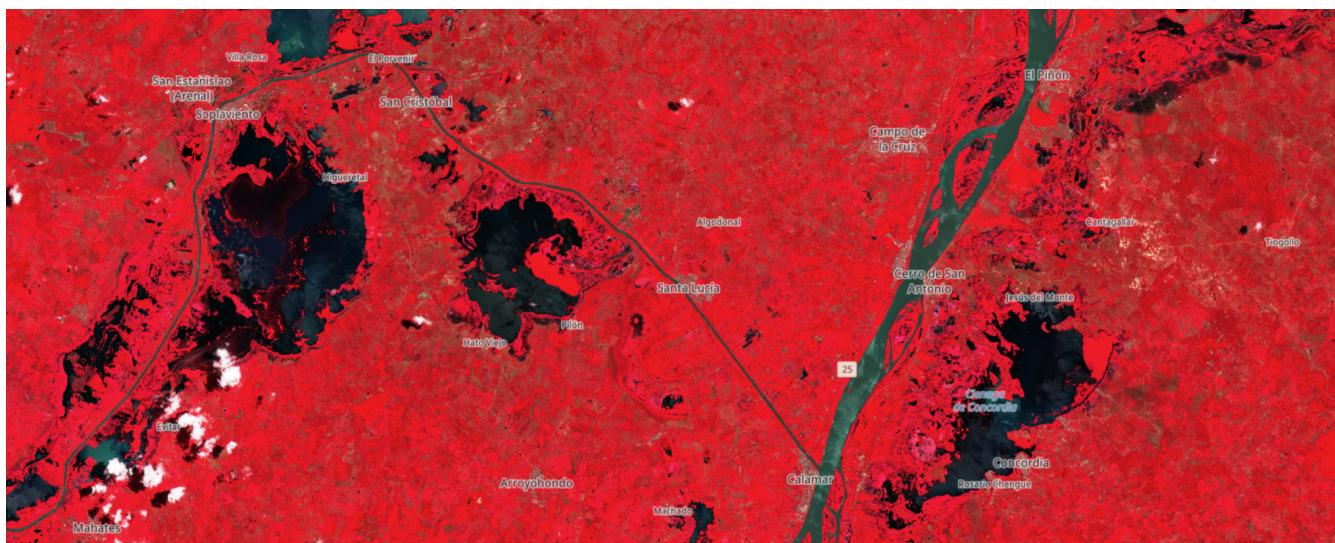


---

# INTRODUCCIÓN A EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES HIPERESPECTRALES

DIPLOMADO EN MÉTODOS AVANZADOS EN PROCESAMIENTO DIGITAL DE  
IMÁGENES



---

24 de julio de 2025

Juan Sebastian Vinasco Salinas

Dirección de Investigación y Prospectiva



# Índice

<b>1. Teoría</b>	<b>3</b>
1.1. Recordar el Espectro Electromagnético . . . . .	3
1.2. Resolución Espectral . . . . .	3
1.3. Pero, ¿Qué es la teledetección hiperespectral? . . . . .	3
1.4. Multi-Espectra versus Hiperespectral . . . . .	3
1.5. Aplicaciones de las imágenes hiperespectrales . . . . .	3
1.6. Fuentes de datos hiperespectrales . . . . .	3
1.7. Procesamiento de datos hiperespectrales . . . . .	5
1.8. Maldición de la dimensionalidad . . . . .	5
1.9. Técnicas clásicas de procesamiento de imágenes espectrales . . . . .	5
1.10. Ejercicio de desmezclado de pixeles . . . . .	5
1.11. Ejercicio clasificación basado en datos espectrales . . . . .	6
1.12. Ejercicio de detección de anomalías . . . . .	8
1.13. Técnicas de aprendizaje en las imágenes espectrales . . . . .	9
1.14. Manos a la obra . . . . .	9
<b>2. Trabajo autónomo</b>	<b>9</b>

## Listings

## Índice de cuadros

## Lista de figuras

1. Respuesta Espectral de las bandas del satélite Venus . . . . .	4
2. Multi-espectral versus Hiperespectral . . . . .	4
3. Teniendo en cuenta la imagen de cuprita, aquí se muestran las bandas 16, 100 y 180. . . . .	5
4. Imagen sin mezclar resultante, aquí se muestran las tres primeras bandas. . . . .	6
5. Resultado de una clasificación tipo SAM (Spectral Angle Mapper) . . . . .	7

6.	Imagen hiperespectral de la Universidad de Pavía, aquí se muestran las bandas 50, 30 y 10.	8
7.	Puntuación Rx calculada . . . . .	10
8.	Anomalías detectadas (en rojo) . . . . .	11

# **1. Teoría**

Conjuntos de datos hiperespectrales, como lo son los datos abiertos de Enmap o<sup>1</sup> el conjunto de datos de VANT de la ciudad de Toulouse<sup>2</sup>

Este material esta fuertemente inspirado en los materiales de ARSET<sup>3</sup> y la capacitación del gobierno alemán sobre los datos de la misión Enmap<sup>4</sup>

## **1.1. Recordar el Espectro Electromagnético**

### **1.1.1. Definición**

### **1.1.2. Características del espectro electromagnético**

## **1.2. Resolución Espectral**

### **1.2.1. Definición**

### **1.2.2. Ejemplos**

## **1.3. Pero, ¿Qué es la teledetección hiperespectral?**

## **1.4. Multi-Espectra versus Hiperespectral**

## **1.5. Aplicaciones de las imágenes hiperespectrales**

## **1.6. Fuentes de datos hiperespectrales**

\*\*

---

<sup>1</sup>Example Data Products - EnMAP

<sup>2</sup>Toulouse Hyperspectral Data Set

<sup>3</sup>[https://appliedsciences.nasa.gov/sites/default/files/2021-02/Hyperspectral\\_Part1\\_Final.pdf](https://appliedsciences.nasa.gov/sites/default/files/2021-02/Hyperspectral_Part1_Final.pdf)

<sup>4</sup>Beyond the Visible – Imaging Spectroscopy for Agricultural Applications – EO ...

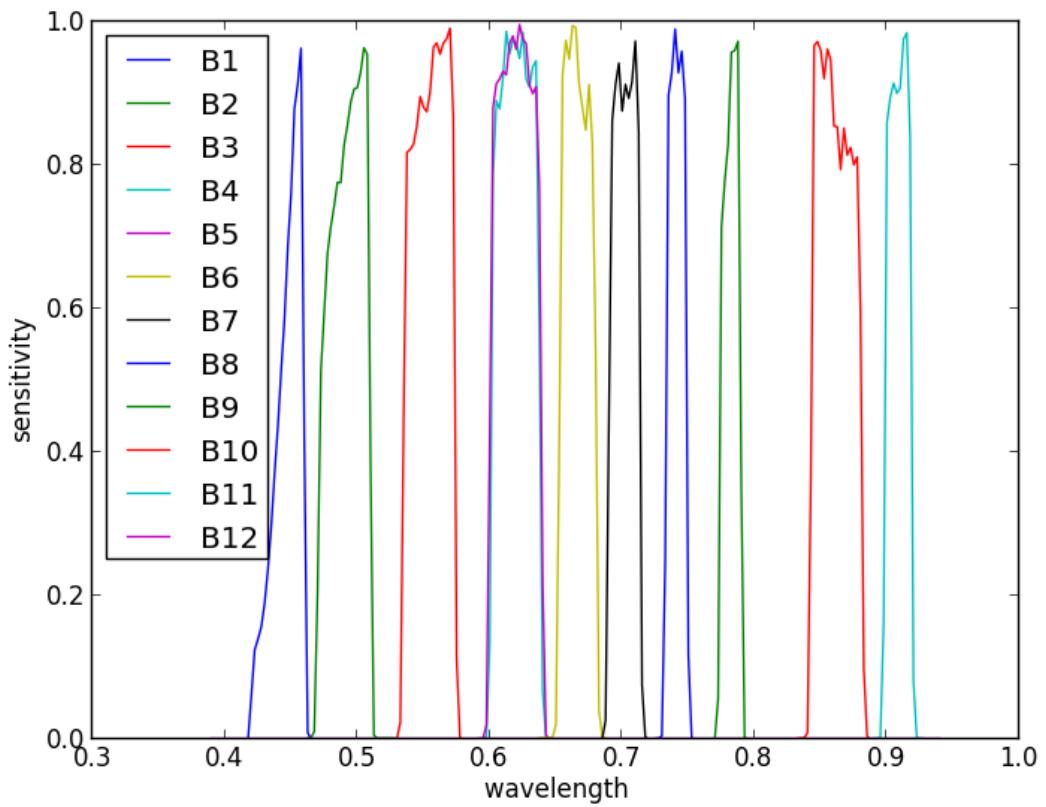


Figura 1: Respuesta Espectral de las bandas del satelite Venus

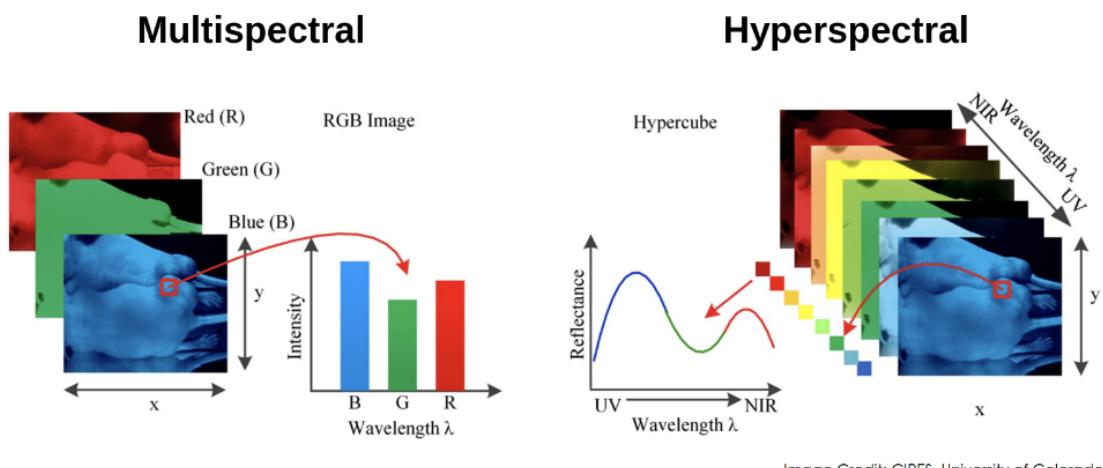


Figura 2: Multi-espectral versus Hiperespectral

## **1.7. Procesamiento de datos hiperespectrales**

## **1.8. Maldición de la dimensionalidad**

## **1.9. Técnicas clásicas de procesamiento de imágenes espectrales**

## **1.10. Ejercicio de desmezclado de pixeles**

\*Este ejercicio ha sido tomado de la documentación de orfeo toolbox

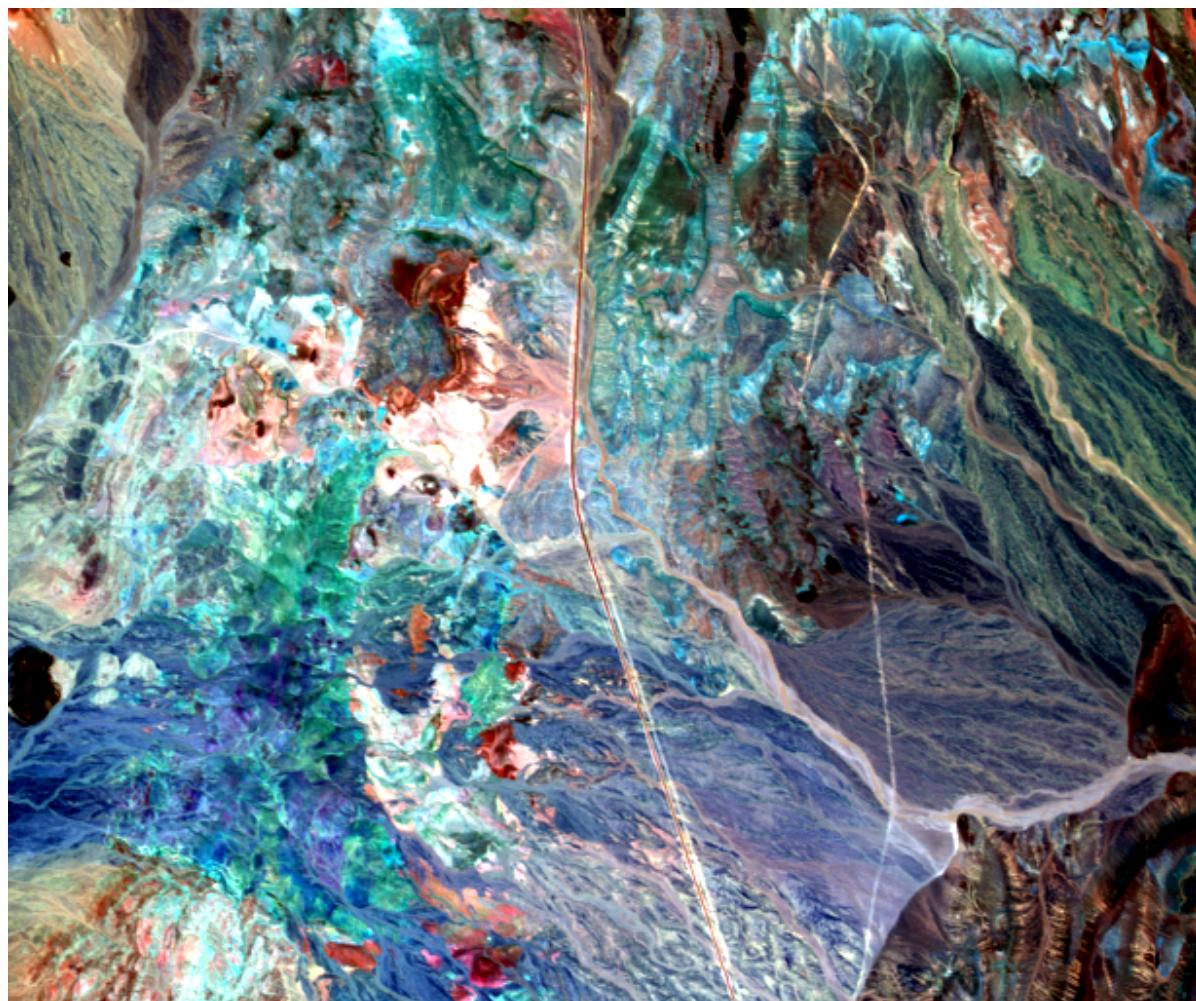


Figura 3: Teniendo en cuenta la imagen de cuprita, aquí se muestran las bandas 16, 100 y 180.

```
otbcli_EndmemberNumberEstimation -in inputImage.tif  
-algo vd  
-algo.vd.far 1e-5
```

```
otbcli_VertexComponentAnalysis -in inputImage.tif  
-ne 19  
-outendm endmembers.tif
```

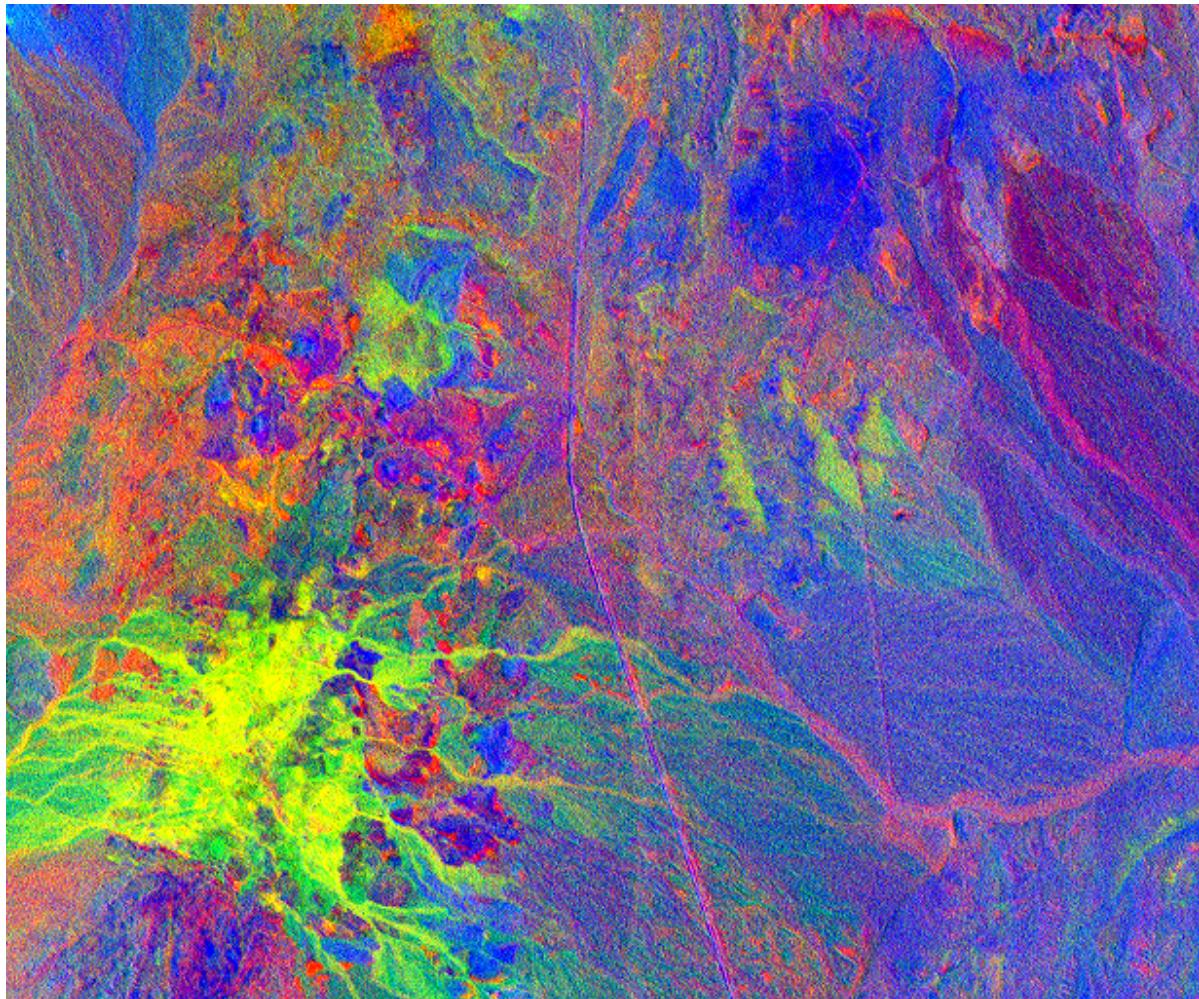


Figura 4: Imagen sin mezclar resultante, aquí se muestran las tres primeras bandas.

## 1.11. Ejercicio clasificación basado en datos espectrales

```
otbcli_SpectralAngleClassification -in inputImage.tif  
-ie endmembers.tif  
-out classification.tif  
-mode sam
```

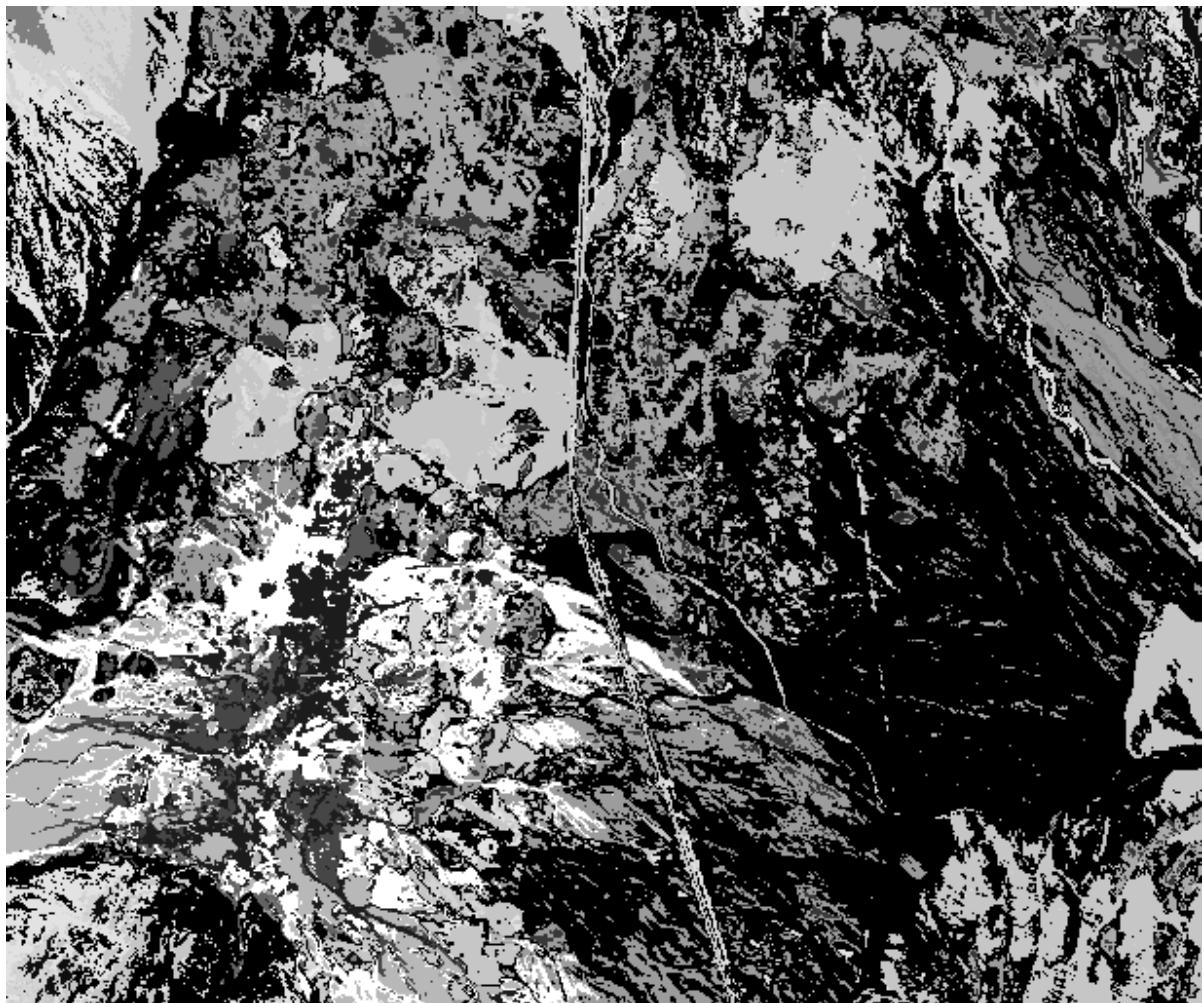


Figura 5: Resultado de una clasificación tipo SAM (Spectral Angle Mapper)

## 1.12. Ejercicio de detección de anomalías



Figura 6: Imagen hiperespectral de la Universidad de Pavía, aquí se muestran las bandas 50, 30 y 10.

```
otbcli_DimensionalityReduction -in inputImage.tif  
-out reducedData.tif  
-method pca
```

```
otbcli_LocalRxDetection -in reducedData.tif  
                        -out RxScore.tif  
                        -ir 1  
                        -er
```

```
otbcli_BandMath -il RxScore.tif  
                  -out anomalyMap.tif  
                  -exp "im1b1>100"
```

### **1.13. Técnicas de aprendizaje en las imágenes espectrales**

### **1.14. Manos a la obra**

## **2. Trabajo autonomo**

Realice los siguientes ejercicios:

1. Realice el ejercicio de desmezclado de pixeles sobre las imágenes de muestra de los datos Enmap en la localización de su preferencia
2. Realice el ejercicio de clasificación basado en datos espectrales sobre las imágenes de muestra de los datos Enmap en la localización de su preferencia
3. Realice el ejercicio de detección de anomalías sobre las imágenes de muestra de los datos Enmap en la localización de su preferencia

## **Referencias**

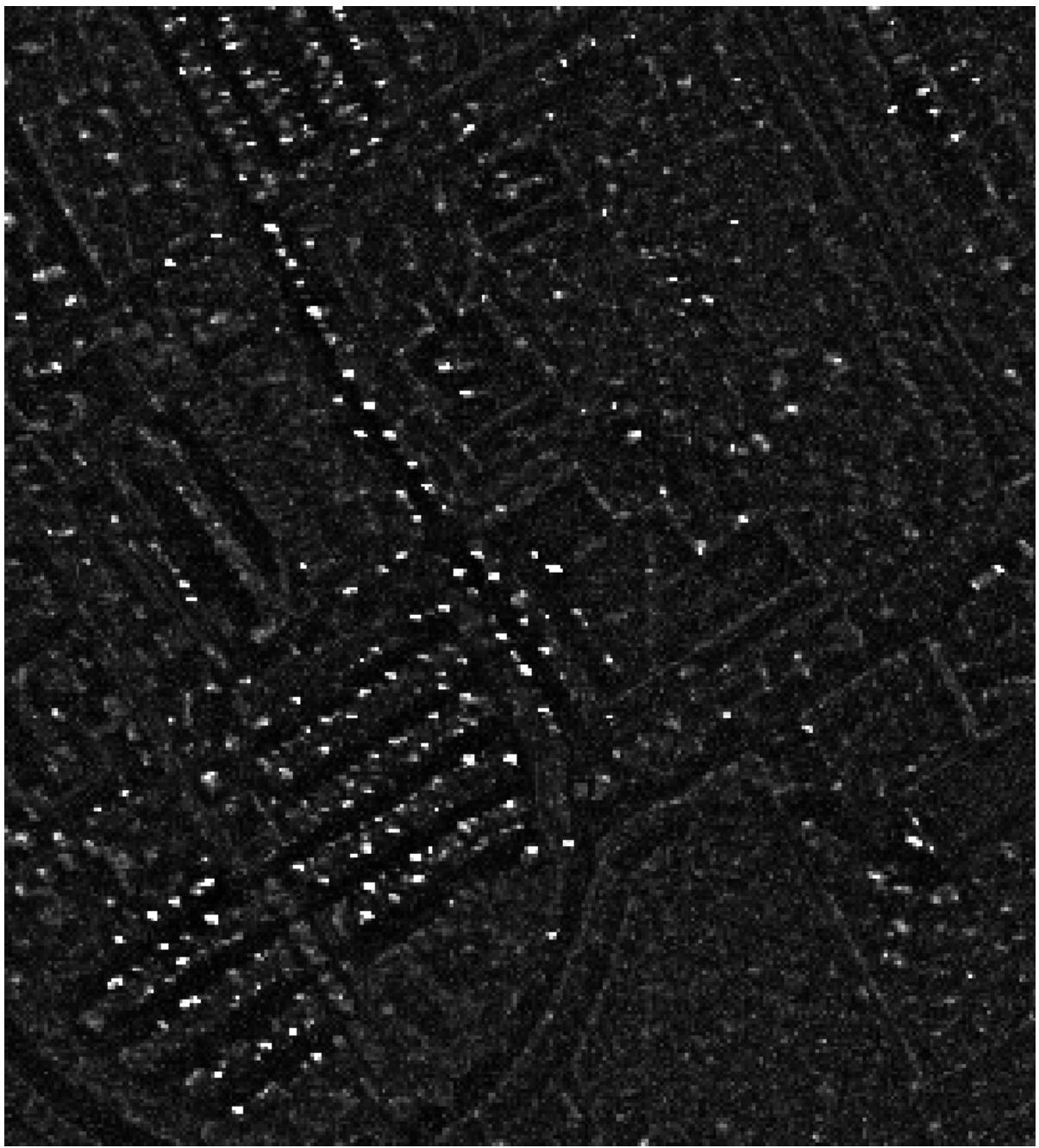


Figura 7: Puntuación Rx calculada



Figura 8: Anomalías detectadas (en rojo)