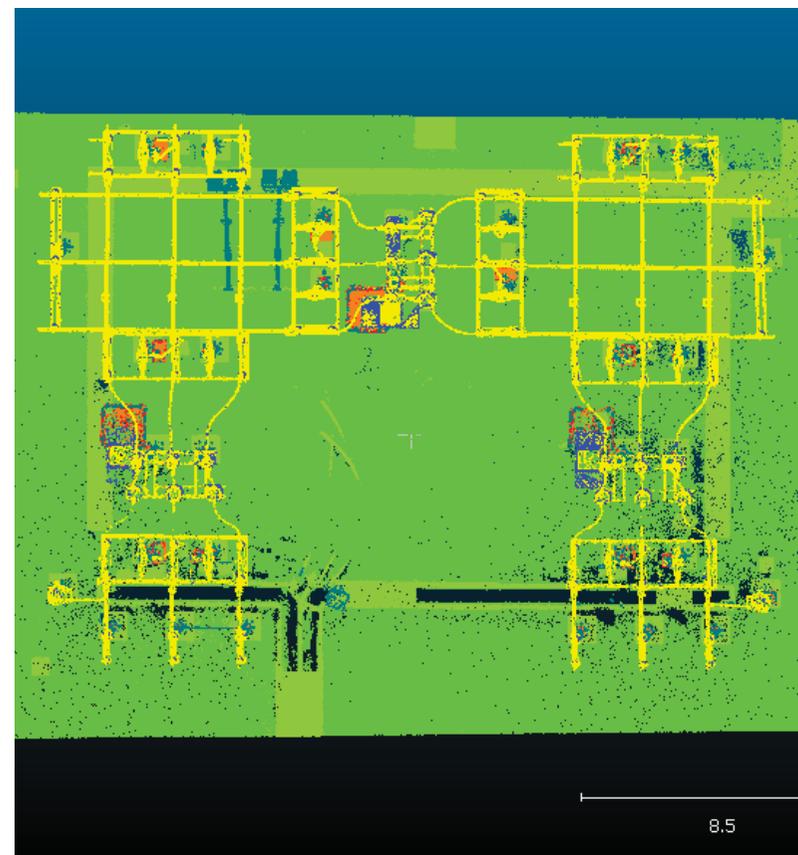
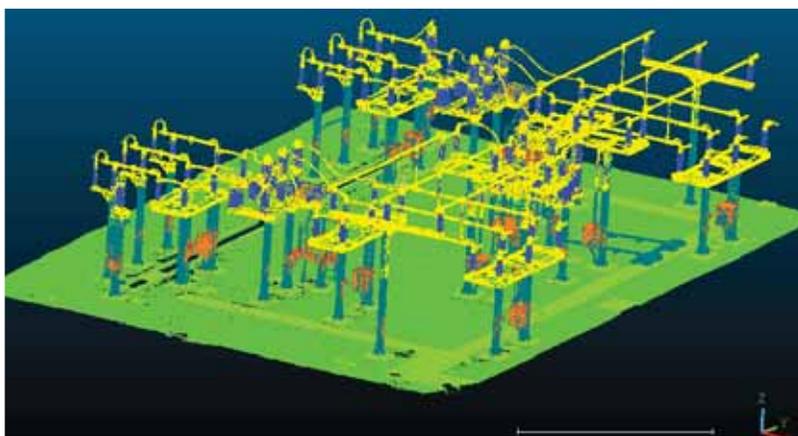
Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

Actividad 4.11 – IA para detección y reconocimiento de elementos en estaciones eléctricas

03 Resultados

Point Classifier: ANN



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

Actividad 4.11 – IA para detección y reconocimiento de elementos en estaciones eléctricas

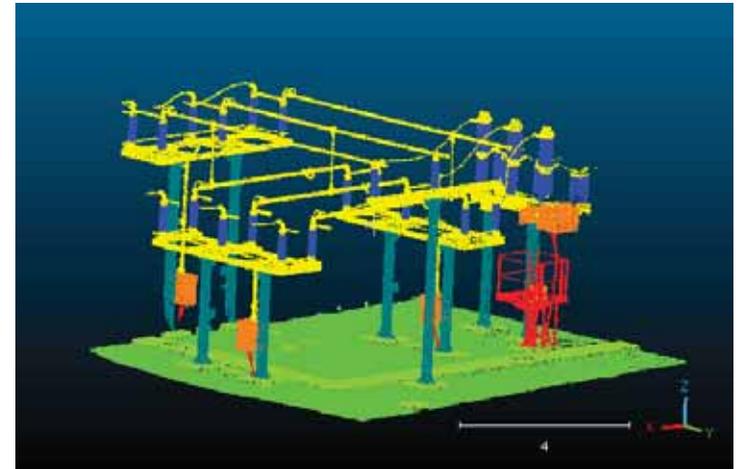
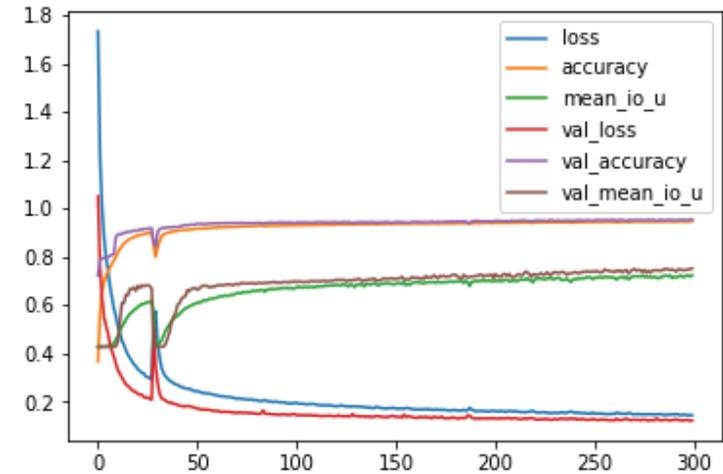
03 Resultados

Point Classifier: ANN

0.75 mIoU

```
# Neural network
model_layers = [
    InputLayer(neurons=512, activation='relu'),
    DropoutLayer(0.2),
    MultiHeadLayerDense(neurons=256, activation='relu', num_heads=8),
    DropoutLayer(0.3),
    HiddenLayer(neurons=128, activation='relu'),
    DropoutLayer(0.4),
    HiddenLayer(neurons=64, activation='relu'),
    DropoutLayer(0.4),
    HiddenLayer(neurons=32, activation='relu'),
    DropoutLayer(0.5),
    OutputLayer(activation='softmax')
]

neighborhood_radius=0.04, epochs=300, batch_size=23000.
```



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



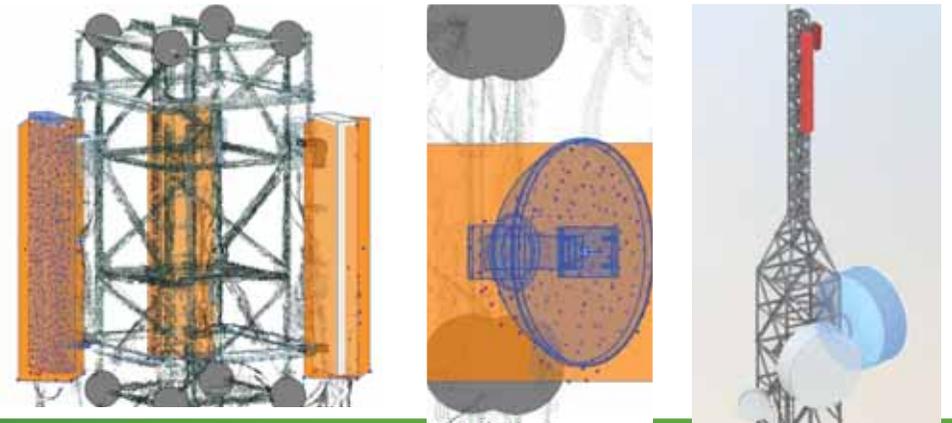
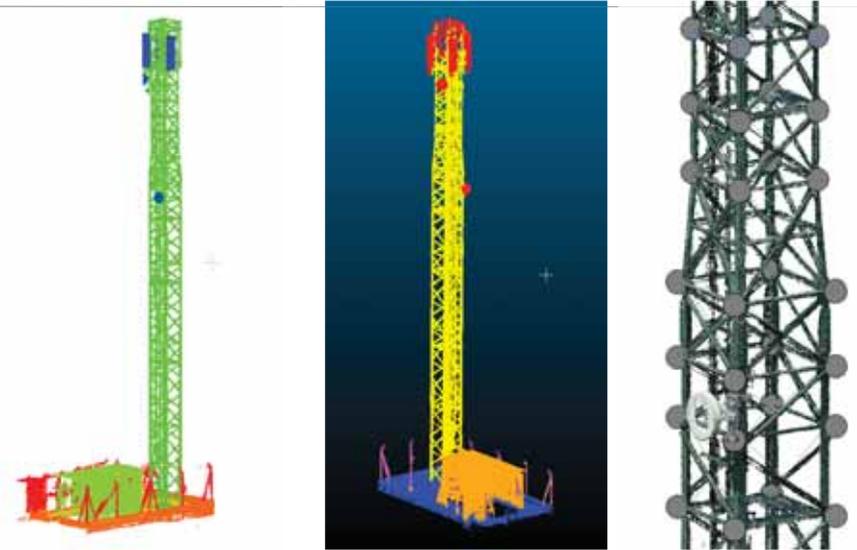
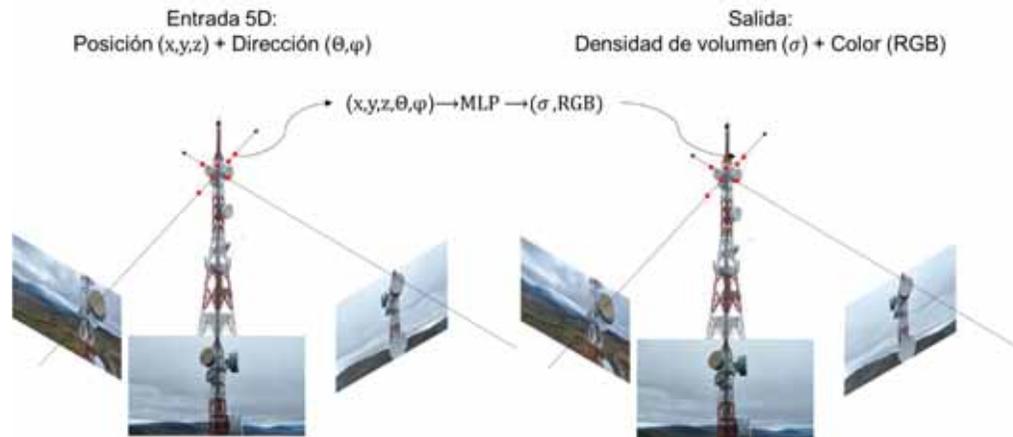
Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008



Actividad 4.11 – IA para detección y reconocimiento de elementos en estaciones eléctricas

04 Paso al BIM



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

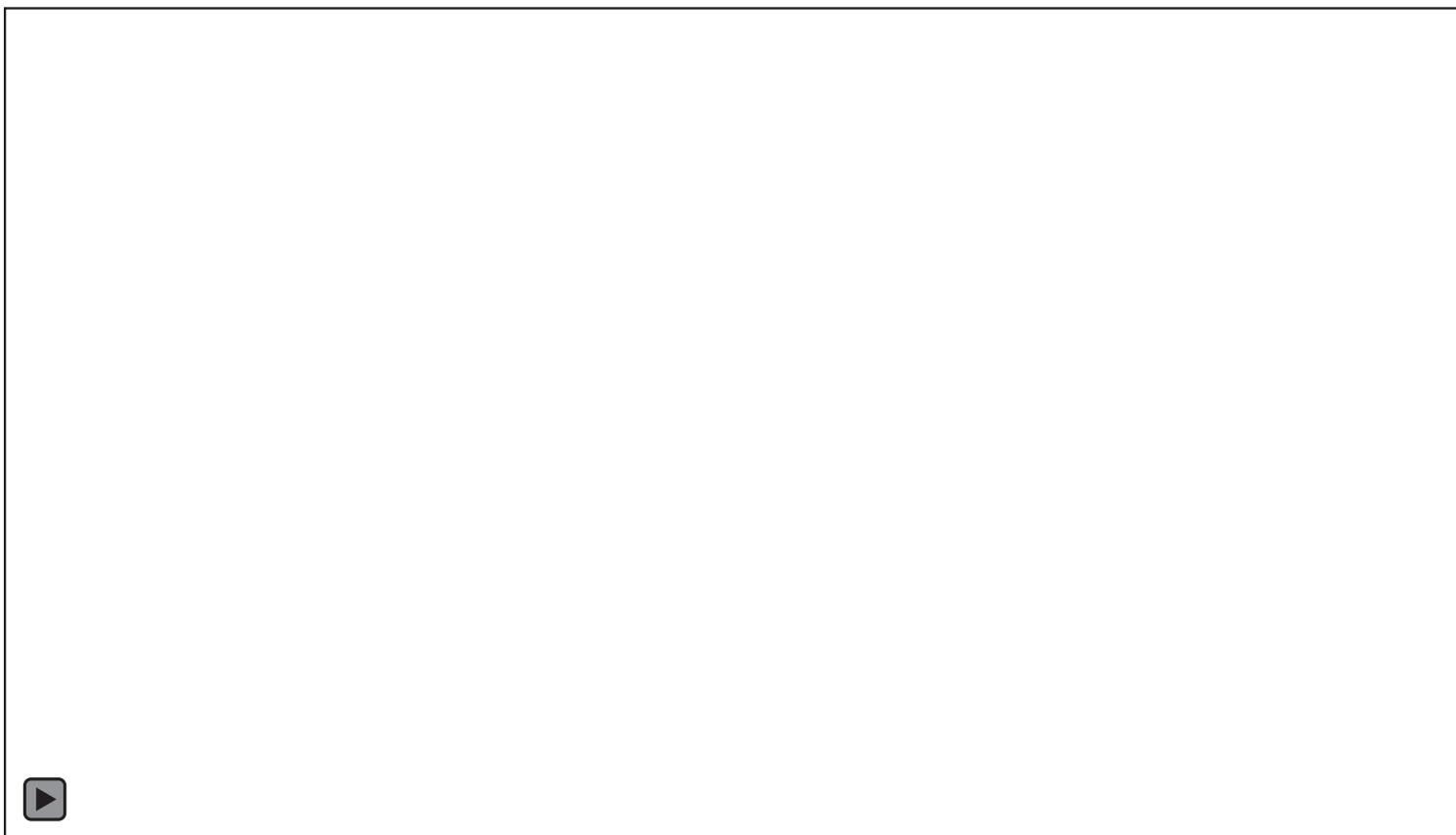


Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

Actividad 4.11 – IA para detección y reconocimiento de elementos en estaciones eléctricas

04 Paso al BIM



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

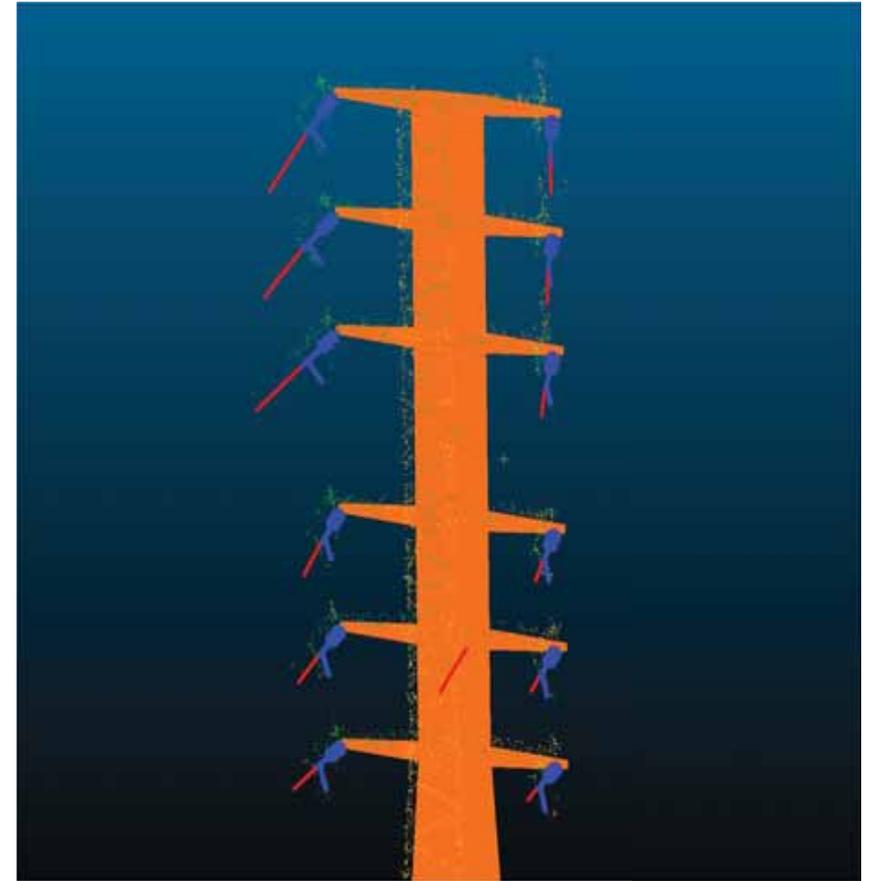
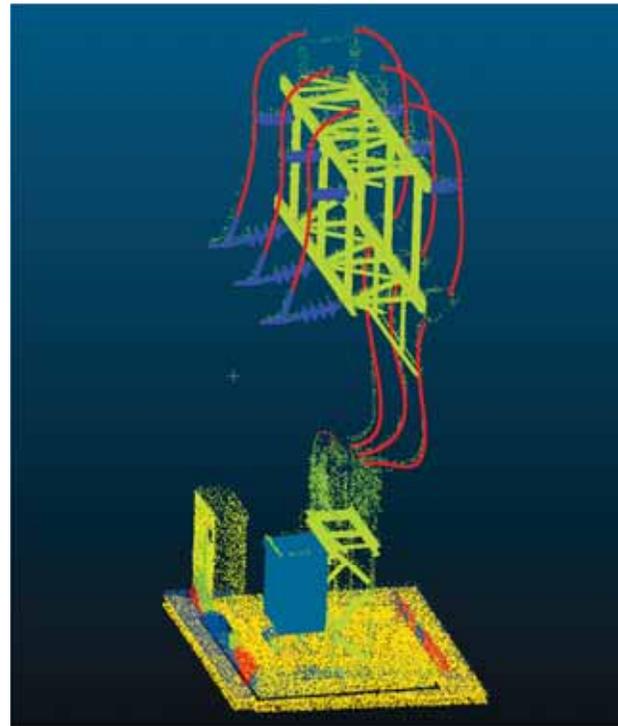
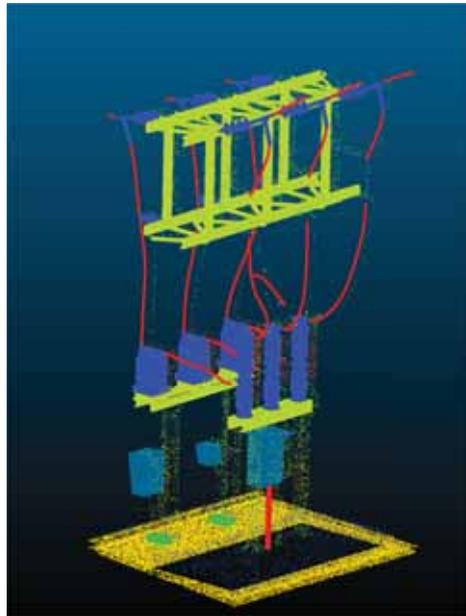


Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

Actividad 4.11 – IA para detección y reconocimiento de elementos en estaciones eléctricas

05 BIM vs. As-Built



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

Actividad 4.11 – IA para detección y reconocimiento de elementos en estaciones eléctricas

05 Conclusiones

- Los **drones y los sistemas SLAM** son una herramienta muy eficaz en la digitalización de espacios complejos y peligrosos.
- Las **clasificaciones semánticas con IA** suponen un avance significativo en la conversión a modelos BIM/Gemelos Digitales. La fusión con IA e imágenes podría complementar los resultados.
- Las **conversión a modelos BIM** se ha conseguido semiautomatizar de la manos de scripts propios desarrollados con Dynamo bajo la plataforma Autodesk.
- La **comparación de los modelos teóricos (BIM) frente a los modelos reales (as-built)** suponen un gran avance en las tareas de mantenimiento y apoyo al avance de cualquier obra por parte de Iberdrola.



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



TIDOP
RESEARCH
GROUP



EPSA

Calle Hornos Caleros,
50

05003 – Avila (España)



+34 625 399 698

daguilera@usal.es

<https://tidop.usal.es>



UNIVERSIDAD
DE SALAMANCA
CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

tidop
GRUPO DE INVESTIGACIÓN



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008