

Utilizzo dei dati satellitari

Stefano De Corso
ISPRA - DG SINA

*Introduzione al Telerilevamento e all'utilizzo dei dati
satellitari per il monitoraggio ambientale - V Edizione*

Indice

- ✓ Utilizzo dei dati satellitari in Copernicus Browser
- ✓ Elaborazioni delle immagini
- ✓ Enfattizzazione
- ✓ Pansharpening
- ✓ Confronto algoritmi Pansharp
- ✓ Pansharpening in QGis
- ✓ Matching
- ✓ Filtri
- ✓ Analisi Multitemporale 'Copernicus Browser'
- ✓ Analisi Multitemporale di change detection su 'QGis'
- ✓ Indici di Vegetazione
- ✓ Indici di Vegetazione su 'Qgis'
- ✓ Indici di Vegetazione su 'Copernicus Browser'
- ✓ Altri Indici su 'Copernicus Browser'
- ✓ Personalizzazione su 'Copernicus Browser'
- ✓ Esempi di estrazione di dati satellitari su Qgis
- ✓ Principi di classificazione
- ✓ Analisi delle Componenti Principali (PCA)

Utilizzo dei dati satellitari in Copernicus Browser

Visualizzatore del portale '[Copernicus Data Space Ecosystem](#)'

1 - Catalogo

2 - Visualizzazione Layer

3 - Dataset presente sul frame

4 - Tematizzazione del dataset presente sul frame

5 - Strumento di confronto dei dati satellitari

6 - Dataset memorizzati nel profilo account

7 - Aggiunge tema al confronto dei dati (punto5)

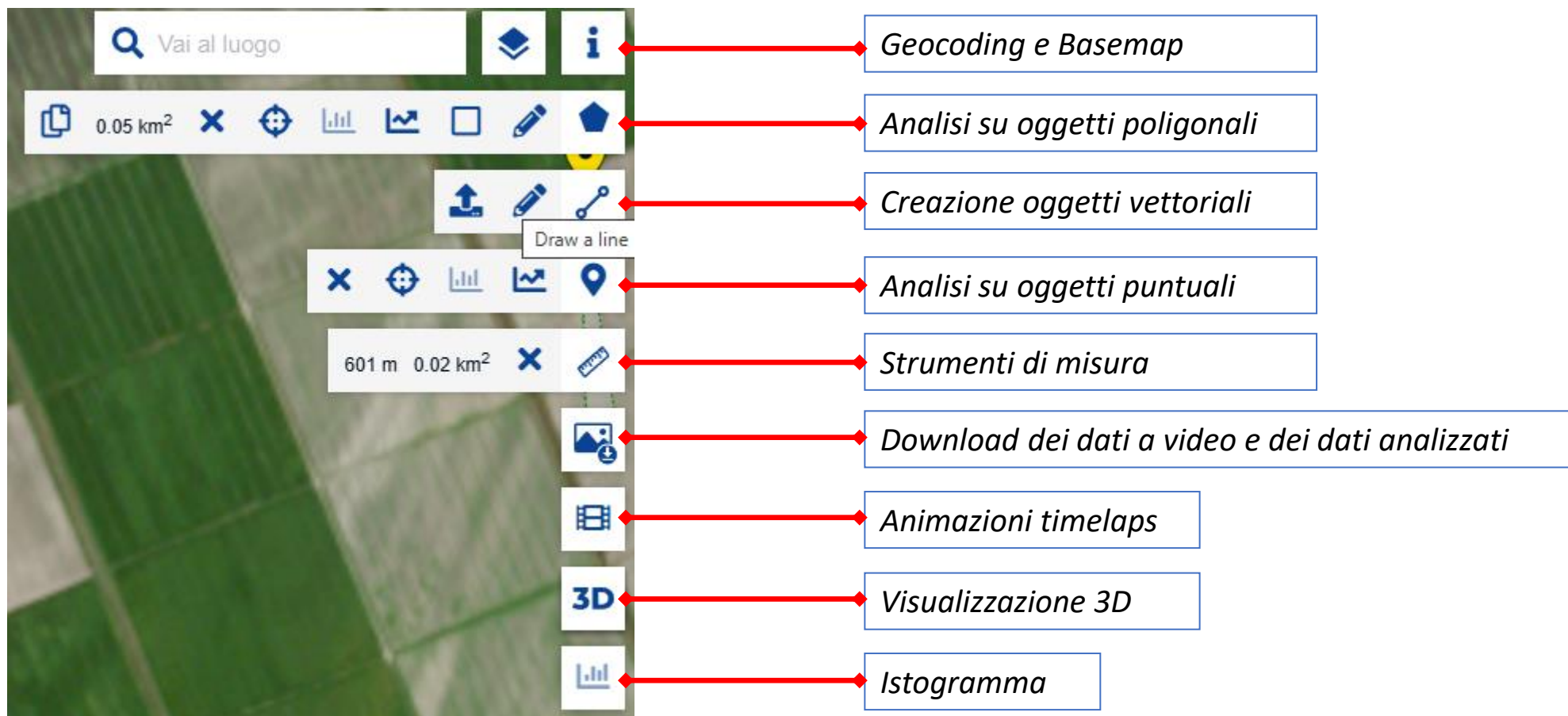
8 - Aggiunge tema ai Dataset memorizzati nel profilo (punto6)

9 - Aggiunge tema ad una serie per creare un timelapse



Utilizzo dei dati satellitari in Copernicus Browser

Strumenti di analisi utilizzabili sui dati caricati sul Browser



The screenshot displays the Copernicus Browser interface with several toolbars and a sidebar. Red arrows point from the following icons to their respective descriptions:

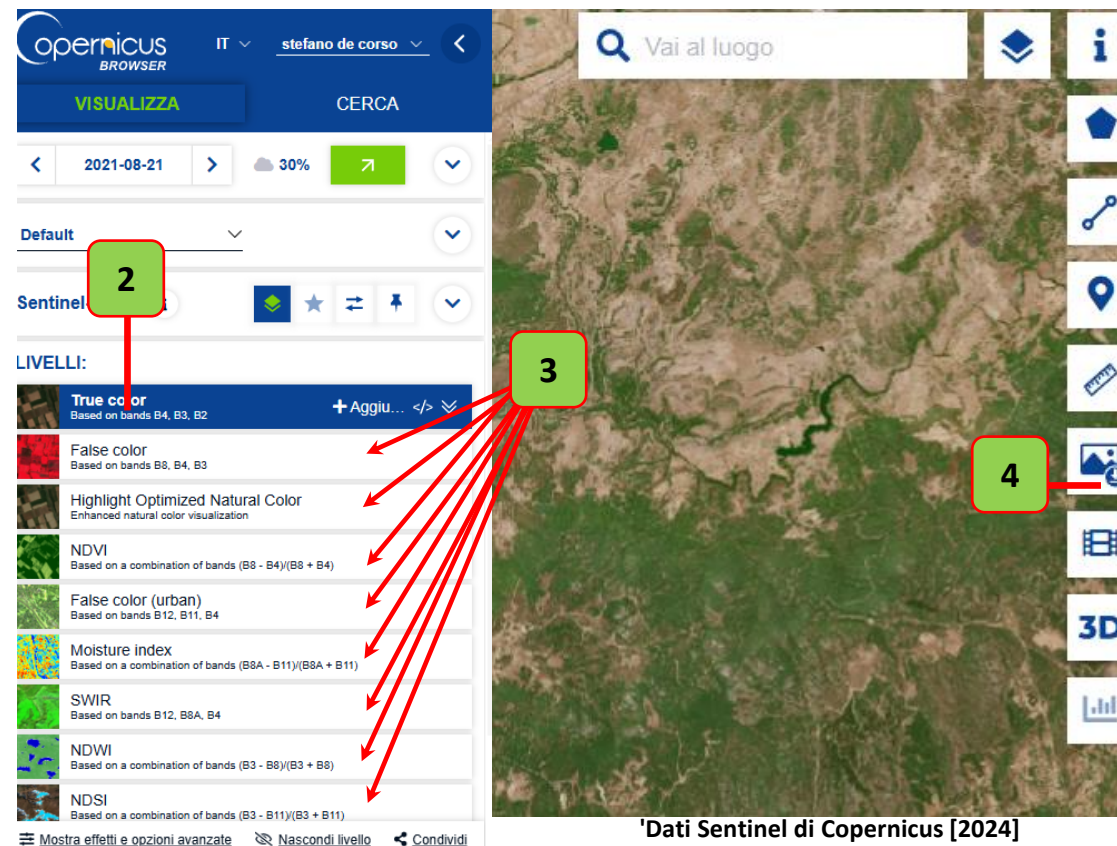
- Geocoding e Basemap**: Points to the search bar and information icon.
- Analisi su oggetti poligonali**: Points to the polygon analysis icon.
- Creazione oggetti vettoriali**: Points to the vector creation icon.
- Analisi su oggetti puntuali**: Points to the point analysis icon.
- Strumenti di misura**: Points to the measurement tool icon.
- Download dei dati a video e dei dati analizzati**: Points to the video download icon.
- Animazioni timelaps**: Points to the timelapse animation icon.
- Visualizzazione 3D**: Points to the 3D visualization icon.
- Istogramma**: Points to the histogram icon.

'Dati Sentinel di Copernicus [2024]

Utilizzo dei dati satellitari in Copernicus Browser

[Video](#)

- 1 - cliccando su **'Visualizza'** viene aggiunta l'immagine sul frame
- 2 - l'impostazione di default è l'immagine in colori naturali
- 3 - è possibile cambiare la visualizzazione di default andando a scegliere una diversa impostazione
- 4 - cliccando sul pulsante **'Scarica Immagine'** si possono scaricare tutte le elaborazioni fatte nel Browser



'Dati Sentinel di Copernicus [2024]

Utilizzo dei dati satellitari in Copernicus Browser

In questo caso è possibile ottimizzare l'analisi e si può scegliere di scaricare solo il contenuto di interesse con l'estensione areale di proprio interesse

Le diverse opzioni prevedono:

5 - scelta del formato

6 - scelta della risoluzione spaziale

7 - scelta del sistema di riferimento

8 - scelta di ciò che è visibile e di eventuali analisi personalizzate effettuate sulle immagini

9 - scelta delle singole bande in formato raw

10 - cliccando su download vengono scaricate le immagini secondo le impostazioni indicate

The screenshot shows the 'Download immagine' panel in the Copernicus Browser. The panel is divided into three tabs: 'Standard', 'Analitico', and 'Stampa in alta risoluzione'. The 'Analitico' tab is selected. The panel contains the following settings and options:

- Mostra logo:** A toggle switch is turned off.
- Formato dell'immagine:** Set to 'JPG (no georeference)'. A green box labeled '5' points to this dropdown menu.
- Risoluzione dell'immagine:** Set to 'MEDIUM' (1250 x 780 px). A green box labeled '6' points to this dropdown menu.
- Sistema di coordinate:** Set to 'WGS 84 (EPSG:4326)'. A green box labeled '7' points to this dropdown menu.
- Risoluzione:** Displayed as 'lat.: 0.0002689 deg/px (1.0sec/px)' and 'long.: 0.0003620 deg/px (1.3sec/px)'. A green box labeled '8' points to this section.
- Livelli:** Divided into 'Visualizzato' and 'Raw'.
 - Visualizzato:** A list of visualization options with checkboxes. 'Custom' is checked. A green box labeled '8' points to this list.
 - Raw:** A list of raw bands (B01 to B12) with checkboxes. A green box labeled '8' points to this list.
- Download:** A large green button at the bottom with a download icon. A green box labeled '10' points to this button.

Elaborazioni delle immagini

Quando viene fatta un'elaborazione l'immagine subisce un processo di trasformazione e i contenuti numerici delle matrici di partenza vengono modificati, rielaborati o ricombinati.

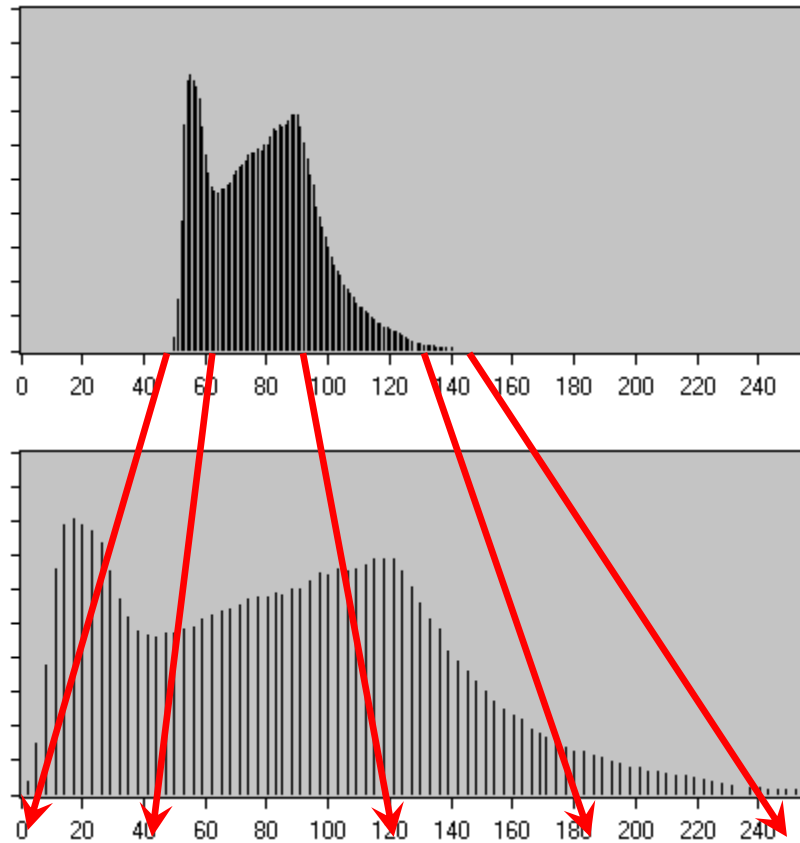
Esempi di trasformazione delle immagini:

- ✓ Processi di correzione delle immagini: correzione radiometrica, correzione atmosferica, ortorettifica, ricampionamenti, etc)
- ✓ Enfatizzazione o enhancement: è un insieme di tecniche di trasformazione delle immagini che viene utilizzata per migliorare l'aspetto delle immagini allo scopo di facilitarne l'interpretazione visiva
- ✓ Pansharpening: Tecnica di miglioramento della risoluzione spaziale dei dati satellitari multispettrali.
- ✓ Matching: Operazione di correlazione che rende due o più immagini confrontabili.
- ✓ Filtri: Algoritmi di interpolazione che permettono di evidenziare alcuni aspetti del contenuto informativo dei dati satellitari
- ✓ Indici: algoritmi di map algebra che si basano sul rapporto tra bande spettrali, consentendo di sintetizzare in un'unica matrice numerica i contenuti delle bande spettrali considerate
- ✓ Riorganizzazione dei contenuti informativi delle immagini multispettrali (es. PCA)

Enfatizzazione

Stretching (Stiramento)

Migliora il contrasto generale di un'immagine stirando l'intervallo dei valori dell'immagine su un intervallo di valori più ampio possibile.
(es. Banda a **8 bit** max intervallo possibile **0-255**).



By **Earth Resources Observation and Science (EROS) Center**

USGS Public domain OrbView 3 <https://doi.org/10.5066/F7J38R0R>

Enfatizzazione

Per effettuare operazioni di Stretching su QGis

1 - Si va sulle proprietà del layer scheda "Stile"

2 - si sceglie il tipo di funzione da applicare

3 - si sceglie come applicare la funzione

1

2

3

Proprietà layer - pansharp | Stile

Generale

Stile

Trasparenza

Piramidi

Istogramma

Metadati

Visualizzazione banda

Tipo visualizzazione: Colori banda multipla

Banda rosso: Banda 1 (Gray)

Min/max: 63

Banda verde: Banda 2

Min/max: 138 521

Banda blu: Banda 3

Min/max: 218 499

Miglioramento contrasto: Stira a MinMax

Nessun miglioramento

Stira a MinMax

Stira e taglia a MinMax

Taglia a MinMax

Carica i valori min/max

Cumulative count cut: 2.0 - 98.0 %

Min / max

Media +/- deviazione standard x: 2.00

Estensione

Pieno

Attuale

Accuratezza

Stimato (più veloce)

Attuale (più lento)

Carica

Pansharpening

[Video](#) ?

Tecnica per il miglioramento della risoluzione spaziale di immagini multispettrali



$$\begin{bmatrix} R / (R + G + B) \\ G / (R + G + B) \\ B / (R + G + B) \end{bmatrix} * \text{pan}$$

=

$$\begin{bmatrix} R_{\text{output}} \\ G_{\text{output}} \\ B_{\text{output}} \end{bmatrix}$$



Pansharpening

Serve a migliorare la definizione delle immagini del visibile e ad aumentare la capacità di risoluzione spaziale delle immagini multispettrali.

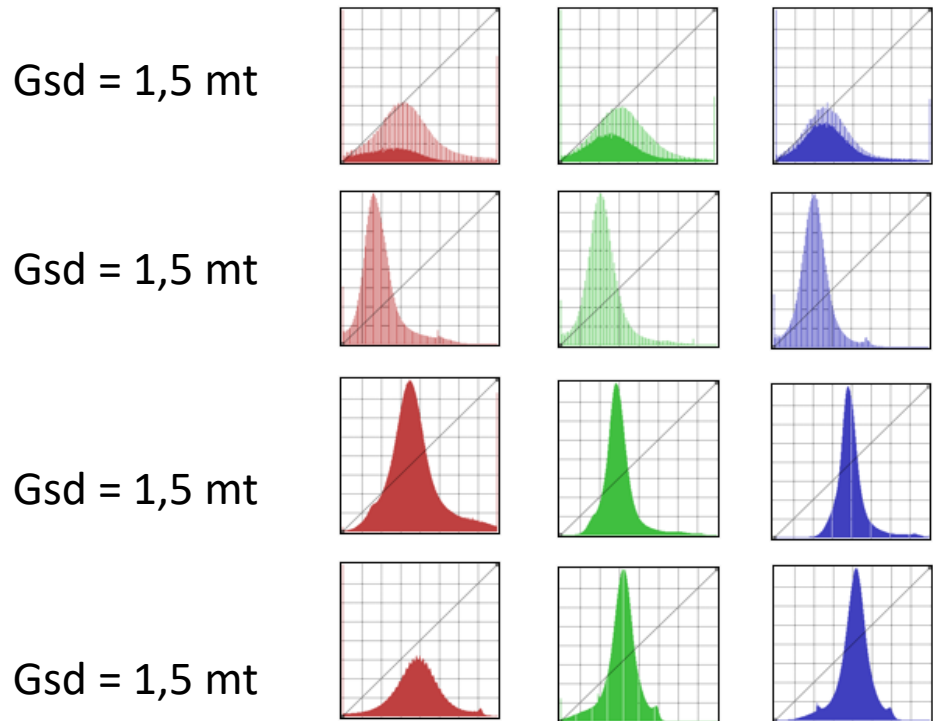
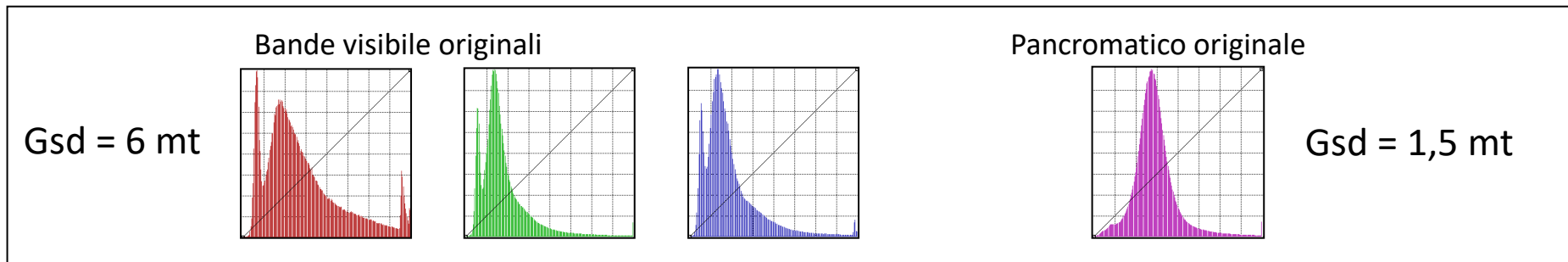
Per evitare il decadimento della qualità della trasformazione si utilizza un rapporto di risoluzione minore di 5

$$\frac{\text{Ris. Spaziale Multispettrale}}{\text{Spaziale PAN}} \text{ Ris. } < 5$$

Per evitare la decorrelazione delle informazioni si utilizzano solo le bande multispettrali che hanno un intervallo di lunghezza d'onda vicino a quello del dato pancromatico



Confronto algoritmi Pansharp



Algoritmo HSV (R-G-B)

Algoritmo Color Normalized (Brovey) (R-G-B)

Algoritmo Gram Schmidt (3-2-1)

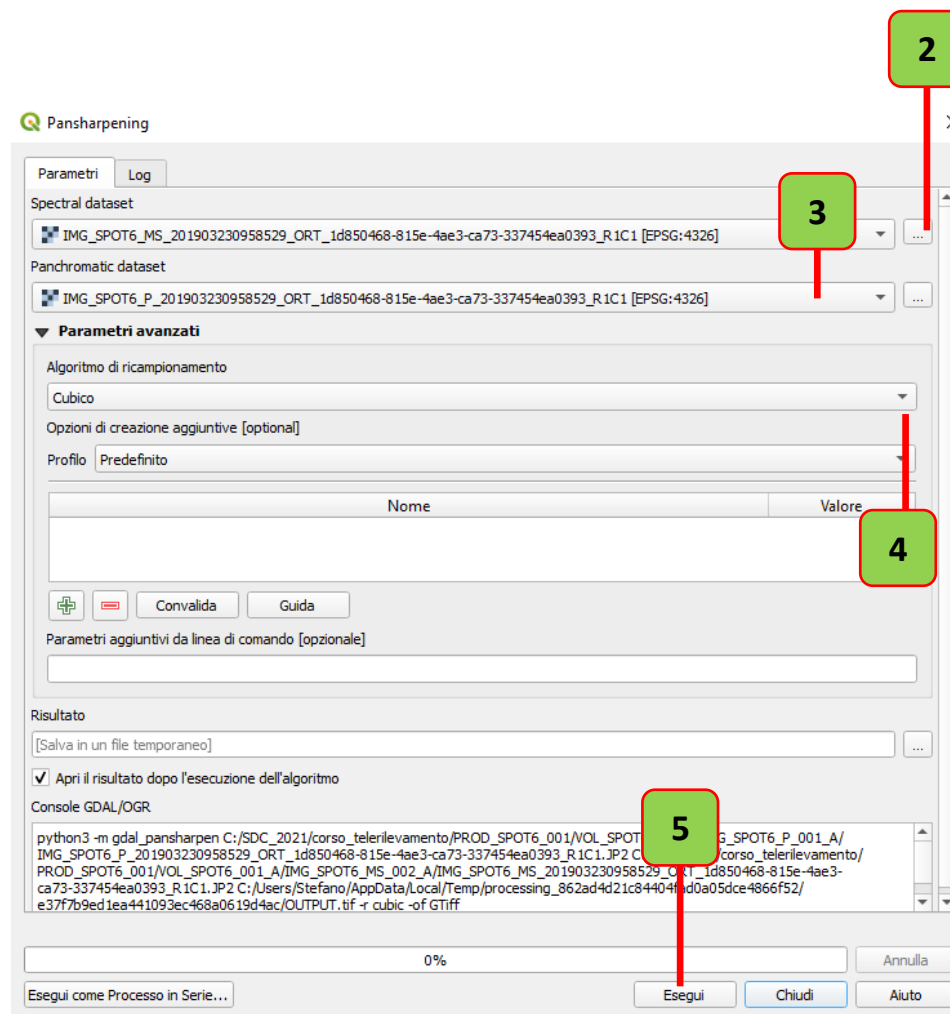
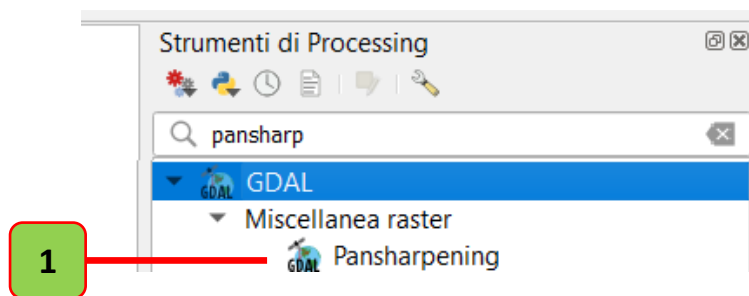
Algoritmo PC Spectral Sharpen (3-2-1)

Pansharping in QGis



Per creare un immagine pansharp su Qgis:

- 1 - Si utilizza il modulo 'Pansharping'
- 2 - si seleziona l'immagine multispettrale
- 3 - si seleziona l'immagine pancromatica
- 4 - si sceglie l'algoritmo di campionamento
- 5 - si esegue il modulo



Matching

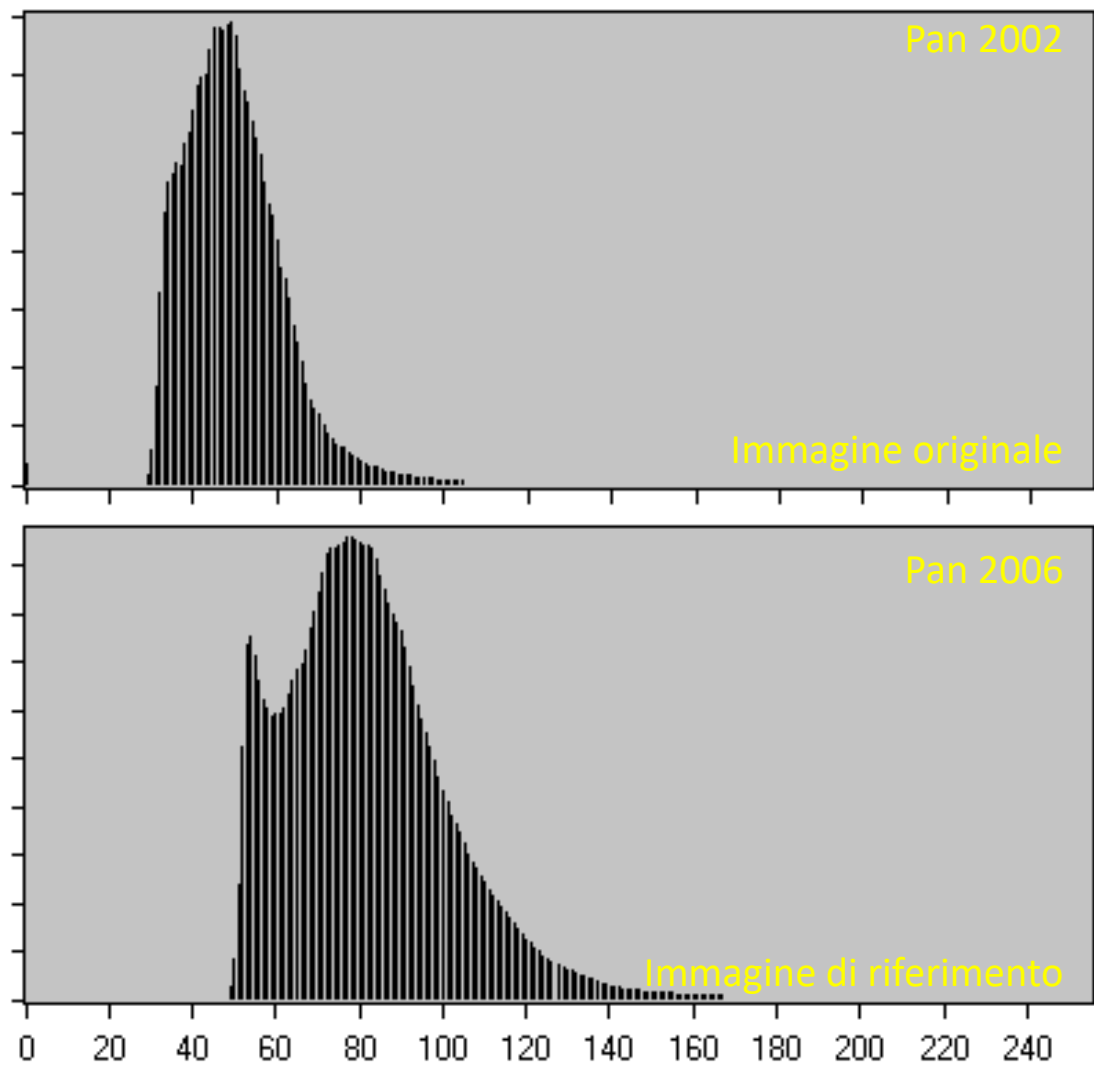
Il color matching, o histogram matching, è utilizzato in tutte le analisi che richiedono un confronto comparativo e/o multitemporale

- ✓ Bilanciamento del colore dei Mosaici
- ✓ Monitoraggio delle variazioni temporali
- ✓ Fusioni di immagini provenienti da sensori diversi

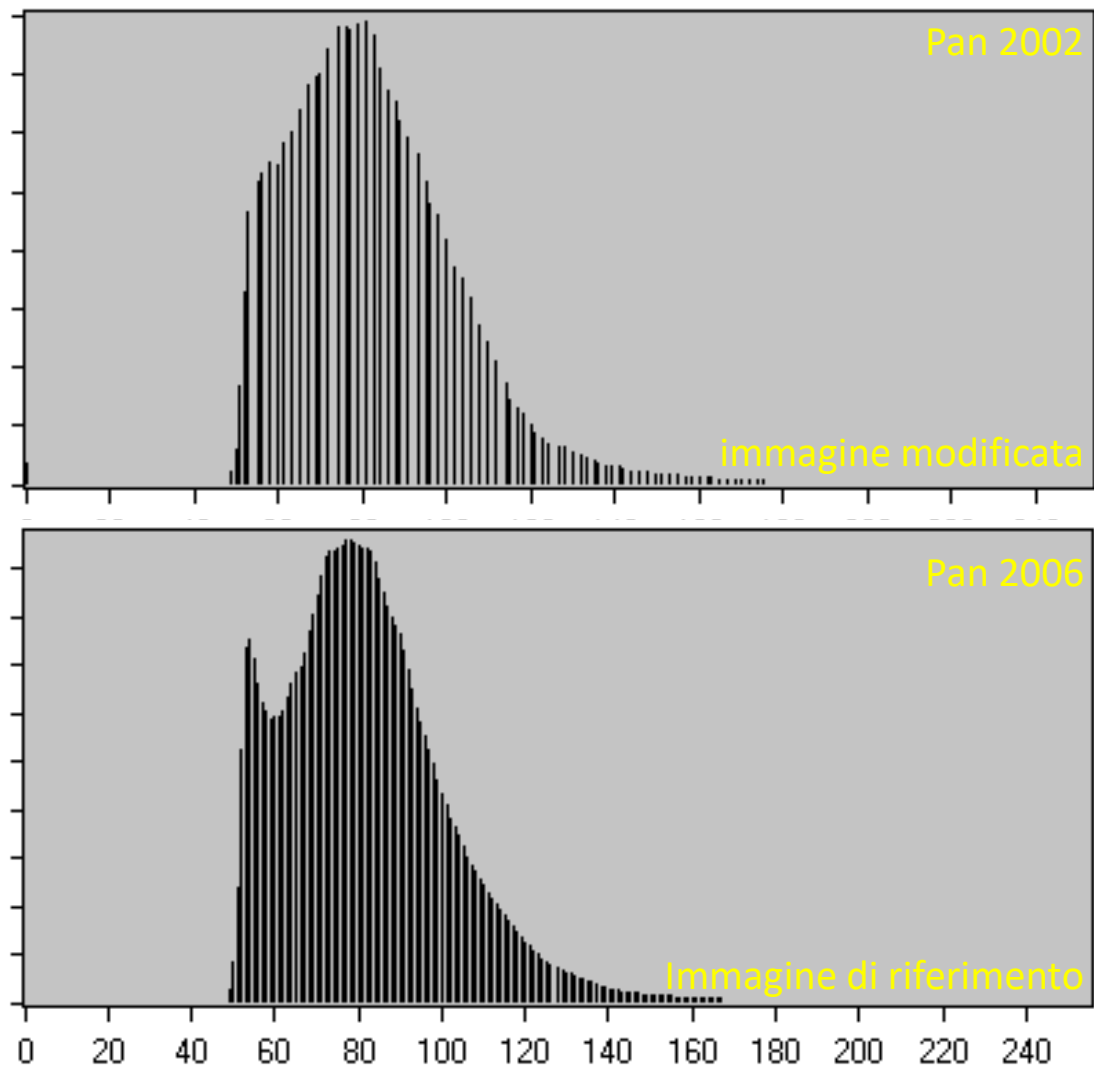
Matching

- ✓ Operazione di correlazione che rende due o più immagini confrontabili dal punto di vista visivo e quindi anche numerico.
- ✓ Si basa sulla sovrapposizione di 2 o più matrici da confrontare.
- ✓ Viene modificata la distribuzione dei valori dei pixel di un immagine rendendola simile all'immagine di confronto.
- ✓ Il risultato del matching è una tabella di correlazione (**LUT: look up table**) che contiene i valori di DN originali dell'immagine e i valori ereditati.

Matching

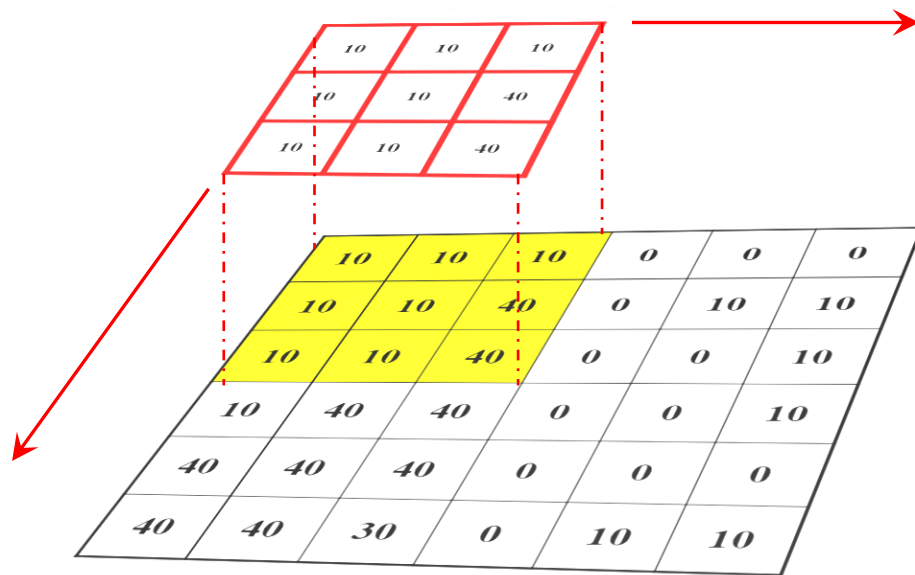


Matching



Filtri

Sono **operatori di convoluzione** che agiscono su matrici di pixel (di solito 3x3 o 5x5). In un'operazione di convoluzione il valore di ogni pixel viene sostituito con il risultato di una o più operazioni aritmetiche, eseguite sull'elemento stesso e su quelli del suo intorno.



Come funzionano i filtri

La matrice 3x3 di esempio percorre tutta l'immagine e sostituisce il valore del pixel centrale al suo passaggio.

Un filtro media compierà l'operazione $(10+10+10+10+10+10+10+40+40) / 9 = \underline{16,67}$ e sostituirà il valore calcolato al posto del pixel centrale. L'operazione verrà ripetuta su tutti i pixel di origine.

Filtri

Filtri Passa Basso

Hanno come effetto la riduzione del contrasto, attenuando le variazioni di valore tra pixel contigui (*smoothing*).

Ne esistono vari tipi ma il più comune è il filtro della **media viaggiante**, che sostituisce il valore di ogni pixel con la media aritmetica di quelli contenuti nella finestra:

3x3

1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9

Filtri Passa Alto

Al contrario del precedente, esalta le zone dove i valori subiscono bruschi cambiamenti .

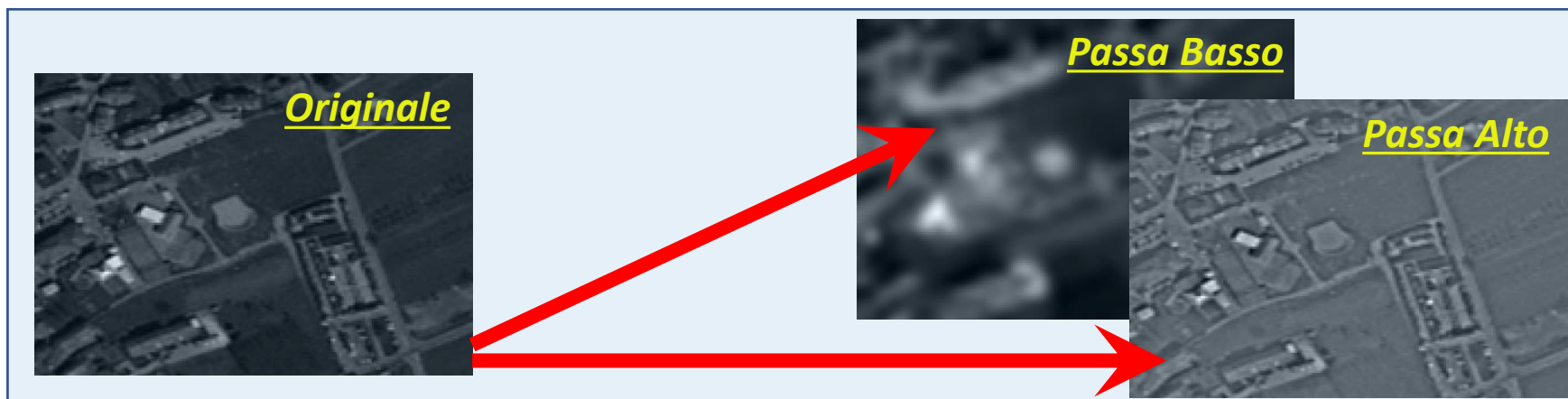
Anche per questa famiglia di filtri ne esistono vari tipi; uno di questi applica una finestra del tipo:

-1/9	-1/9	-1/9
-1/9	8/9	-1/9
-1/9	-1/9	-1/9

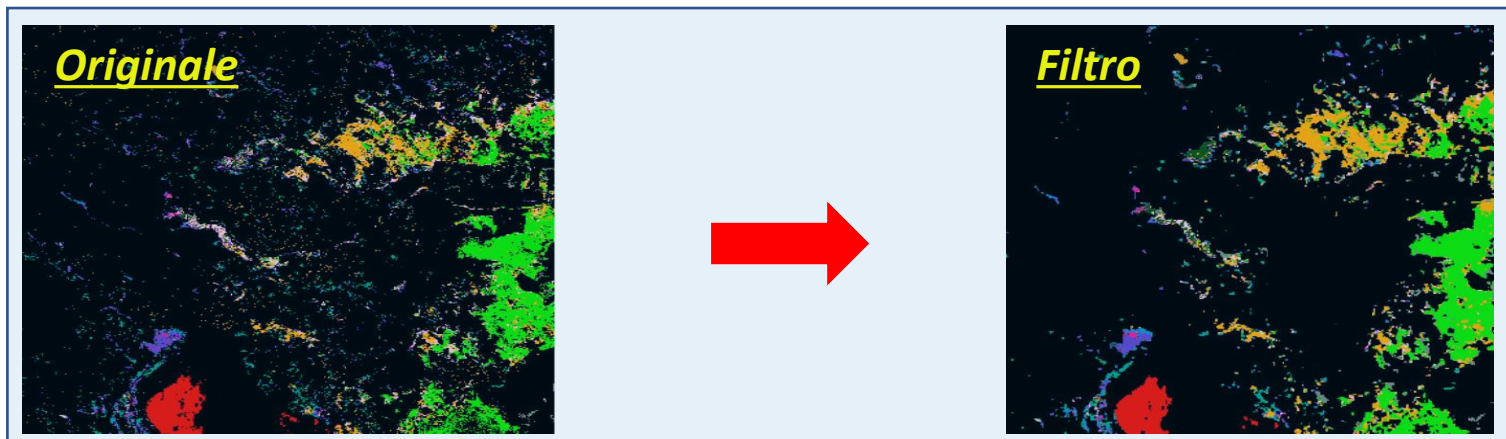
Filtri

I filtri vengono utilizzati per:

Esaltare o mediare alcuni aspetti delle immagini



Per migliorare il risultato di un processo



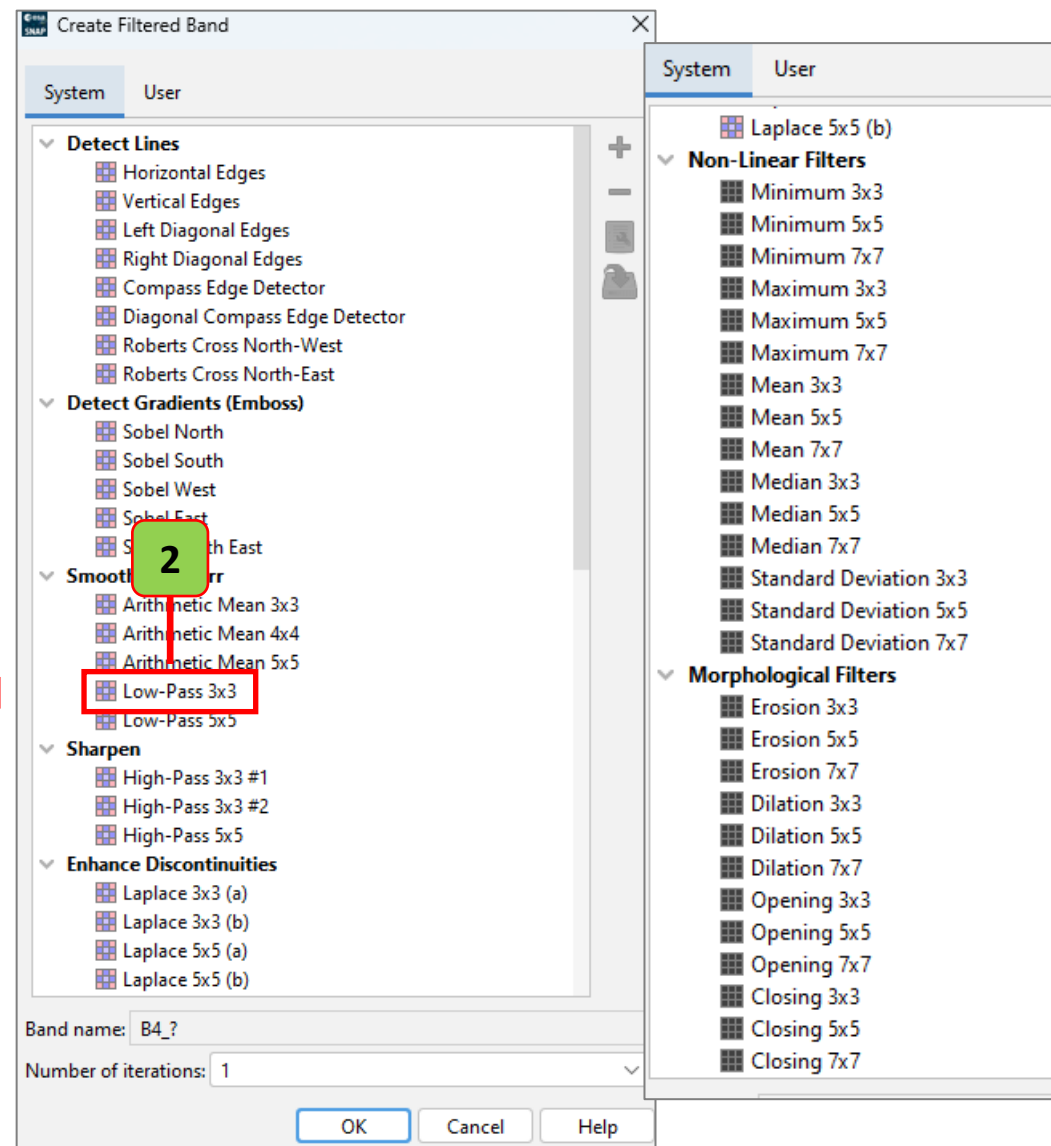
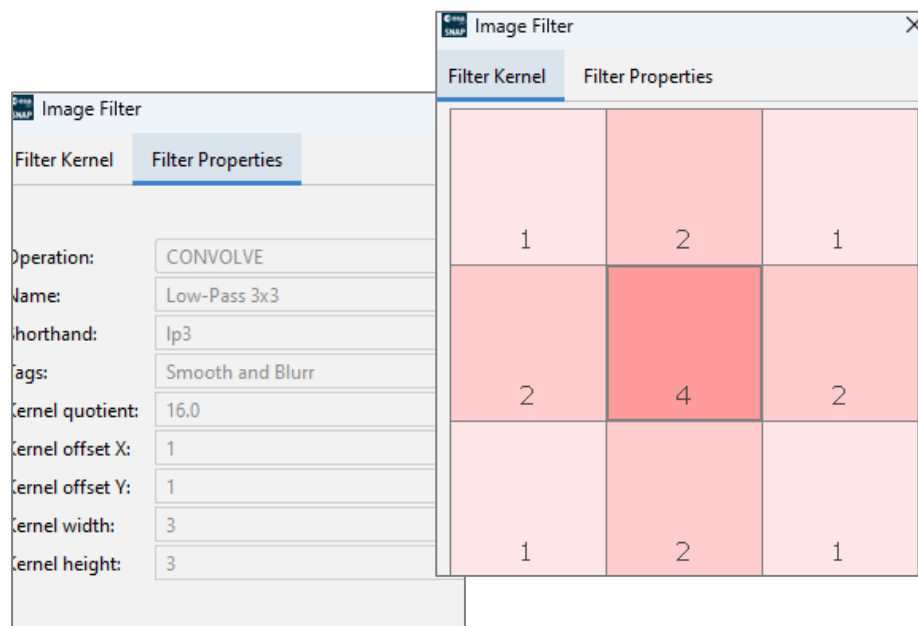
Filtri

Filtri in SNAP



1 - Per utilizzare i filtri in SNAP si va su menu 'Filtered Band'

2 - Esempio di filtro passa basso 3x3



Analisi Multitemporale su 'Copernicus Browser'

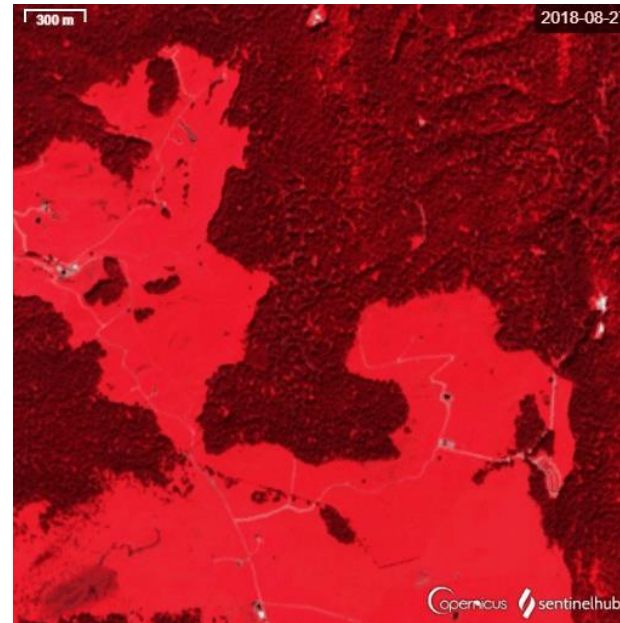
In 'Copernicus Browser' è possibile eseguire analisi di change detection mediante:

- ✓ Comparazione di dati satellitari multitemporali
- ✓ Creazione di animazioni gif di dati satellitari multitemporali

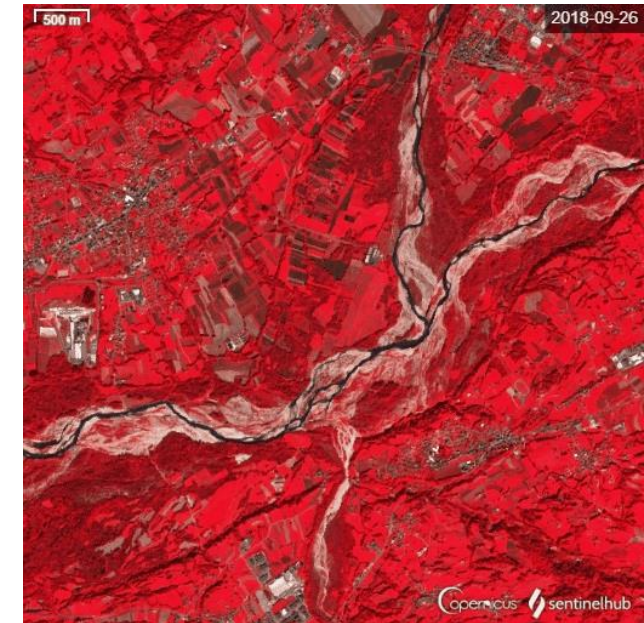
Incendio Oristano luglio 2021



Storm Veneto novembre 2018



Alluvione Veneto novembre 2018



'Dati Sentinel di Copernicus [2018]

Analisi Multitemporale su 'Copernicus Browser'

Analisi visiva e comparazione di 2 dataset satellitari multitemporali

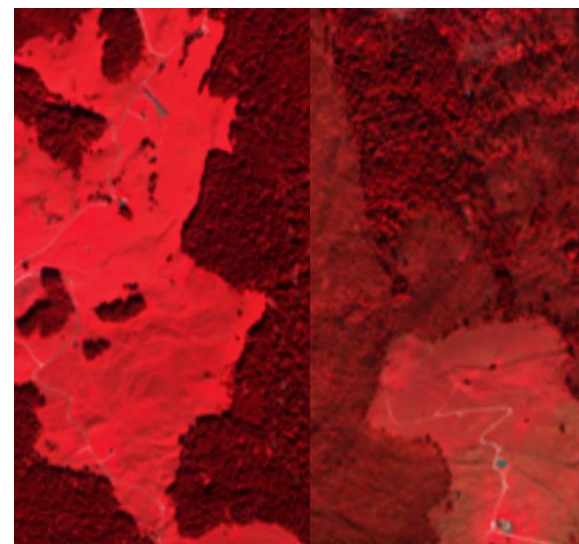
The screenshot shows the Copernicus Browser interface. At the top, there is a language dropdown set to 'IT' and a 'Pannello dei livelli' (Layers Panel) icon labeled '1'. Below it, a 'Sentinel-2 L2A' dataset is shown with a 'Pannello di confronto' (Comparison Panel) icon labeled '2'. The comparison panel is titled 'CONFRONTA:' and shows two datasets: 'Sentinel-2 L2A: 2_FALSE_COLO' (Data: 2018-10-21) and 'Sentinel-2 L2A: 2_FALSE_COLOR' (Data: 2018-11-15). A 'Pannello di confronto' icon labeled '3' is positioned over the 'Aggiungi tutti i punti' (Add all points) button. The interface also includes options like 'Rimuovi tutto', 'Condividi', and 'Aggiungi tutti i punti'.

1 - si va in 'Pannello dei livelli'

2 - si aggiungono i 2 temi in 'Pannello di confronto'

3 - si va su 'Pannello di confronto'

4 - si attiva lo swipe sull'immagine più recente per visualizzare le differenze



'Dati Sentinel di Copernicus [2018]

Analisi Multitemporale su 'Copernicus Browser'

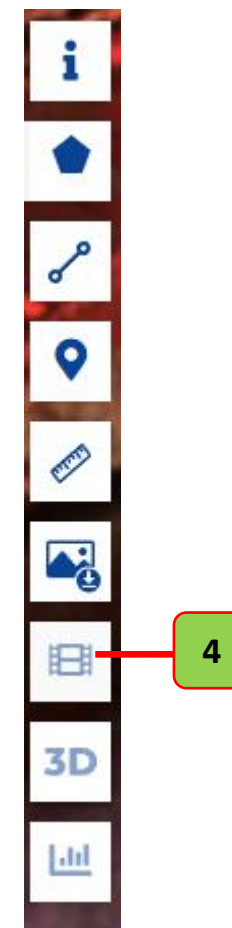
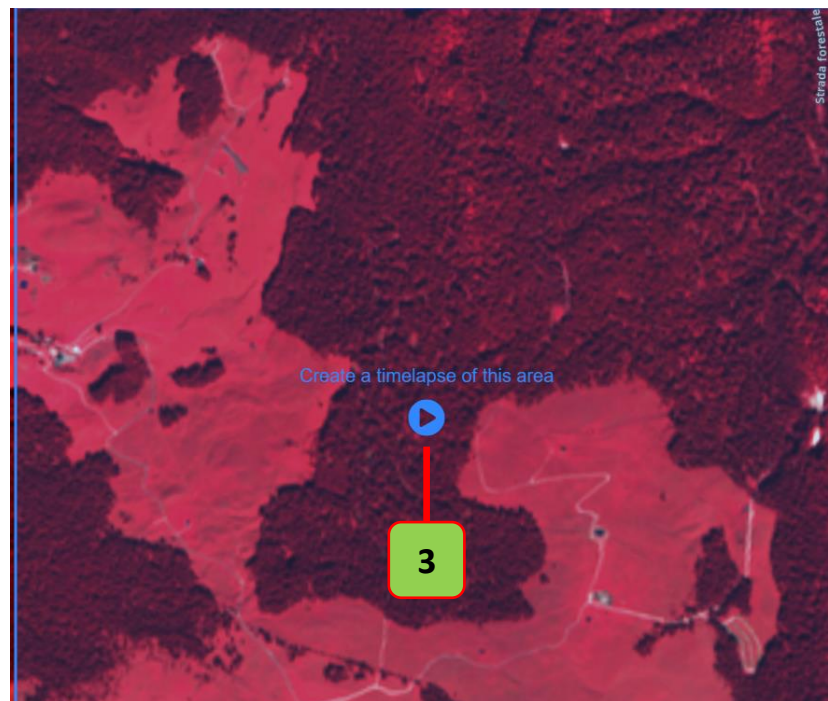
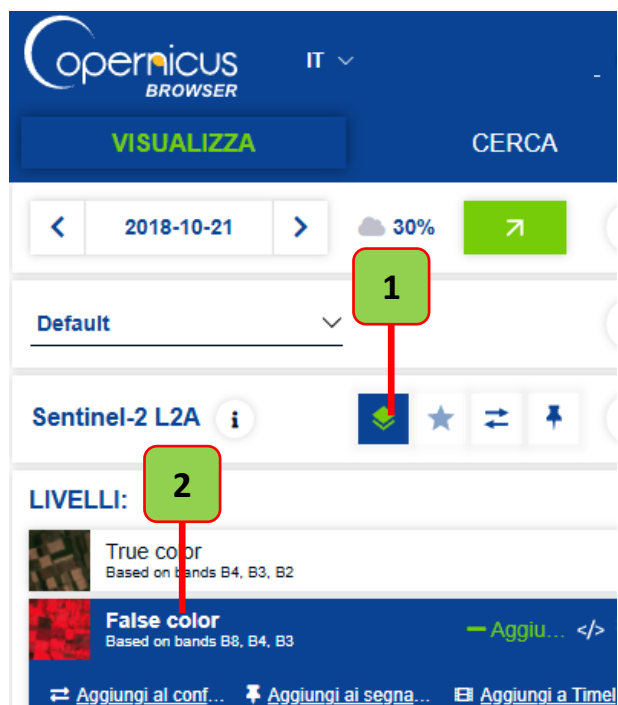
Creazione di animazioni gif

1 - si va in 'Pannello dei livelli'

2 - si sceglie il tipo di visualizzazione

3 - si usa il pulsante 'Create Timelaps Animation'

4 - si clicca su 'Create Timelaps of this area'



'Dati Sentinel di Copernicus [2024]

Analisi Multitemporale su 'Copernicus Browser'

5 - si sceglie l'intervallo temporale e la frequenza delle immagini

6 - si clicca su 'Cerca'

7 - si selezionano le immagini utilizzabili

8 - si prova l'animazione

9 - si scarica il risultato

5

6

Timelapse

2018-10-15 - 2018-10-31

Filtra per mesi

Seleziona 1 immagine per:

orbita giorno settimana mese anno

Sentinel-2 L2A: False color

Cerca

Add layers from pins

7

Visualizzazioni

Min. tile coverage: 28%

Massima copertura nuvolosa: 63%

Confini

Seleziona tutto

2018-10-16

2018-10-21 Sentinel-2 L2A False color Copertura: 100% Copertura nuvolosa: 26%

2018-10-26

2018-10-31 Sentinel-2 L2A False color Copertura: 100% Copertura nuvolosa: 49%

8

9

500 m 2018-10-21

Velocità 1 fps Transizione None 1/2 Download

300 m 2018-08-27

Risultato

'Dati Sentinel di Copernicus [2018]

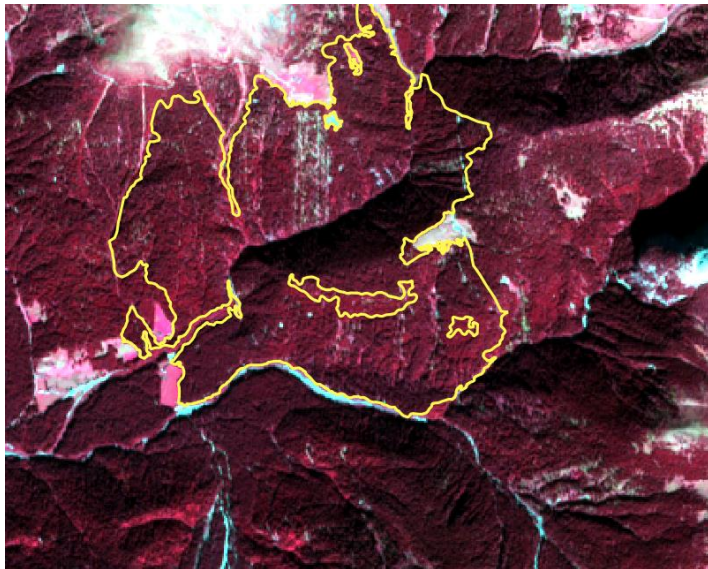
Analisi Multitemporale di change detection su 'QGis'

[Video](#)

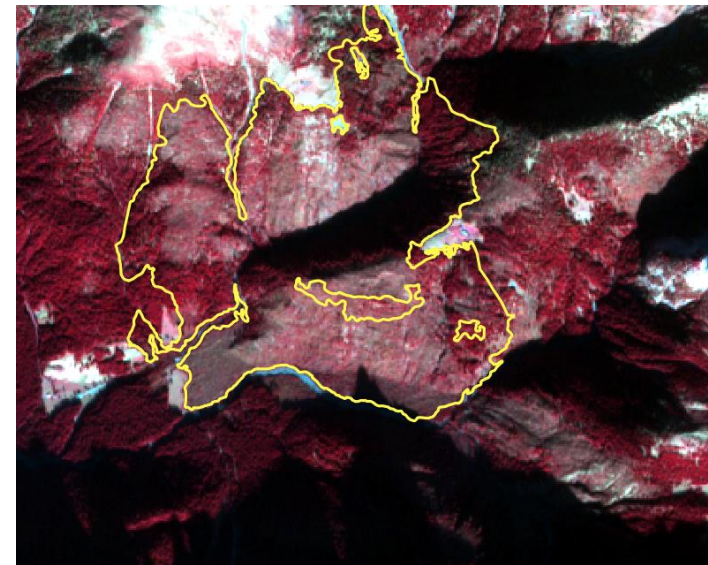
Esempi di calcolo con il Raster Calculator su QGis

Veneto: Aree disboscate dal Vento evento 25-30 ottobre 2018:
Individuare le aree disboscate dal vento

Viene utilizzata la banda del vicino infrarosso per estrarre le informazioni richieste



s2a_26_09_18_2348



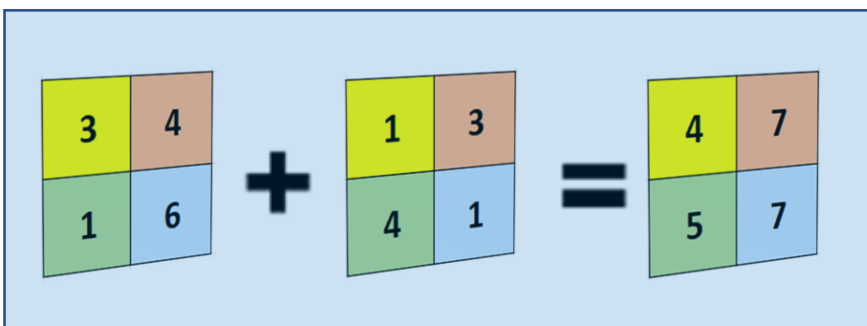
s2a_15_11_18_2348

Analisi Multitemporale di change detection su 'QGIS'

[Video](#) ?

Raster Calculator

- 1 - raster (variabili)
- 2 - estensione layer
- 3 - operatori
- 4 - layer output
- 5 - formato output
- 6 - sistema di riferimento
- 7 - formula applicata



The screenshot shows the 'Calcolatore raster' dialog box in QGIS. It is annotated with seven green boxes containing numbers 1 through 7, corresponding to the list on the left. Box 1 points to the 'Matrici raster' list. Box 2 points to the 'Layer in uscita' field. Box 3 points to the 'Operatori' grid. Box 4 points to the 'Formato in uscita' dropdown. Box 5 points to the 'Estensione del layer in uso' section, which includes X min, XMax, Y min, Y max, Colonne, and Righe. Box 6 points to the 'SR in output' dropdown. Box 7 points to the 'Espressione del calcolatore di raster' text area, which contains the formula: `"s2a_15_11_18_2348@4" - "s2a_26_09_18_2348@4"`.

Consente di fare operazioni tra uno o più raster. Il risultato è una matrice di output che contiene i valori della funzione applicata.

Analisi Multitemporale di change detection su 'Qgis'

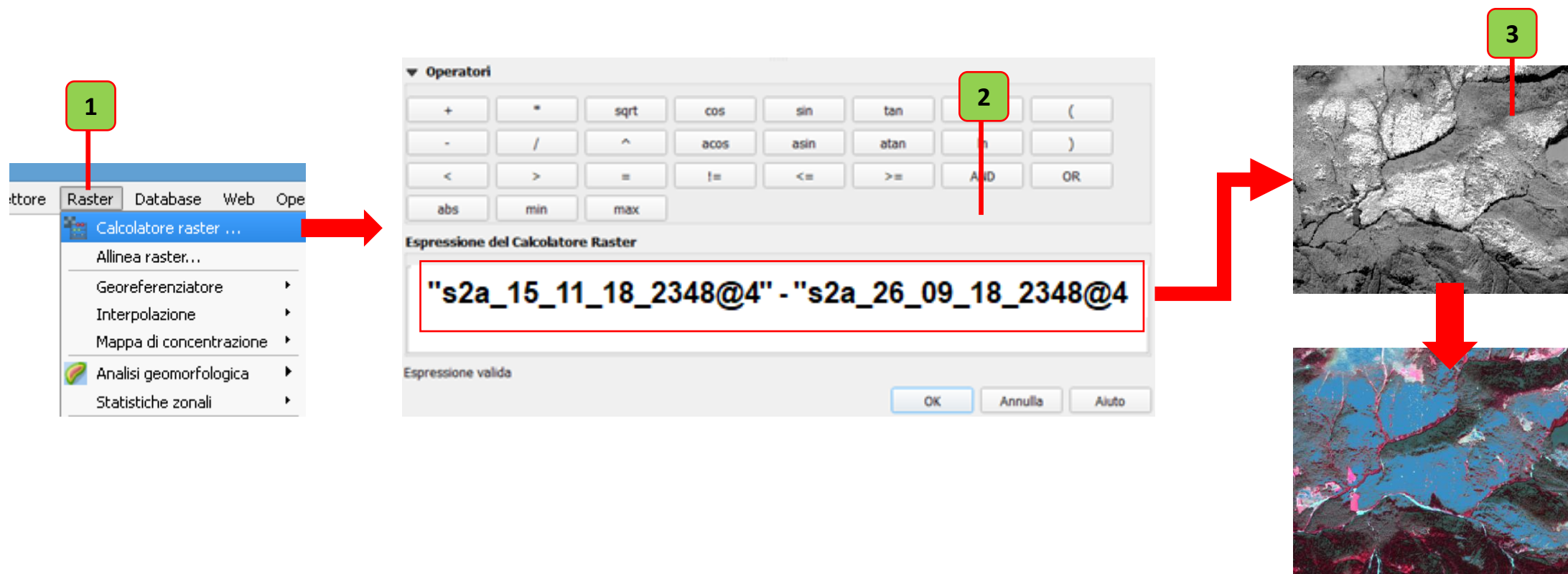
[Video](#) ?

Esempi di calcolo con il Raster Calculator su Qgis

1 - Si richiama il "calcolatore raster"

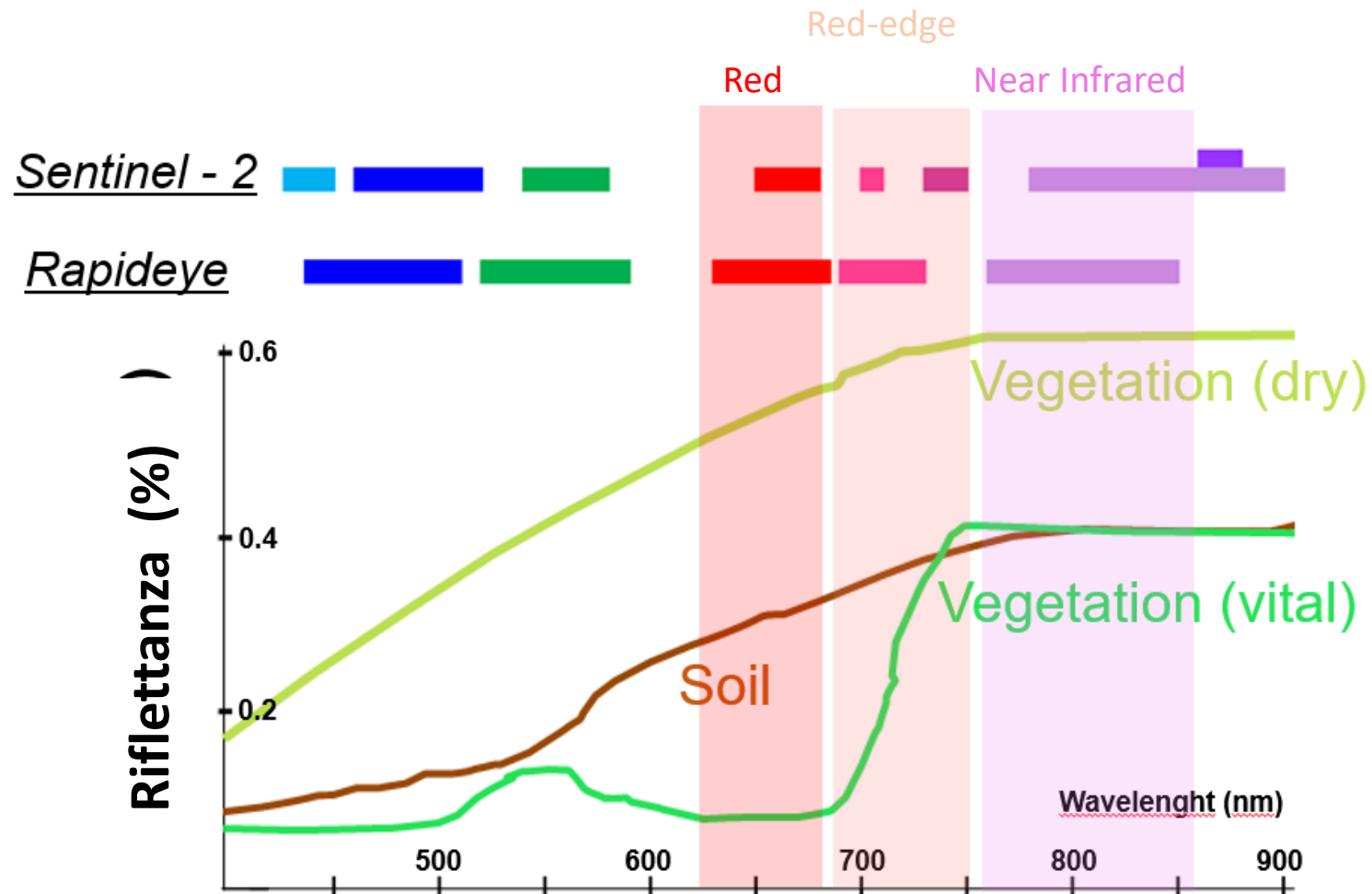
2 - si genera la query in modalità assistita: "s2a_15_11_18_2348@4" - "s2a_26_09_18_2348@4"

3 - si ottiene una nuova matrice raster che discrimina i valori delle aree disboscate



Indici di Vegetazione

Nell'intervallo di spettro elettromagnetico del rosso, del Red-Edge e del l'infrarosso vicino si verificano le migliori condizioni per lo studio della vegetazione



Indici di Vegetazione

Dall'analisi dei comportamenti spettrali della vegetazione è possibile definire relazioni quantitative per discriminare la vegetazione dalle altre tipologie di uso suolo mediante l'utilizzo di algoritmi che si basano sul rapporto tra bande spettrali tipiche di assorbimento e di riflessione.

Es. Algoritmo per il calcolo dell'NDVI utilizza la banda del rosso e del vicino infrarosso

Produce un range di valori compreso tra -1 e +1 dove i valori di vegetazione sono > 0

$$\text{NDVI} = \frac{\rho_{\text{nir}} - \rho_{\text{r}}}{\rho_{\text{nir}} + \rho_{\text{r}}}$$

Esempi di utilizzo degli indici di vegetazione:

- ✓ studio e stima della biomassa vegetale in genere;
- ✓ definizione del degrado del patrimonio forestale dovuto a disboscamento ed incendi
- ✓ effetti sulla conservazione del suolo;
- ✓ rilevamento di danni subiti dalle colture per infestazioni, patologie e stress idrico;
- ✓ valutazione e controllo degli stadi fenologici per la messa a punto di modelli agrometeorologici

Indici di Vegetazione



I valori utilizzati per il calcolo degli indici vengono indicati con il valore della lunghezza d'onda centrata.

$$NDVI = \frac{R_{805} - R_{658}}{R_{805} + R_{658}}$$

$$NDVIRE = \frac{R_{805} - R_{710}}{R_{805} + R_{710}}$$

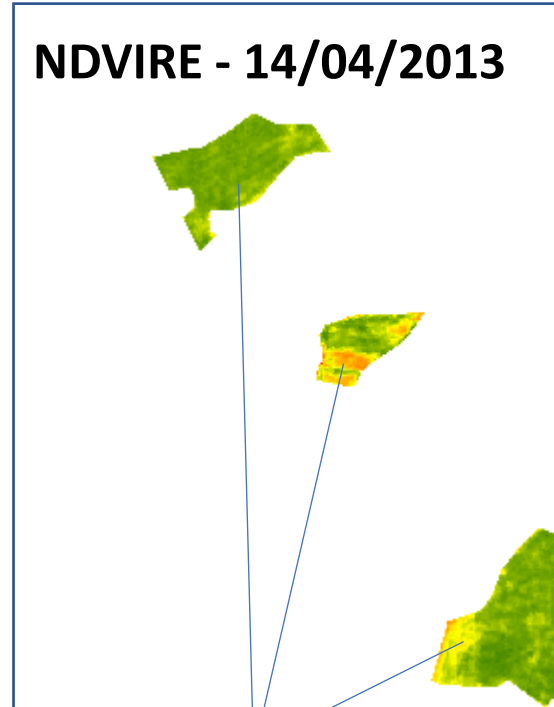
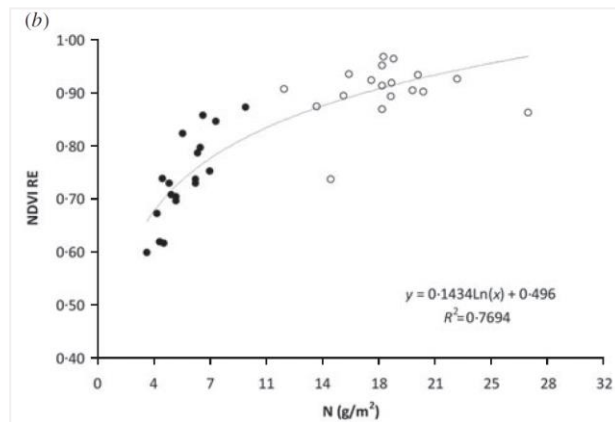
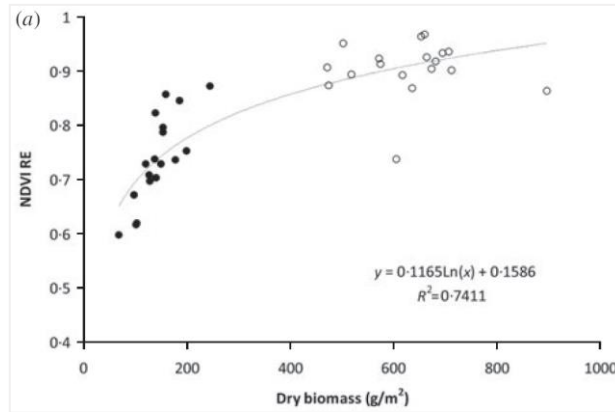
$$OSAVI = \frac{(1 + 0.16)(R_{805} - R_{658})}{(R_{805} + R_{658} + 0.16)}$$

$$MCARI = [(R_{710} - R_{658}) - 0.2 * (R_{710} - R_{555})](R_{710} / R_{658})$$

Bande Rapideye	Lunghezza d'onda	Lunghezza d'onda centrata
Band 1 - blue	0.44-0.51	0.47
Band 2 - green	0.52-0.59	0.555
Band 3 - red	0.63-0.685	0.658
Band 4 - Red-edge	0.69-0.73	0.71
Band 5 - NIR	0.76-0.85	0.805

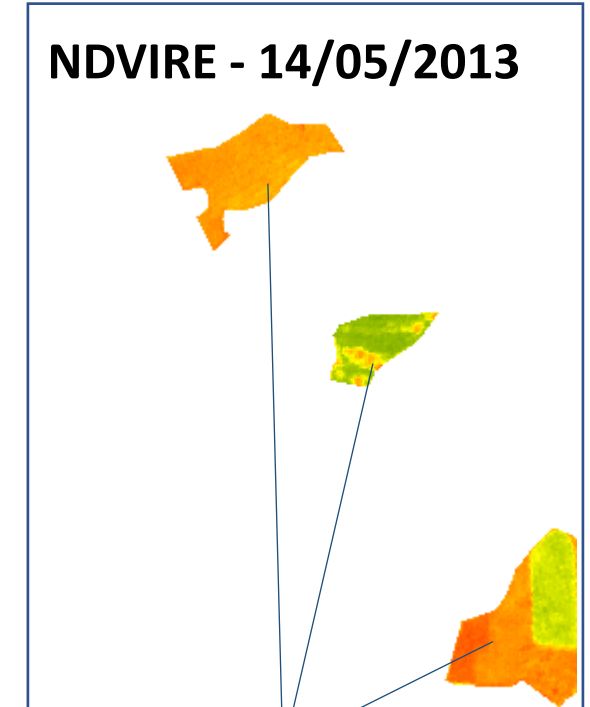
Indici di Vegetazione

Caso Studio - Monitoraggio colture di Frumento Vald'Orcia



$$y = 0.1165\text{Ln}(x) + 0.1586$$

Peso secco biomassa g/mq



$$y = 0.1434\text{Ln}(x) + 0.496$$

Concentrazioni di N (g/mq)

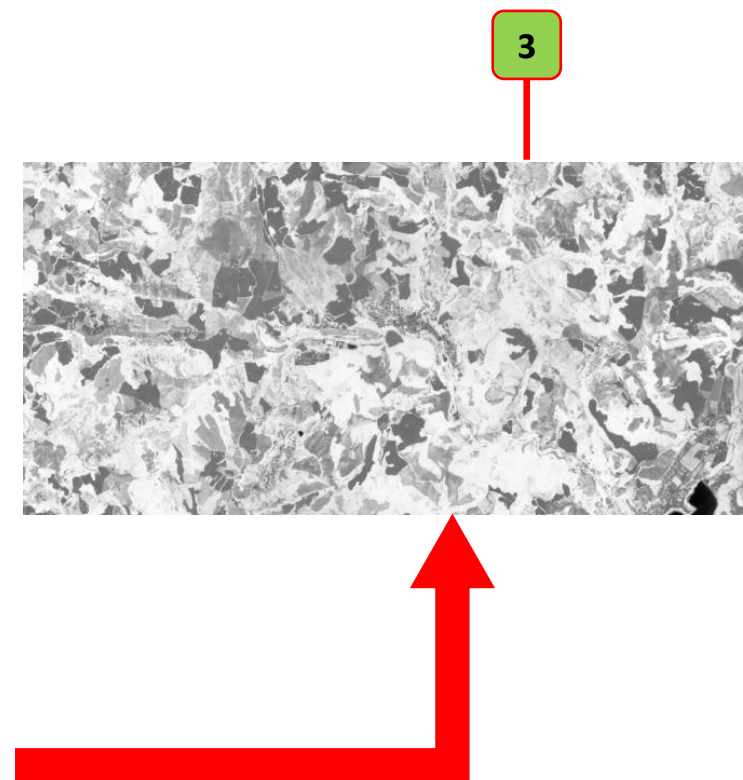
(Dalla Marta et al. 2013). Analisi delle relazioni tra indici di vegetazione spettrali, concentrazioni di peso biomassa e concentrazioni di N.

Indici di Vegetazione su 'QGis'

[Video](#)

Esempio di calcolo di indice di Vegetazione con il Raster Calculator

- 1 – Si apre il “**calcolatore raster**”
- 2 - si genera una query in modalità assistita per il calcolo dell'indice
- 3 - si ottiene una nuova matrice raster che contiene i valori dell'indice

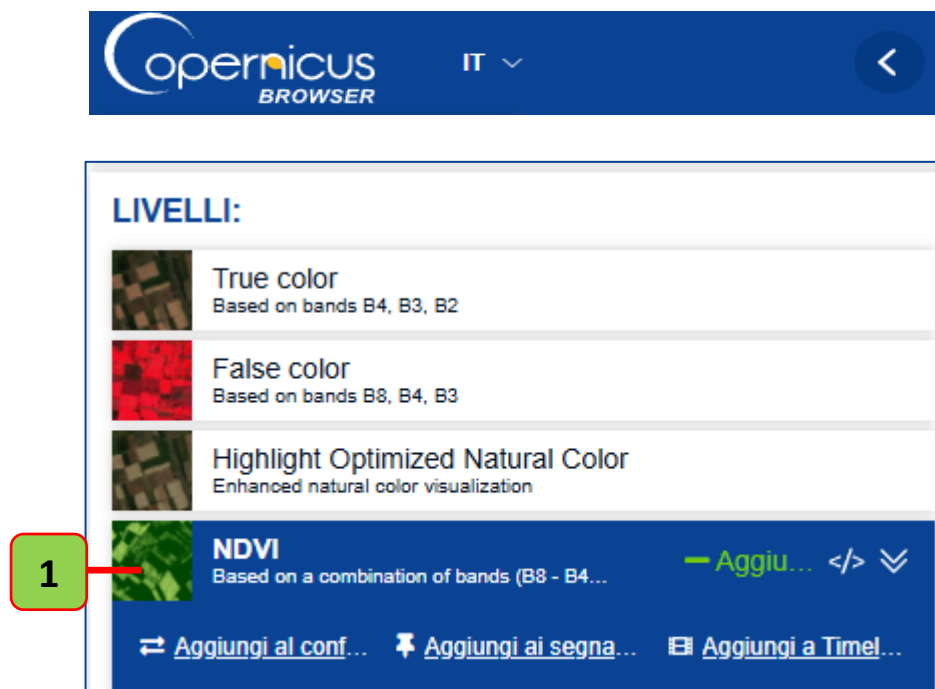


Indici di Vegetazione su 'Copernicus Browser'

[Video](#)

Per visualizzare la distribuzione di un indice di vegetazione di una determinata area:

- 1 - si visualizza l'indice dell'immagine prescelta
- 2 - si disegna un poligono
- 3 - si clicca sul pulsante grafico per visualizzare le statistiche
- 4 - si può ricalcolare l'istogramma se si modifica il poligono



'Dati Sentinel di Copernicus [2024]



Indici di Vegetazione su 'Copernicus Browser'

[Video](#)

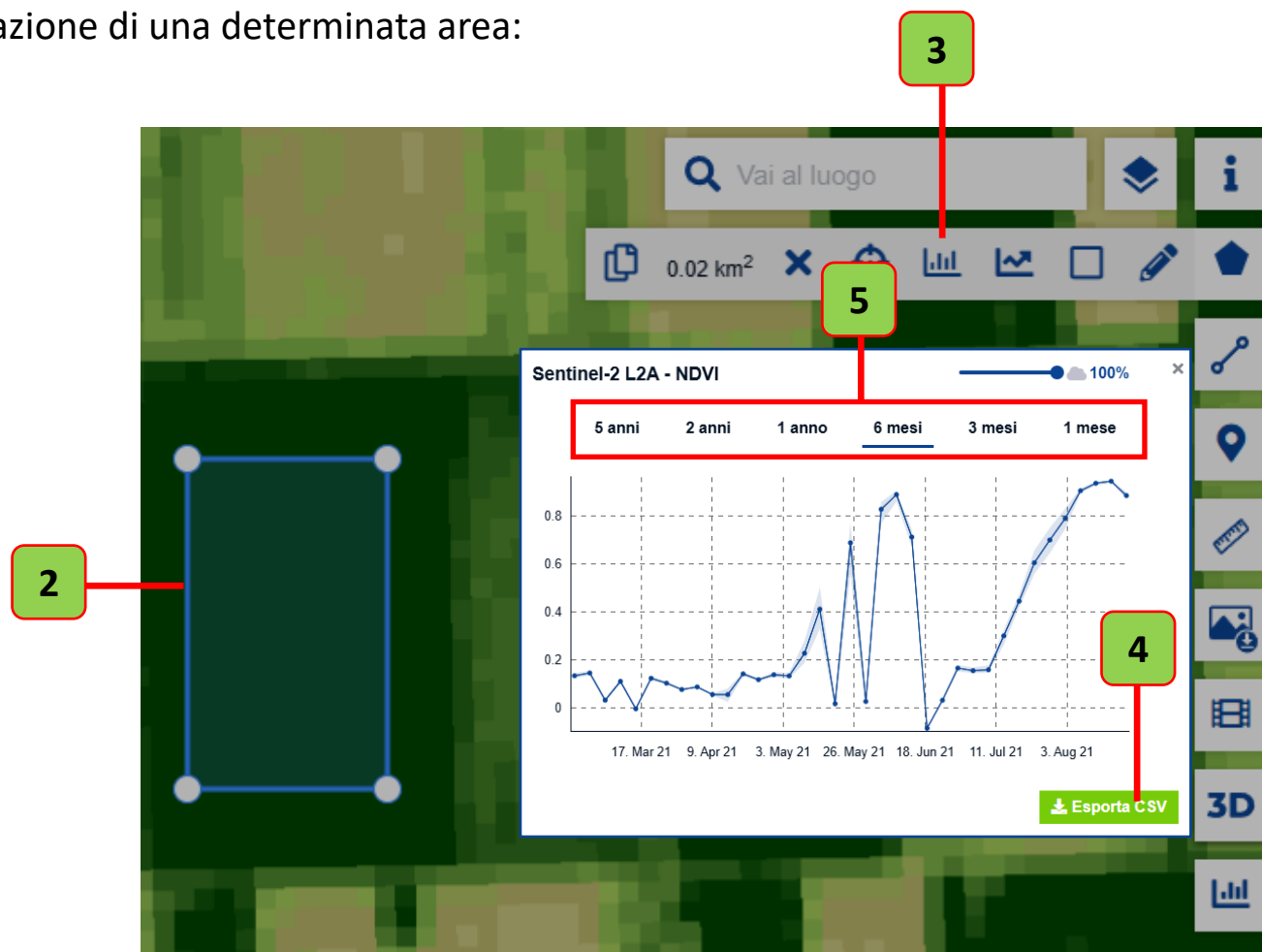
Per visualizzare l'andamento temporale degli indici di vegetazione di una determinata area:

- 1 - si visualizza l'indice dell'immagine prescelta
- 2 - si disegna un poligono
- 3 - si clicca sul pulsante grafico per visualizzare le statistiche
- 4 - si esporta il risultato



5 - Si possono esportare statistiche a:

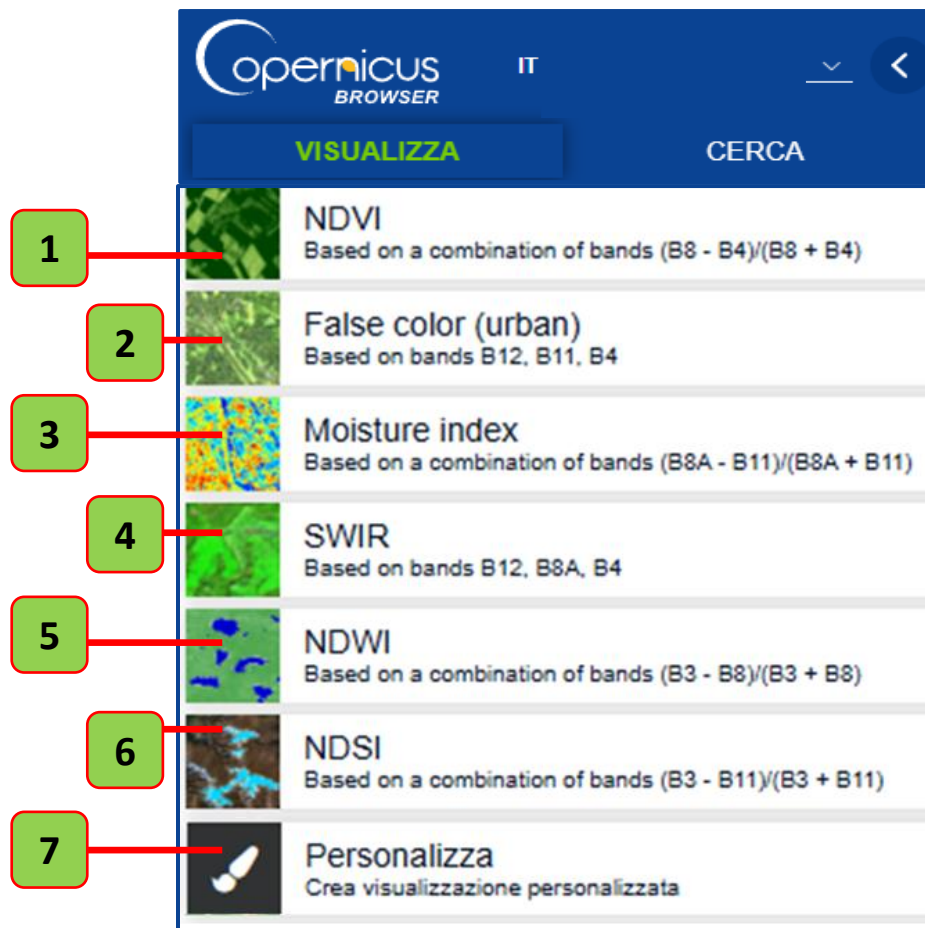
- ✓ 1, 3, 6 mesi
- ✓ 1, 2, 5 anni



'Dati Sentinel di Copernicus [2024]

Altri Indici su 'Copernicus Browser'

Sull'interfaccia di Copernicus Browser sono già implementate le funzioni per visualizzare alcuni indici.



1 - **NDVI**: indice di vegetazione

2 - **False Color (Urban)**: evidenzia aree urbanizzate

3 - **NDMI**: contenuto idrico della vegetazione monitoraggio siccità

4 - **SWIR**: stima quantità di acqua nelle piante e nel terreno

5 - **NDWI**: mappatura dei corpi idrici

6 - **NDSI**: differenzia la neve dalle nubi

7 - **Personalizza**: Tutti gli altri.

Il pulsante '**Personalizza**' permette di calcolare altri indici mediante script di map algebra.

Personalizzazione su 'Copernicus Browser'



È possibile cercare e utilizzare gli script implementati dalla community di sviluppatori di 'Copernicus Browser'

<https://github.com/sentinel-hub/custom-scripts/tree/master/sentinel-2>

Esempio: Per calcolare un indice non implementato nelle funzionalità di base di 'Copernicus Browser'

Esempio 'Calcolo dell'indice SAVI di un immagine Sentinel 2 di una qualsiasi area e una qualsiasi data.

1 – Si va nel sito in '/Custom-scripts' nella cartella 'savi'

2 – si apre e si copia lo script

```
// Soil Adjusted Vegetation Index (abbrv. SAVI)
// General formula: (800nm - 670nm) / (800nm + 670nm + L)
// URL https://www.indexdatabase.de/db/si-single.php?sen
// Initialize parameters

let L = 0.428; // L = soil brightness correction factor
let index = (B08 - B04) / (B08 + B04 + L) * (1.0 + L); //

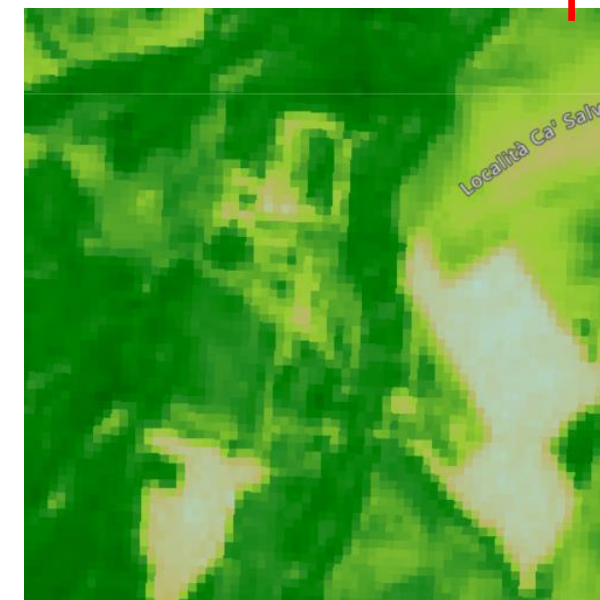
// using colorblend visualization in EO browser
return colorBlend // Start of colorBlend function
(index, // specify the index
  [ 0,0.1, 0.2,0.4, 0.5,0.7,1], // specify the border
  [ [0.69,0.88,0.90], // specify RGB colors
    [0.74,0.72,0.42],
    [0.60,0.80,0.20],
    [0.13, 0.54, 0.13],
    [0, 0.50, 0],
```

Personalizzazione su 'Copernicus Browser'

[Video](#)

- 3 - in 'Copernicus Browser' in modalità 'Visualizza'
- 4 - si sceglie un'area di interesse e il tipo di immagini 'Sentinel 2'
- 5 - si sceglie la data di interesse
- 6 - si va in 'Personalizza'
- 7 - si sceglie 'Script personalizzato'
- 8 - si incolla lo script
- 9 - si clicca su 'applica'
- 10 - si visualizza il risultato

```
1 //VERSION=3
2 function setup() {
3   return {
4     input: ["B01", "B02", "B03", "dataMask"],
5     output: { bands: 4 }
6   };
7 }
8
9 function evaluatePixel(sample) {
10  return [2.5 * sample.B01, 2.5 * sample.B02,
11         2.5 * sample.B03, sample.dataMask];
12 }
```



'Dati Sentinel di Copernicus [2024]

Esempi di estrazione di dati satellitari su Qgis

Esempio di estrazione di dati satellitari di aree alluvionate
Vogliamo isolare tutte le aree inondate in area alluvionale utilizzando indice NDWI
Per calcolare l'NDWI (Normalized Difference Water Index) con i dati Sentinel-2, si utilizzano le seguenti bande:

- ✓ Banda 3 (Green): 560 nm
- ✓ Banda 8 (NIR): 842 nm

$$NDWI = \frac{green - nir}{green + nir}$$

McFeeters (1996)

L'NDWI varia da -1 a +1.

Valori positivi: Indicano la presenza di acqua.

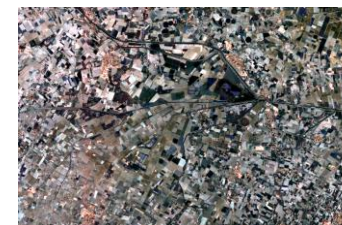
Valori negativi: Indicano la presenza di vegetazione o altre superfici.

Valori vicini a zero: Indicano superfici miste o aree con poca acqua.

Per estrarre le aree in forma vettoriale:

- ✓ si individua l'ambito territoriale da analizzare
- ✓ si crea l'indice NDWI pre e post evento
- ✓ si estraggono i valori maggiori di 0
- ✓ si rimuovono le aree con acqua permanente tramite differenza spaziale
- ✓ si vettorializzano le aree con DN maggiore di 0

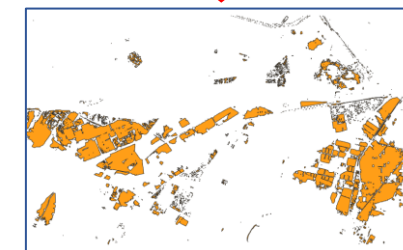
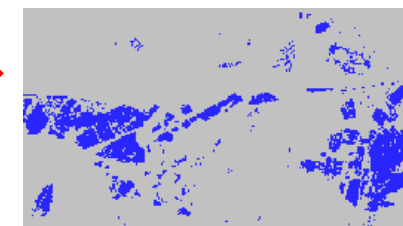
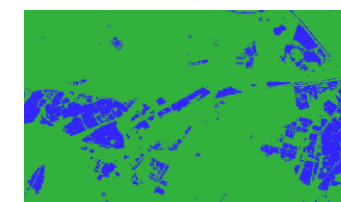
18/08/22



23/05/23



[Video](#)



Esempi di estrazione di dati satellitari su Qgis

Esempio di estrazione di dati satellitari di aree alluvionate

1 - si utilizzano 2 scenari satellitari Sentinel 2a

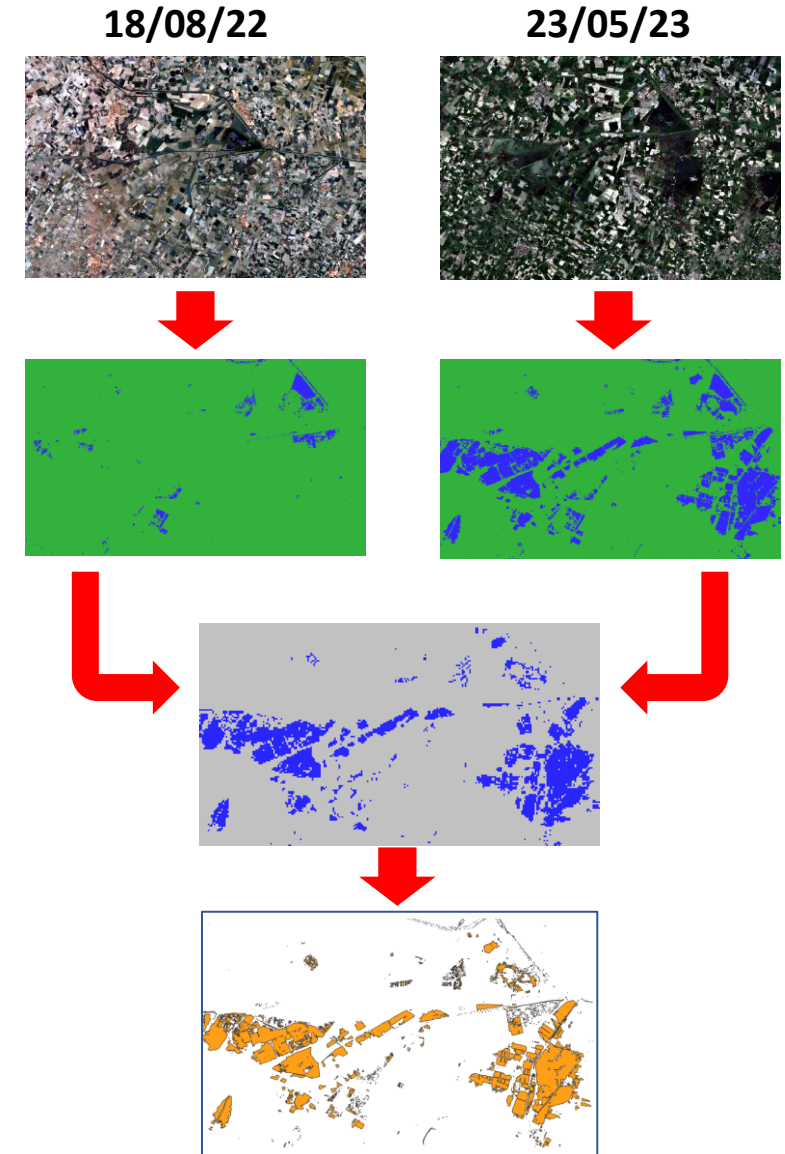
2 - si utilizza il raster calculator per calcolare gli indici e i valori di soglia

```
(( "S2a_23_05_23@3" - "S2a_23_05_23@8" ) / ( "S2a_23_05_23@3" + "S2a_23_05_23@8" )) > 0.1  
(( "S2a_18_08_22@3" - "S2a_18_08_22@8" ) / ( "S2a_18_08_22@3" + "S2a_18_08_22@8" )) > 0.1
```

3 - si utilizza il raster calculator per differenza per isolare le aree inondate

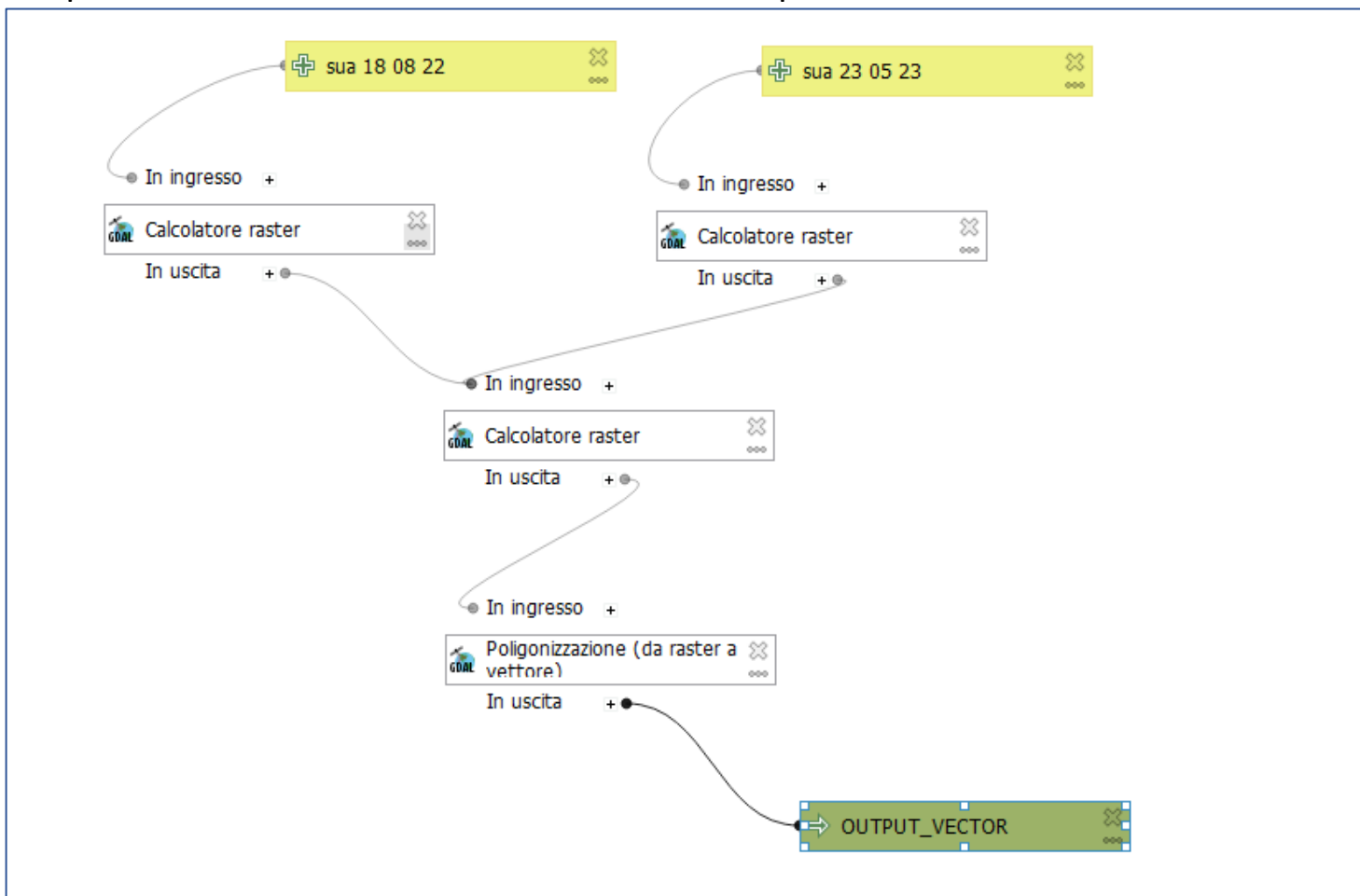
```
("ndwi_23_05_23@1" - "ndwi_18_08_22@1" ) > 0
```

4 - si estrae il vettoriale utilizzando il tool 'Poligonizzazione...'

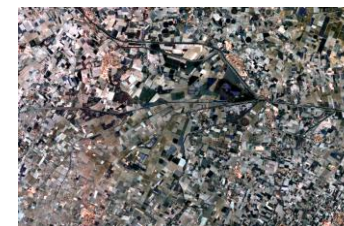


Esempi di estrazione di dati satellitari su Qgis

Esempio di estrazione di dati satellitari di aree alluvionate tramite model
Si può utilizzare un modello e automatizzare il processo.



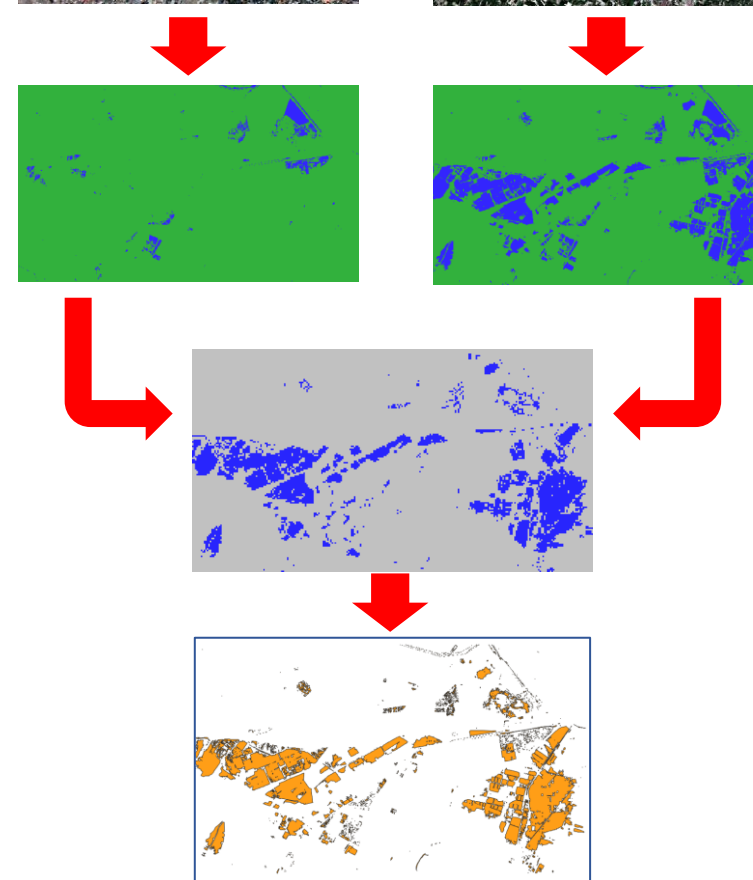
18/08/22



23/05/23



[Video](#)



Esempi di estrazione di dati satellitari su Qgis

Esempio di estrazione di dati satellitari: aree incendiate

Scopo: Identificare le aree bruciate e valutare la severità dell'incendio.

Interpretazione: Valori bassi indicano aree bruciate.

Per calcolare l'NBR con i dati Sentinel-2, si utilizzano le seguenti bande:

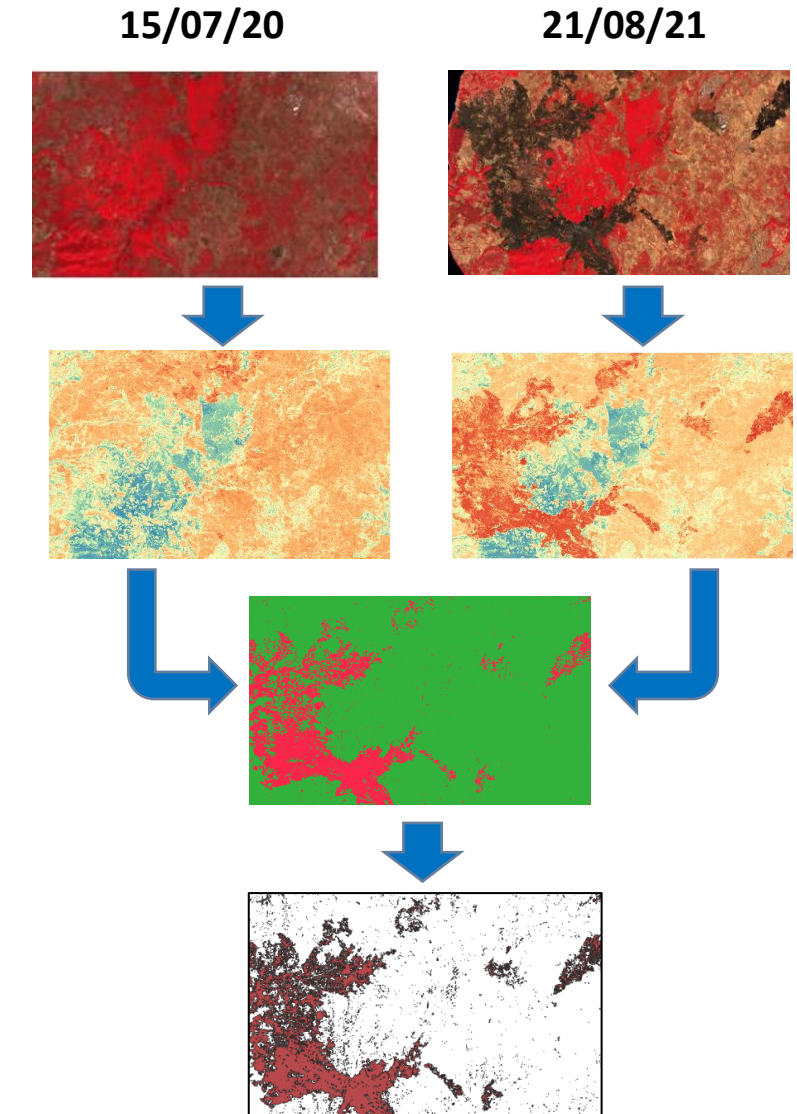
Banda 8 (NIR): Near Infrared (842 nm)

Banda 11 (SWIR): Shortwave Infrared (1610 nm)

$$NBR = \frac{nir - swir}{nir + swir}$$

Per estrarre le aree in forma vettoriale:

- ✓ si individua l'ambito territoriale da analizzare
- ✓ si crea l'indice NBR pre e post evento
- ✓ $NBR_{pre} - NBR_{post}$ = aree incendiate
- ✓ si estrae un valore di soglia
- ✓ si rimuovono le aree con acqua permanente tramite differenza spaziale
- ✓ si vettorializzano le aree con DN maggiore di 0



Esempi di estrazione di dati satellitari su Qgis

[Video](#)

Estrazione di dati multitemporali raster mediante un layer vettoriale

- 1 - Plugin "Point Sampling Tool" consente di trasferire i valori della matrice di uno o più raster in una griglia di dati vettoriali
- 2 - si sceglie la griglia vettoriale
- 3 - si selezionano tutti i raster da cui si vuole acquisire il valore del pixel
- 4 - si sceglie il layer di punti di output
- 5 - si clicca su ok

fid	N1_19_02_16	N2_17_03_16	N3_29_04_16	N4_16_06_16	N5_28_07_16	N6_27_08_16	N7_26_09_16	N8_16_10_16	N9_14_01_17
1	0,26911	0,43095	0,26131	0,12214	0,13534	0,28586	0,16354	0,80061	0,50833
2	0,34946	0,32219	0,08947	0,18445	0,14611	0,25398	0,18915	0,60929	0,28043
3	0,26437	0,32219	0,25531	0,14426	0,23826	0,23154	0,2542	0,70954	0,33966
4	0,24329	0,35622	0,26164	0,10665	0,17756	0,25504	0,19214	0,78713	0,48669

Elaborazioni delle immagini

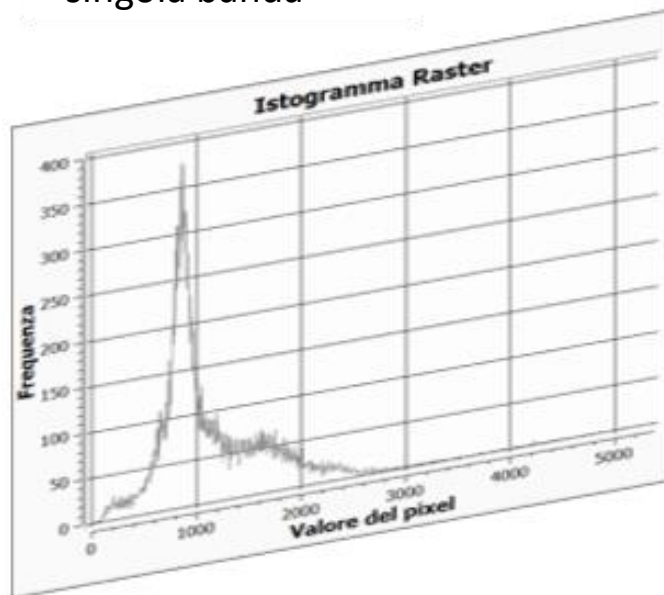
Obiettivo: Definire superfici di **iso-comportamento** che identificano oggetti di natura simile.

Quando facciamo una classificazione di un'immagine satellitare usiamo l'analisi statistica multivariata per combinare i dati di tutte le bande e distinguere diversi tipi di superfici.

A supporto delle classificazioni vengono utilizzati diversi Strumenti di analisi che riassumono i contenuti di una o più matrici:

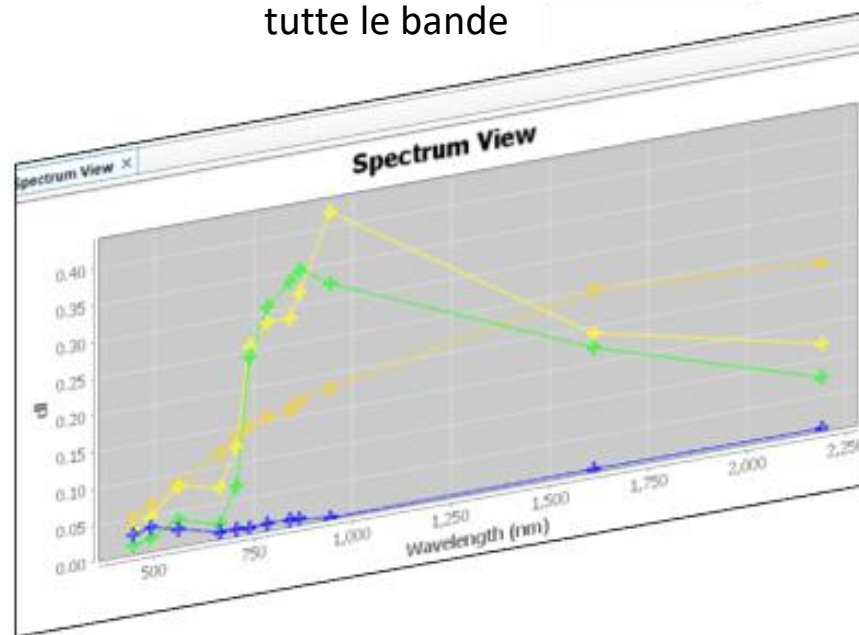
Istogramma:

distribuzione statistica dei pixel su singola banda



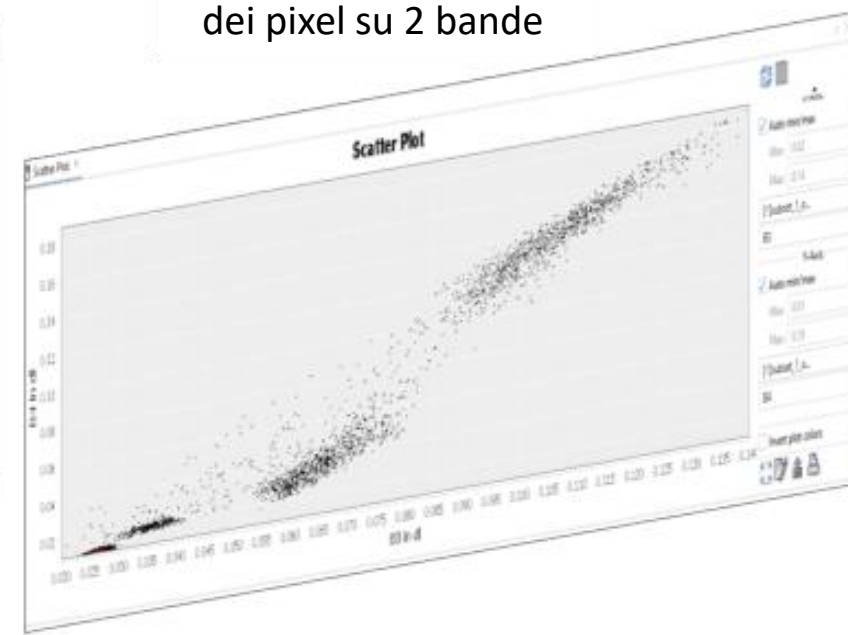
Spectrum View:

distribuzione statistica su tutte le bande



Scatterplot:

distribuzione statistica dei pixel su 2 bande

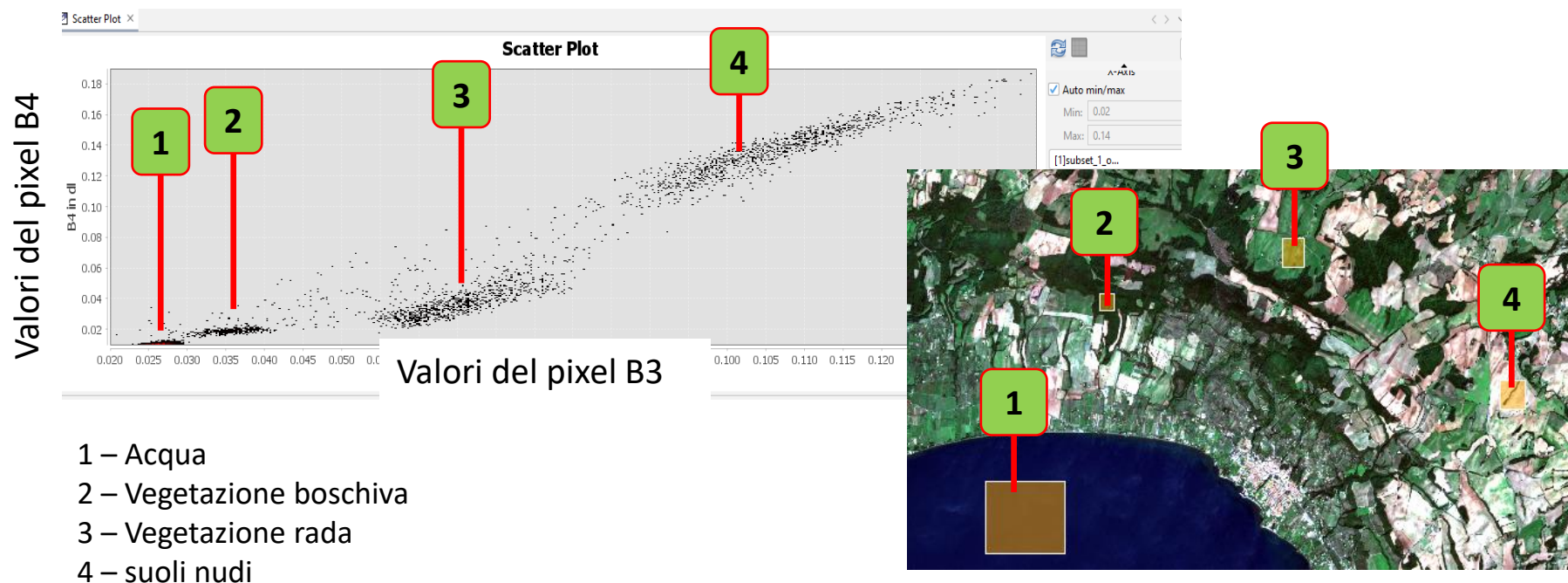


Principi di classificazione

Lo **Scatterplot** è uno strumento di analisi che ci aiuta ad identificare le classi di oggetti.

E' in grado di correlare i pixel di 2 bande di un immagine satellitare.

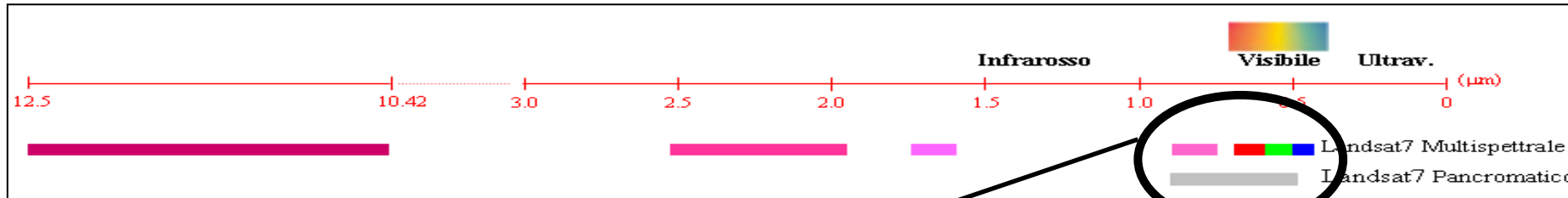
Nello scatterplot ogni classe tende a formare raggruppamenti o cluster distintivi, poiché i pixel appartenenti alla stessa categoria spesso mostrano valori simili tra le bande selezionate. Analizzando la posizione e la forma di questi cluster, possiamo identificare e separare le diverse classi di oggetti,



Analisi delle Componenti Principali (PCA)



In uno scenario satellitare esiste forte correlazione tra bande spettralmente vicine



Es. Landsat Bande strettamente correlate (Bande 1, 2, 3, 4, PAN)

L'analisi delle componenti principali è una tecnica per la semplificazione dei dati utilizzata in ambito della statistica multivariata.

Lo scopo primario di questa tecnica è la riduzione di un numero più o meno elevato di variabili.

Nell'ambito del telerilevamento questa tecnica può essere utilizzata per eliminare l'informazione ridondante legata alla correlazione tra le bande.

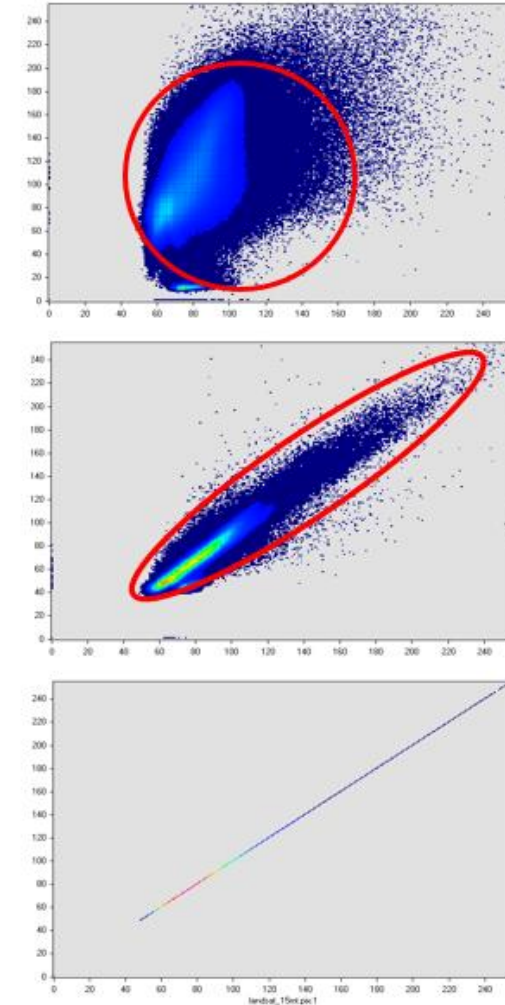
Analisi delle Componenti Principali (PCA)

Esempio di correlazione tra bande (Scatterplot Confronto tra 2 bande Landsat)

Bande debolmente correlate (Bande 1, 5, Landsat7)

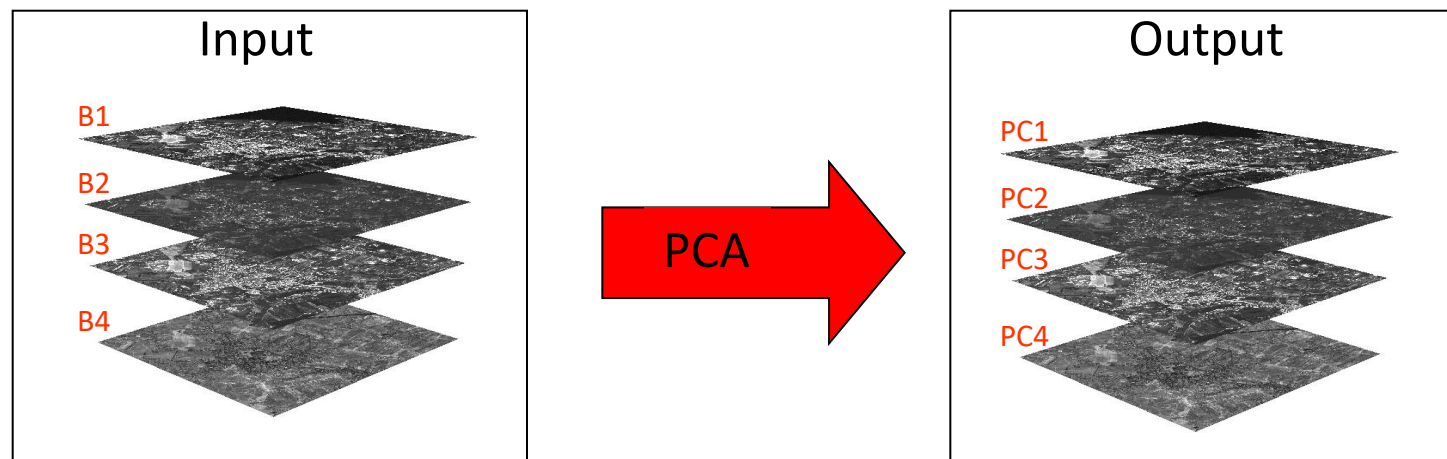
Bande fortemente correlate (Bande 1, 2, Landsat7)

Bande correlate al 100 % (Bande 1, 1, Landsat7)

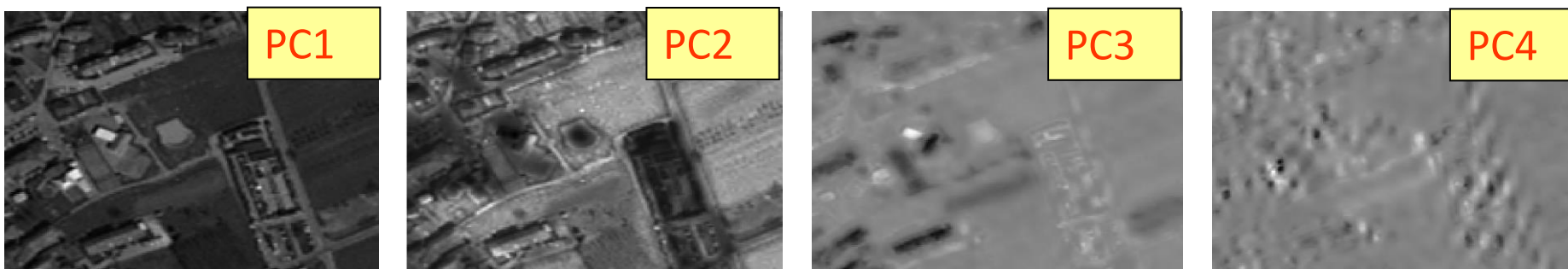


Analisi delle Componenti Principali (PCA)

L'analisi delle componenti principali viene eseguita su matrici fortemente correlate



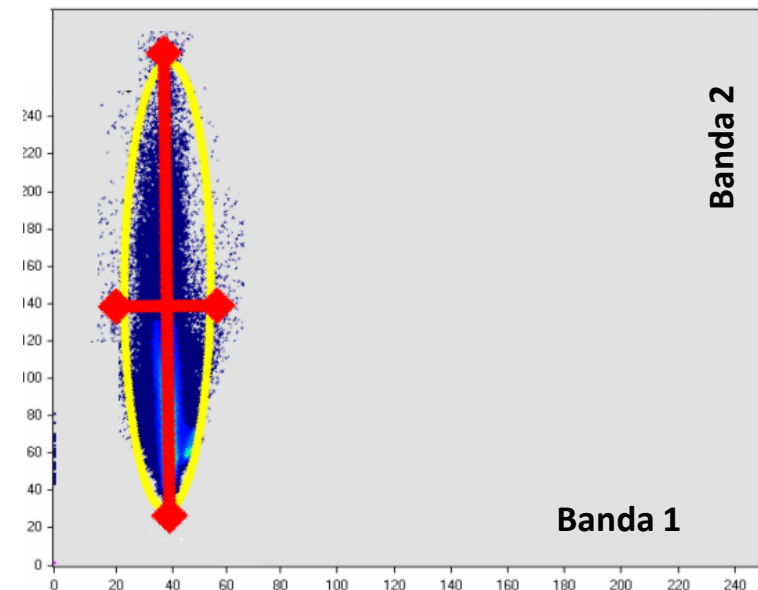
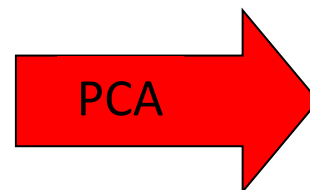
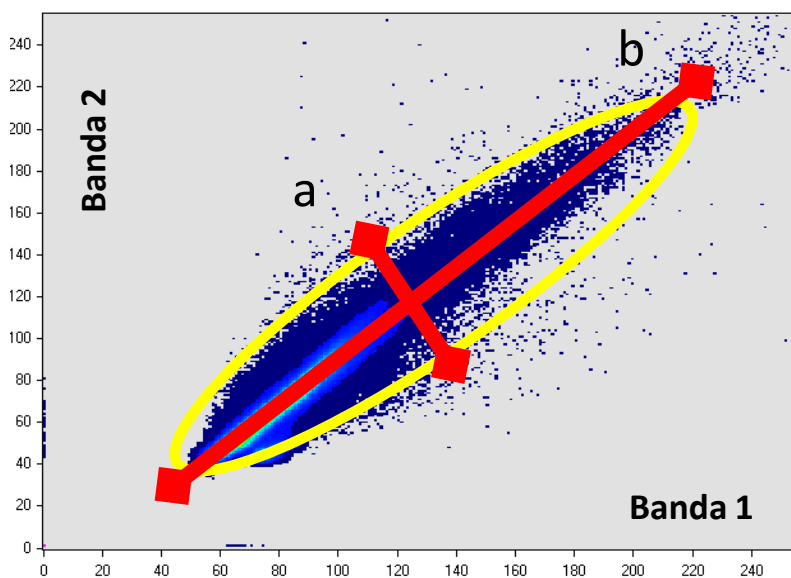
L'analisi PCA produce un nuovo set di bande di numero uguale a quelle di partenza definite come PC1 PC2 PC3 PC4 PCn. La prima componente principale avrà la varianza più grande e così via a decrescere.



Analisi delle Componenti Principali (PCA)

L'analisi della componente principale è una trasformazione lineare che ruota le bande nello spazio seguendo le linee della varianza massima

Asse b = Componente principale

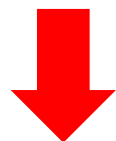
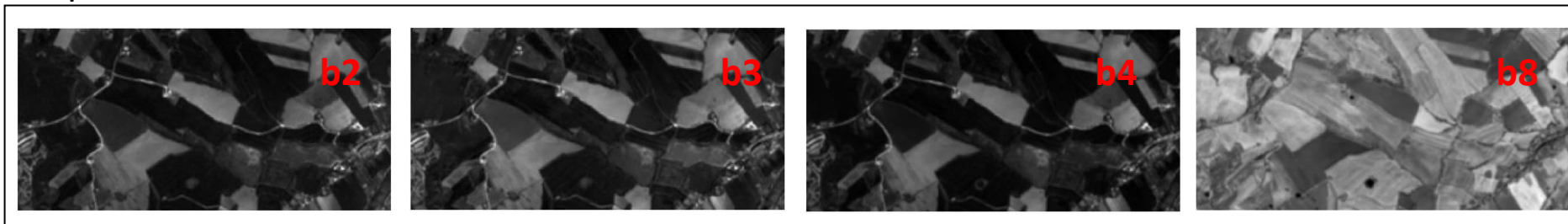


In questo modo vengono rappresentate solo le componenti principali suddivise in bande con variabilità decrescente.

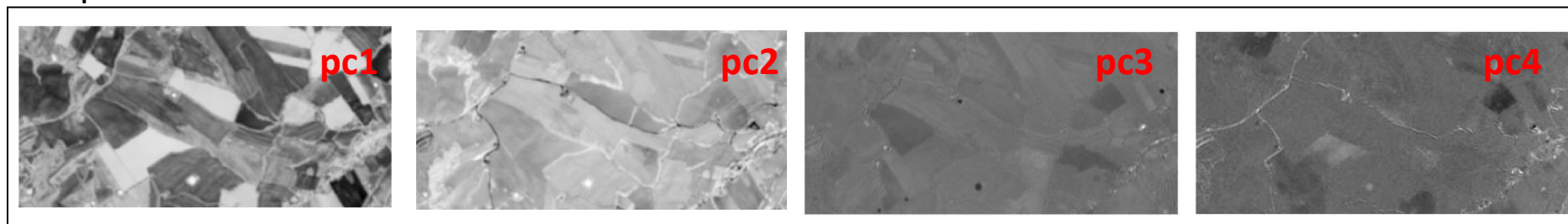
Analisi delle Componenti Principali (PCA)

Il processo porta ad avere una prima banda dove c'è la massima varianza, fino ad arrivare all'ultima banda dove la varianza è minima (ridondanza).

input

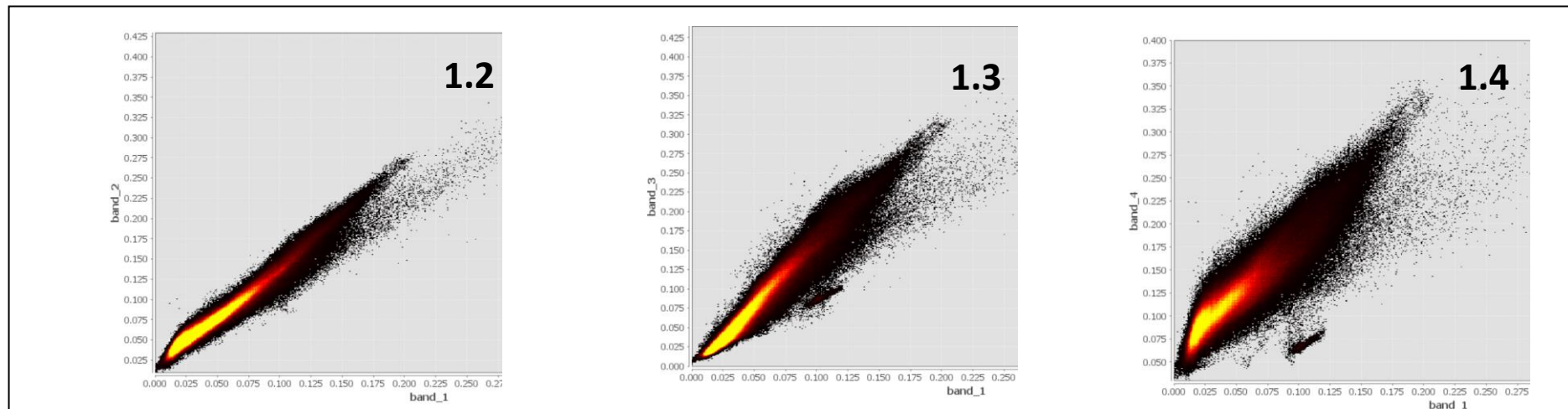


output

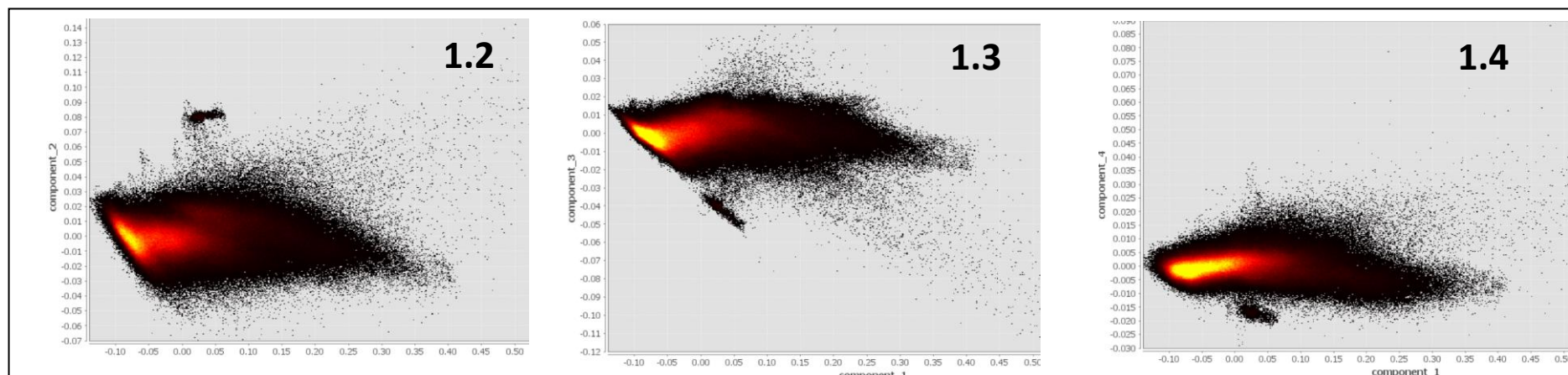


Analisi delle Componenti Principali (PCA)

input



output



Copernicus Data Space Ecosystem

Documentazione

Copernicus Browser

[Copernicus Data Space Ecosystem | Europe's eyes on Earth](#)

[Copernicus Browser](#)

[Workspace](#)

[Documentation – home](#)

[Documentation - Sentinel Hub QGIS Plugin](#)

[Documentation - Jupyter Notebook Samples](#)

[JupyterHub](#)

SNAP

[SNAP Online Help](#)

FINE: Grazie per l'attenzione!

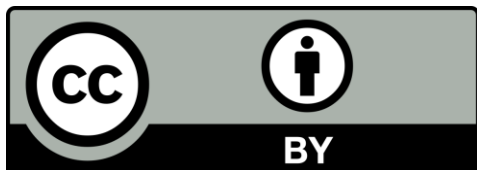


Dubbi? Perplexità?

Puoi citare queste slides così:

De Corso, S. (2025, giugno 30).

Utilizzo dei dati satellitari



Stefano.decorso@isprambiente.it