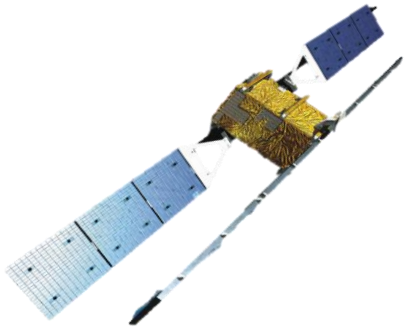


"Análisis de la Correlación entre Datos de Humedad Volumétrica y Imágenes de Radar SAR en Banda C para la Caracterización de la Humedad del Suelo"



Diego Fernando Angrino Chiran
Sebastián Anderson Guerreo
Oscar Javier Munar Vivas



¿Que es un Radar de Apertura Sintética?



Sensor Activo



Longitud de onda de 1 cm a – 5 cm



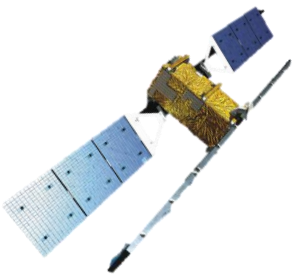
Emite su propio haz energético



Miden coeficiente de retrodispersión de las cubiertas.

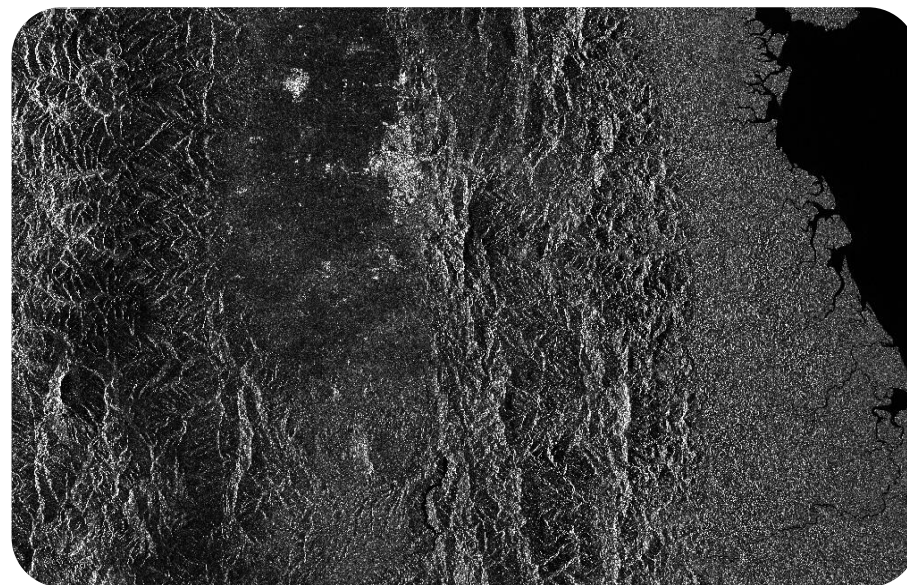
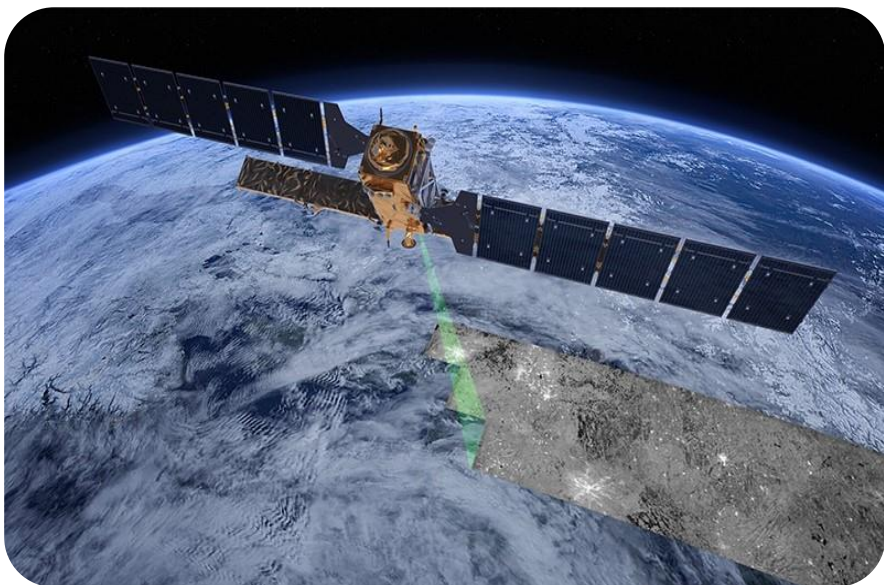


Observación lateral



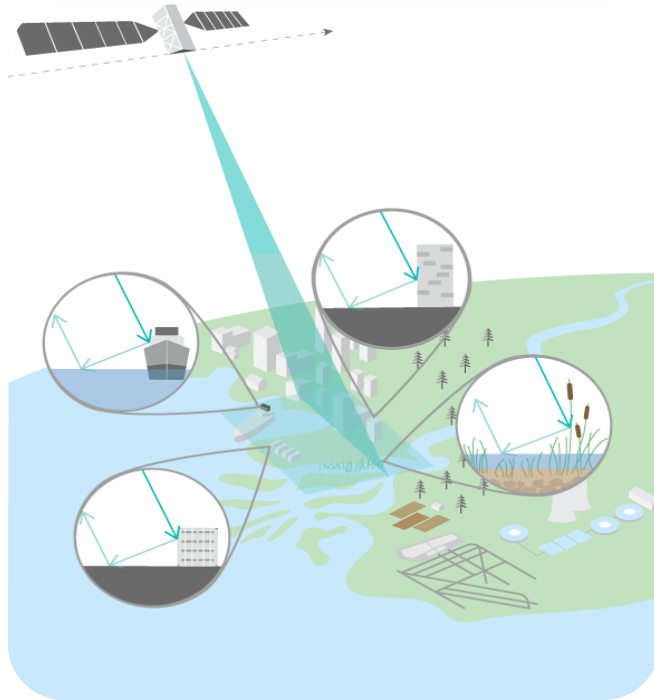
Objetivo

Evaluar la capacidad de la tecnología de radar SAR (Synthetic Aperture Radar) para la estimación de la humedad del suelo en el cultivo de caña de azúcar en el valle geográfico del río cauca.



Backcattering (Retrodispersión)

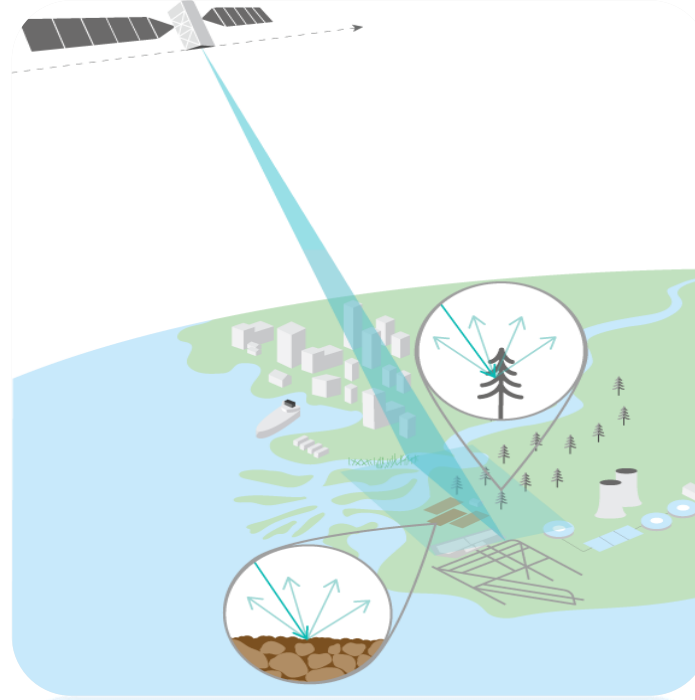
Doble rebote



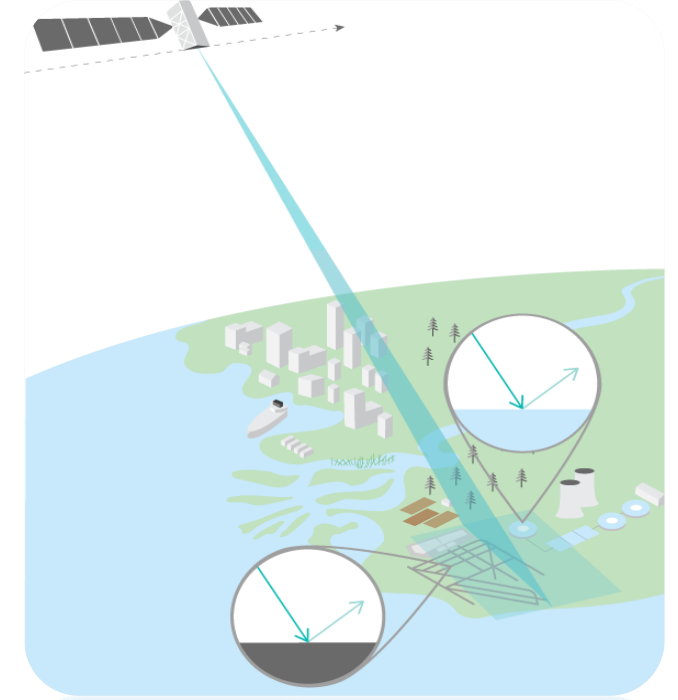
Mecanismos de interacción - Alcance del terreno detectado (GRD) (Fuente: ArcGIS Pro

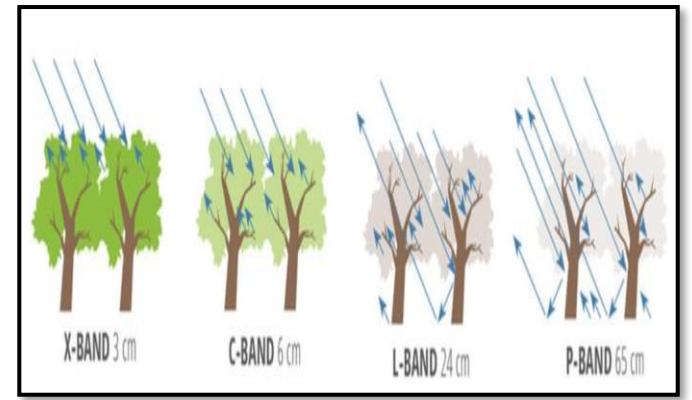
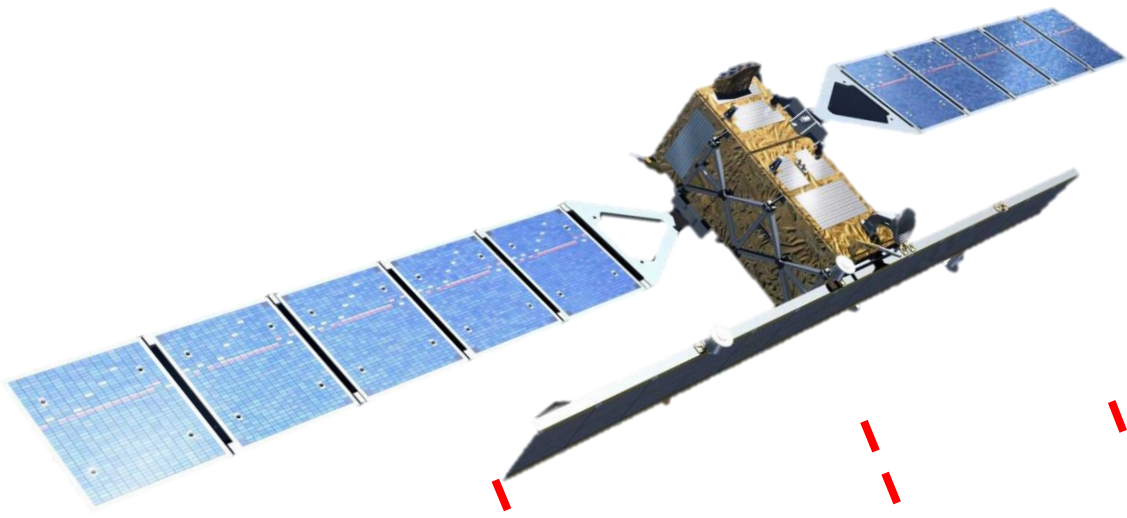
<https://acortar.link/ho0XsO>

Dispersión de Volumen o Dispersión Difusa

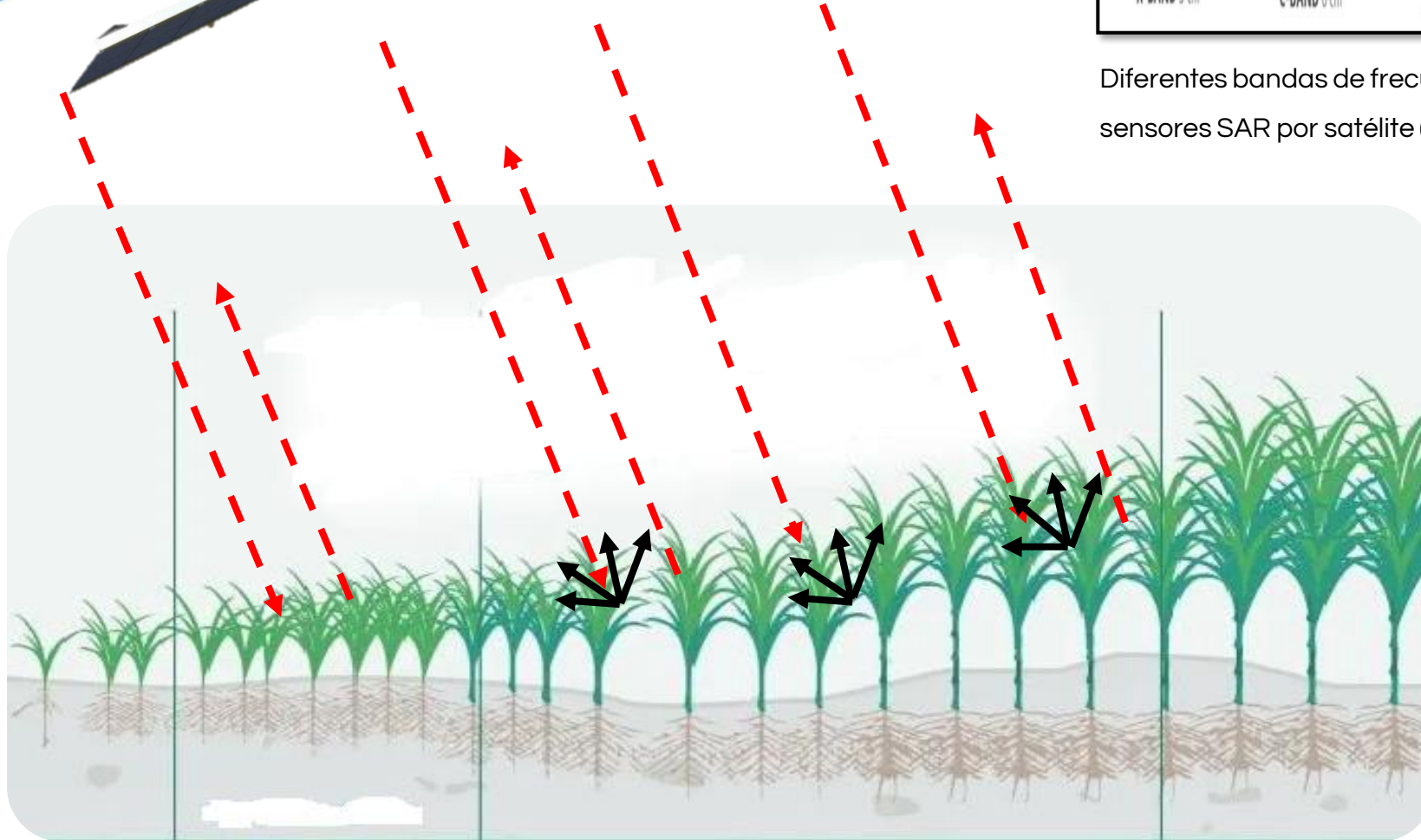


Dispersión de rebote único





Diferentes bandas de frecuencia utilizadas en los sensores SAR por satélite (Fuente: NASA)



Método Gravimétrico

El método gravimétrico consiste en:

1



2



3



Determinación del contenido de humedad del suelo

La diferencia entre los dos pesos representa la cantidad de agua presente en la muestra en el momento que se hizo el muestreo. El valor esta de humedad esta expresado como porcentaje.



$$\bar{w} (\%) = (m_s - m_h) / m_h * \rho * 100$$

\bar{w} : Contenido de humedad gravimétrico (%)

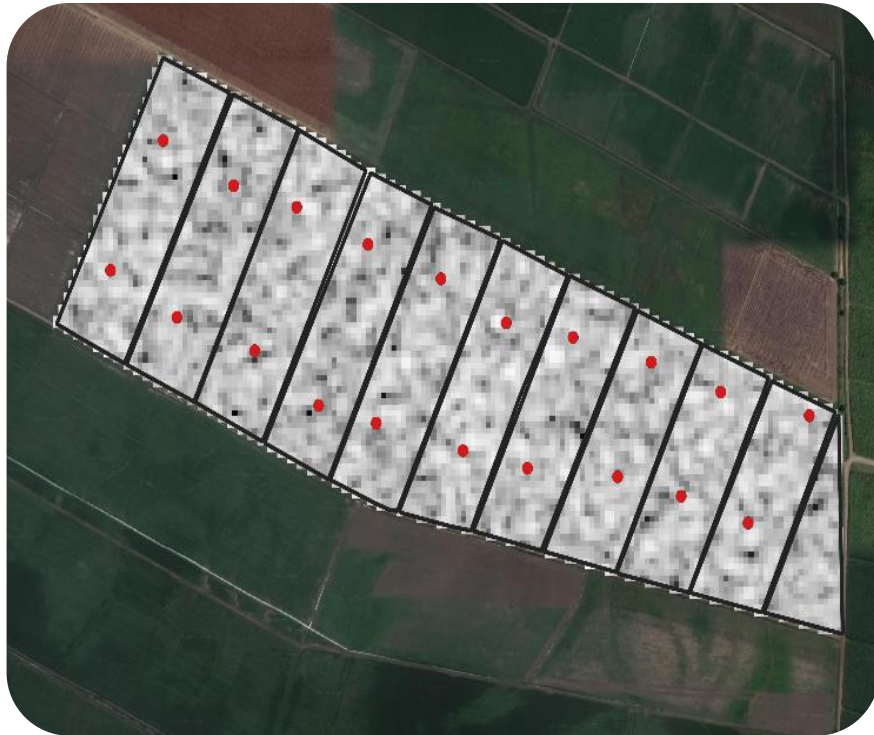
m_h : Masa de suelo húmedo (g)

m_s : Masa de suelo seco (g)

ρ : Densidad Aparente (g/cm³)



Adquisición de imágenes Radar



Utilizando programación en Python, creamos un buffer de 15 metros alrededor de cada punto de muestreo con el objetivo de obtener estadísticas zonales, considerando una correlación con un conjunto de 9 píxeles en torno al punto muestreado.

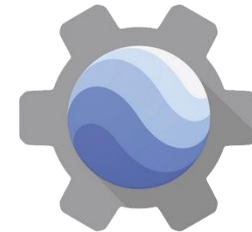
A screenshot of a Jupyter Notebook interface. The notebook is titled "Humedad_suelo.ipynb". The left sidebar shows a file explorer with a tree view containing folders like "DATOS SUELO DESCUBIERTO" and "RISARALDA y PROVIDENCIA", and files like "VV_VH". The main area shows a code cell with the following content:

```
Collecting affine (from rasterio)
  Downloading affine-2.4.0-py3-none-any.whl (15 kB)
Requirement already satisfied: attrs in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (from rasterio) (23.1.0)
Requirement already satisfied: certifi in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (from rasterio) (2023.11.17)
Requirement already satisfied: click==4.0 in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (from rasterio) (8.1.7)
Requirement already satisfied: cligj==0.5 in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (from rasterio) (0.7.2)
Requirement already satisfied: numpy in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (from rasterio) (1.23.5)
Collecting snuggs>=1.4.1 (from rasterio)
  Downloading snuggs-1.4.7-py3-none-any.whl (5.4 kB)
Requirement already satisfied: click-plugins in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (from rasterio) (1.1.1)
Requirement already satisfied: setuptools in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (from rasterio) (67.7.2)
Requirement already satisfied: pyparsing>=2.1.6 in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (from snuggs>=1.4.1)
Installing collected packages: snuggs, affine, rasterio
Successfully installed affine-2.4.0 rasterio-1.3.9 snuggs-1.4.7

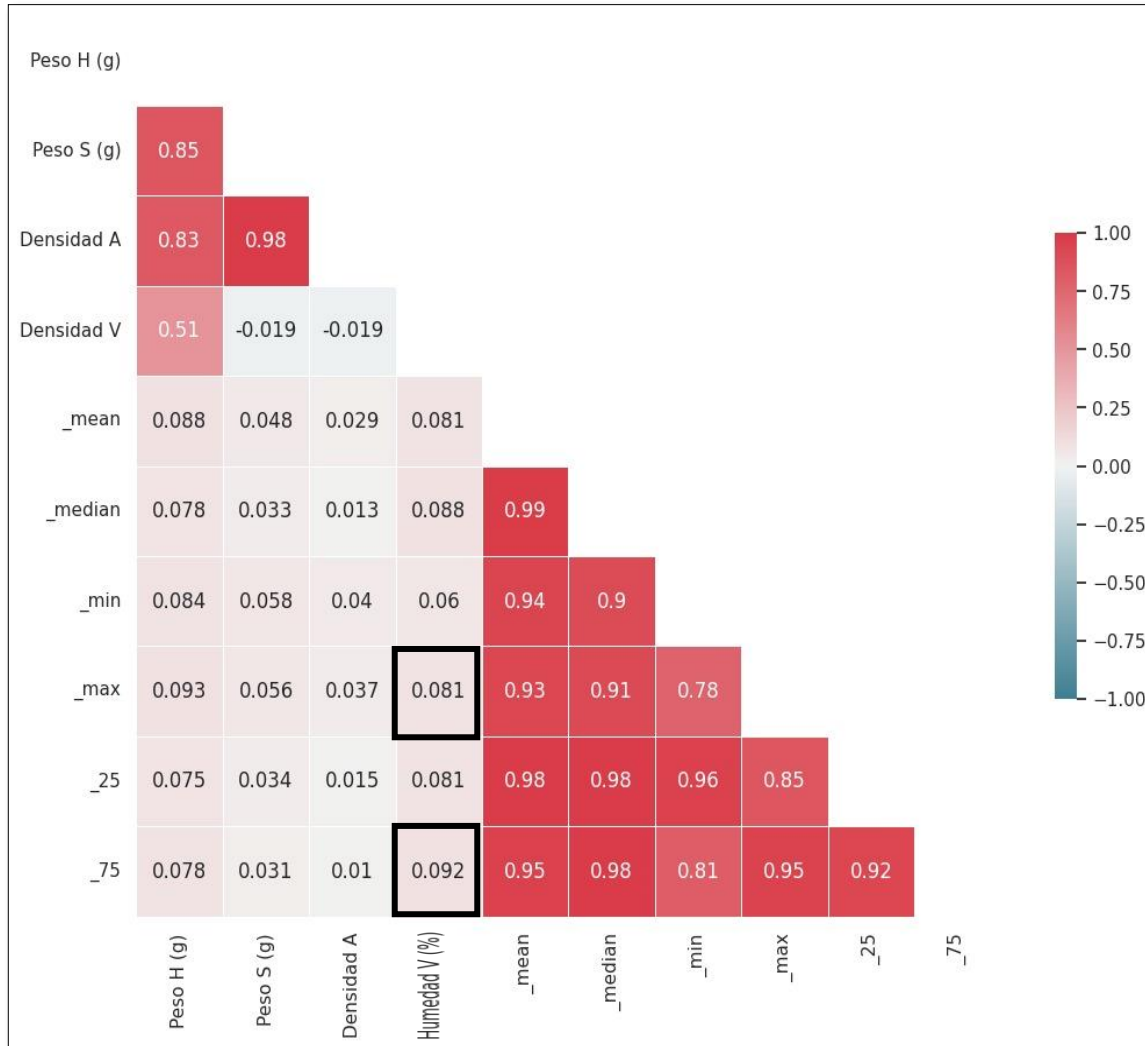
[ ] Data_VV_1 = pd.read_excel("/content/drive/MyDrive/Radar_SAR/Datos_Entrada/2023_08_03_zonas_VV.xlsx")
Data_VV_2 = pd.read_excel("/content/drive/MyDrive/Radar_SAR/Datos_Entrada/2023_08_22_zonas_VV.xlsx")
Data_VV_3 = pd.read_excel("/content/drive/MyDrive/Radar_SAR/Datos_Entrada/2023_08_29_zonas_VV.xlsx")
Data_VV_4 = pd.read_excel("/content/drive/MyDrive/Radar_SAR/Datos_Entrada/2023_09_10_zonas_VV.xlsx")
Data_VV_5 = pd.read_excel("/content/drive/MyDrive/Radar_SAR/Datos_Entrada/2023_09_22_zonas_VV.xlsx")
Data_VV_6 = pd.read_excel("/content/drive/MyDrive/Radar_SAR/Datos_Entrada/2023_10_04_zonas_VV.xlsx")
Data_VV_7 = pd.read_excel("/content/drive/MyDrive/Radar_SAR/Datos_Entrada/2023_10_16_zonas_VV.xlsx")
Data_VV_8 = pd.read_excel("/content/drive/MyDrive/Radar_SAR/Datos_Entrada/RS_VV_ZONAS.xlsx")
```



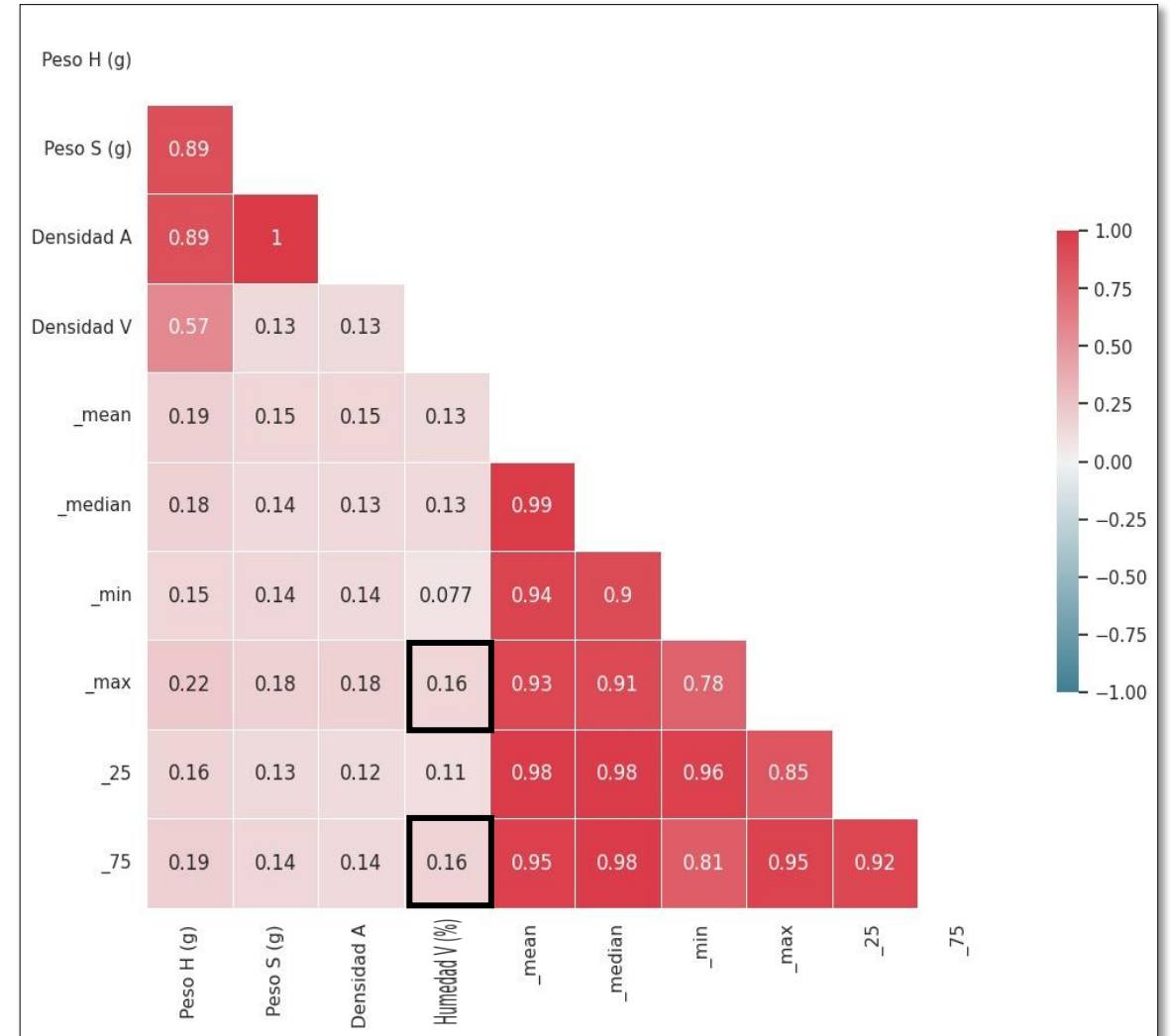
GeoPandas



Correlación humedad volumétrica vs Radar SAR en polarizaciones **VH 0 - 20 CM** Zonas cubiertas



Correlación humedad volumétrica vs Radar SAR en polarizaciones **VH 20 - 40 CM** Zonas cubiertas



Recolección de Muestras Modificada

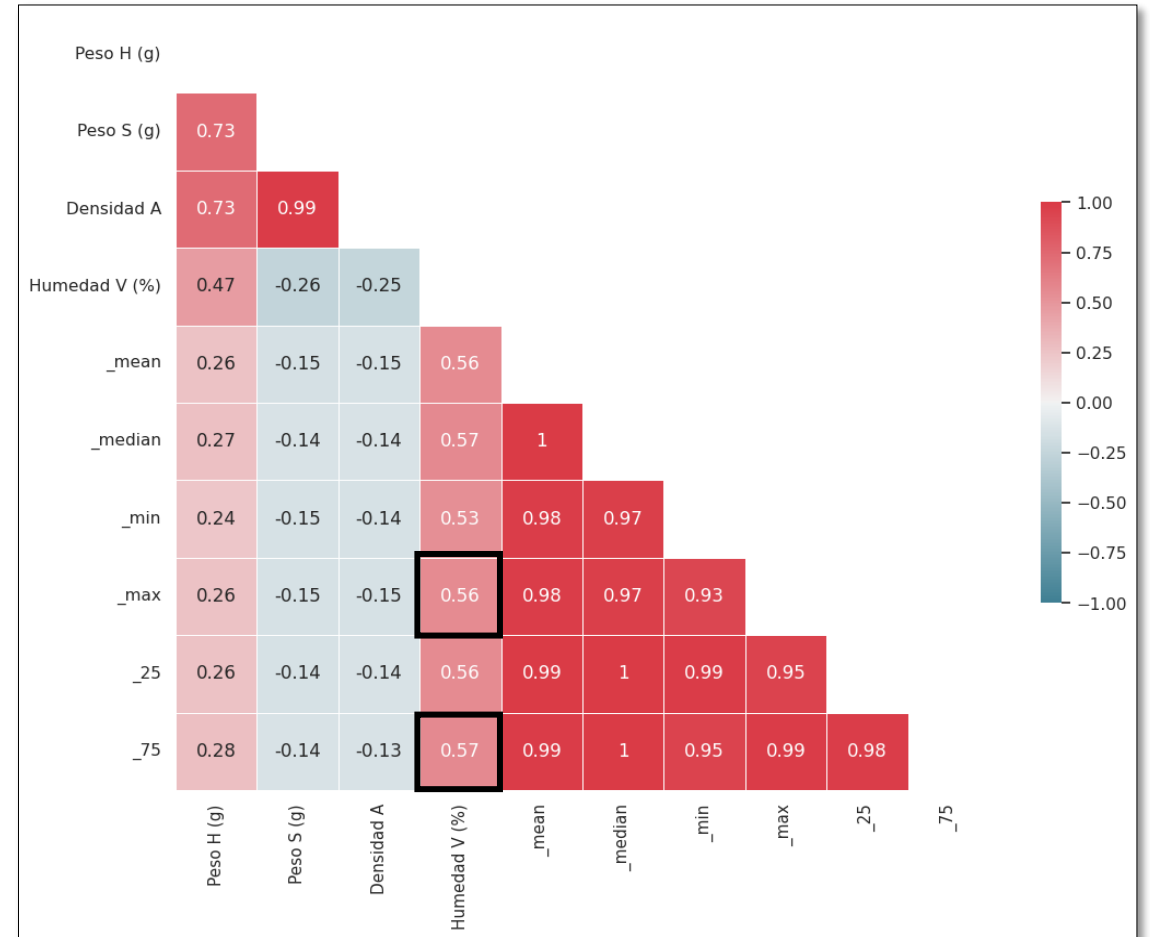
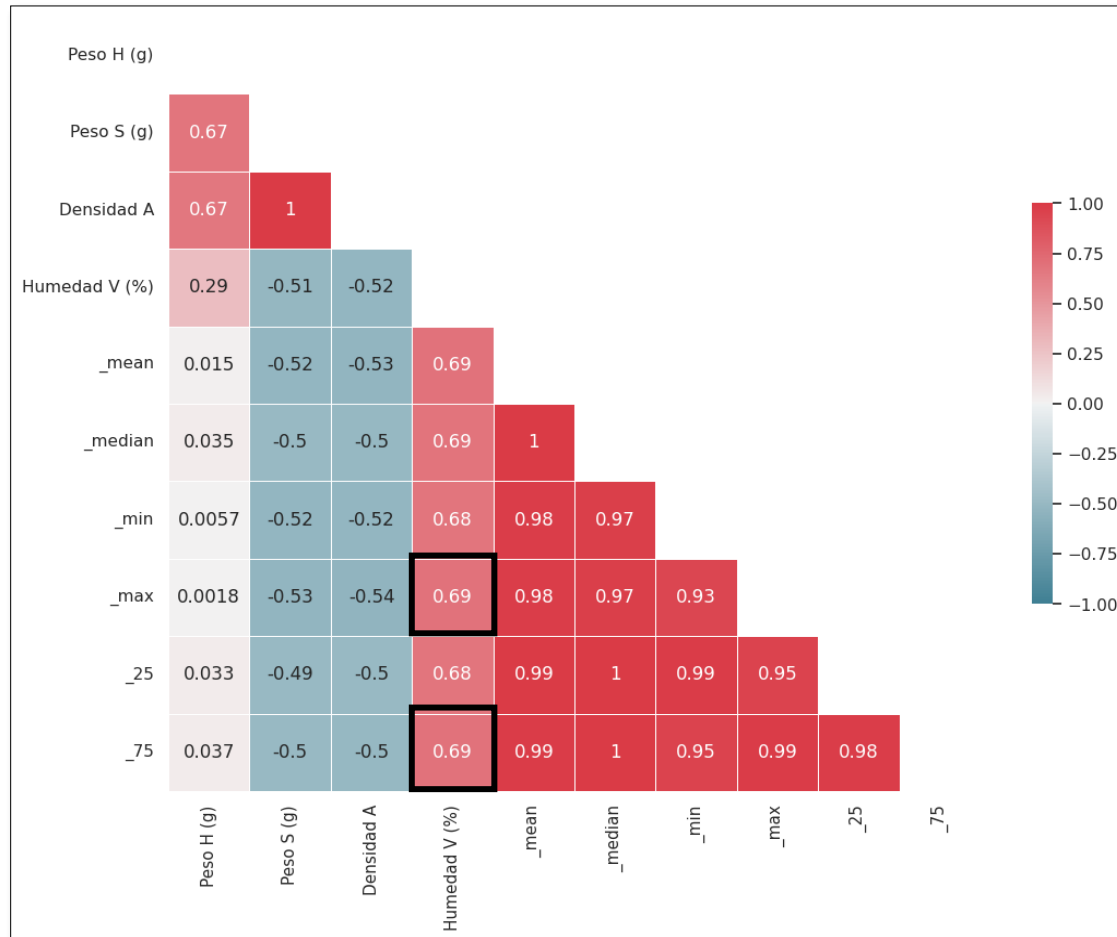


Resultados

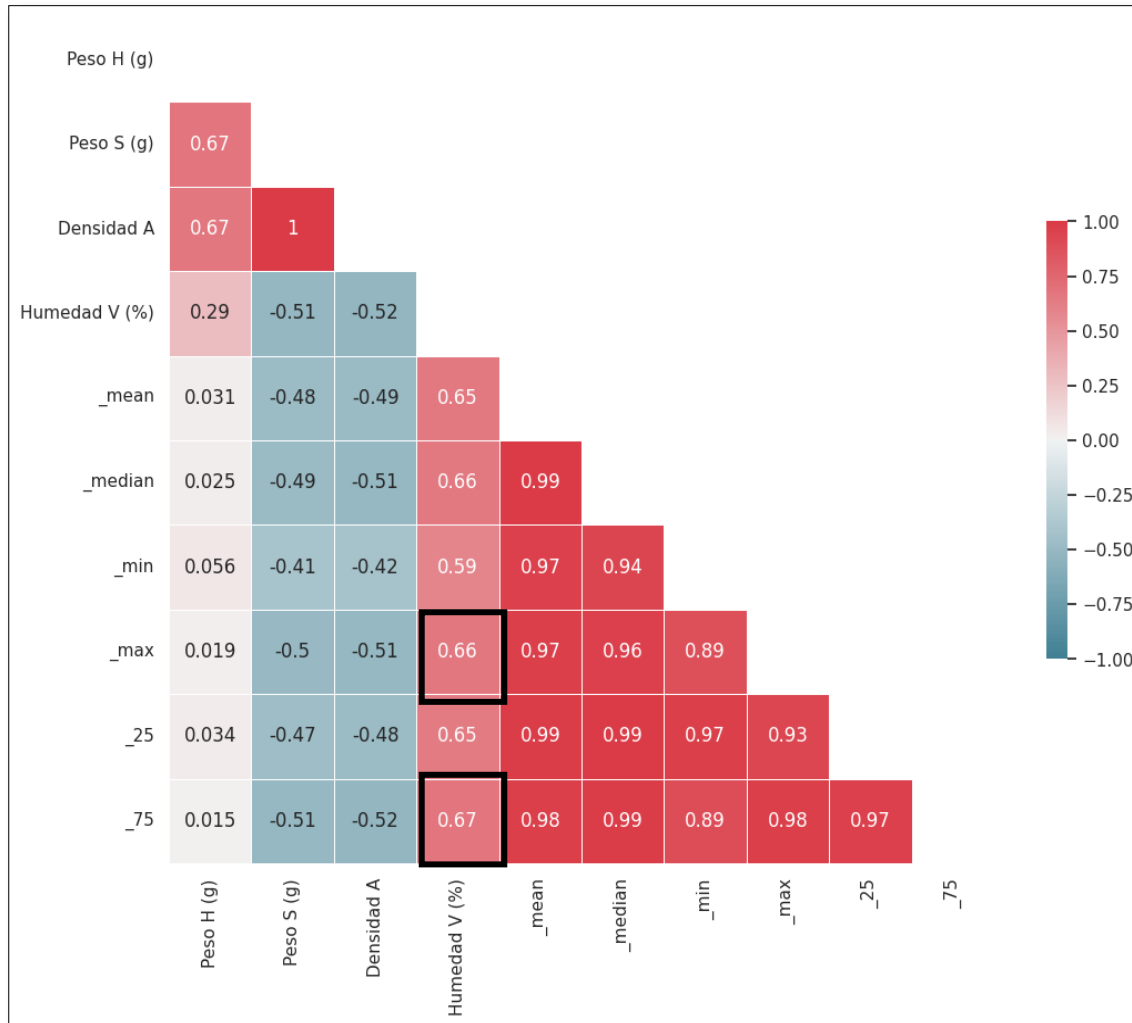
Suelos Descubierta

Correlación humedad volumétrica vs Radar SAR en polarizaciones **VV 0 - 20 CM** Zonas des cubiertas

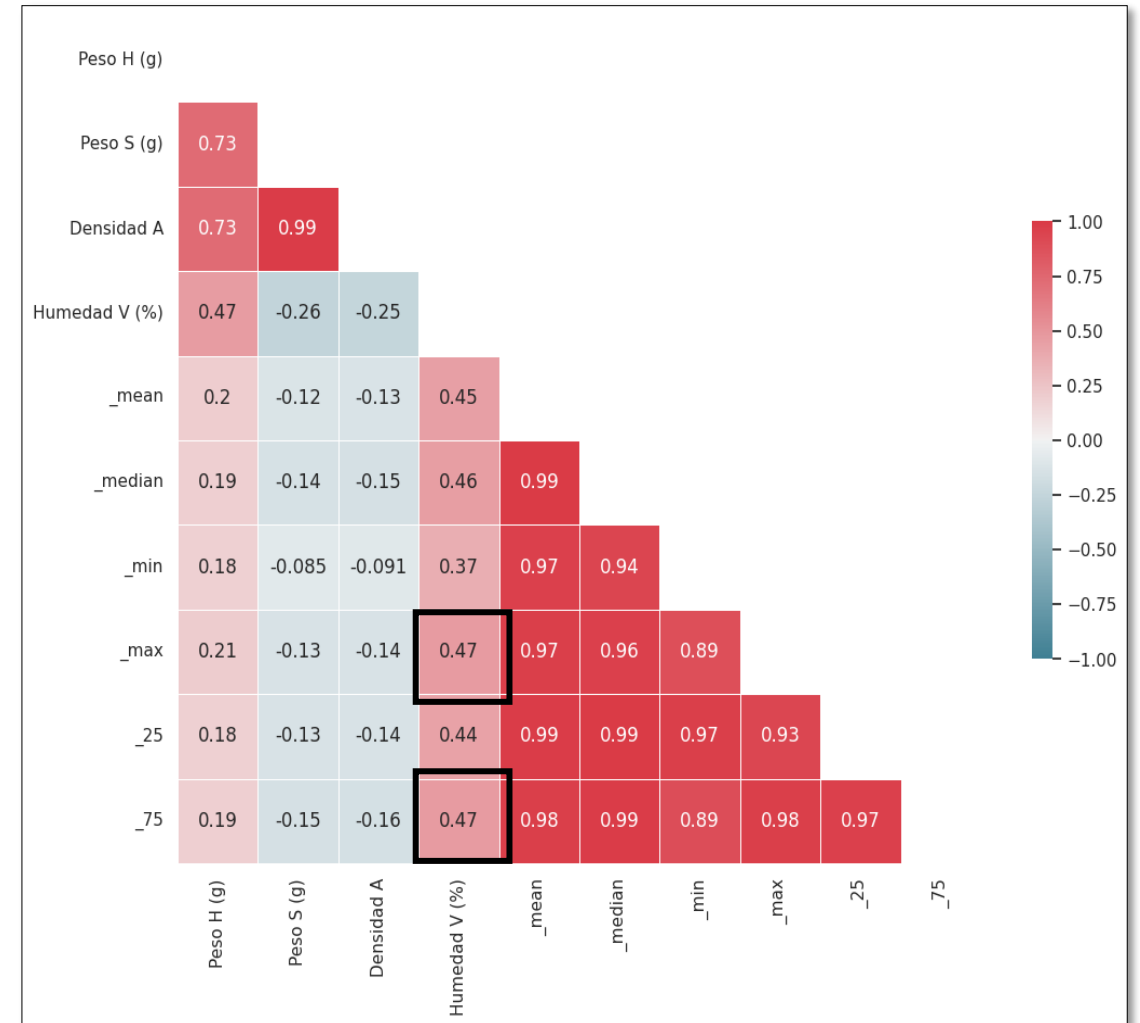
Correlación humedad volumétrica vs Radar SAR en polarizaciones **VV 20 - 40 CM** Zonas des cubiertas



Correlación humedad volumétrica vs Radar SAR en polarizaciones VH 0 -20 CM Zonas descubiertas



Correlación humedad volumétrica vs Radar SAR en polarizaciones VH 20 - 40 CM Zonas descubiertas



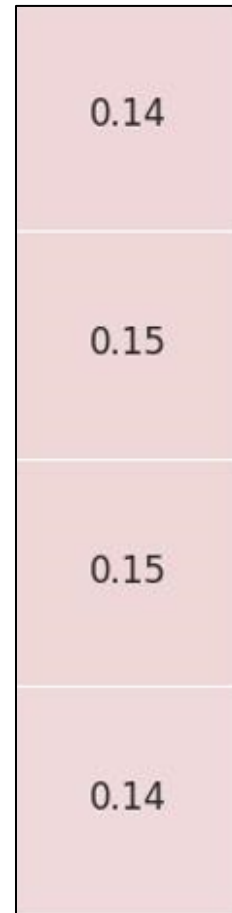
Se cambio la recolección de las muestras

Los primeros hallazgos revelaron una correlación superior al 50%, lo que sugiere una correlación aceptable. Para mejorar un modelo de machine learning que permita predecir la humedad del suelo utilizando imágenes satelitales, se propone llevar esta investigación a un nivel más general. Esto implicaría tomar muestras en los 13 ingenios del sector agroindustrial de la caña de azúcar.



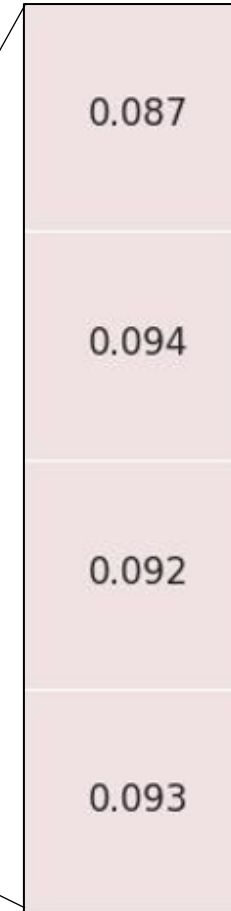
Matriz de correlación en suelos descubiertos VV-VH

VV - Pearson



% Humedad

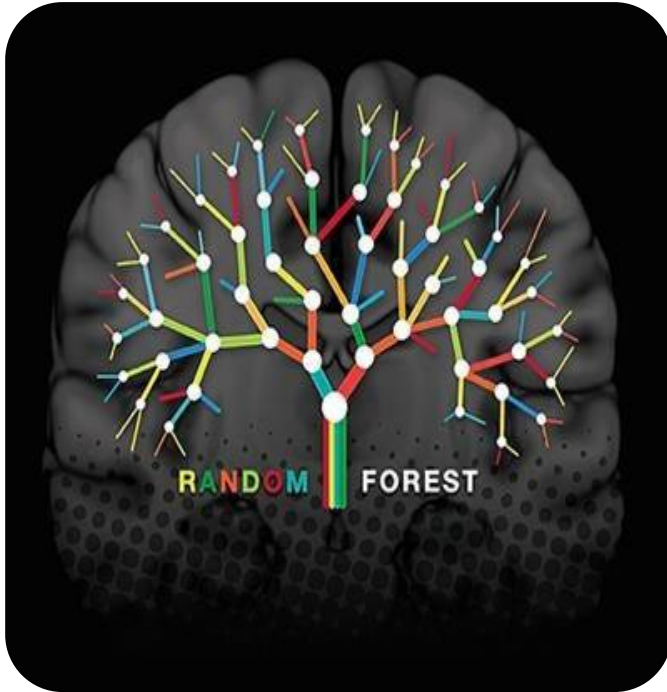
VH - Pearson



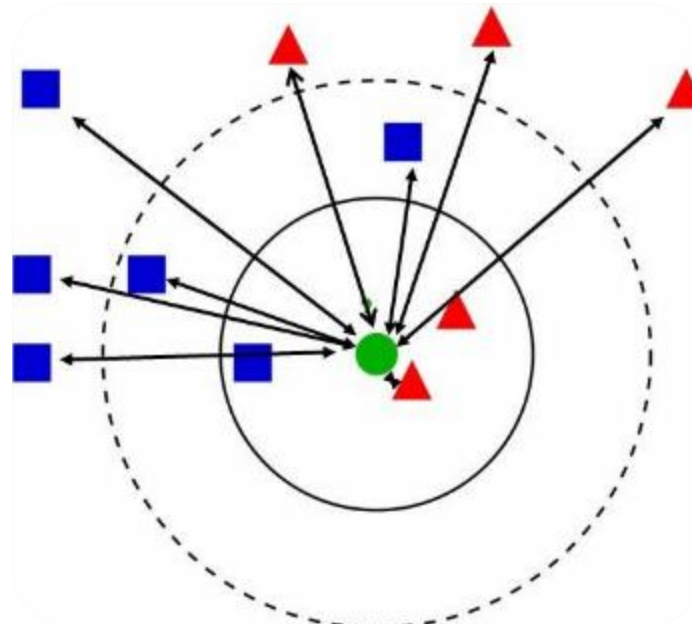
% Humedad

W _{mm}	0.027	-0.048	-0.048	0.14	-0.14
W ₁₀	0.025	-0.051	-0.051	0.15	-0.11
W ₂₀	0.023	-0.047	-0.047	0.14	-0.21
W ₃₀	0.026	-0.047	-0.047	0.14	-0.19
W ₄₀	0.02	-0.05	-0.05	0.14	-0.16
W _{mean}	0.036	-0.042	-0.042	0.15	-0.088
W ₆₀	0.048	-0.028	-0.028	0.14	0.0048
W ₇₀	0.042	-0.036	-0.036	0.14	0.043
W ₈₀	0.046	-0.033	-0.033	0.15	-0.02
W ₉₀	0.038	-0.041	-0.041	0.13	0.022
W _{max}	0.035	-0.039	-0.039	0.14	-0.02
VH _{mm}	0.087	0.043	0.043	0.063	0.066
VH ₁₀	0.066	0.025	0.025	0.063	0.1
VH ₂₀	0.11	0.059	0.059	0.074	0.11
VH ₃₀	0.13	0.069	0.069	0.084	0.11
VH ₄₀	0.12	0.052	0.052	0.098	0.14
VH _{mean}	0.12	0.057	0.057	0.087	0.11
VH ₆₀	0.12	0.056	0.056	0.094	0.21
VH ₇₀	0.13	0.063	0.063	0.092	0.082
VH ₈₀	0.14	0.071	0.071	0.093	0.15
VH ₉₀	0.12	0.062	0.062	0.083	-0.036
VH _{max}	0.13	0.071	0.071	0.083	-0.12
TWI _{mean}	-0.054	-0.034	-0.034	-0.023	-0.0089
Arcilla _{mean}	-0.39	-0.56	-0.56	-0.46	-0.3

Algoritmos de Aprendizaje Automático



RMSE : 10.59 %
RMSE_e : 14.01 %
r² : 85.20 % **r_e² : 80.17 %**

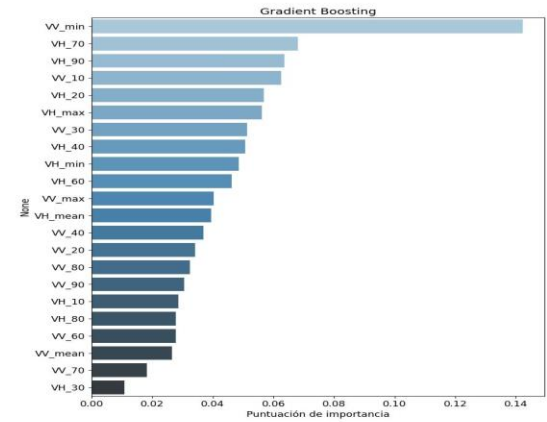
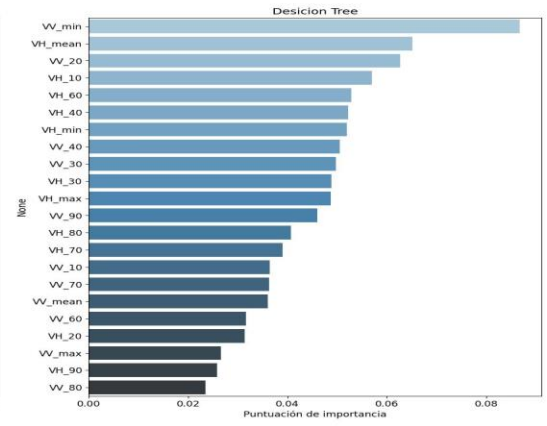
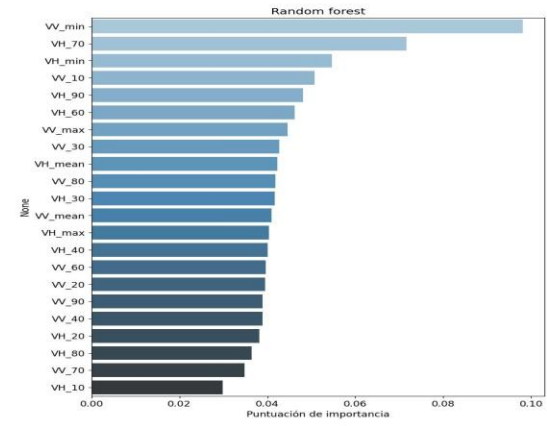
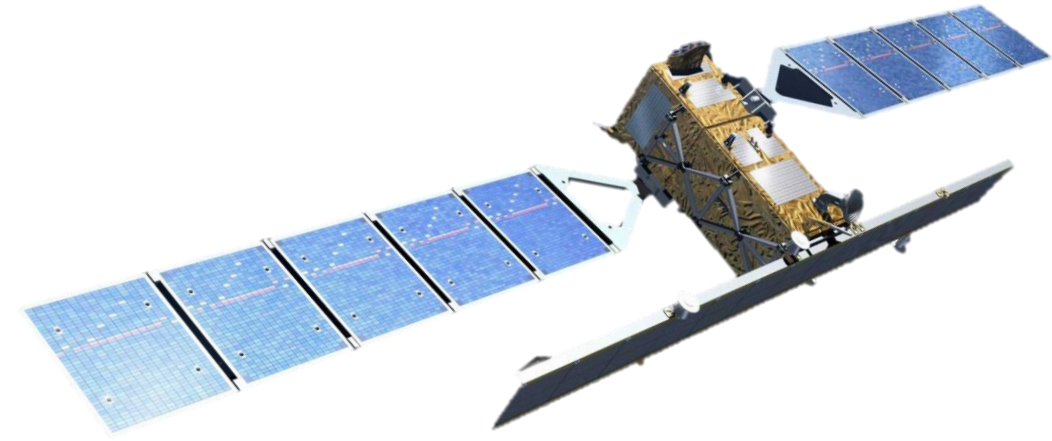


RMSE : 1.9 e⁻²⁵ %
RMSE_e : 35.20 %
r² : 100.0 % **r_e² : 49.81 %**

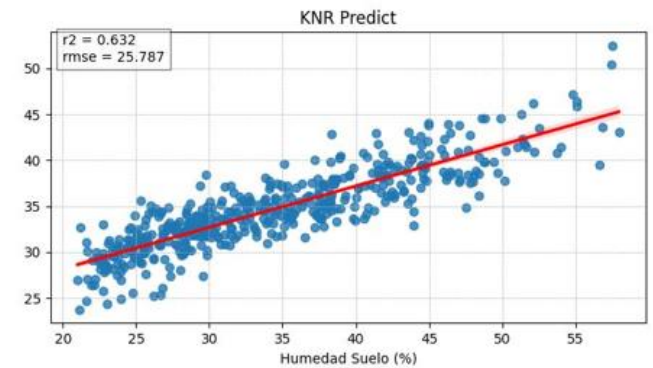
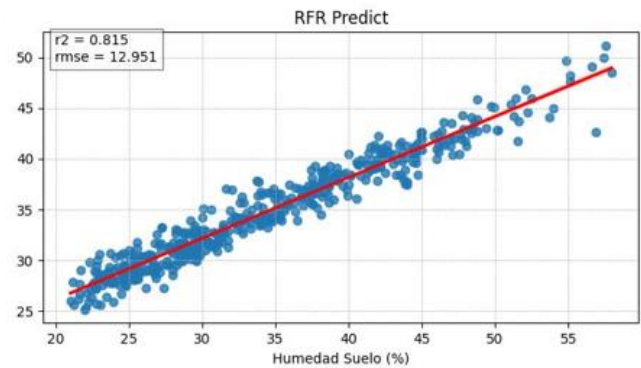
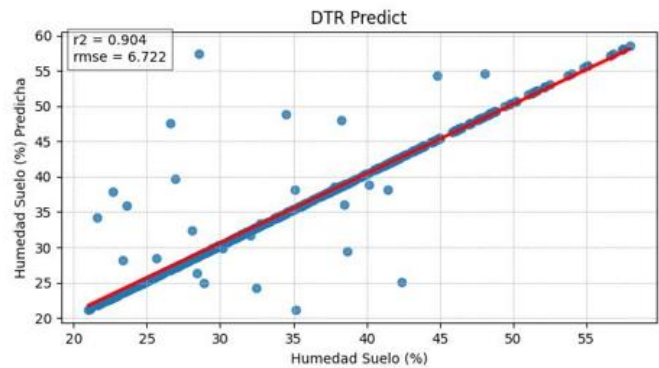
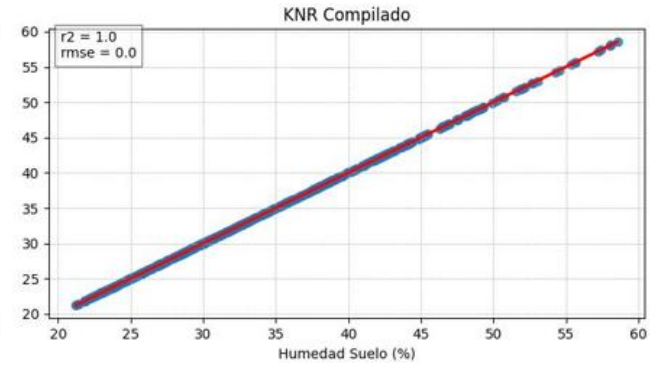
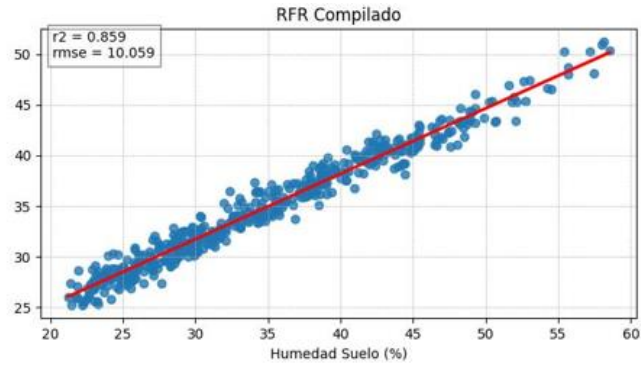
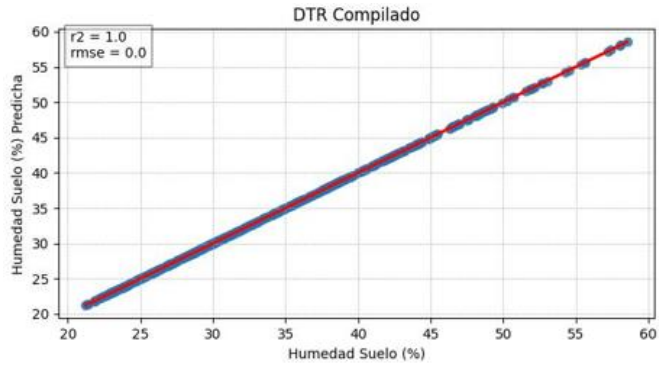


RMSE : 68.23 %
RMSE_e : 67.04 %
r² : 4.649 % **r_e² : 4.417 %**

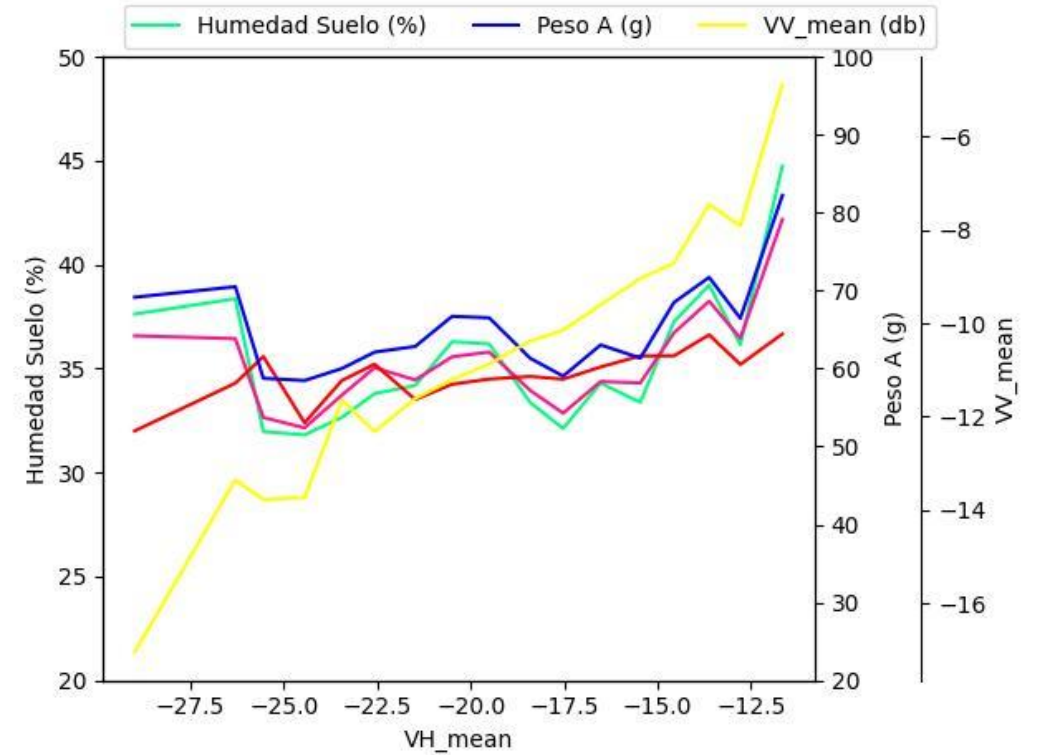
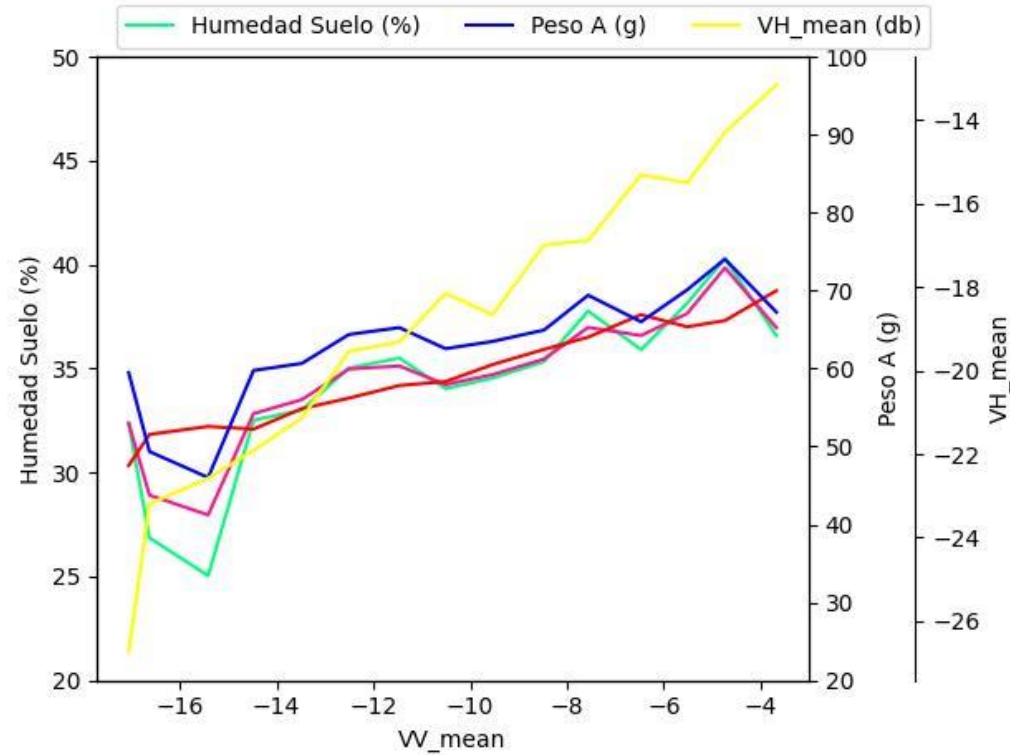
Importancia de la característica



Validación Polarizaciones VV - VH



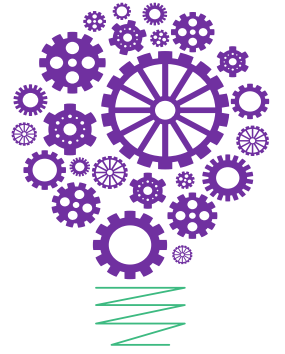
Respuesta de la humedad del suelo



- Humedad Suelo (%)
- Random Forest Regressor
- Linear Regressor



Proyección 1



Optimizar el procedimiento de muestreo con la finalidad de incrementar la cantidad de información disponible.





Proyección 2



Desarrollar una herramienta destinada a los Jefes de Operaciones que les facilite la planificación logística de las actividades agrícolas

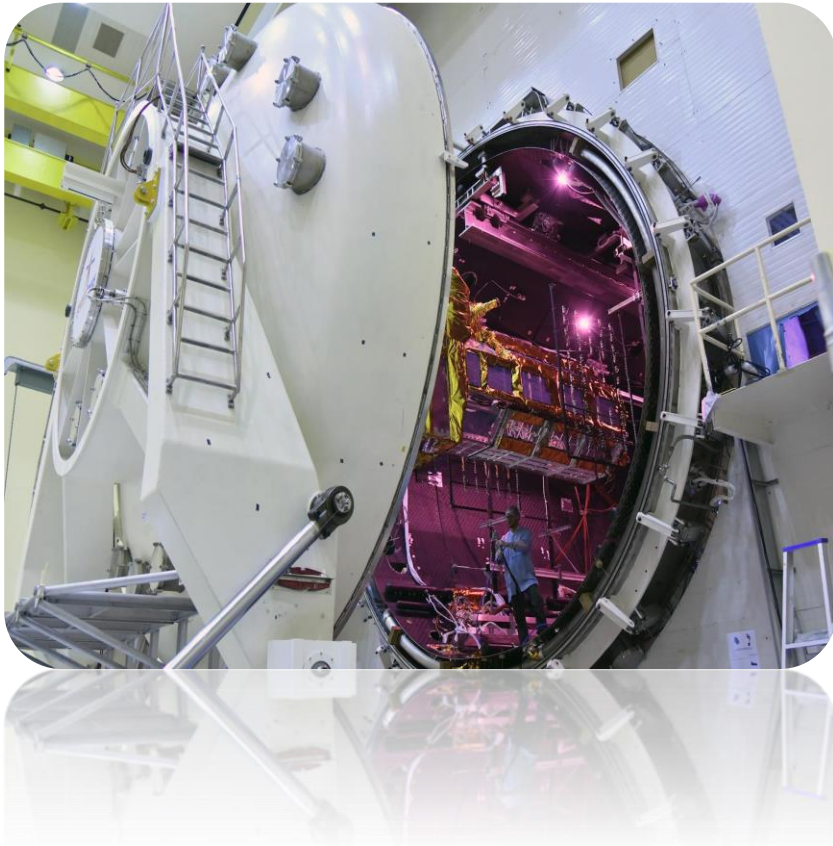




Proyección 3



Seguir analizando las tecnologías que surgen a partir de este tipo específico de sensor.



- ✓ Bandas L y S
- ✓ Resolución de 10 metros
- ✓ Cobertura global de cada 12 días
- ✓ Lanzamiento primer trimestre del 2024



muchas

gracias

ejemplodecontacto@cenicana.org