

IMMAGINI SATELLITARI GRATUITE PER L'AGGIORNAMENTO CARTOGRAFICO E LO STUDIO DEL TERRITORIO: ALCUNE APPLICAZIONI IN LIGURIA



Andrea De Felici
SITAR - Regione Liguria
Settore Sistemi Informativi
e Telematici Regionali
via Fieschi, 15
16121 - GENOVA

tel. 010 548 4170
fax sportello 010 548 4184
infoter@regione.liguria.it

www.cartografia.regione.liguria.it

L'UFFICIO CARTOGRAFICO REGIONALE

Il **Sitar**, Servizi informativi territoriali ambientali regionali, è il centro servizi della Regione Liguria che produce e distribuisce dati cartografici ed alfanumerici sul territorio ed ambiente ligure.

Al Sitar compete lo svolgimento delle attività in materia di:

- organizzazione e sviluppo del SI ambientale e territoriale
- sviluppo e realizzazione dell'Infrastruttura per l'Informazione Geografica ligure integrata
- definizione degli standard informatici
- divulgazione delle informazioni territoriali
- produzione di cartografia tematica
- aggiornamento e messa a disposizione delle informazioni geo-topo-cartografiche di base

Il Geoportale regionale

Rappresenta la parte visibile di una complessa infrastruttura utilizzata per gestire i dati cartografici di Regione Liguria e costituisce il principale punto d'accesso e di fruizione gratuita dell'informazione cartografica istituzionale delle Liguria ed è raggiungibile al seguente indirizzo:

<https://geoportal.regione.liguria.it>

The screenshot shows the web browser interface for the regional geoportal. The address bar displays <https://geoportal.regione.liguria.it>. The page header includes the text "REGIONE LIGURIA" and "GEOPORTALE". A navigation menu contains the following items: ATTIVITÀ, PROGETTI, VISUALIZZATORE, CATALOGO, SERVIZI, FAO, and ACCEDI. Two main service cards are visible: "RICERCA" (Catalogo delle Mappe) and "VISUALIZZA" (Viewer cartografico). The "RICERCA" card includes the text: "Trova dati e metadati d'interesse, accedi al download, ai servizi WMS e WFS e all'acquisto". The "VISUALIZZA" card includes the text: "Utilizza il visualizzatore del Geoportale per esaminare, ricercare e sovrapporre le cartografie del catalogo dei dati territoriali". The background of the page is a detailed topographic map of a city area.

IL PROGRAMMA «COPERNICUS»

Copernicus è un'iniziativa dell'Agenzia Spaziale Europea finalizzata a rendere autonoma l'UE nel settore della Sicurezza e dell'Ambiente, tramite campagne di telerilevamento satellitare.

Il programma Copernicus si fonda su 4 pilastri:

- Componente spaziale (costellazione di satelliti **Sentinel** e relative infrastrutture)
- Misure in situ (aeree e terrestri)
- Standardizzazione dei dati
- Servizi per gli utenti (come la fornitura **gratuita** dei dati)

La famiglia dei satelliti Sentinel

Sentinel 1: coppia di satelliti (S1A e S1B):

fornisce **informazioni radar su terre ed oceani**

Sentinel 2: coppia di satelliti (S2A e S2B):

fornisce **immagini ottiche ed IR** ad alta risoluzione per lo studio di suoli, vegetazione, acque ecc..

Sentinel 3: coppia di satelliti (S3A e S3B):

fornisce dati **ottici, radar, altimetrici e termici** per il monitoraggio di terre emerse ed oceani

Sentinel 4: satelliti non ancora operativi e destinati allo studio della qualità e caratteristiche dell'aria

Sentinel 5: satelliti non ancora operativi e destinati al monitoraggio della composizione atmosferica

Sentinel 6: satelliti non ancora operativi e destinati alla misura accurata della superficie marina, per studi oceanografici e sul clima



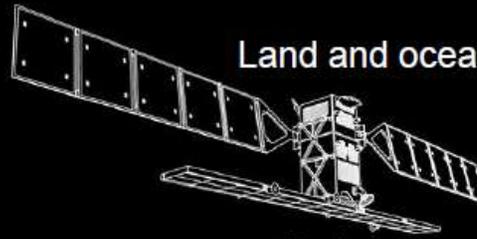
SENTINEL FAMILY

Global sea-surface height



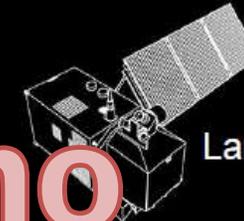
sentinel-6

Land and ocean services



sentinel-1

Land monitoring



sentinel-2

Ci focalizziamo Su Sentinel 2

Atmospheric
monitoring

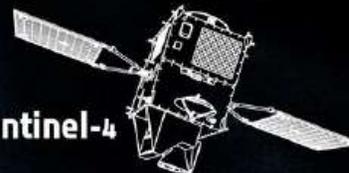


sentinel-5



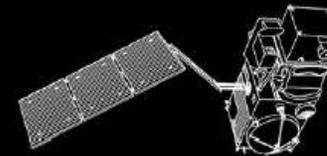
sentinel-5p

Atmospheric monitoring



sentinel-4

sentinel-3



Sea-surface topography,
sea- and land-surface
temperature, ocean colour
and land colour

source: https://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/04/Sentinel_family

Sentinel – 2: caratteristiche ed applicazioni

Le possibili applicazioni includono:

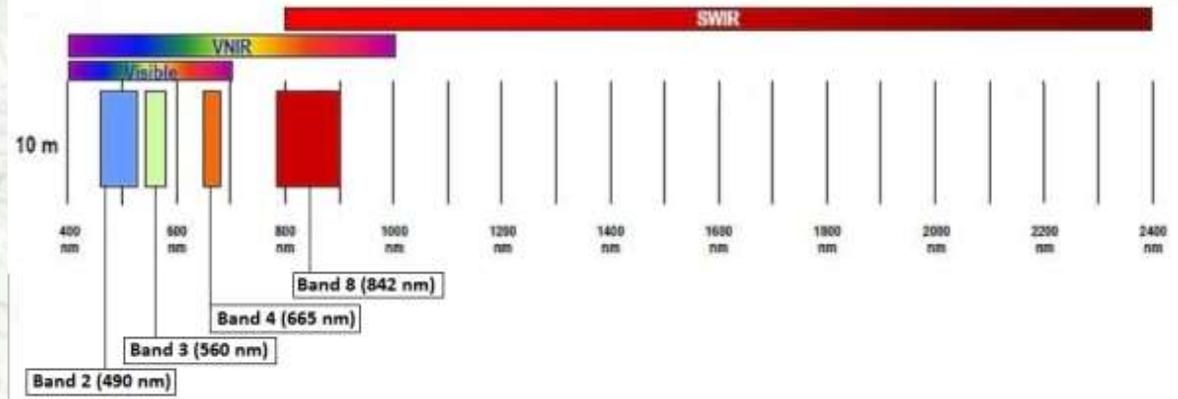
- Monitoraggio della copertura del suolo e delle sue variazioni
- Applicazioni nel campo dell'agricoltura, come il controllo dei raccolti
- Osservazione sullo stato di salute della vegetazione
- Mappatura delle acque costiere ed interne e monitoraggio ambientale
- Monitoraggio dei ghiacciai e della copertura nevosa
- Mappatura delle inondazioni e gestione del rischio ad esse connesso

Per rispondere a queste esigenze, si avvale si una serie di sensori multispettrali a risoluzione media – alta (pixel a terra da 10 a 60 m) con elevata frequenza di rivisitazione (5 giorni circa di intervallo fra un passaggio e l'altro dei satelliti sulla medesima zona).

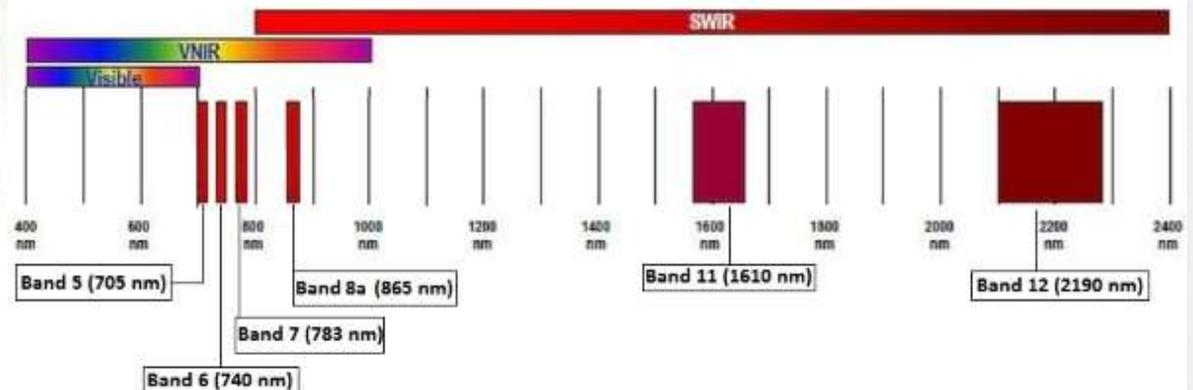
Viene garantita una continuità temporale dal punto di vista del tipo di dato con le precedenti generazioni di satelliti come SPOT e Landsat TM, in modo da consentire studi a lungo termine.

Risoluzione radiometrica e spaziale

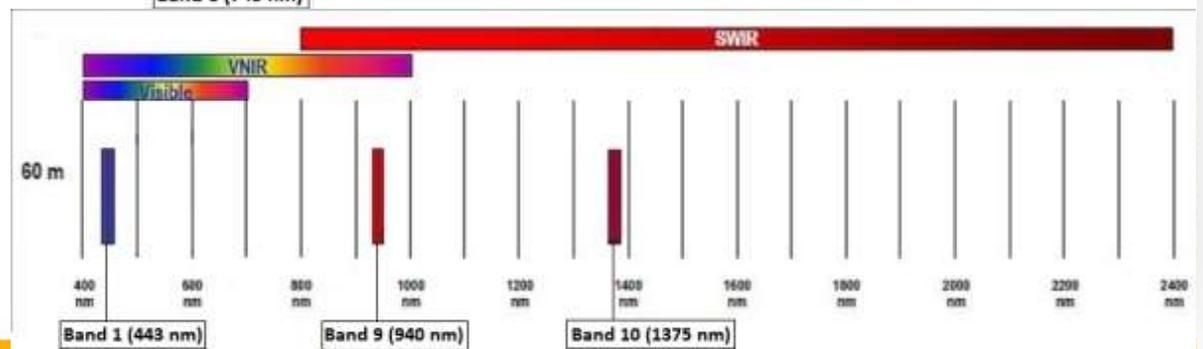
10 m di risoluzione:
visibile ed infrarosso vicino
(B2, B3, B4, B8)



20 m di risoluzione:
IR vicino e SWIR
(B5, B6, B7, B8a, B11, B12)

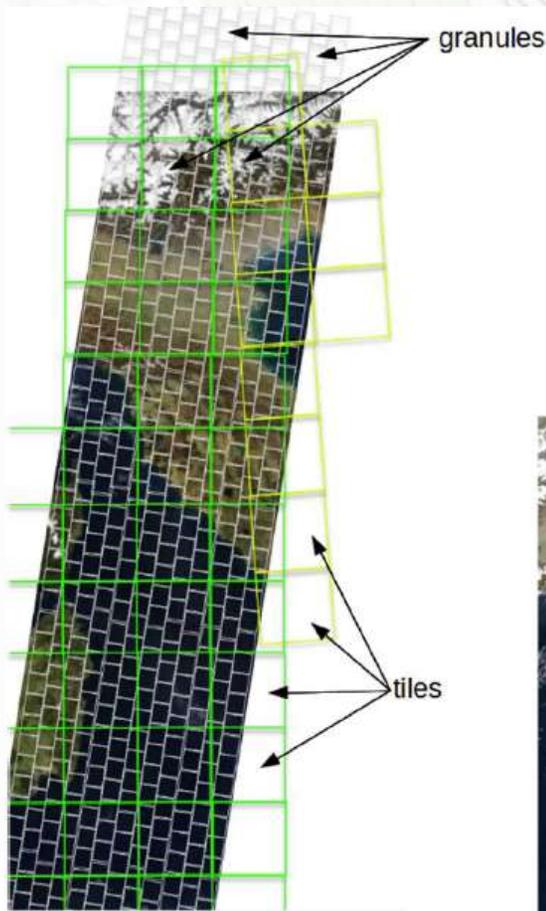


60 m di risoluzione:
aerosol costiero vapor d'acqua e cirri
(B1, B9, B10)



Prodotti disponibili all'utenza

Le immagini fornite dalla coppia di satelliti Sentinel 2 sono il mosaico di porzioni elementari indivisibili («*granules*») contenenti tutte le bande spettrali e scaricabili in genere sotto forma di ingombri detti «*Tiles*» di 100 x 100 Km



Name	High-Level Description	Production & Distribution	Data Volume
Level-1C	Top-Of-Atmosphere reflectances in cartographic geometry	Systematic generation and online distribution	~600 MB (each 100km x 100km ²)
Level-2A	Bottom-Of-Atmosphere reflectances in cartographic geometry	Systematic and on-User side (using Sentinel-2 Toolbox)	~800 MB (each 100km x 100km ²)



Level-1B

Level-1C

Level-2A



Accesso ai dati Sentinel - 1

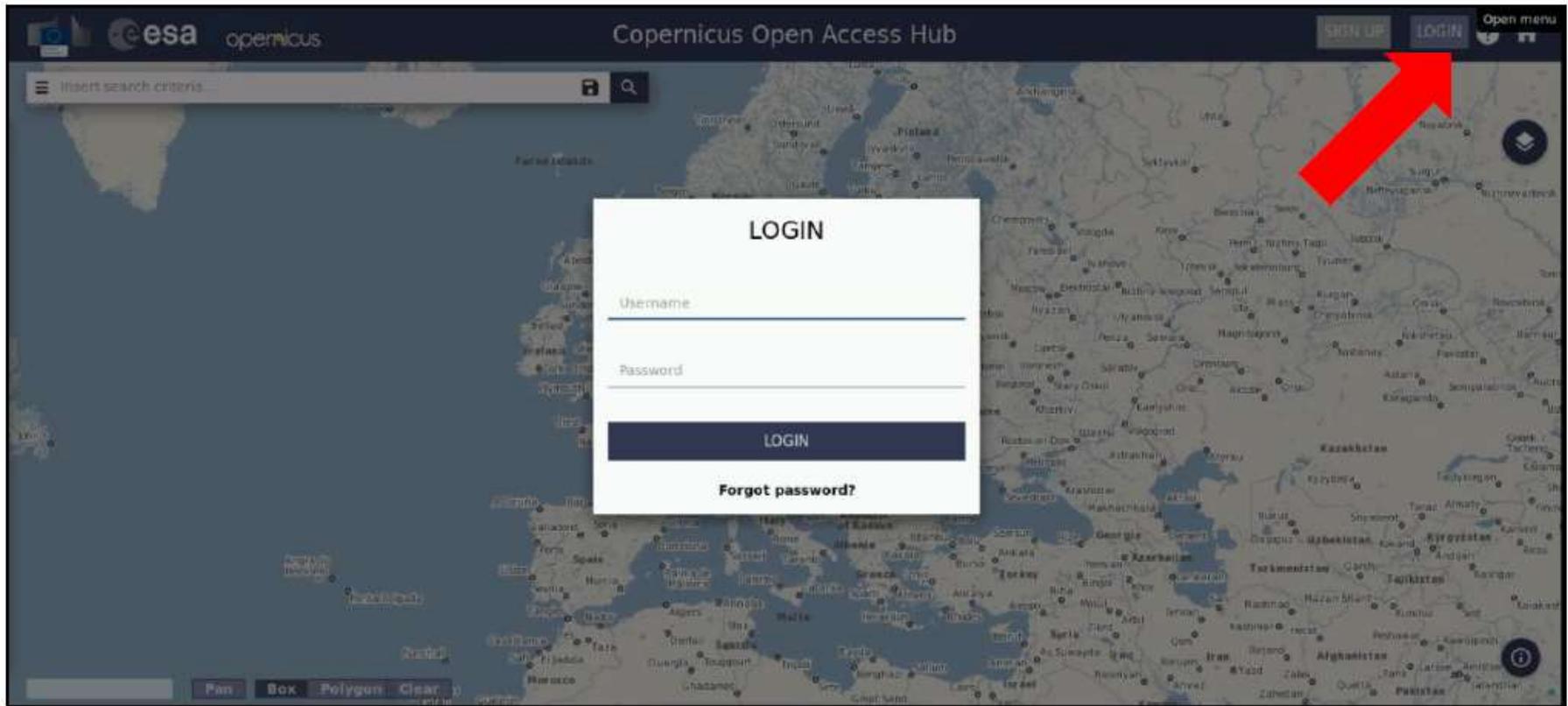
I dati sono disponibili **gratuitamente** agli utenti registrati nell'apposito portale ESA dedicato (*Copernicus Open Access Hub*), disponibile al sito: <https://scihub.copernicus.eu/>



The screenshot shows the Copernicus Open Access Hub website. The header includes the Copernicus logo, the text 'Copernicus Open Access Hub', the ESA logo, and the European Union flag. Below the header is a dark blue banner with the text 'Welcome to the Copernicus Open Access Hub'. Underneath, a paragraph states: 'The Copernicus Open Access Hub (previously known as Sentinels Scientific Data Hub) provides complete, free and open access to Sentinel-1, Sentinel-2 and Sentinel-3 user products, starting from the In-Orbit Commissioning Review (IOCR)'. A row of five navigation buttons is displayed: 'Open Hub' (circled in red), 'API Hub', 'S-3 PreOpsHub', 'User Guide', and 'Roadmap'. Below this row is another dark blue banner with the text 'Access Points'. Underneath, three paragraphs describe the access points: 'Open Access Hub : access point for all Sentinel missions with access to the interactive graphical user interface.', 'API Hub : access point for API users with no graphical interface. All API users regularly downloading the latest data are encouraged to use this access point for a better performance.', and 'Sentinel-3 Pre-operational Hub : pre-operational access point for all users to Sentinel-3 data. Login credentials are s3guest:s3guest'.

Accesso ai dati Sentinel - 2

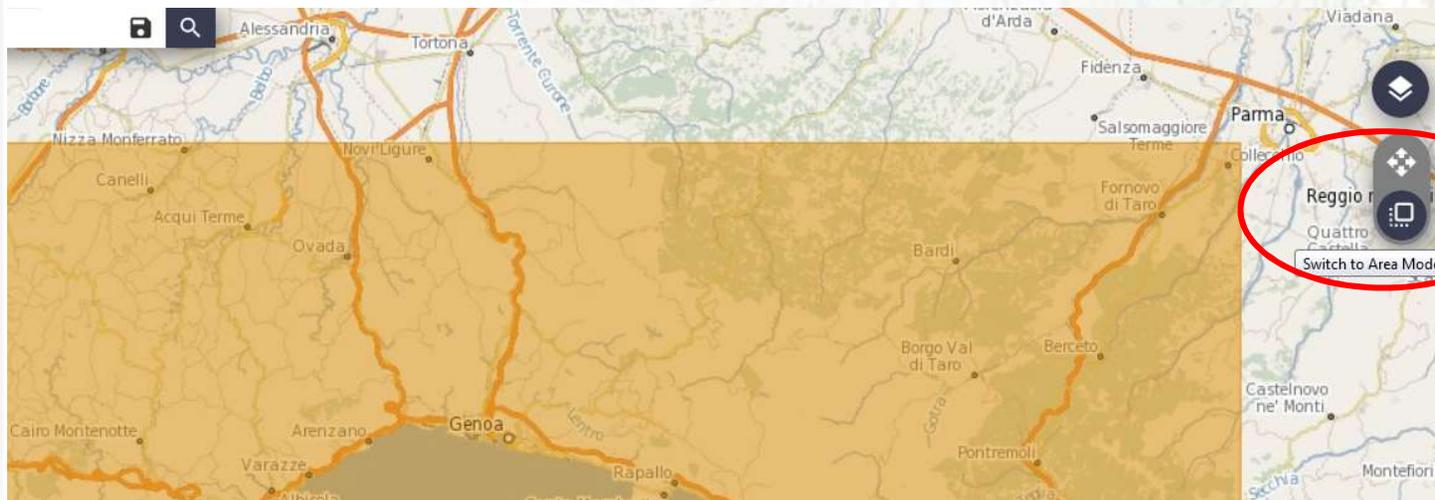
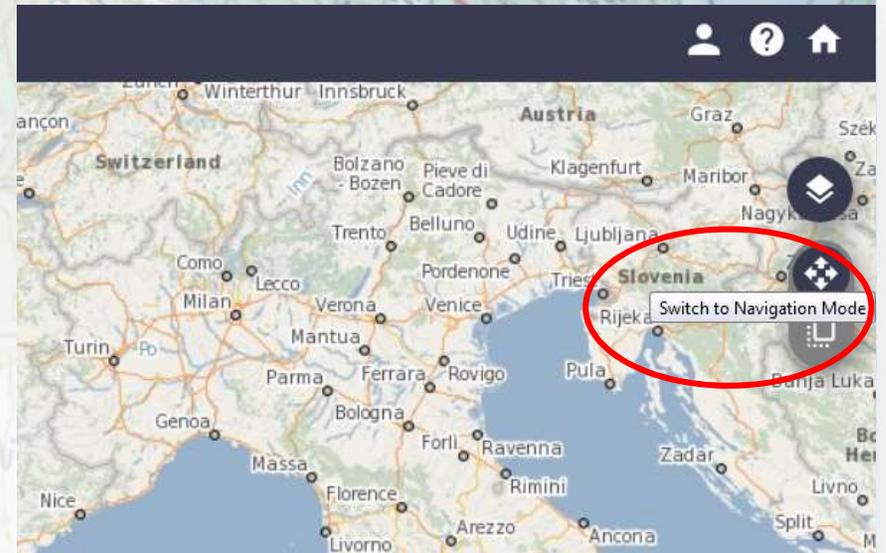
Una volta ottenute le credenziali di accesso, si carica la pagina <https://scihub.copernicus.eu/dhus/> e si provvede al login:



Accesso ai dati Sentinel - 3

A questo punto si effettua uno zoom sull'area da esaminare, utilizzando l'apposito tasto «*Navigation Mode*»:

Una volta inquadrata la zona di interesse, la si seleziona con il tasto «*Area mode*», trascinando un rettangolo che la comprenda.



Accesso ai dati Sentinel - 4

Il passo successivo è quello di scegliere il dato da scaricare:

The screenshot shows the 'Advanced Search' interface for Sentinel data. A red circle highlights the menu icon (three horizontal lines) in the top left corner. A red arrow points from this icon to the search bar. Another red arrow points from the search bar to the search button (magnifying glass icon). A third red arrow points from the search bar to the 'Sensing period' section, which contains a calendar for October 2019. A fourth red arrow points from the search bar to the 'Product Type' dropdown menu, which is currently set to 'S2MSI2A'. A fifth red arrow points from the search bar to the 'Cloud Cover %' dropdown menu, which is currently set to '(e.g. [0 TO 9.4])'. A sixth red arrow points from the search bar to the 'Mission: Sentinel-2' checkbox, which is checked. A seventh red arrow points from the search bar to the search button. A red circle highlights the 'Mission: Sentinel-2' checkbox. A red circle highlights the 'S2MSI2A' option in the 'Product Type' dropdown menu. A red circle highlights the '(e.g. [0 TO 9.4])' option in the 'Cloud Cover %' dropdown menu.

1. Fare clic qui
Per mostrare la finestra

2. Inserire
L'intervallo temporale

3. Selezionare
Il satellite di interesse

4. Selezionare
Il tipo di prodotto, la %
di copertura nuvolosa..

5. Lanciare la ricerca
Cliccando sulla lente

Accessi alternativi ai dati Sentinel

Oltre al sito ufficiale, è possibile collegarsi a molte altre risorse alternative sul Web che consentono lo scarico gratuito delle immagini Sentinel, come:

Il sito americano **USGS**:

<https://earthexplorer.usgs.gov/>

il sito inglese **SEDAS**:

<https://sedas.satapps.org/#tools>

Il sito francese **THEIA**:

<https://www.theia-land.fr/en/data-and-services-for-the-land/>

Può essere vantaggioso collegarsi a questi portali, in quanto spesso forniscono più servizi rispetto ad ESA, come altre piattaforme satellitari, processamento più completo delle immagini (es. L2A sempre presente...), inoltre in alcuni casi è possibile automatizzare selezione e scarico dei dati...

Caratteristiche e struttura dei file

S2A_MSIL2A_20171024T102111_N0206_R065_T32TMO_20171024T140204

Satellite
(S2A/S2B)

Tipologia di
prodotto
(L1C/L2A)

Data ed ora
acquisizione

Tipo
processamento

Orbita

frame
(reticolato UTM)

Data ed ora
processamento

SNAP – SENTINELS APPLICATION PLATFORM ESA

Si tratta di un programma appositamente creato dall'ESA per gestire prodotti Sentinel e di altre piattaforme. Essendo gratuito e di uso semplice, è stato impiegato in Regione Liguria per le elaborazioni descritte più avanti



SNAP – Esplorazione dei dati

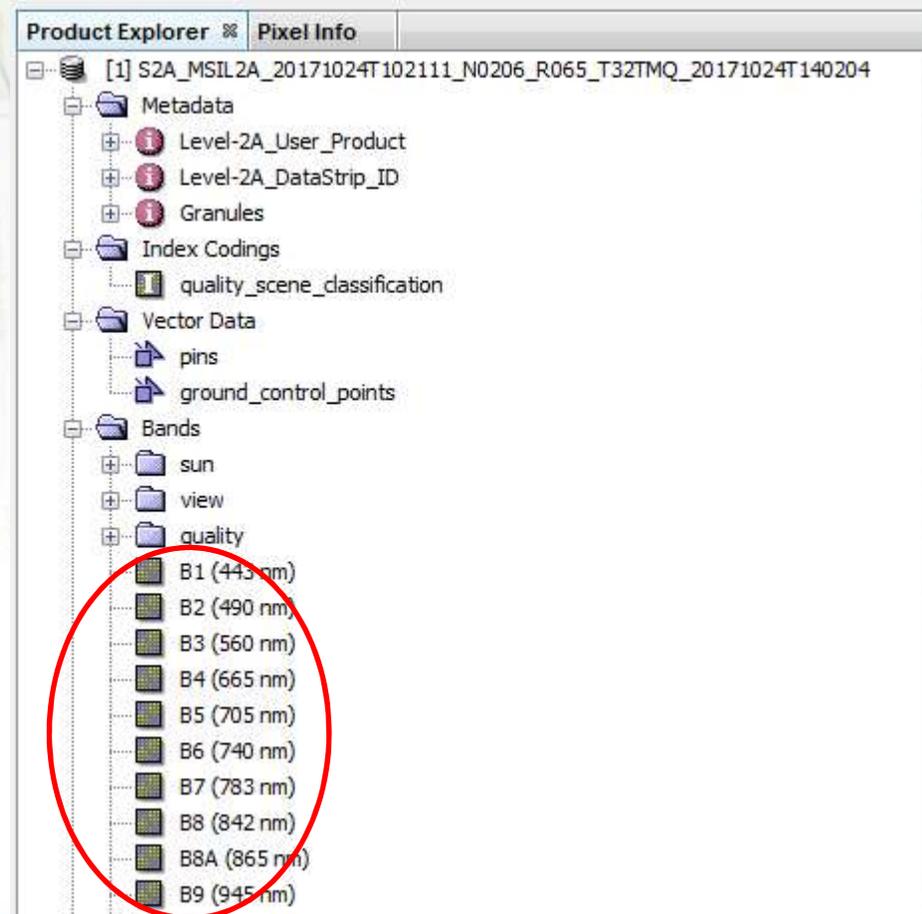
Una volta caricato il dato è possibile vederne le caratteristiche nella finestra «Product Explorer»: tutti gli elementi che lo compongono sono contenuti in una serie di sottocartelle disposte secondo una struttura ad albero:

Cartella principale

Cartelle metadati

Elementi vettoriali

Bande spettrali



SNAP – Caricamento immagini

Per visualizzare le immagini, è possibile caricare una singola banda o una combinazione di bande con un clic nella finestra «Product Explorer»:

The screenshot shows the SNAP software interface. The 'Product Explorer' window on the left displays a tree view of products. A right-click context menu is open over the product '[1] S2A_MSIL2A_201...'. The 'Open RGB Image Window' option is highlighted. A 'Select RGB-Image Channels' dialog box is open in the foreground, showing the 'Profile' set to 'Sentinel 2 MSI Natural Colors' and the channel selection: Red: B4, Green: B3, Blue: B2. The background shows a satellite image of a landscape.

1. Clic destro sul nome

2. Scelta della composizione di bande opportuna

3. Visualizzazione del risultato nella finestra

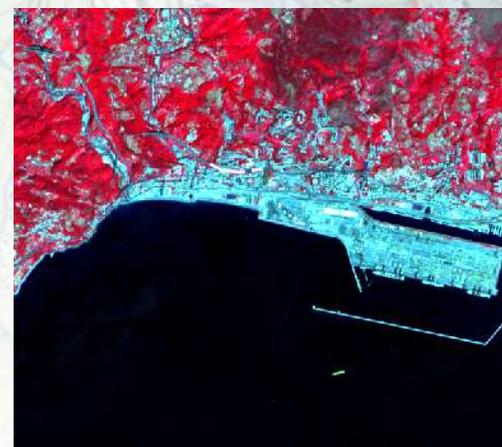
In alternativa, fare doppio clic sulla singola banda per visualizzarla.

Esempi di composizioni RGB

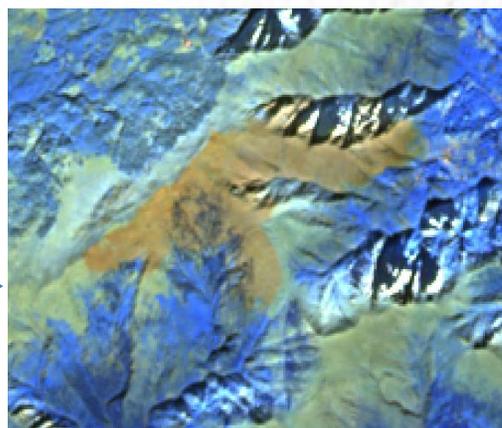
Colori naturali
RGB B4 B3 B2 →



Infrarosso falso colore RGB B8 B4 B3 →



Infrarosso falso colore
RGB B8A B11 B12 →
risoluzione di 20 m



Evidenzia le aree incendiate

SNAP – funzionalità e applicazioni sperimentate

- **Creazione di indici a partire dalle bande spettrali (NBR, NDVI) →** individuazione aree percorse dal fuoco, variazioni di biomassa vegetale
- **Classificazioni** automatiche e semiautomatiche delle immagini
- **«Graph Editor»:** disegno di flussi di lavoro tramite diagrammi a blocchi
- **«Batch Processing»:** estensione dei flussi di lavoro impostati a serie di immagini omologhe
- **«Time Series»:** analisi del risultato del batch processing pixel per pixel e controllo dell'evoluzione di un parametro al trascorrere del tempo

Tutorial disponibili online

Sul sito ufficiale dell' ESA (sezione «Documentation») sono disponibili numerosi tutorial video che approfondiscono le varie funzionalità:



The screenshot shows the ESA STEP Documentation Tutorials page. The header includes the ESA logo and the text "step science toolbox exploitation platform". The navigation menu has tabs for ESA, STEP, TOOLBOXES, DOWNLOAD, GALLERY, DOCUMENTATION (selected), COMMUNITY, and THIRD PARTY PLUGINS. A search bar is located in the top right. The left sidebar lists various toolboxes: Sentinel 1, 2, and 3, SMOS, Proba-V, PolSARpro, Download, Community, and Useful Links. Below the sidebar is a "SNAP SURVEY" banner. The main content area is titled "Tutorials" and includes a breadcrumb trail: Home > Documentation > Tutorials. It features a "TUTORIAL CATEGORIES" section with links for SNAP (General toolbox usage), SENTINEL-1 TOOLBOX (SAR applications), SENTINEL-2 TOOLBOX (High resolution optical applications), SENTINEL-3 TOOLBOX (Medium resolution optical applications), ESA TRAINING COURSES (ESA Training Courses), EXTERNAL RESOURCES (External Resources), and ALL (All tutorials). A search box indicates "SEARCH (16 tutorials found)". Below this is a "SELECTED: SNAP (1 to 12 / 16)" section with a "Sort By (Tutorial Name)" dropdown. Two tutorial cards are visible: "Analysis Tools: Statistics and Profile Plot" (December 29, 2015) and "Band Math" (January 19, 2016). On the right side, there is a "seom" logo (scientific exploitation of operational missions) and a "2018" section with a "Mapping Urban Areas from Space (MUAS 2018)" article. Below that is "EO Open Science 2018" and "8th Advanced Land Training Course". A "2017" section is also visible at the bottom right.

Esempi di applicazioni pratiche nel campo dello studio del territorio

Vediamo alcuni esempi delle applicazioni allo studio del territorio delle funzionalità di SNAP utilizzate sulle immagini Sentinel-2:

- **VARIAZIONI TEMPORALI DI BIOMASSA VEGETALE**
- **INDIVIDUAZIONE AREE PERCORSE DAL FUOCO**
- **CLASSIFICAZIONI AUTOMATICHE E SEMIAUTOMATICHE DEL TERRITORIO PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE AREE URBANIZZATE**

Variazioni di biomassa vegetale

E' stato calcolato in ambiente SNAP l'indice **NDVI** di immagini della stessa zona riprese in 2 anni successivi (2016 e 2017) ed è stata computata la differenza matriciale pixel a pixel dei 2 indici: $NDVI_{2016} - NDVI_{2017}$; in questo modo sono state evidenziate zone che hanno subito una forte diminuzione di tale indice e quindi di biomassa vegetale.

Tale situazione può indicare varie problematiche connesse allo stato di salute della vegetazione.

NDVI – Normalized Difference Vegetation Index

L'indice NDVI si basa sulla risposta della vegetazione nella banda del rosso e in quella dell'infrarosso vicino e medio

DN

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$



La variazione temporale dell'NDVI evidenzia zone caratterizzate da una variazione di biomassa vegetale. La diminuzione può essere provocata da diverse cause: taglio boschivo, incendio, stress idrico, fitopatologia.

Variazioni di biomassa vegetale causate dagli incendi

Incendio intercorso tra il 2016 ed il 2017

Immagine IR 2016
(alto valore di NDVI)

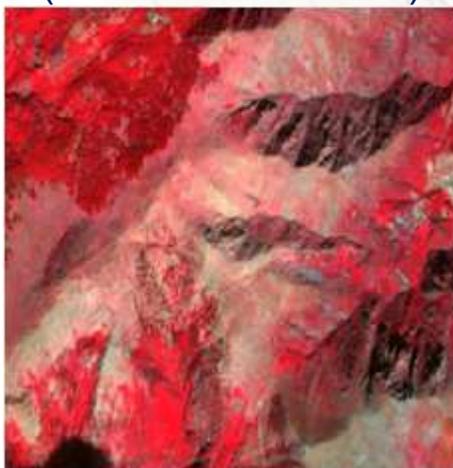


Immagine IR 2017
(basso valore di NDVI)



NDVI2016- NDVI2017



L'aspetto delle aree è sfumato, non netto, senza ombre ma molto circoscritto e facilmente localizzabile

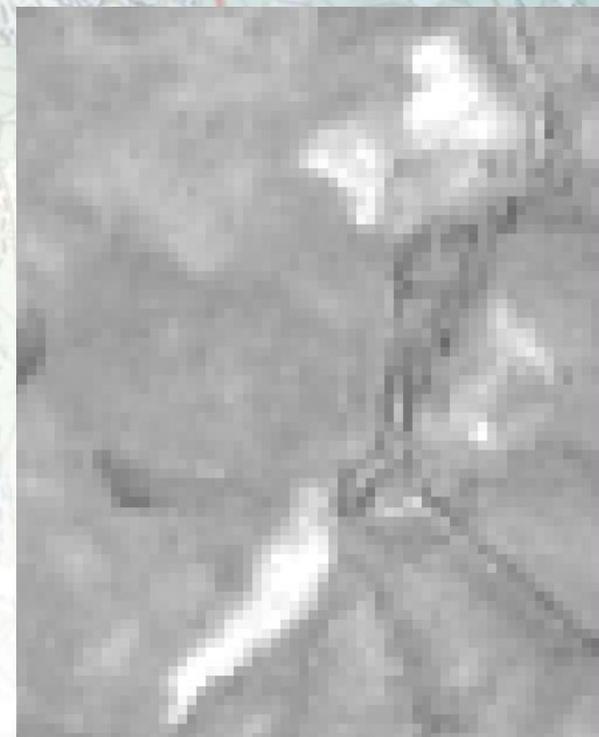
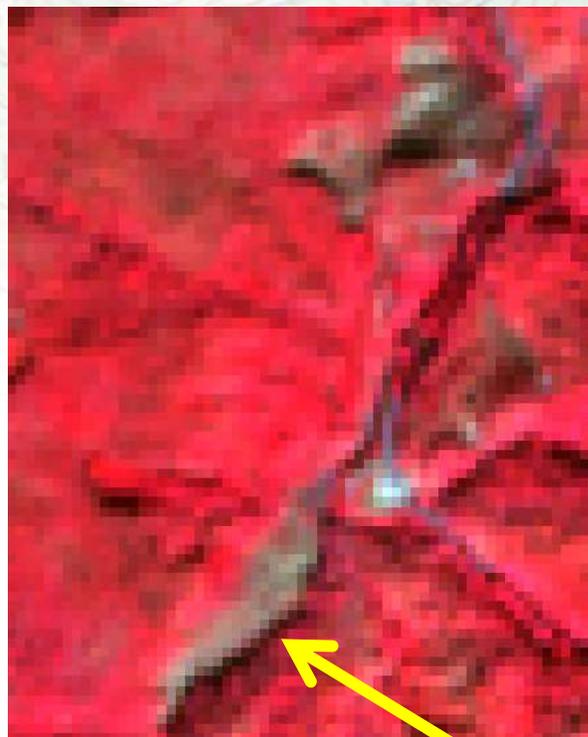
Variazioni di biomassa dovute a tagli boschivi

Disboscamento occorso tra il 2016 ed il 2017

False color IR 2016

False color IR 2017

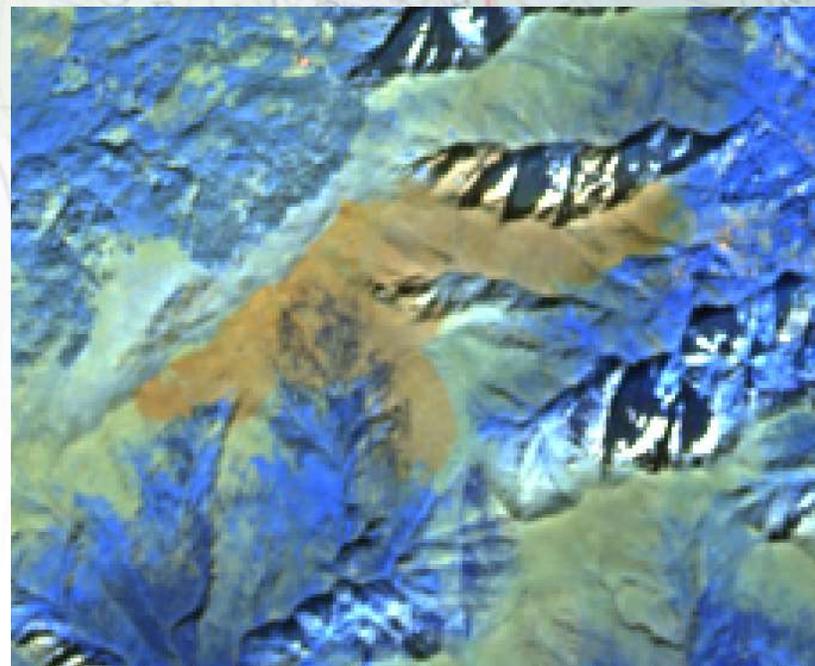
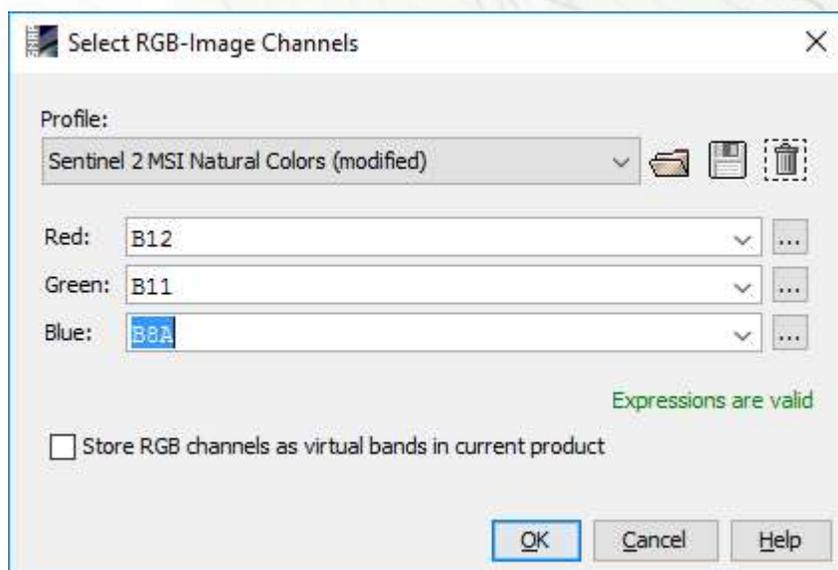
NDVI2016- NDVI2017



L'aspetto delle aree è molto netto e le ombre sono molto marcate

Individuazione delle aree percorse dal fuoco

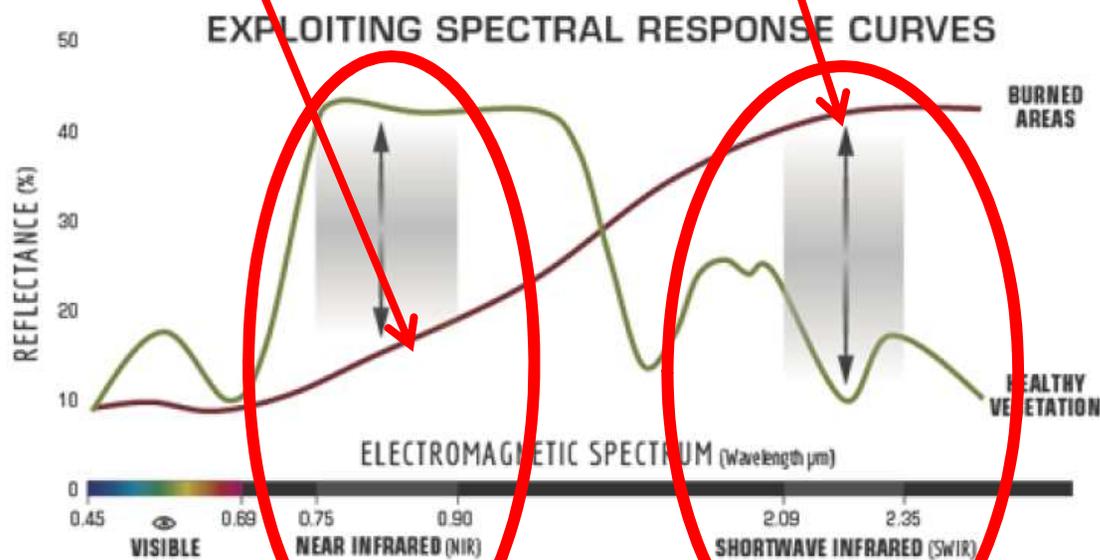
La piattaforma Sentinel-2 acquisisce porzioni di spettro elettromagnetico (bande **B8A**, **B11**, **B12**) molto adatte alla individuazione delle aree percorse dal fuoco.



La composizione RGB indicata in figura evidenzia chiaramente il perimetro dell'area bruciata tra gli anni 2016 e 2017...

Indice NBR - Normalized Burn Ratio

La vegetazione in buona salute ha una riflettanza molto alta nel infrarosso vicino **NIR** e bassa nello **SWIR**, mentre le aree bruciate hanno comportamento opposto.

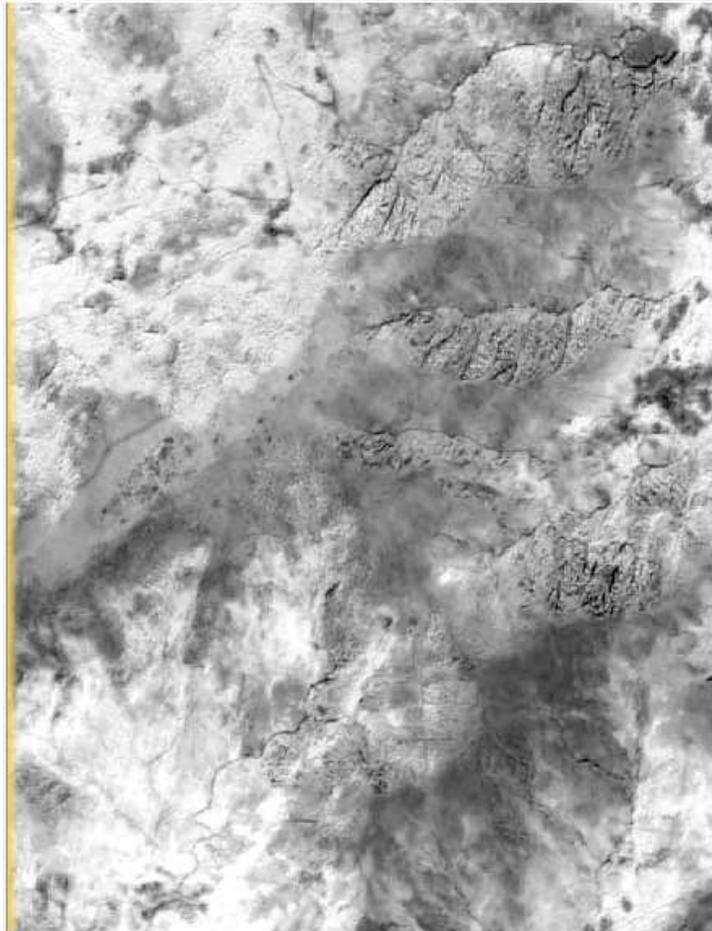


$$NBR = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

Un alto valore di NBR indica quindi **vegetazione in salute** mentre un valore **basso** indica **aree bruciate** di recente o terreno nudo.

Confronto dell'Indice NBR fra due anni diversi

2016

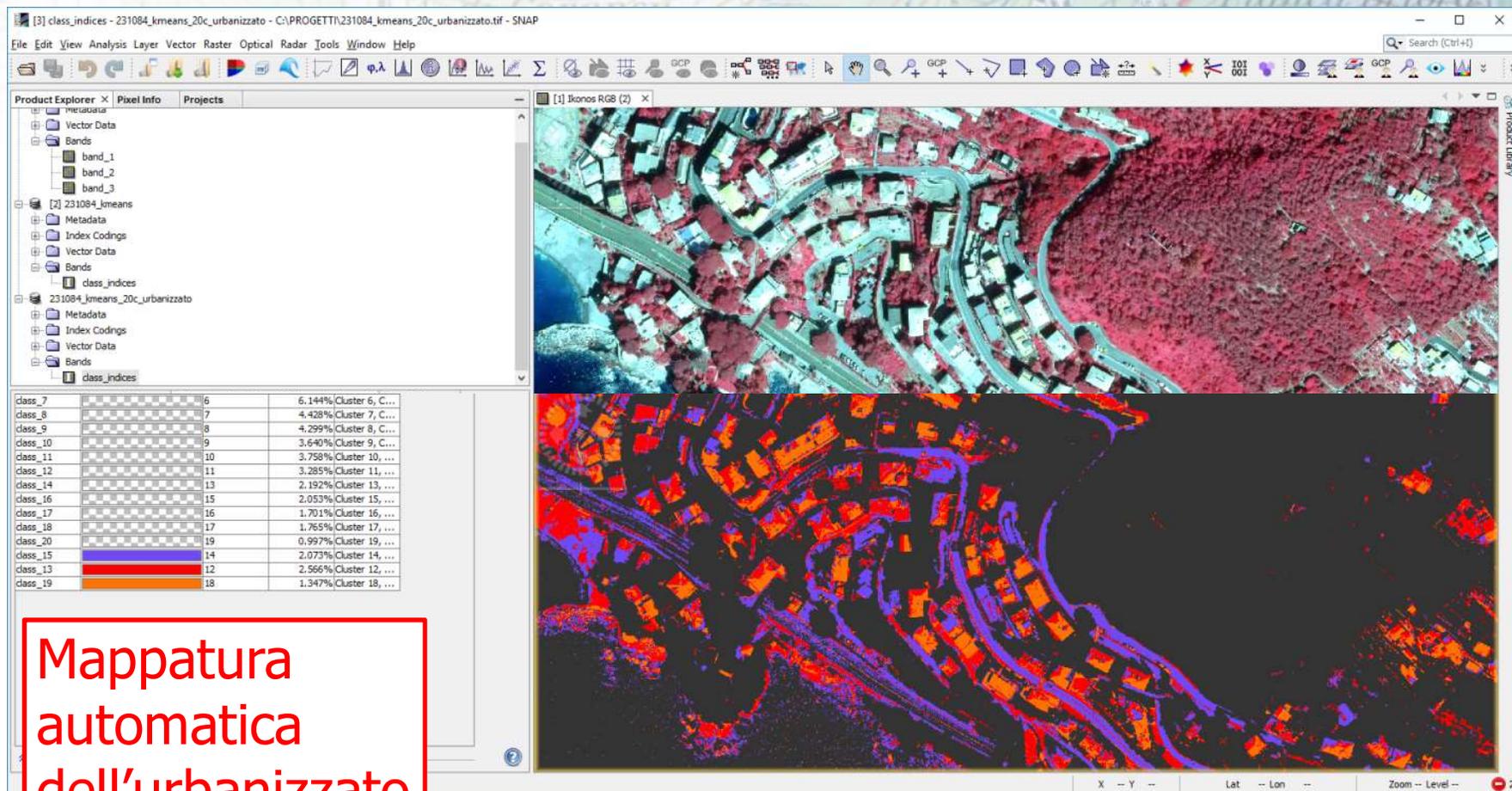


2017



Classificazione automatica delle immagini

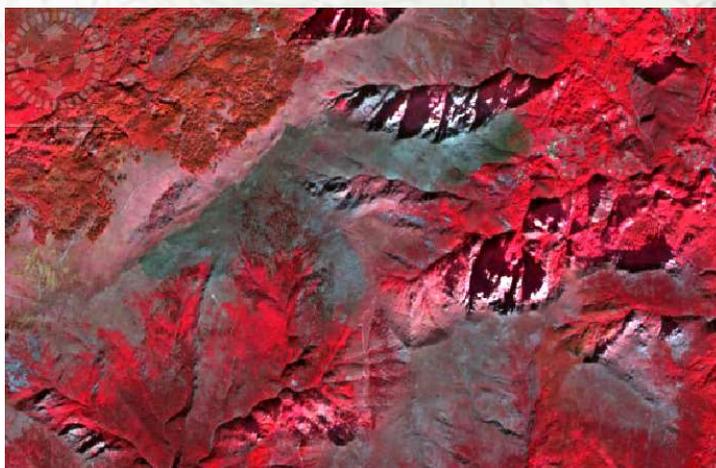
Con le classificazioni facciamo un primo timido approccio al mondo dell'AI...
Il software individua in automatico gruppi di pixel omogenei (cluster), in base al loro valore di DN e li assegna a classi distinte. L'operatore sceglie poi quelle di interesse



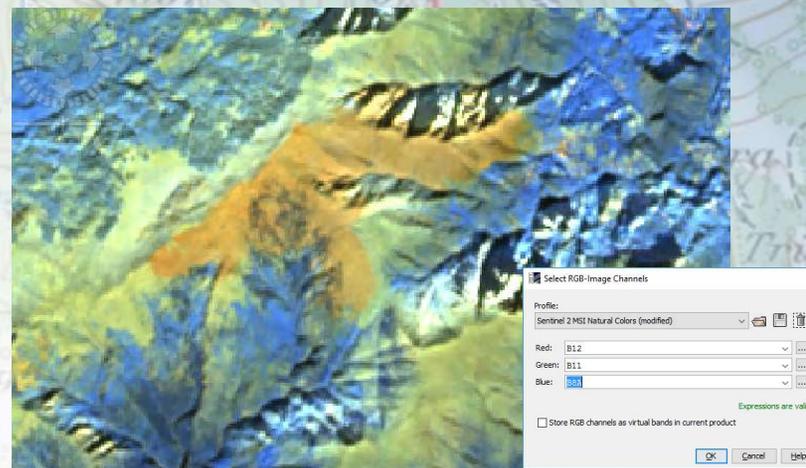
Cluster	Percentage
class_7	6.144%
class_8	4.428%
class_9	4.299%
class_10	3.640%
class_11	3.758%
class_12	3.285%
class_14	2.192%
class_16	2.053%
class_17	1.701%
class_18	1.765%
class_20	0.997%
class_15	2.073%
class_13	2.566%
class_19	1.347%

Mappatura automatica dell'urbanizzato

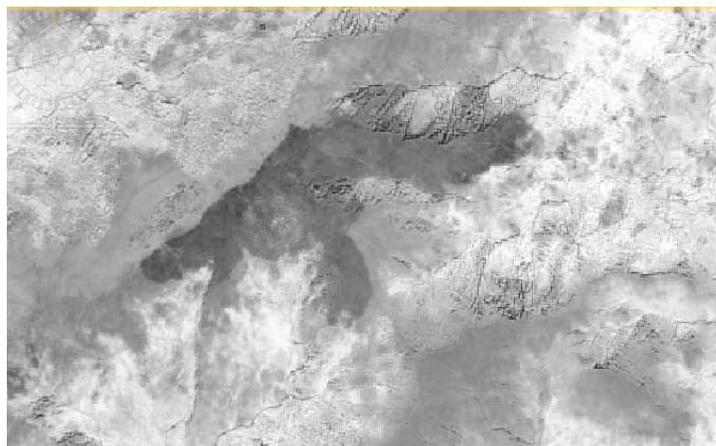
False color IR 2017



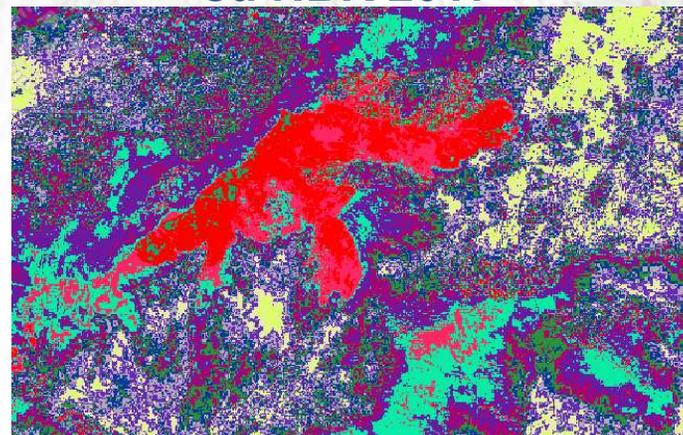
False color rgb:12,11,8a



NBR 2017

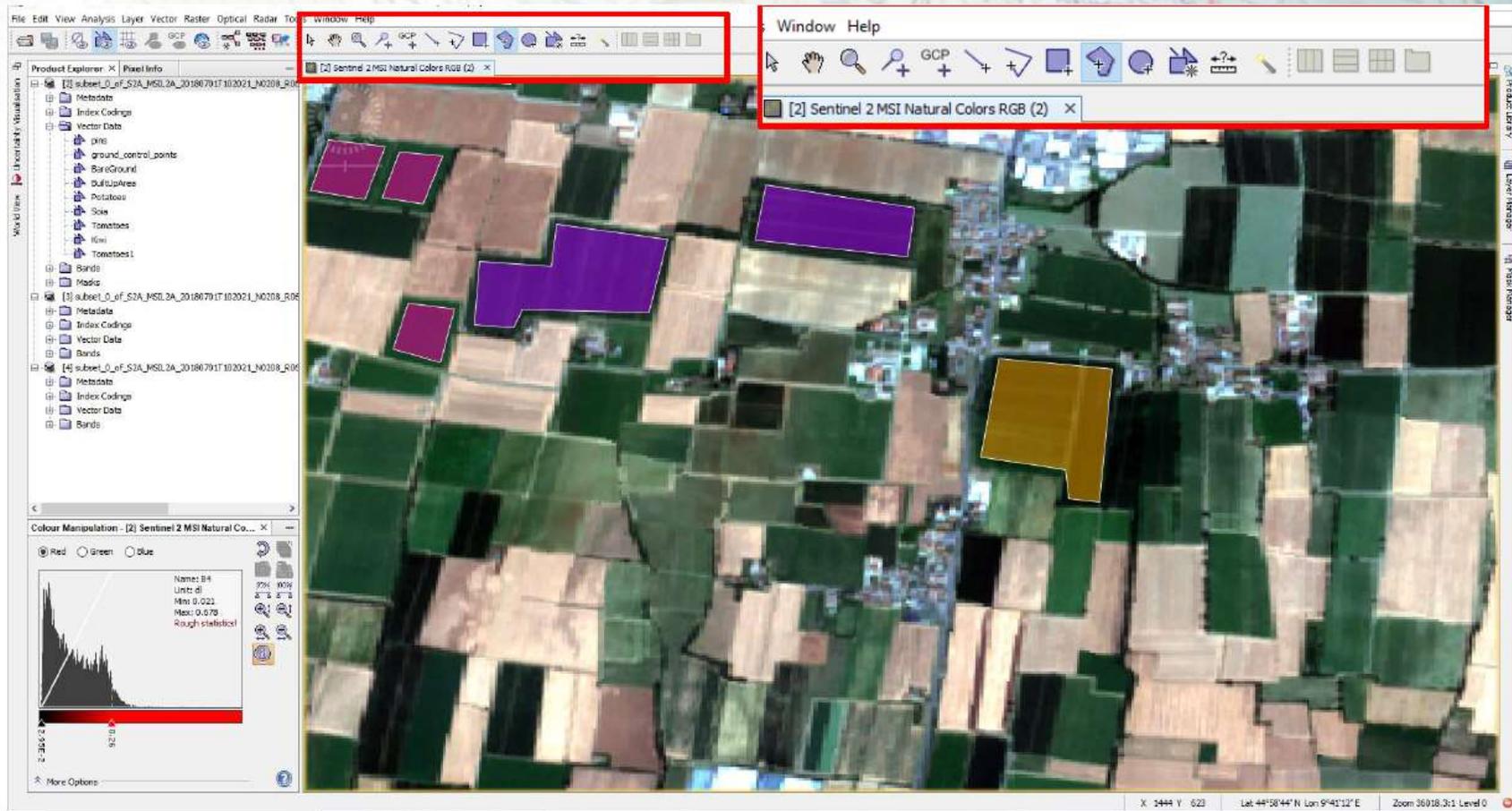


**Classificazione automatica
su NBR 2017**



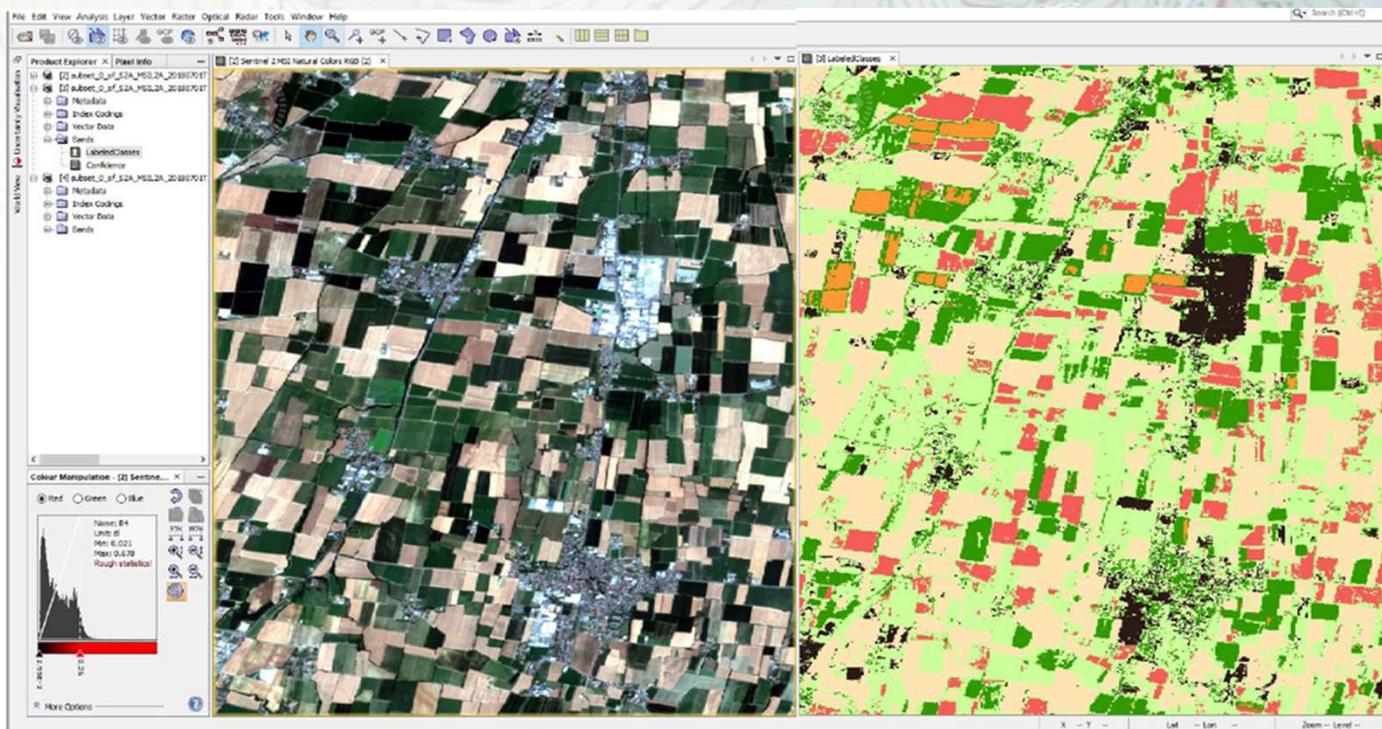
Classificazione semiautomatica delle immagini

Si individuano a priori delle aree di training, disegnando dei poligoni corrispondenti a determinati elementi del territorio (coltivi, foreste., ecc...) con caratteristiche spettrali ben definite, per addestrare l'algoritmo di *machine learning* a cercare quelle determinate tipologie di aree nel resto dell'immagine:



Visualizzazione dei risultati ed esportazione dell'output

L'algoritmo suddivide l'immagine in classi distinte secondo la firma spettrale degli elementi e le indicazioni dell'operatore: coltivi, foreste, urbanizzato...



I risultati dell'operazione di classificazione sono immagini in cui ad ogni colore corrisponde una classe di oggetti, che possono essere esportate per consentire una loro ulteriore elaborazione in ambiente GIS

SITAR - CASI DI STUDIO SPECIFICI

- Sperimentazione sulla mappatura automatica delle **AREE INCENDIATE 2016 - 2017** tramite misura della variazione dell'indice NBR calcolato su immagini Sentinel 2.
- Studio dei **cambiamenti dell'USO DEL SUOLO** tramite algoritmi di *Change Detection* e variazione dell'indice NDVI da immagini Sentinel 2, coadiuvate da un riscontro in ambiente Google Earth o Esri Image.
- Tutti le attività sono state effettuate con **immagini e programmi gratuiti**.

AREE INCENDIATE 2016-2017

SNAP - Individuazione delle aree incendiate tramite la
variazione (differenza matriciale pixel a pixel)
dell'indice NBR tra il 2016 e il 2017 → **geometrie non datate**

SNAP - Time series di immagini, una al mese

SNAP - **Datazione più precisa degli incendi**

Individuazione delle aree incendiate

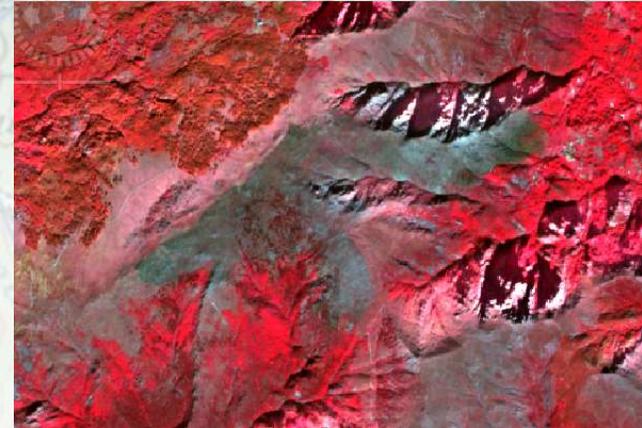
1. Ricerca di immagini Sentinel 2 acquisite nella stessa stagione, ma di due anni consecutivi
2. Ricampionamento di tutte le bande (a 10 m) per poter eseguire operazioni di algebra matriciale «pixel a pixel».
3. Calcolo dei valori di NBR per ogni anno
4. Differenza degli NBR 2017 – NBR 2016
5. Classificazione dell'immagine risultante → aree incendiate
6. Vettorializzazione

Differenza NBR 2017 – NBR 2016 → classificazione automatica

False color IR 2016



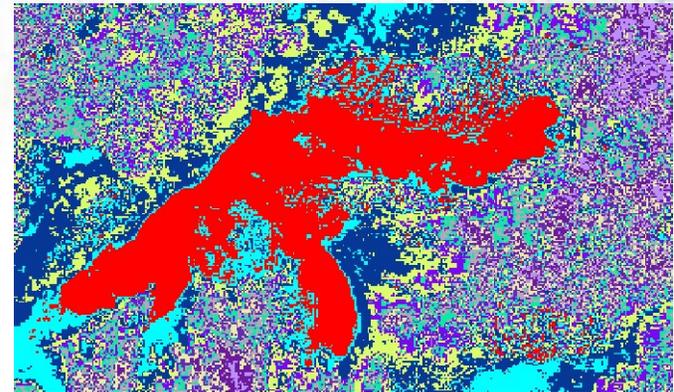
False color IR 2017



NBR2017-NBR2016

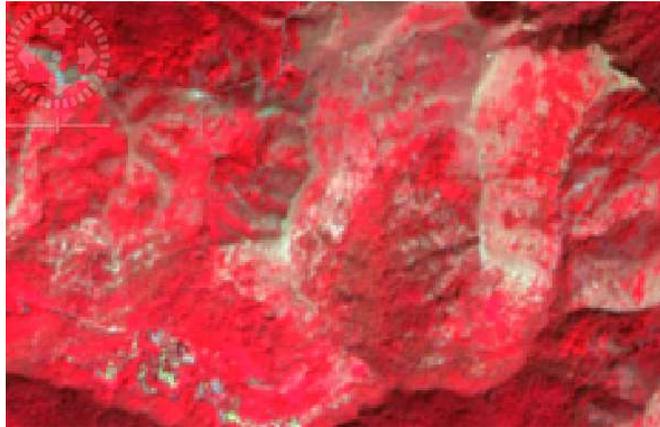


Classificazione Unsupervised



Differenza NBR 2017 – NBR 2016 → classificazione automatica

False color IR 2016



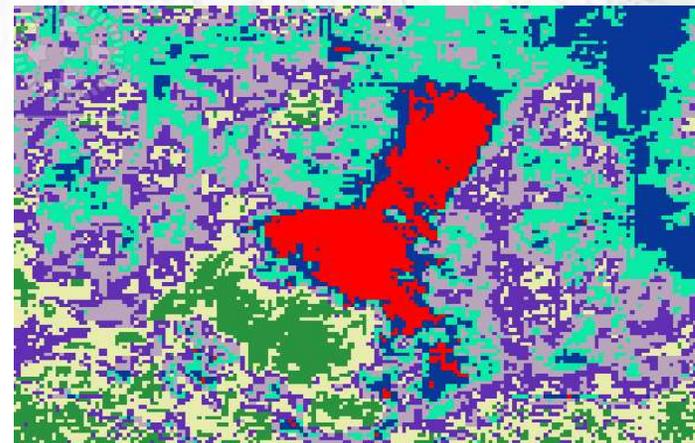
False color IR 2017



NBR2017-NBR2016

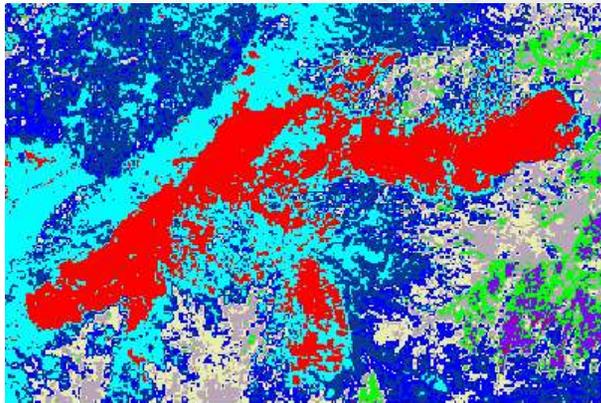


Classificazione Unsupervised

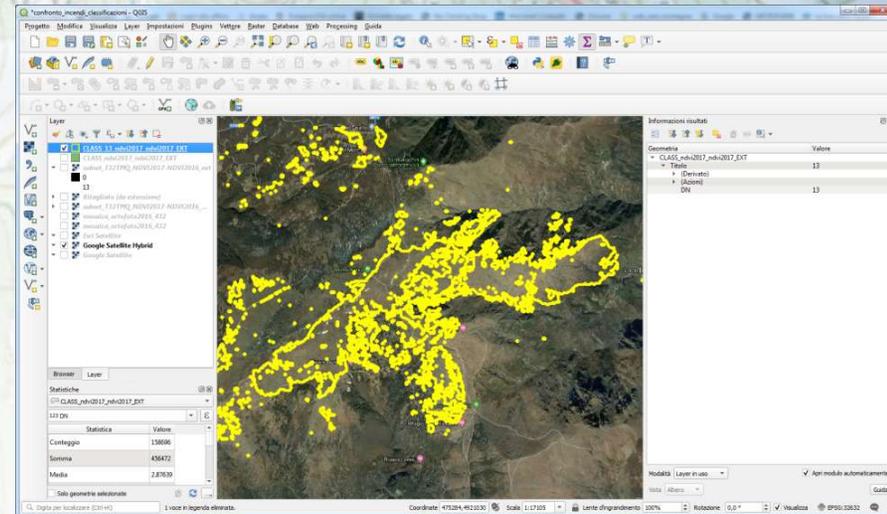


Vettorializzazione dei risultati in QGIS

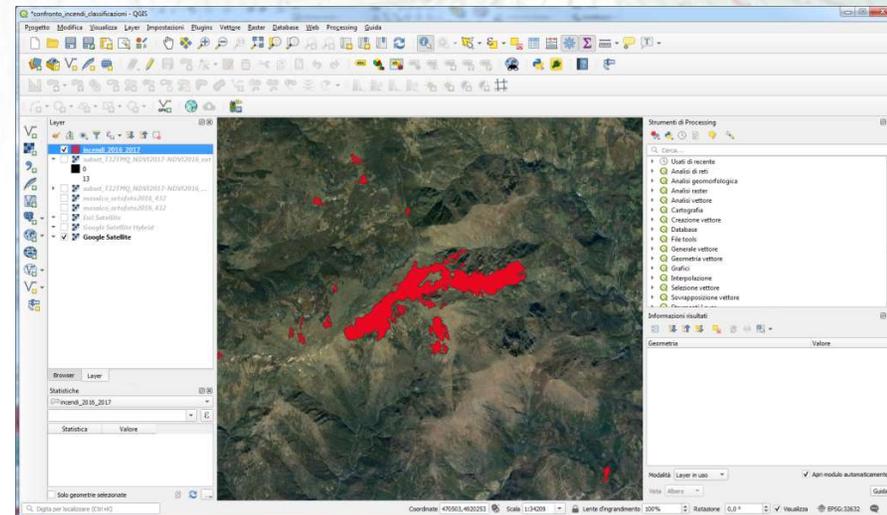
Classificazione Unsupervised



→
Raster
to
Vector



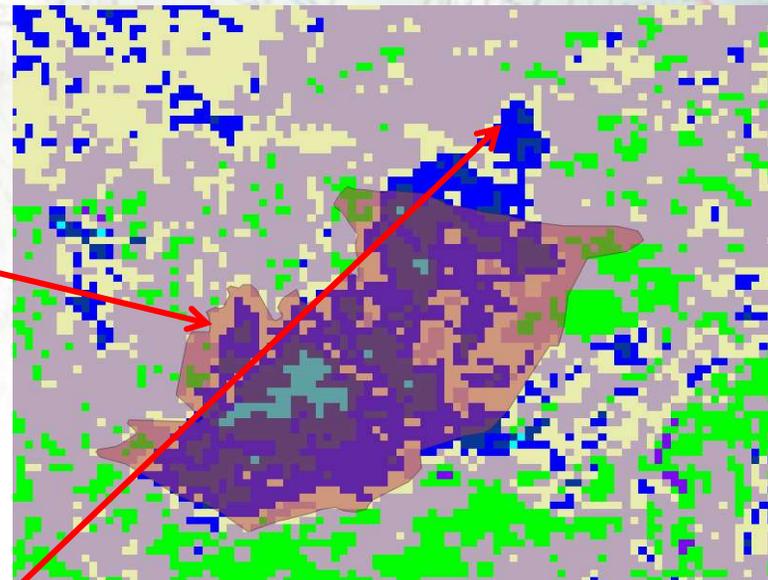
Semplificazione
delle geometrie
frammentate



Confronto con i dati vettoriali di archivio

Sono stati confrontati i risultati ottenuti da questo metodo con i contorni degli incendi rilevati a terra nel 2016, rilevando una migliore precisione del dato satellitare rispetto a quello acquisito sul terreno.

Dato vettoriale in archivio.
Data Incendio 20161008



Dato ottenuto col confronto degli indici calcolati in anni diversi (pre e post evento)

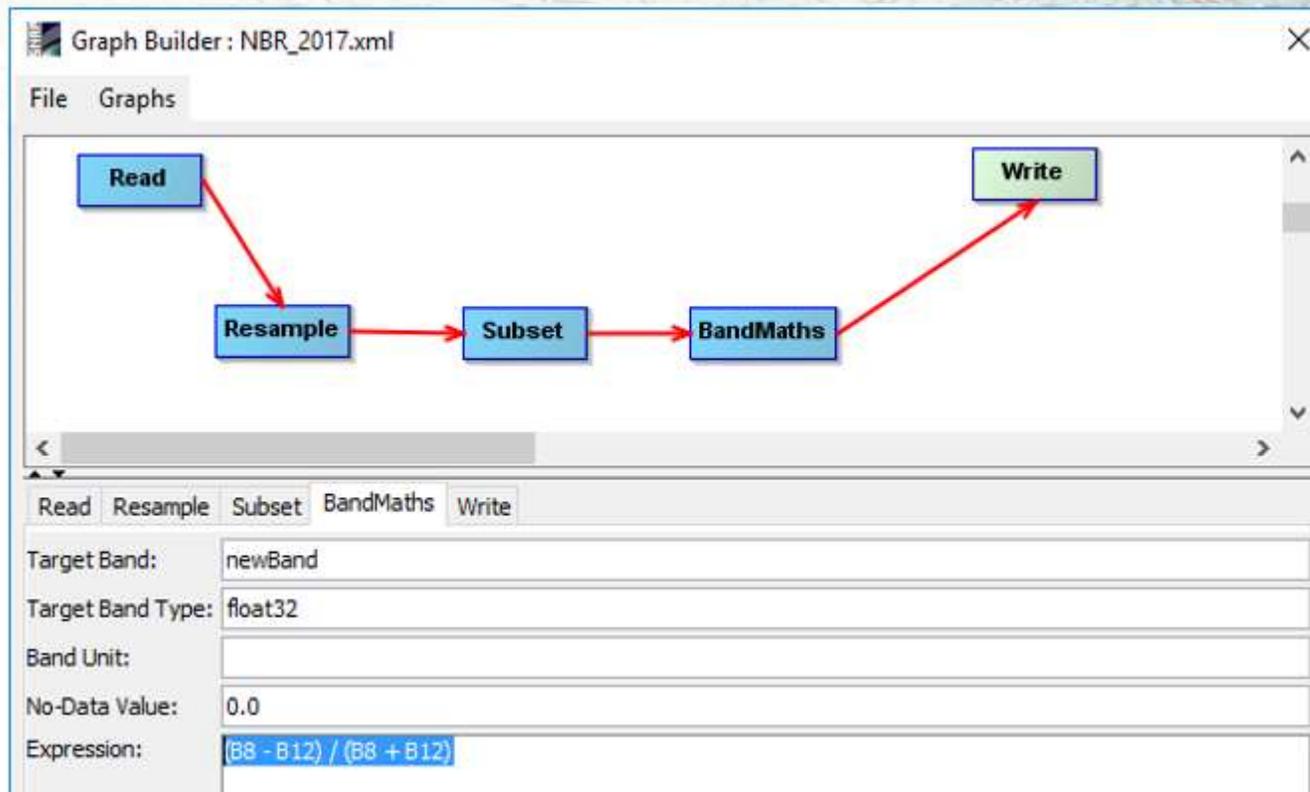
Procedura per la datazione degli incendi

Sono state applicate alcune funzioni di SNAP che permettono di creare flussi di lavoro tramite diagrammi a blocchi (**Graph Builder**), applicarli in batch a liste di immagini relative alla stessa porzione territoriale acquisite in momenti diversi (**Batch Processing**) ed infine controllare a livello di singolo pixel l'evoluzione di indici o parametri nel tempo (**Time Series**).

Graph Editor → Batch Processing → Time Series

Graph Builder

Consente di creare un flusso di lavoro rappresentato da una sequenza di funzioni che vengono applicate in successione alle immagini di input, nel nostro caso: ricampionamento (resample), estrazione di una porzione (subset) e calcolo NBR (Band Maths):



Batch Processing

Applica il flusso di lavoro creato in precedenza, automaticamente ad una serie di immagini della stessa zona riprese in tempi diversi, nel nostro caso una al mese (se disponibili):

Batch Processing : NBR_2017.xml

File Graphs

I/O Parameters Resample Subset BandMaths

File Name	Type	Acquisition	Track	Orbit
S2A_MSIL2A_20160522T10...	S2_MSI_Level-...	22May2016	99999	99999
S2A_MSIL2A_20171014T10...	S2_MSI_Level-...	14Oct2017	99999	99999
S2A_MSIL2A_20160909T10...	S2_MSI_Level-...	09Sep2016	99999	99999
S2A_MSIL2A_20170616T10...	S2_MSI_Level-...	16Jun2017	99999	99999
S2A_MSIL1C_20170107T10...	S2_MSI_Level-1C	07Jan2017	99999	99999

5 Products

Target Folder

Save as: BEAM-DIMAP

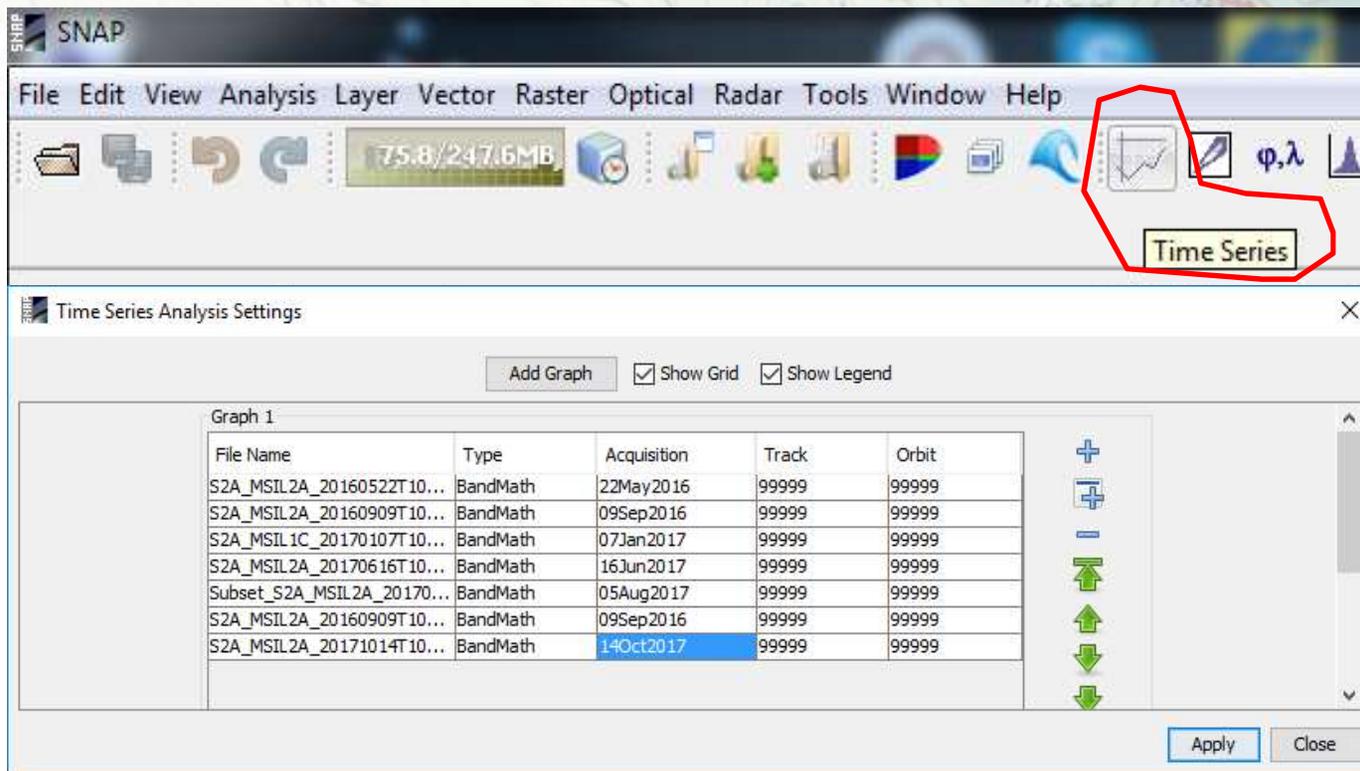
Directory:
C:\TELERILEVAMENTO\AREE_INCENDIATE\time_series_NBR\out

Skip existing target files Keep source product name

Load Graph Run Close Help

Time Series

Dopo aver ordinato cronologicamente i risultati del Batch Processing, si analizzano i valori dell'indice calcolato nei punti di interesse in funzione del tempo, in modo da determinare la data approssimativa dell'incendio:



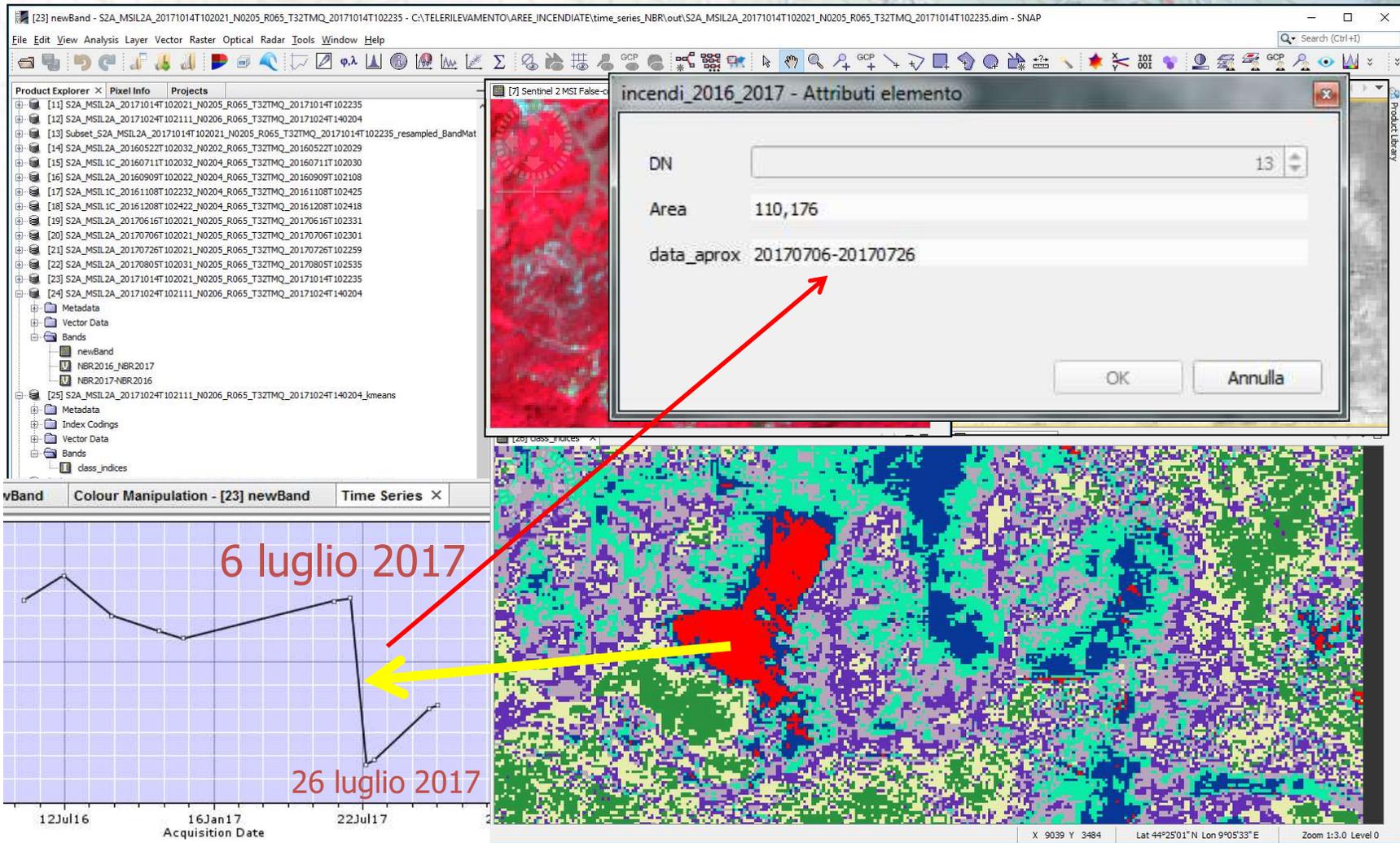
Time Series Analysis Settings

Add Graph Show Grid Show Legend

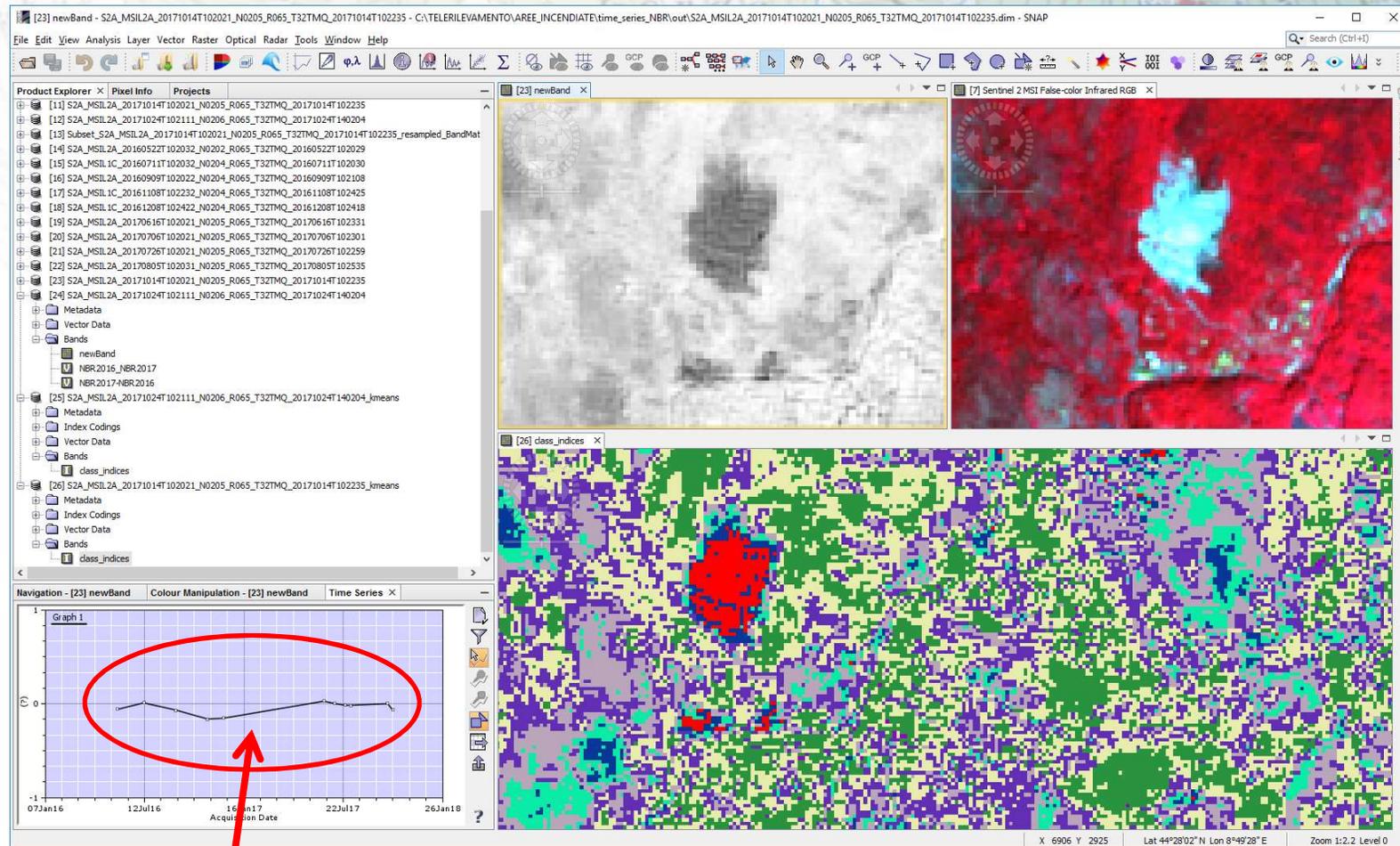
File Name	Type	Acquisition	Track	Orbit
S2A_MSIL2A_20160522T10...	BandMath	22May2016	99999	99999
S2A_MSIL2A_20160909T10...	BandMath	09Sep2016	99999	99999
S2A_MSIL1C_20170107T10...	BandMath	07Jan2017	99999	99999
S2A_MSIL2A_20170616T10...	BandMath	16Jun2017	99999	99999
Subset_S2A_MSIL2A_20170...	BandMath	05Aug2017	99999	99999
S2A_MSIL2A_20160909T10...	BandMath	09Sep2016	99999	99999
S2A_MSIL2A_20171014T10...	BandMath	14Oct2017	99999	99999

Apply Close

Time series dell'andamento dell'indice NBR → datazione degli eventi



Andamento dell'NBR senza variazioni nel tempo



NBR costante nel periodo indagato → non ci sono variazioni → cava

Studio speditivo delle variazioni dell'uso del suolo

Individuazione poligoni da aggiornare tramite algoritmi di *Change Detection* e variazione dell'indice NDVI tra il 2016 e il 2018 su immagini Sentinel 2

Aggiornamento dei dati tramite controllo su immagini Google Earth e Esri Satellite che hanno risoluzione geometrica più elevata delle Sentinel

Inserimento delle sole modifiche in un DB storicizzato

Gli algoritmi di Change Detection indicano dove focalizzare lo studio

Uso suolo 2016



Change Detection 2016 - 2018



Sono evidenziati in verde aumenti e in giallo le diminuzioni del valore del DN dal 2016 al 2018 oltre una certa soglia impostata

Poligoni da aggiornare



Sulle immagini Google satellite si valutano in dettaglio le modifiche da effettuare

Uso suolo 2018



Alcune considerazioni

Le attività fin qui sperimentate risultano promettenti, ma sono state portate avanti sinora secondo un approccio «tradizionale», con alcuni svantaggi:

- Frequenti interventi dell'operatore
- Difficoltà nel definire le giuste soglie per evidenziare i fenomeni in immagini diverse
- Problemi nel trattare grosse moli di dati
- Processi laboriosi e poco automatizzati

Un uso più esteso e «consapevole» delle funzionalità di **AI**, migliorerebbe nettamente la performance nell'analisi e gestione di grandi quantità di informazioni, consentendoci di passare più facilmente dalla fase di pura sperimentazione a quella operativa su tutto il territorio regionale e per intervalli temporali più estesi.

SE SIETE SOPRAVVISSUTI FINO A QUI ...



GRAZIE PER L'ATTENZIONE!