

# Remote sensing – Esercitazione : introduzione e casi applicativi in ecologia del paesaggio.



Flavio Marzialetti

[flavio.marzialetti@unimol.it](mailto:flavio.marzialetti@unimol.it)  
[paesaggiogis@gmail.com](mailto:paesaggiogis@gmail.com)



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE

**EnviXLAB**  
ricerca | progetti | didattica

**ROMA TRE**  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

## Scopo dell'esercitazione:

Scopo del esercitazione è la mappatura automatica della Riserva Naturale Regionale Lago di Vico, in provincia di Viterbo (Lazio).

L'area comprende una caldera di sprofondamento vulcanica attualmente occupata dal Lago di Vico.

Il parco è costituito da una mosaicatura di ambienti con Faggete che si estendono principalmente lungo il Monte Venere e Monte Fogliano, Cerrete nei versanti e luoghi maggiormente assolati.

Un'ampia fascia di terreni coltivati nei settori settentrionali e orientali, zone costruite lungo il paese di Caprarola e nella zona sud il porto di Punta del Lago.

Una fascia ripariale di alberature da Pioppo (*Populus nigra*), Ontano (*Alnus glutinosa*) e Farnia (*Quercus robur*).

L'esercitazione comprenderà i seguenti passaggi:

1. Scelta dell'immagine Sentinel-2 da analizzare e comprensione dei metadati;
2. Ritaglio dell'immagine Sentinel-2 all'estensione della riserva Lago di Vico;
3. Calcolo degli indici spettrali NDVI / BI / NDWI;
4. Classificazione automatica tramite K-means della Riserva di Lago di Vico;
5. Esportazione della classificazione prodotta.



# 1. Scelta dell'immagine Sentinel-2 da analizzare e comprensione dei metadati

i) Registrazione su Copernicus Open Access Hub <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>

Successivo login

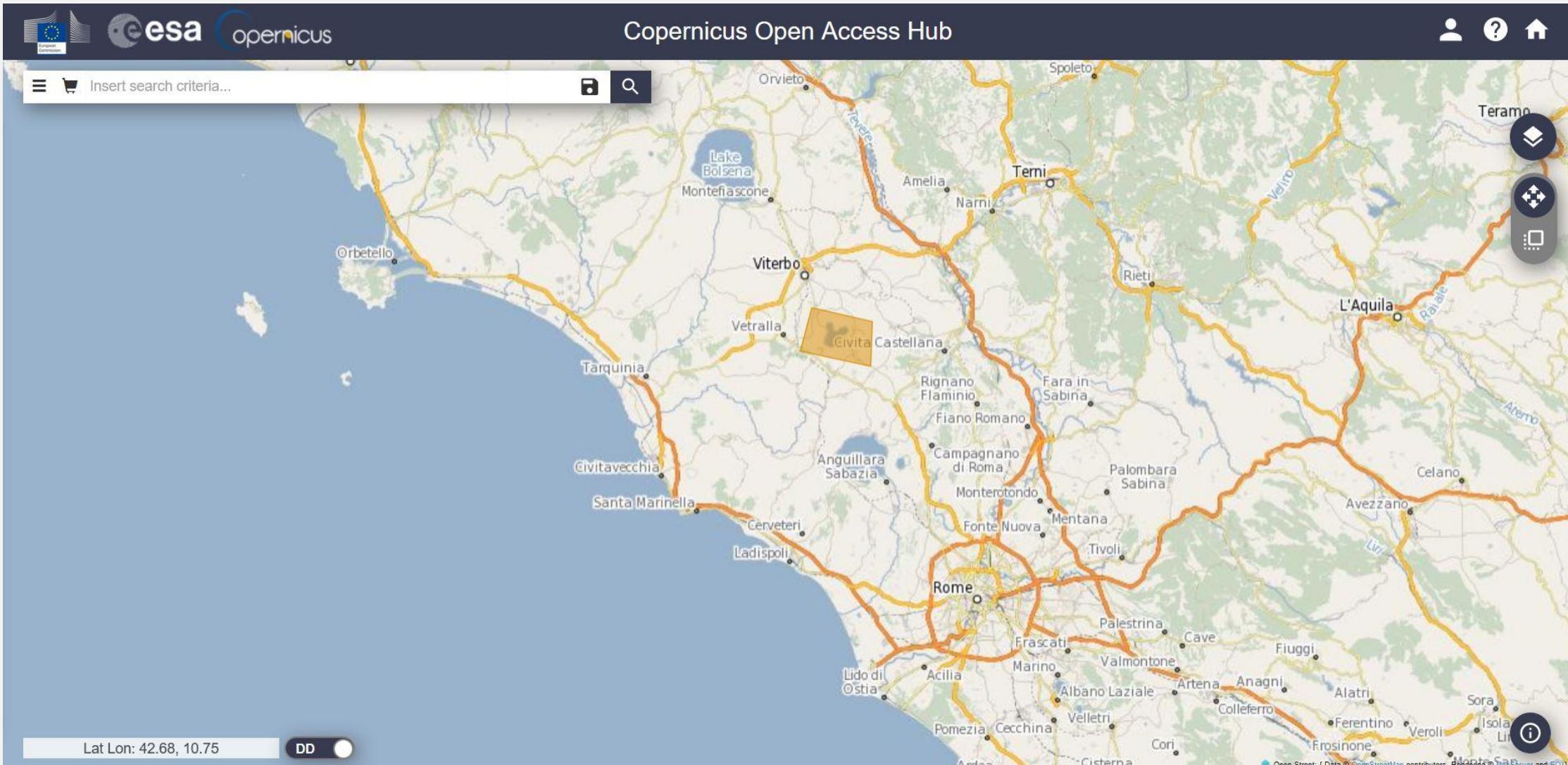


# 1. Scelta dell'immagine Sentinel-2 da analizzare e comprensione dei metadati

ii) Fare una selezione del area di interesse:

Click tasto destro in un punto della mappa – click tasto destro per formare un vertice del poligono –

Doppio click destro per chiudere un poligono (almeno 3 lati).



# 1. Scelta dell'immagine Sentinel-2 da analizzare e comprensione dei metadati

iii) Filtraggio immagini secondo una selezione:

- Sensing period – inizio 16/07/2020 – Fine 20/07/2020;
- Mission – Sentinel-2.

Cliccare il simbolo delle tre linee (1) e dopo aver definito il filtraggio cliccare simbolo lente d'ingrandimento (2)

The screenshot shows the Copernicus Open Access Hub interface. On the left, there is an advanced search panel with various filters. A red circle labeled '1' highlights the 'Advanced Search' button. Another red circle labeled '2' highlights the search icon (magnifying glass) next to the search bar. The main area features a map of Italy with several regions highlighted in orange, indicating areas of interest or selection. The map includes labels for major cities like Rome, L'Aquila, and Viterbo, and rivers like the Tevere and Po. The top navigation bar includes the European Commission logo, the esa and Copernicus logos, and user icons.

1 Advanced Search

2

Copernicus Open Access Hub

Insert search criteria...

Sort By: Ingestion Date Descending

Sensing period: 2020/07/16 - 2020/07/20

Ingestion period:

Mission: Sentinel-1

Satellite Platform: Product Type

Polarisation: Sensor Mode

Relative Orbit Number (from 1 to 175):

Mission: Sentinel-2

Satellite Platform: Product Type

DD

Open Street / Data © OpenStreetMap contributors. Riccardo B. Testa, B. P. and ENVI

# 1. Individuare e Scaricare immagini provenienti dal satellite Sentinel-2

iv) Selezione delle immagini da scaricare:

**Domanda: Quale criterio utilizzare per selezionare l'immagine da scaricare?**

Screenshot of the Copernicus Open Access Hub interface showing a map of central Italy and a list of available Sentinel-2 products.

The map displays the regions of Umbria, Lazio, and Abruzzo, with major cities like Orvieto, Terni, Viterbo, Rieti, L'Aquila, and Teramo labeled. A green polygon highlights a specific area of interest, likely Lake Bolsena. An orange rectangle is also drawn around a portion of the map near Vetralla and Civita Castellana.

The left sidebar lists four products from July 19, 2020:

- S2B MSI S2B\_MSIL2A\_20200719T100029\_N0214\_R122\_T32TQN\_20200719T132400**  
Download URL: [https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products\('a421b628-690f-4](https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products('a421b628-690f-4)  
Mission: Sentinel-2 Instrument: MSI Sensing Date: 2020-07-19T10:00:29.024Z Size:
- S2B MSI S2B\_MSIL2A\_20200719T100029\_N0214\_R122\_T33TTG\_20200719T132400**  
Download URL: [https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products\('080e17b8-ff37-4](https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products('080e17b8-ff37-4)  
Mission: Sentinel-2 Instrument: MSI Sensing Date: 2020-07-19T10:00:29.024Z Size:
- S2B MSI S2B\_MSIL2A\_20200719T100029\_N0214\_R122\_T32TQM\_20200719T132400**  
Download URL: [https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products\('d65e5ae1-2455-4](https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products('d65e5ae1-2455-4)  
Mission: Sentinel-2 Instrument: MSI Sensing Date: 2020-07-19T10:00:29.024Z Size:
- S2B MSI S2B\_MSIL1C\_20200719T100029\_N0209\_R122\_T32TQN\_20200719T124000**  
Download URL: [https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products\('e3f4f67f-ec02-4](https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products('e3f4f67f-ec02-4)  
Mission: Sentinel-2 Instrument: MSI Sensing Date: 2020-07-19T10:00:29.024Z Size:

At the bottom left, there are buttons for "Products per page" (set to 25), navigation arrows (<< < > >>), and a shopping cart icon. At the bottom right, there is a "DD" button and an information icon (i).

## **1. Individuare e Scaricare immagini provenienti dal satellite Sentinel-2**

#### iv) Lettura dei metadati:

Selezionare l'immagine - S2B\_MSIL2A\_20200719T100029\_N0214\_R122\_T32TQM\_20200719T132400

Fare click sul icona 'occhio' selezionando l'immagine;

S2B\_MSIL2A\_20200719T100029\_N0214\_R122\_T32TQM\_20200719T132400

[https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products\('d65e5ae1-2455-4b44-9013-57a9b189e08f'\)/value](https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products('d65e5ae1-2455-4b44-9013-57a9b189e08f')/value)

[Download TCI](#)

Display 1 to 12 of 1  
Order By: Ingestion

Request Done: ( foo )  
42.29541655422278  
42.34284125220449  
40.87065904586702  
**S2B MSI S2B MSI**  
Download Mission:  


**S2B MSI S2B MSI**  
Download Mission:  


**S2B MSI S2B MSI**  
Download Mission:  


**S2B MSI S2B MSI**  
Download Mission:  


Products per page: [ ]

Footprint

Quicklook

Attributes

Inspector

Summary

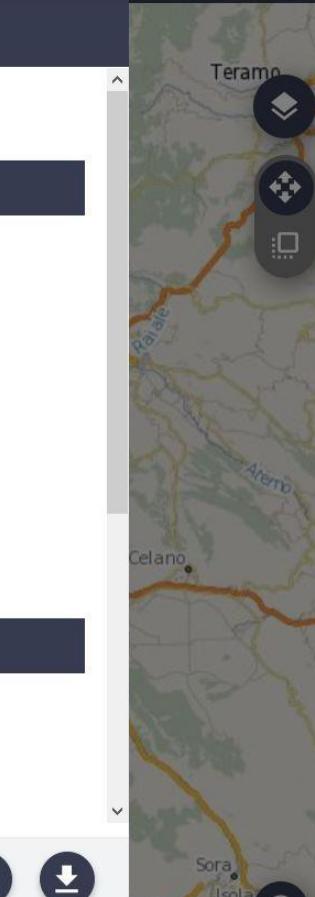
Date: 2020-07-19T10:00:29.024Z

Filename:

**AUX\_DATA**







# 1. Individuare e Scaricare immagini provenienti dal satellite Sentinel-2

## iv) Lettura dei metadati

In questa sezione è possibile acquisire le informazioni riguardo:

FOOTPRINT – L'estensione dell'immagine del Sentinel-2;

SUMMARY – Sommario delle informazioni principali del immagine;

PRODUCTS – Le caratteristiche del prodotto immagine;

INSTRUMENTS – Le caratteristiche della strumentazione del satellite;

PLATFORM – Le caratteristiche del satellite.

### **Domande – considerando le immagine:**

S2B\_MSIL2A\_20200719T100029\_N0214\_R122\_T32TQM\_20200719T132400

**Indicare l'orario di acquisizione?**

**Indicare la percentuale di copertura nuvolosa?**

**Indicare il livello di elaborazione?**

Dopo aver risposto, scaricare le immagini da Copernicus Open Access Hub o dal Github del corso (per chi avesse già scaricato non farlo di nuovo).

## 2. Ritaglio del immagine Sentinel-2 all'estensione della riserva Lago di Vico

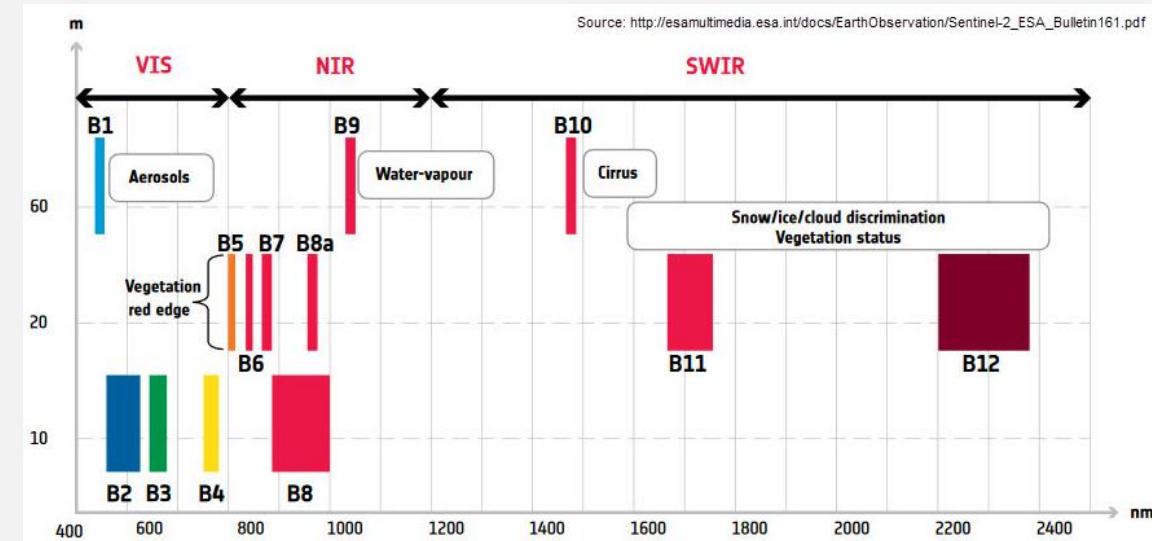
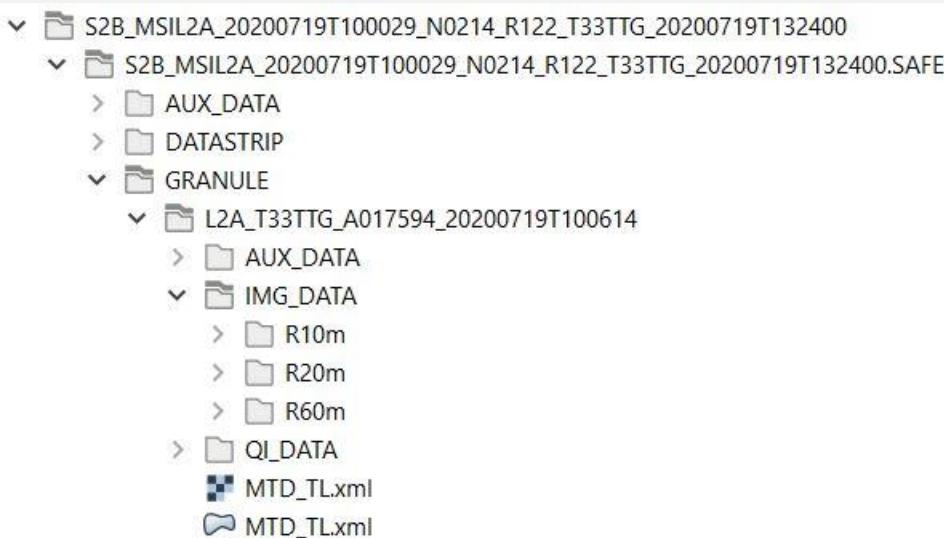
Aprire QGis with Grass e importare lo shapefile – LagoVico\_wgs84\_33N.shp  
(scaricabile da Github del corso)

Salvare il progetto come: EsercitazioneRemoteSensing.qgz



Dezippare la cartella S2B\_MSIL2A\_20200719T100029\_N0214\_R122\_T32TQM\_20200719T132400.zip

Le immagini delle bande Sentinel-2 sono all'interno della cartella IMG\_DATA:

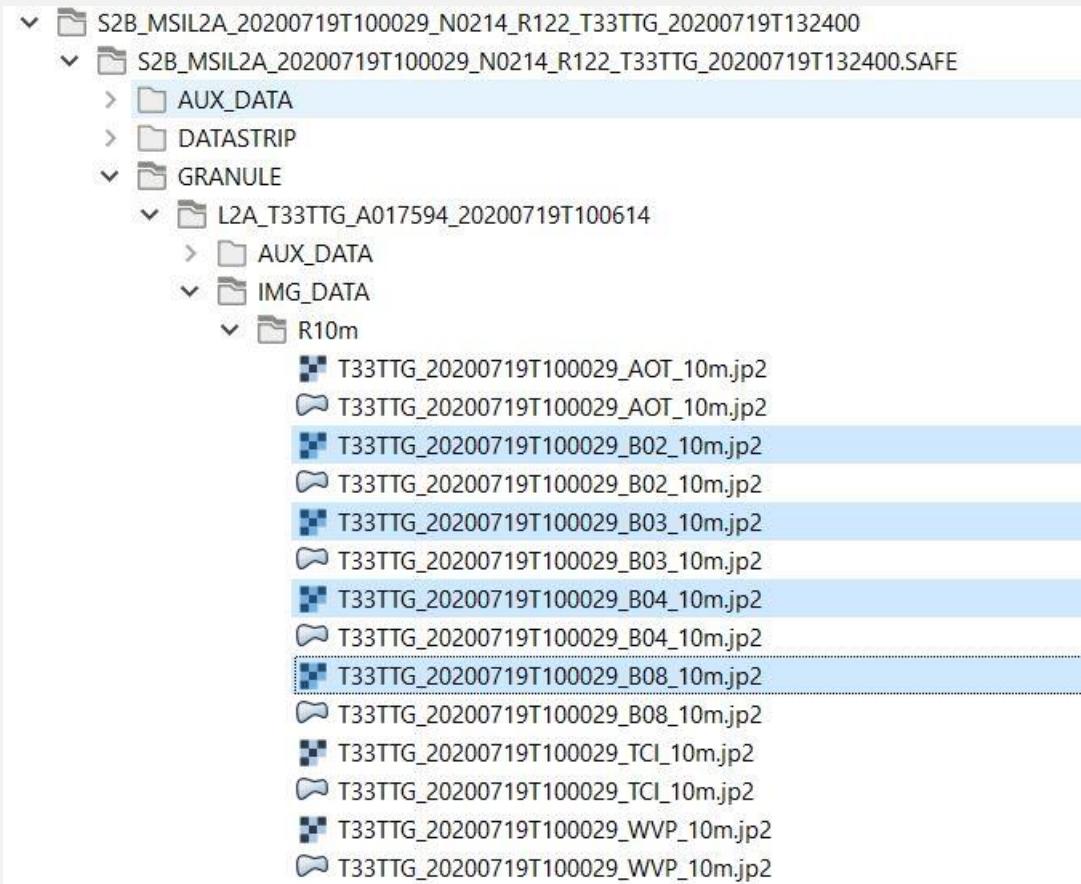


Domanda: Sulla base delle lunghezza d'onda e della risoluzione delle bande del Sentinel-2 (figura a destra) quale utilizzeresti?

NOTA: I metadati visti nelle slide precedenti possono anche essere letti nel file MTD\_TS.xml.

## **2. Ritaglio del immagine Sentinel-2 all'estensione della riserva Lago di Vico**

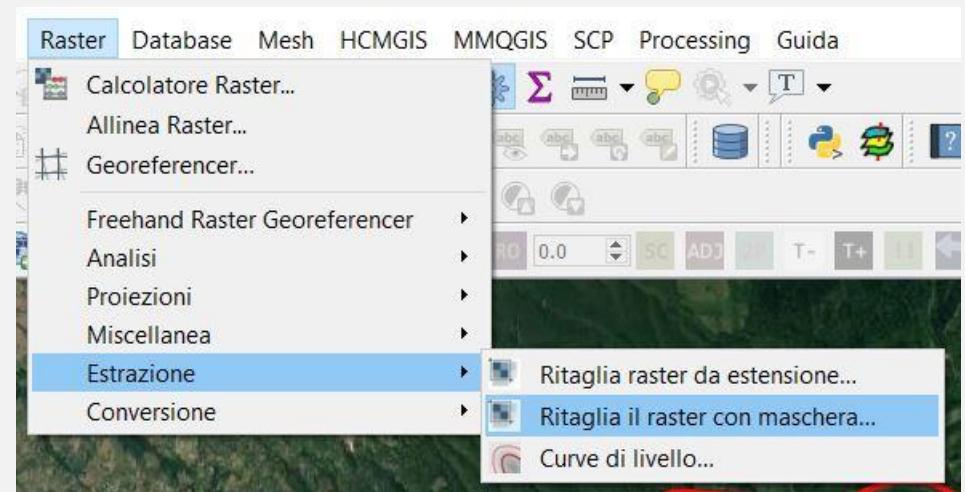
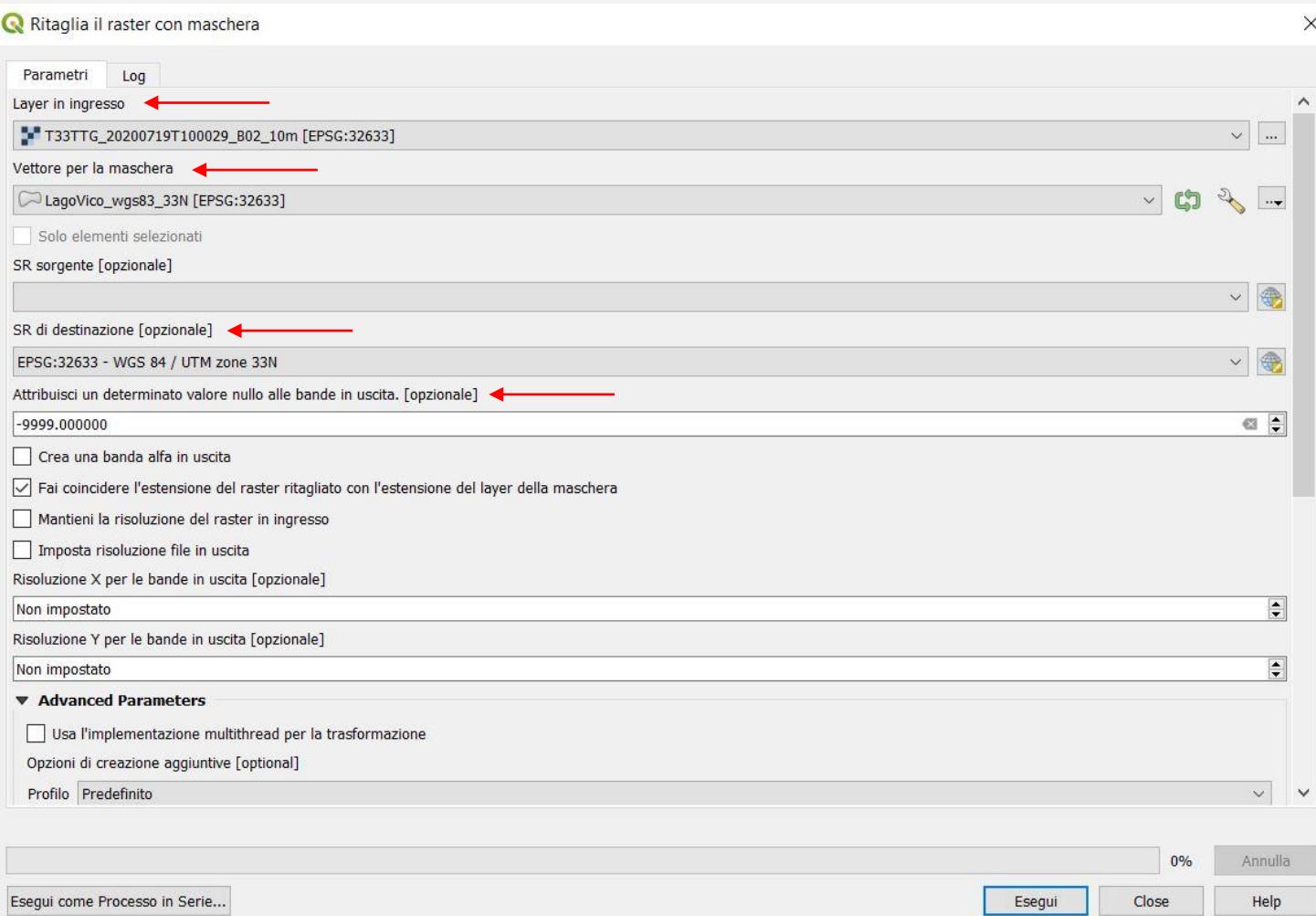
Importare in QGis le bande del BLUE (B02), del GREEN (B03), del RED (B04), e del NIR (B08).



## 2. Ritaglio del immagine Sentinel-2 all'estensione della riserva Lago di Vico

Ritagliare le bande del Sentinel-2 con 10 metri di risoluzione spaziale all'estensione della riserva Lago di Vico.

Funzione QGis: Ritaglia raster con maschera...



Layer in ingresso:  
Banda del Sentinel-2 che deve essere ritagliata;

Vettore per la maschera:  
Shapefile del Lago di Vico;

SR di destinazione:  
EPSG: 32633 – WG 84 / UTM zone 33 N;

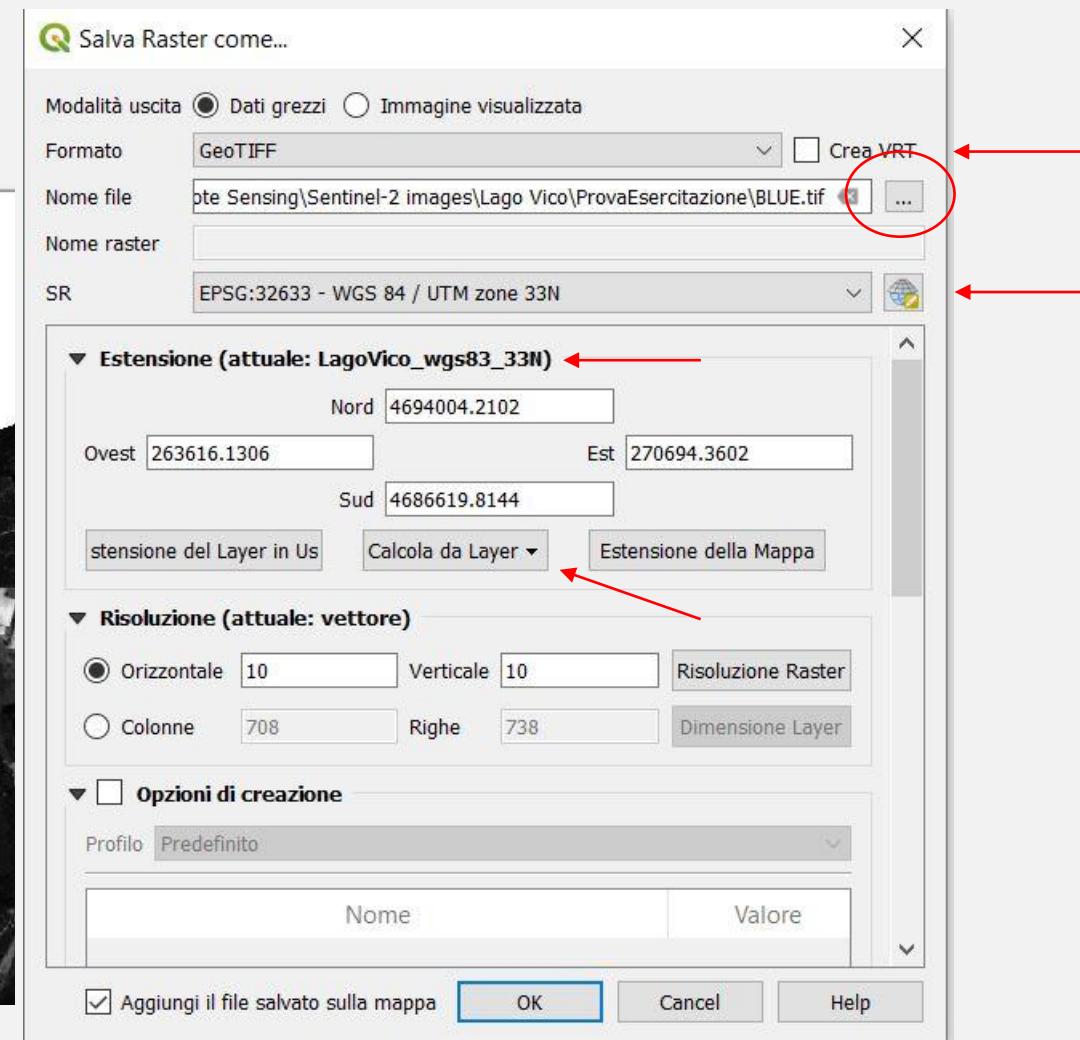
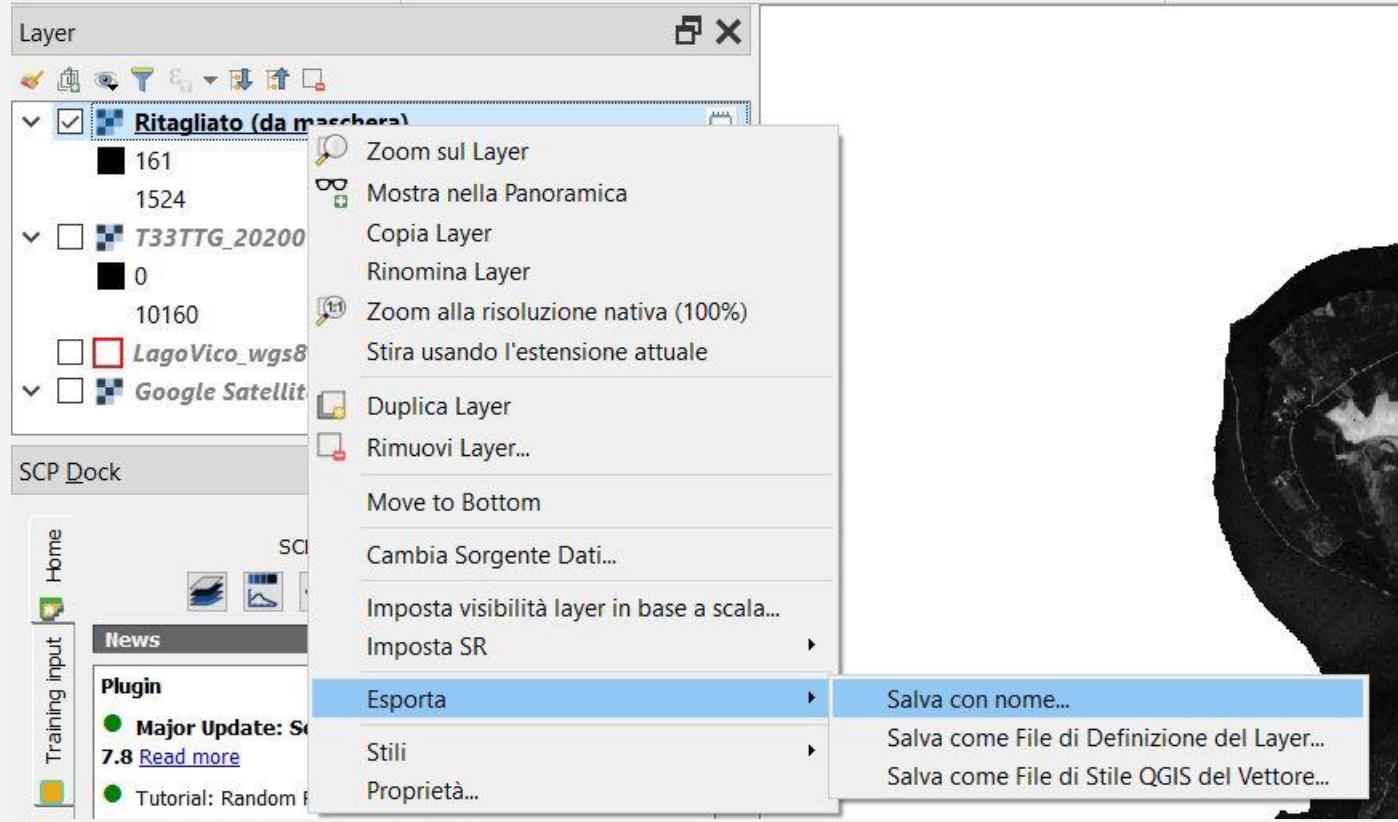
Attribisci un determinato valore nullo alle bande in uscita:  
-9999;

Il resto lasciare di default si genererà un file temporaneo.

## 2. Ritaglio del immagine Sentinel-2 all'estensione della riserva Lago di Vico

Salvataggio file temporanei:

Tasto destro sul file temporaneo



Durante il salvataggio controllare i seguenti parametri indicati con le frecce rosse nella figura di sinistra, devono essere identici.

Il Nome file, cliccare sul icona dei tre pallini, indicare l'indirizzo dove salvare e il nome (BLUE.tif, GREEN.tif, RED.tif, NIR.tif).

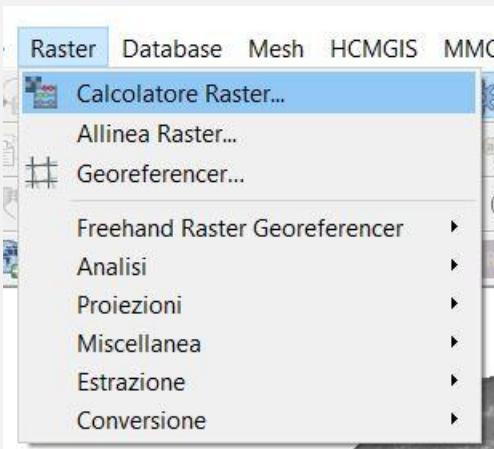
Ripetere l'intero processo del ritaglio e salvataggio per tutte e quattro le bande (BLUE, GREEN, RED, NIR).

### 3. Calcolo degli indici spettrali NDVI / BI / NDWI

Calcolo NDVI:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

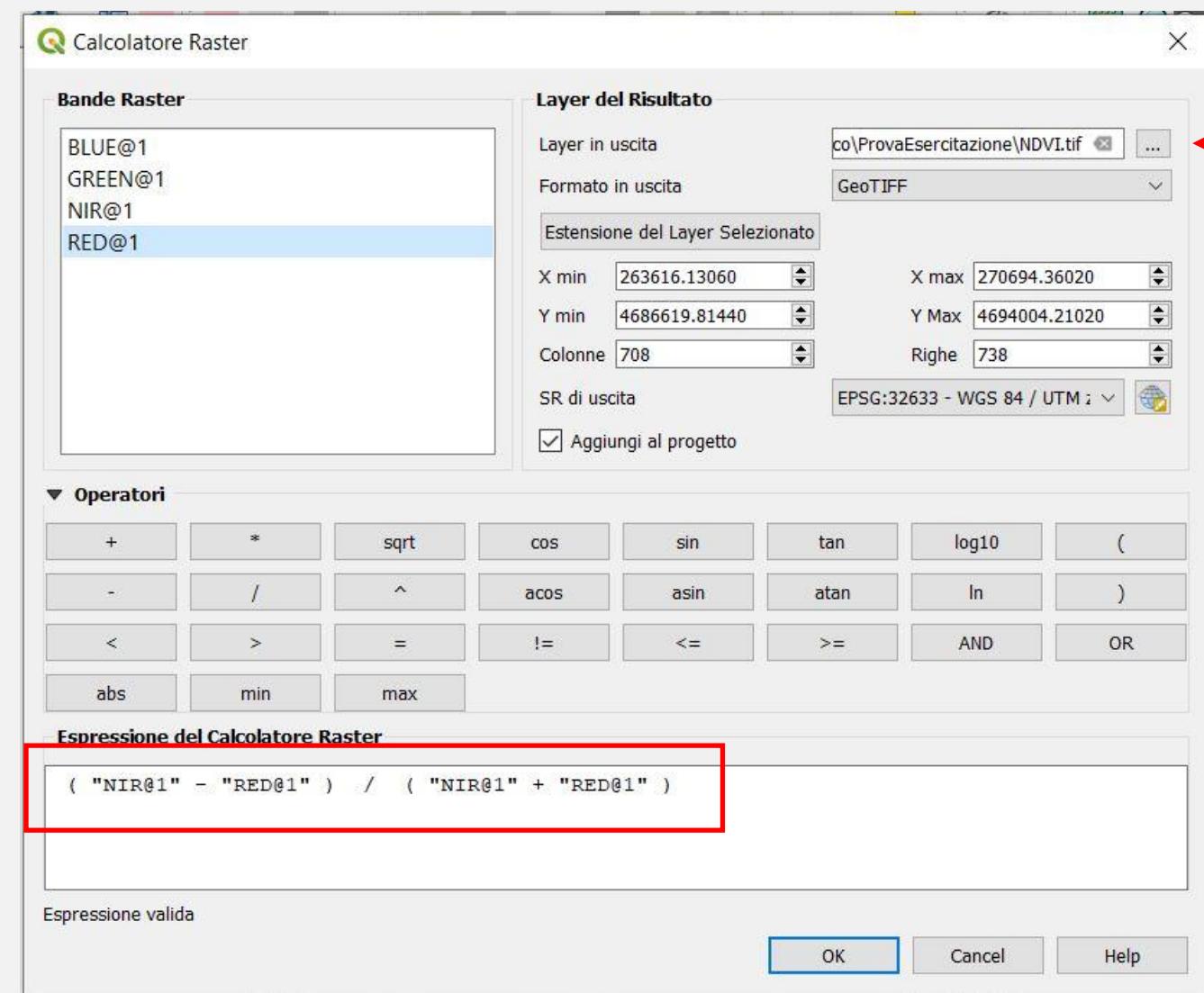
Aprire la funzione: Calcolatore Raster



Scrivere la formula mostrata all'interno del  
Espressione del Calcolatore Raster, cliccando  
sulle Bande Raster e sugli Operatori.

Salvare il file come NDVI.tif nella cartella di  
riferimento del esercitazione

Domanda: individuare il valore del NDVI e fotointerpretare i  
punti presenti nello shapefile Esempilndici.shp.



### 3. Calcolo degli indici spettrali NDVI / BI / NDWI

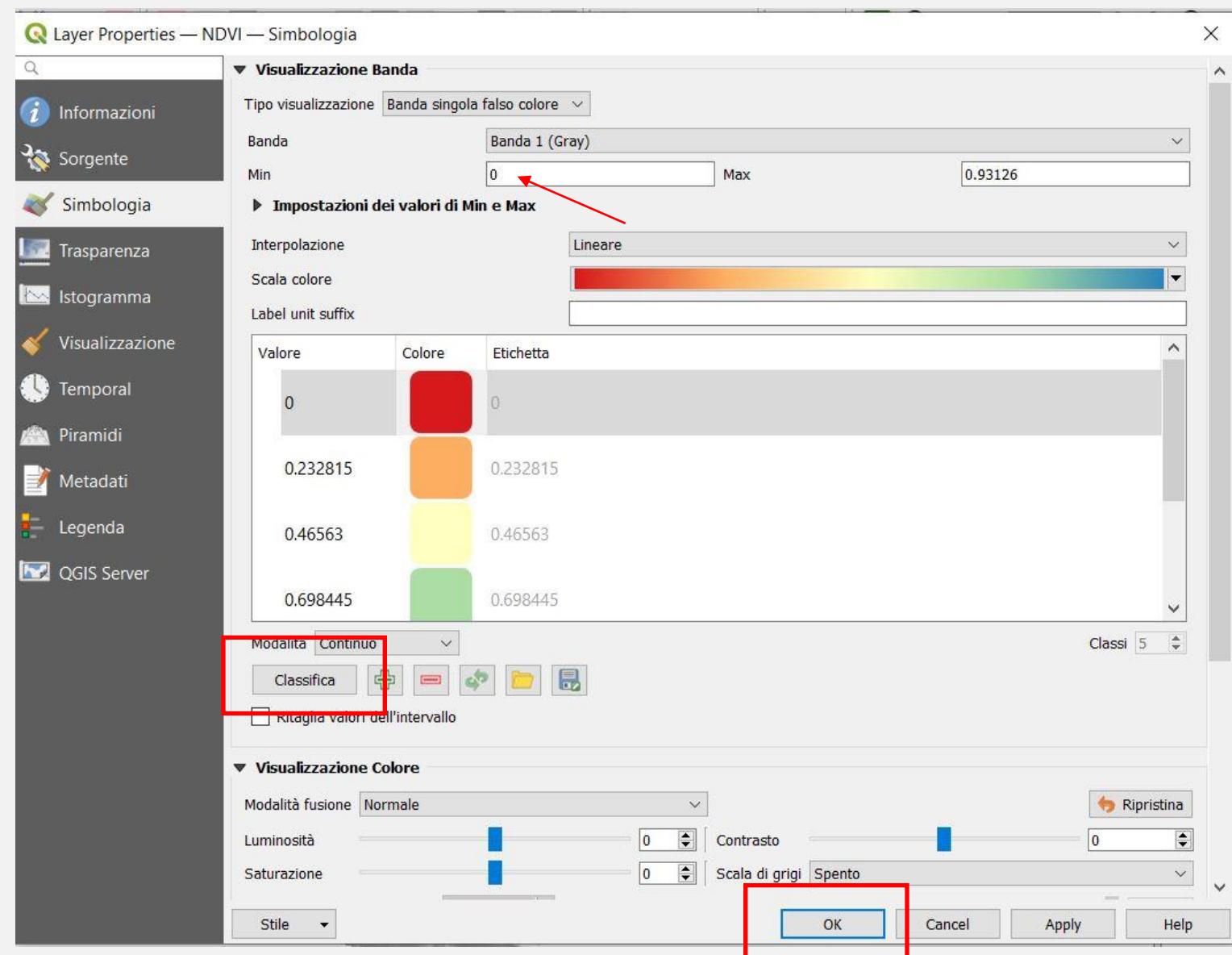
Cambiare la visualizzazione dei valori dell'indice NDVI (NON NECESSARIO AI FINI DELL'ESERCITAZIONE)

Tasto destro sul layer NDVI e cliccare su Proprietà;

Andare in Simbologia – Tipo di visualizzazione: Banda singola falso colore;

Imporre il minimo = 0 (valori al di sotto di 0 indicano Acqua o Artificiale).

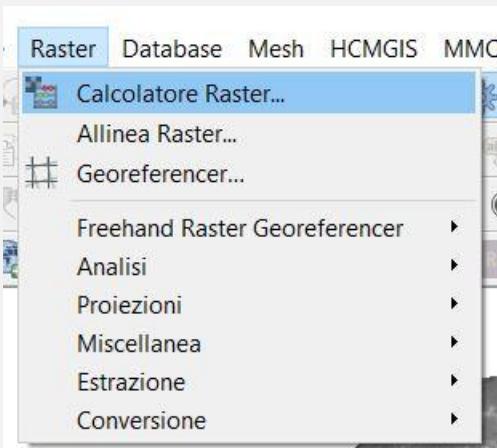
Cliccare su Classifica e poi su Ok



### 3. Calcolo degli indici spettrali NDVI / BI / NDWI

Calcolo BI:

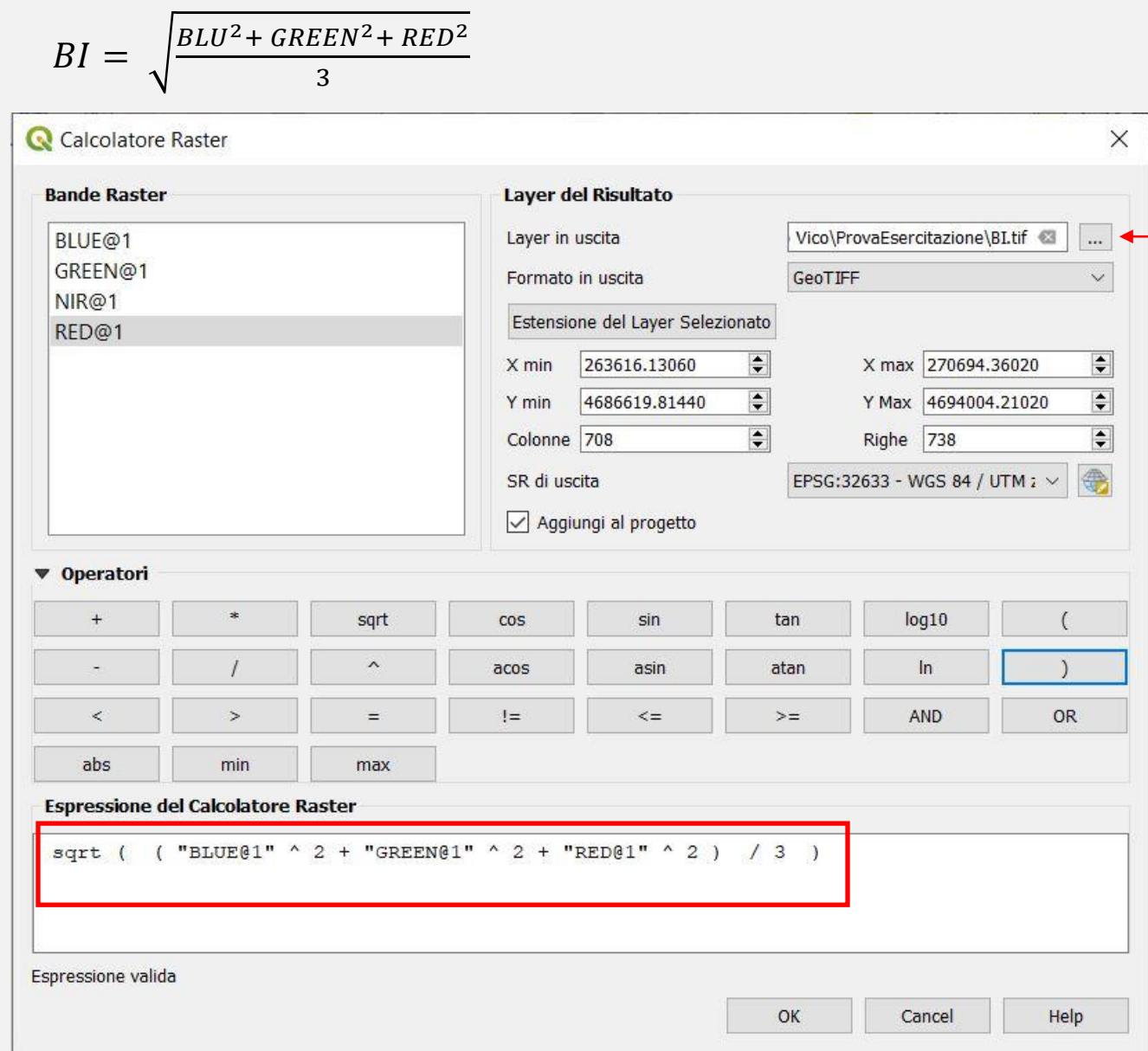
Aprire la funzione: Calcolatore Raster



Scrivere la formula mostrata all'interno del  
Espressione del Calcolatore Raster, cliccando  
sulle Bande Raster e sugli Operatori.

Salvare il file come BI.tif nella cartella di  
riferimento del esercitazione

Domanda: individuare il valore del BI e fotointerpretare i 4  
punti presenti nello shapefile Esempilndici.tif.



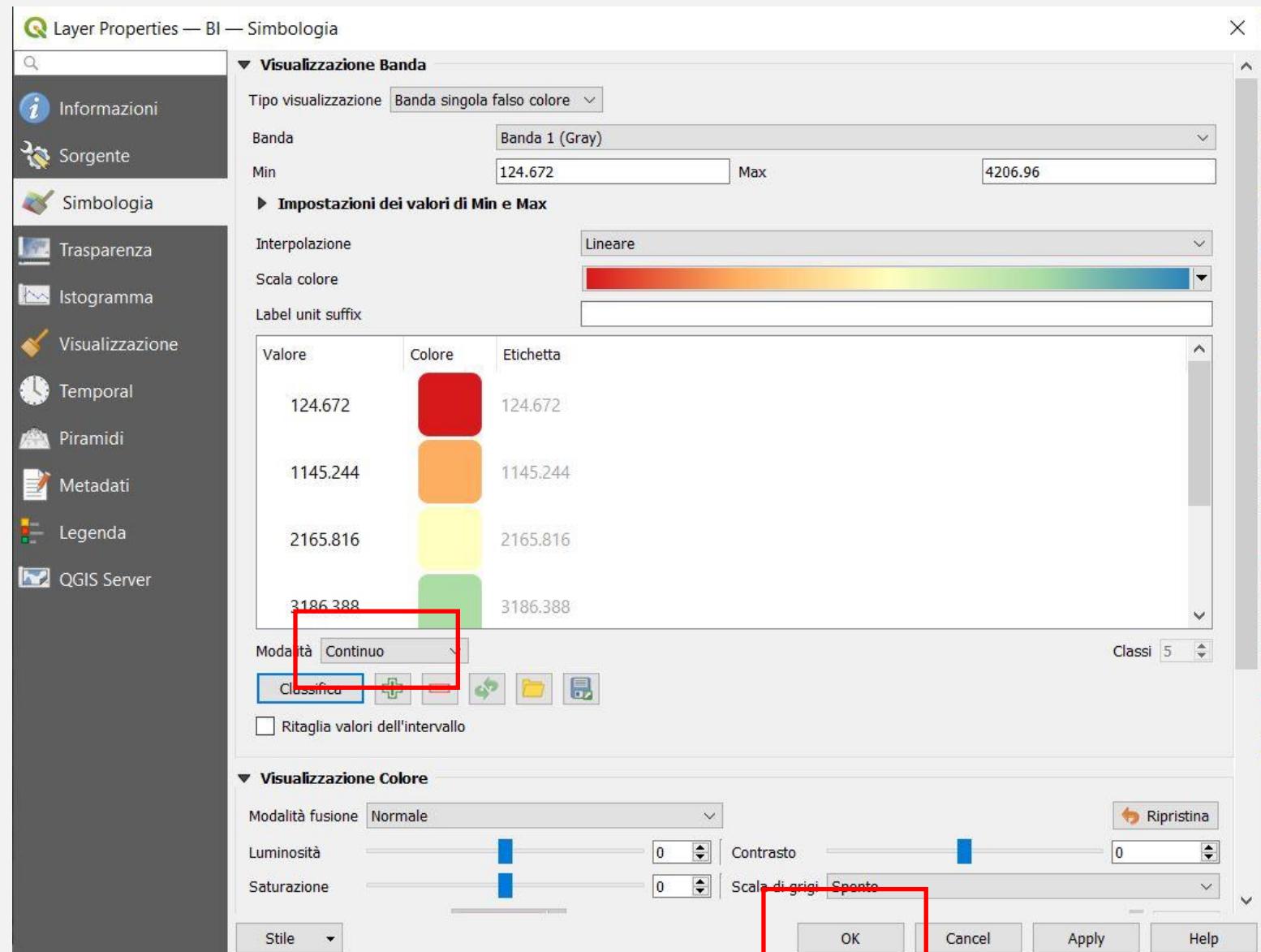
### 3. Calcolo degli indici spettrali NDVI / BI / NDWI

Cambiare la visualizzazione dei valori dell'indice BI (NON NECESSARIO AI FINI DELL'ESERCITAZIONE)

Tasto destro sul layer BI e cliccare su Proprietà;

Andare in Simbologia – Tipo di visualizzazione: Banda singola falso colore;

Cliccare su Classifica e poi su Ok

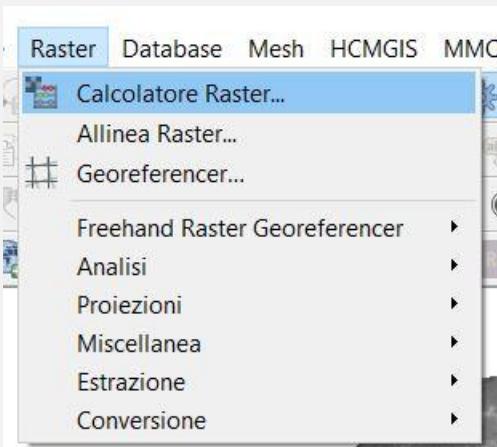


### 3. Calcolo degli indici spettrali NDVI / BI / NDWI

Calcolo NDWI:

$$NDWI = \frac{GREEN - NIR}{GREEN + NIR}$$

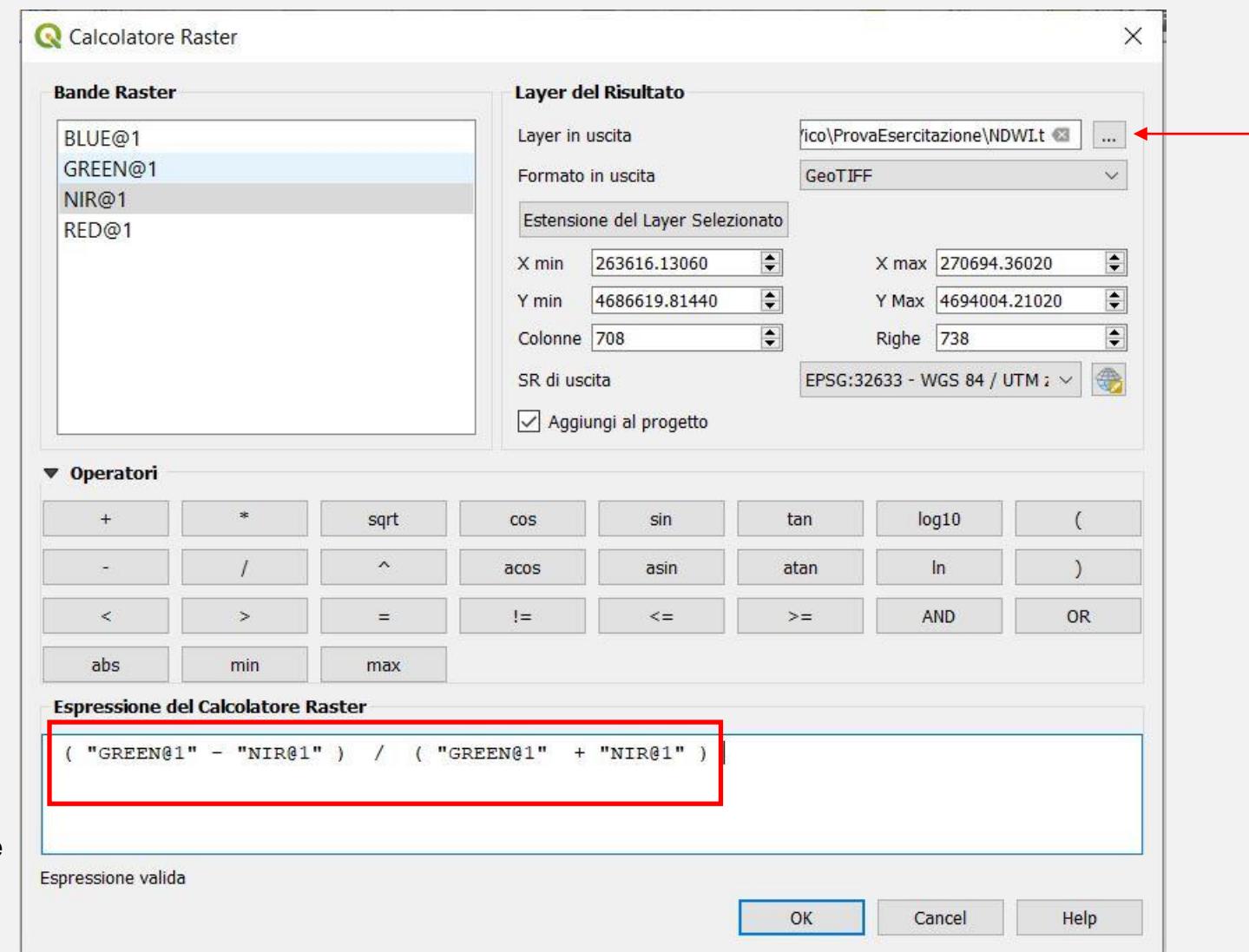
Aprire la funzione: Calcolatore Raster



Scrivere la formula mostrata all'interno del  
Espressione del Calcolatore Raster, cliccando  
sulle Bande Raster e sugli Operatori.

Salvare il file come NDWI.tif nella cartella di  
riferimento del esercitazione

Domanda: individuare il valore del NDWI e fotointerpretare  
i punti presenti nello shapefile Esempilndici.tif.



### 3. Calcolo degli indici di vegetazione NDVI / MSAVI2 / GNDVI

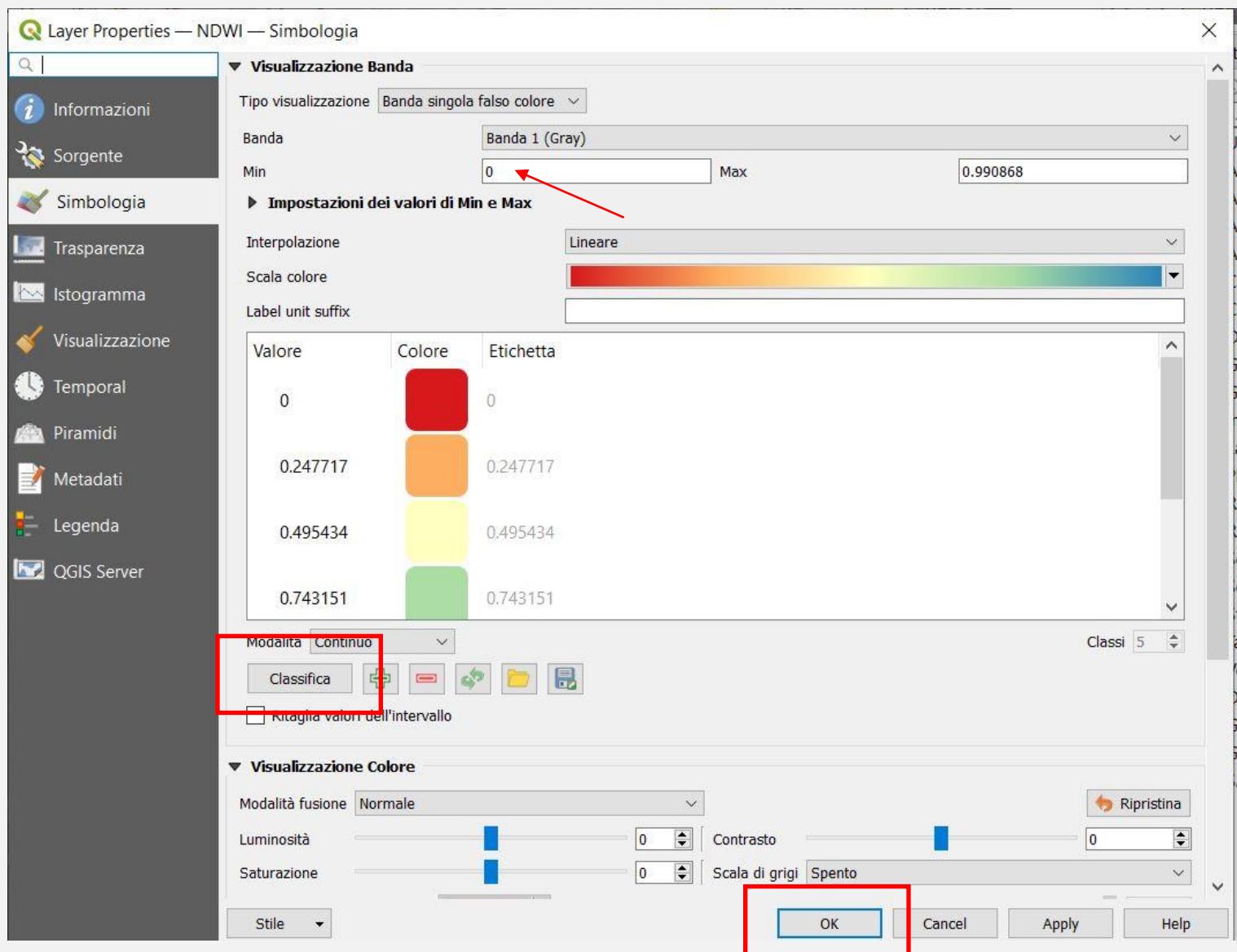
Cambiare la visualizzazione dei valori dell'indice NDWI (NON NECESSARIO AI FINI DELL'ESERCITAZIONE)

Tasto destro sul layer NDWI e cliccare su Proprietà;

Andare in Simbologia – Tipo di visualizzazione: Banda singola falso colore;

Imporre il minimo = 0 (valori al di sotto di 0 indicano No Acqua).

Cliccare su Classifica e poi su Ok



### 3. Calcolo degli indici spettrali NDVI / BI / NDWI

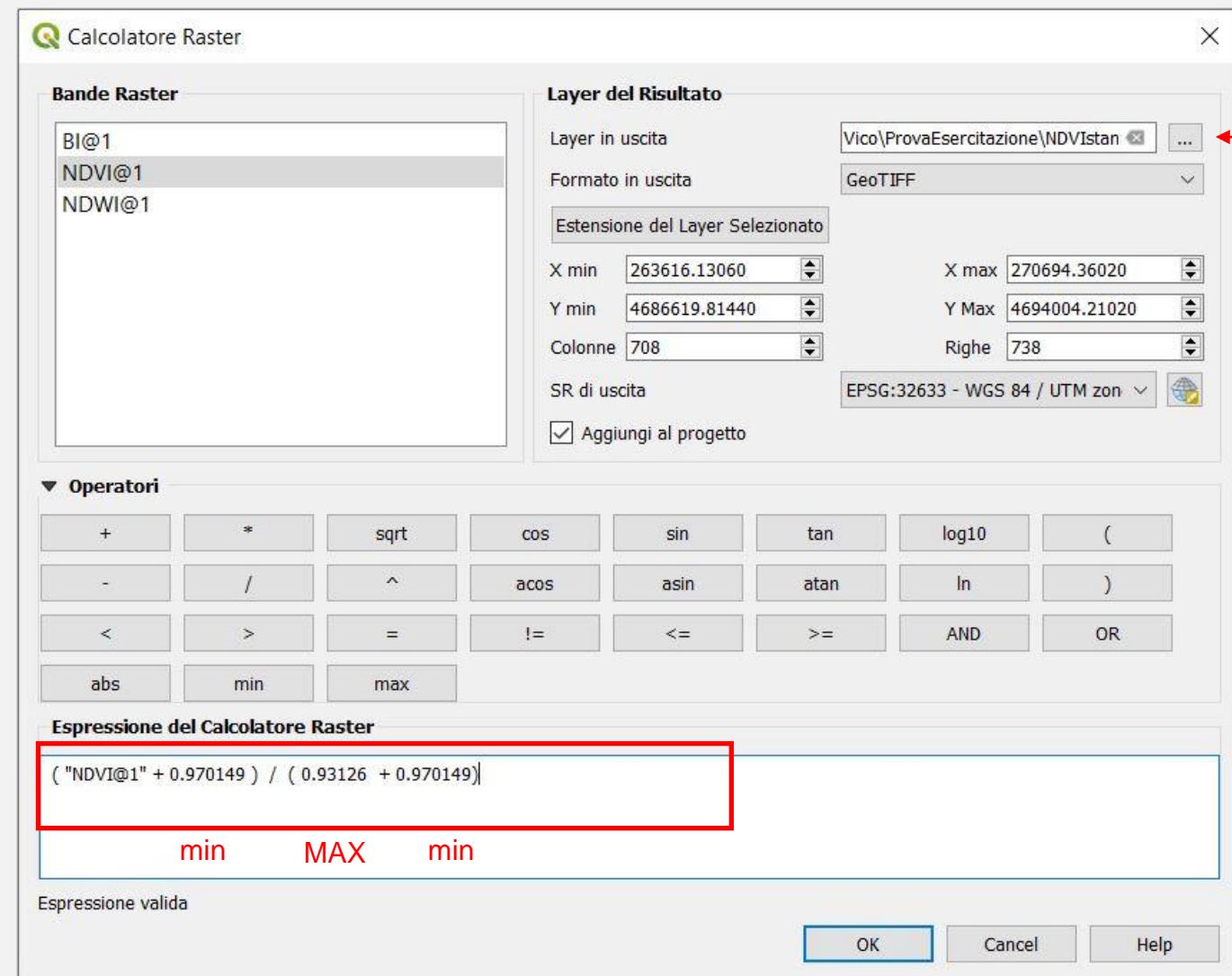
Standardizzazione tra 0-1 dei tre indici spettrali per permettere il confronto tra loro.

Aprire: Calcolatore Raster

Standardizzazione NDVI

Scrivere la formula mostrata all'interno  
del  
Espressione del Calcolatore Raster,  
cliccando  
sulle Bande Raster e sugli Operatori.

Salvare il file come NDVIstand.tif nella  
cartella di riferimento del esercitazione



### 3. Calcolo degli indici spettrali NDVI / BI / NDWI

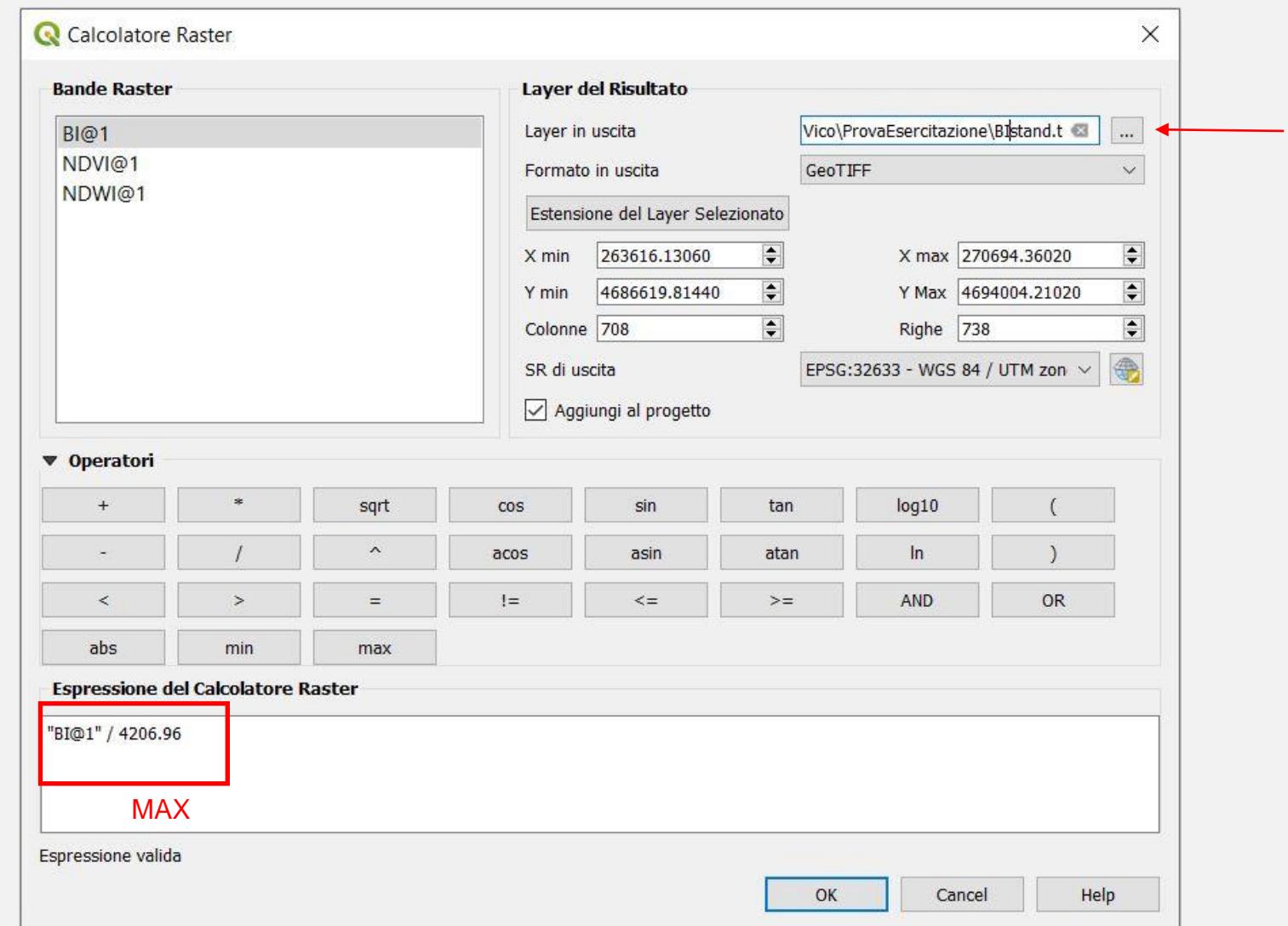
Standardizzazione tra 0-1 dei tre indici spettrali per permettere il confronto tra loro.

Aprire: Calcolatore Raster

Standardizzazione BI

Scrivere la formula mostrata all'interno  
del  
Espressione del Calcolatore Raster,  
cliccando  
sulle Bande Raster e sugli Operatori.

Salvare il file come BIstand.tif nella  
cartella di riferimento del esercitazione



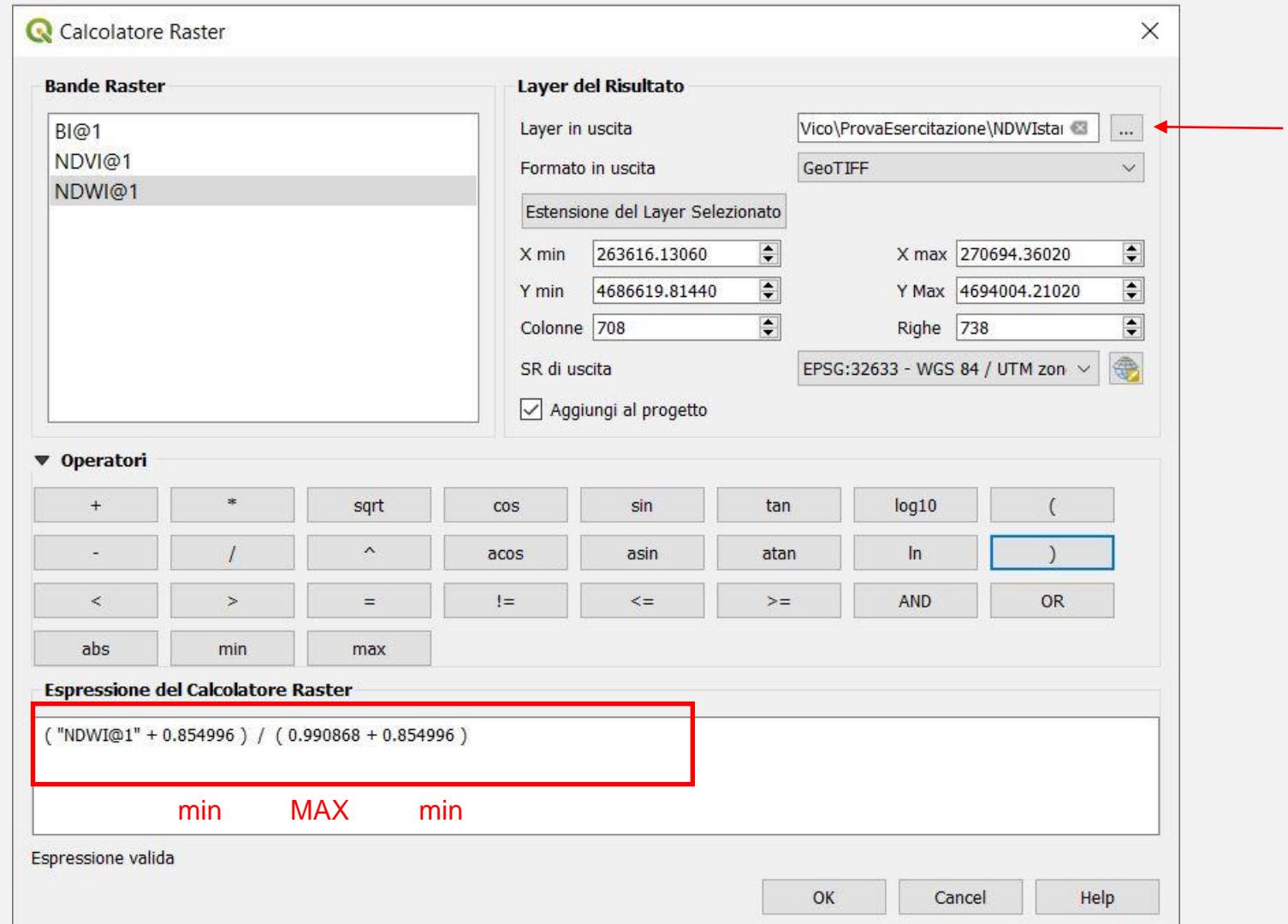
### 3. Calcolo degli indici spettrali NDVI / BI / NDWI

Standardizzazione tra 0-1 dei tre indici spettrali per permettere il confronto tra loro.

Standardizzazione NDWI

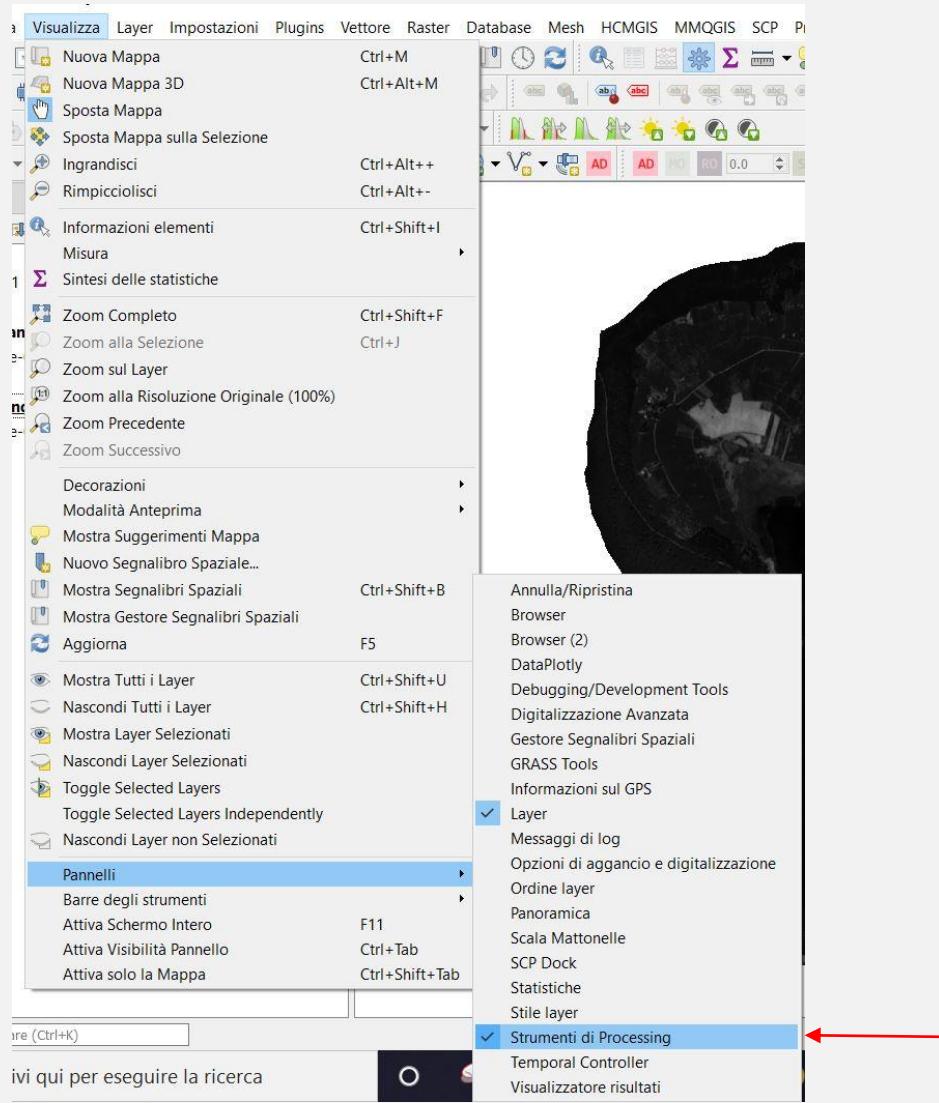
Scrivere la formula mostrata all'interno del  
Espressione del Calcolatore Raster,  
cliccando  
sulle Bande Raster e sugli Operatori.

Salvare il file come NDWIstand.tif nella  
cartella di riferimento del esercitazione

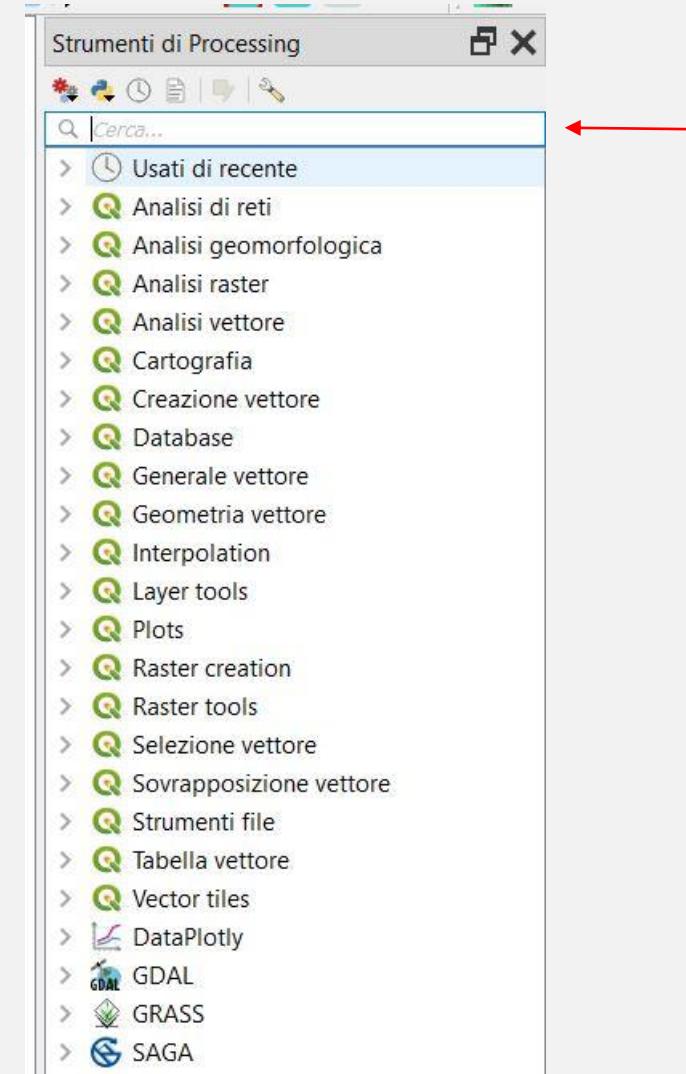


## 4. Classificazione automatica tramite K-means della Riserva di Lago di Vico

Visualizzare il pannello: Strumenti di Processing



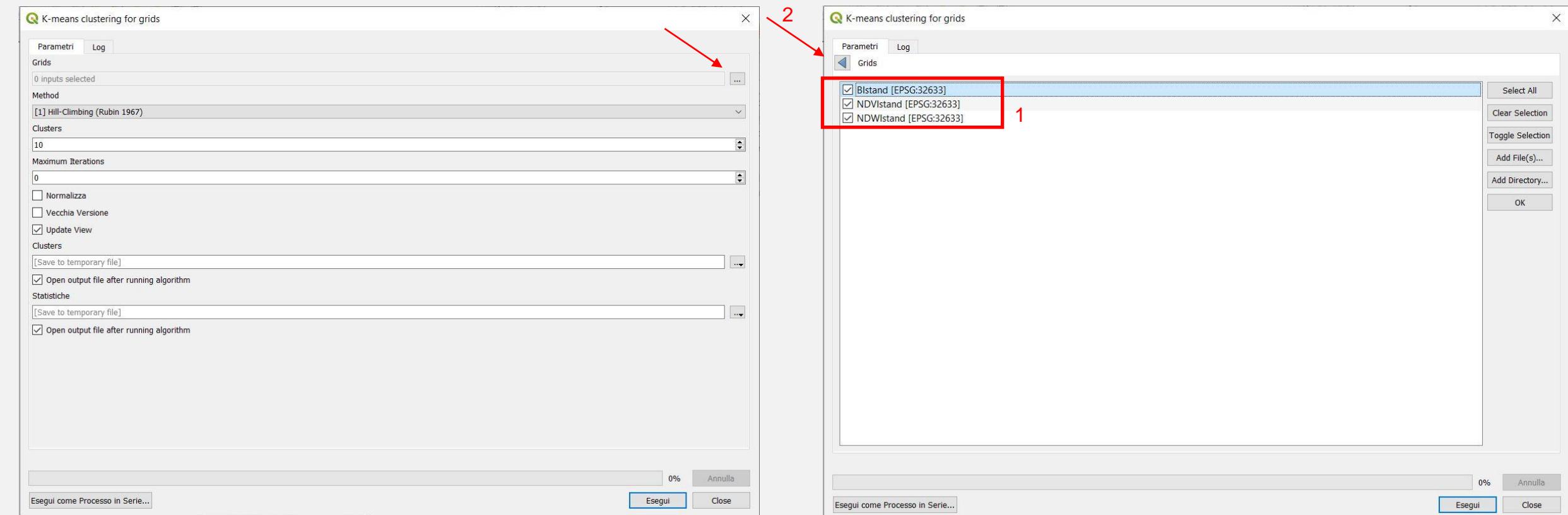
Nella barra di Cerca scrivere: k-means clustering for grids



#### 4. Classificazione automatica tramite K-means della Riserva di Lago di Vico

Per la classificazione automatica utilizzeremo un algoritmo di clusterizzazione il K-means. Non entrerò in merito della descrizione di questo metodo, utilizzando un metodo combinato tra la Minimum Distance e Hill-Climbing.

Aggiungo i tre indici spettrali NDVI, BI, NDWI standardizzati, flaggando i layer dei tre indici (1) e poi torno indietro 2)



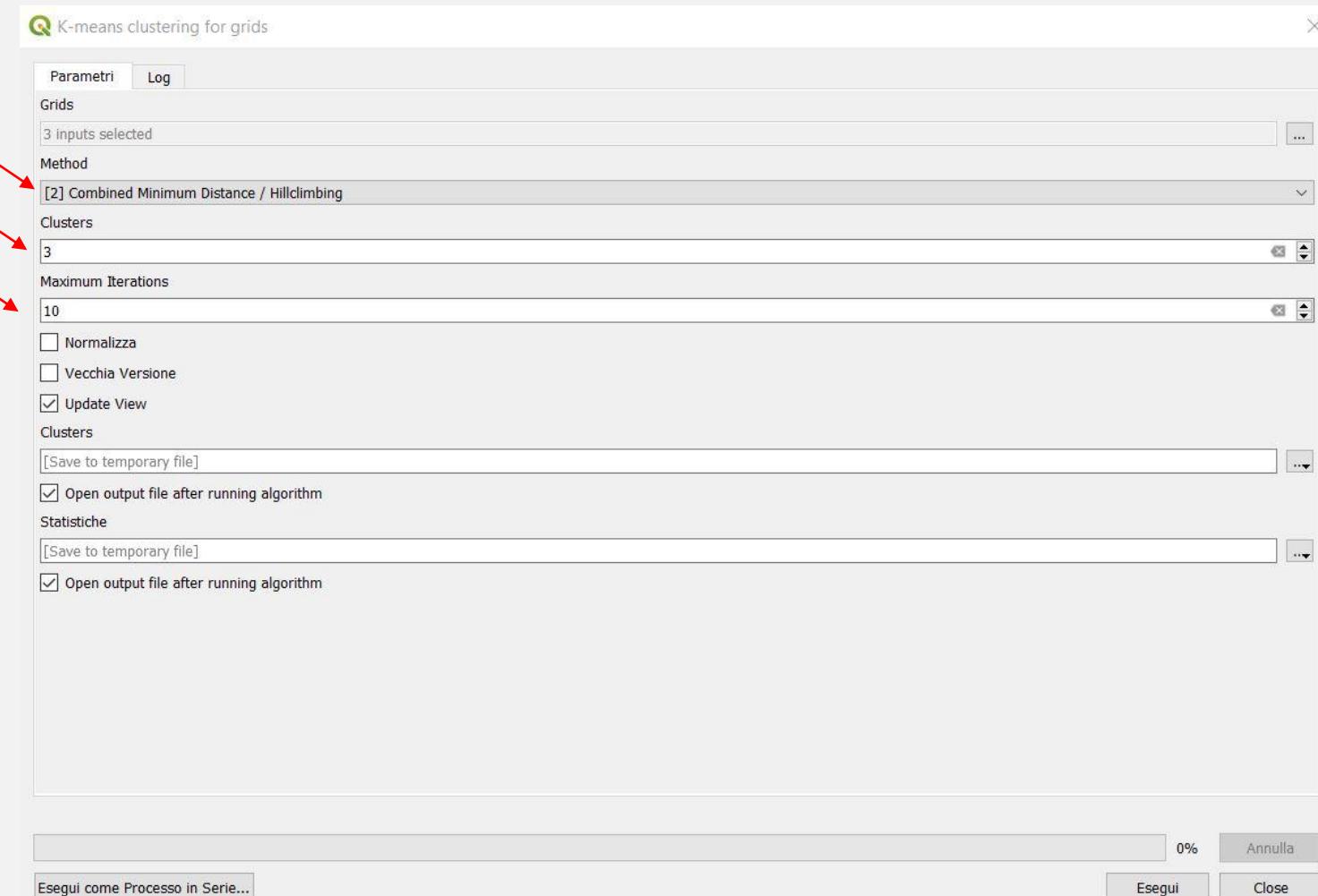
#### 4. Classificazione automatica tramite K-means della Riserva di Lago di Vico

Modifico l'algoritmo di classificazione in –  
Combined Minimum Distance / Hillclimbing (1);

Inserire il numero di classi, inizialmente  
utilizzare 3 classi, successivamente ripetere il  
processo di classificazione con 5 e 7 classi (2);

Maximum interactions – 10 (3)

Resto lasciare di default e lanciare la  
classificazione.

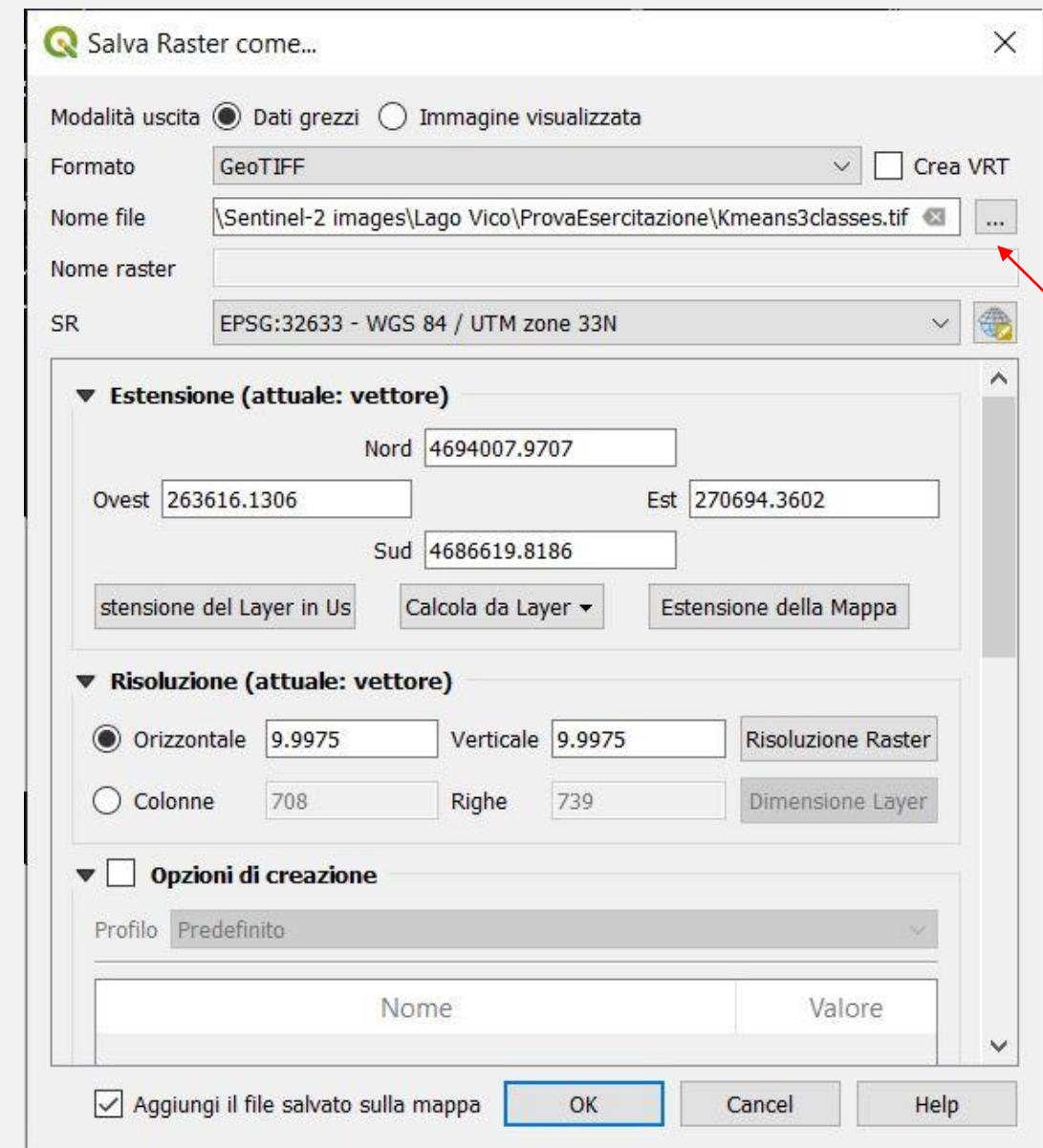


#### 4. Classificazione automatica tramite K-means della Riserva di Lago di Vico

Tasto destro sul file temporaneo di nome: Clusters

fare Esporta – Salva con nome

Salvare il file come Kmeans3classes.tif nella cartella di riferimento del esercitazione, resto lasciare di default



## 4. Classificazione automatica tramite K-means della Riserva di Lago di Vico

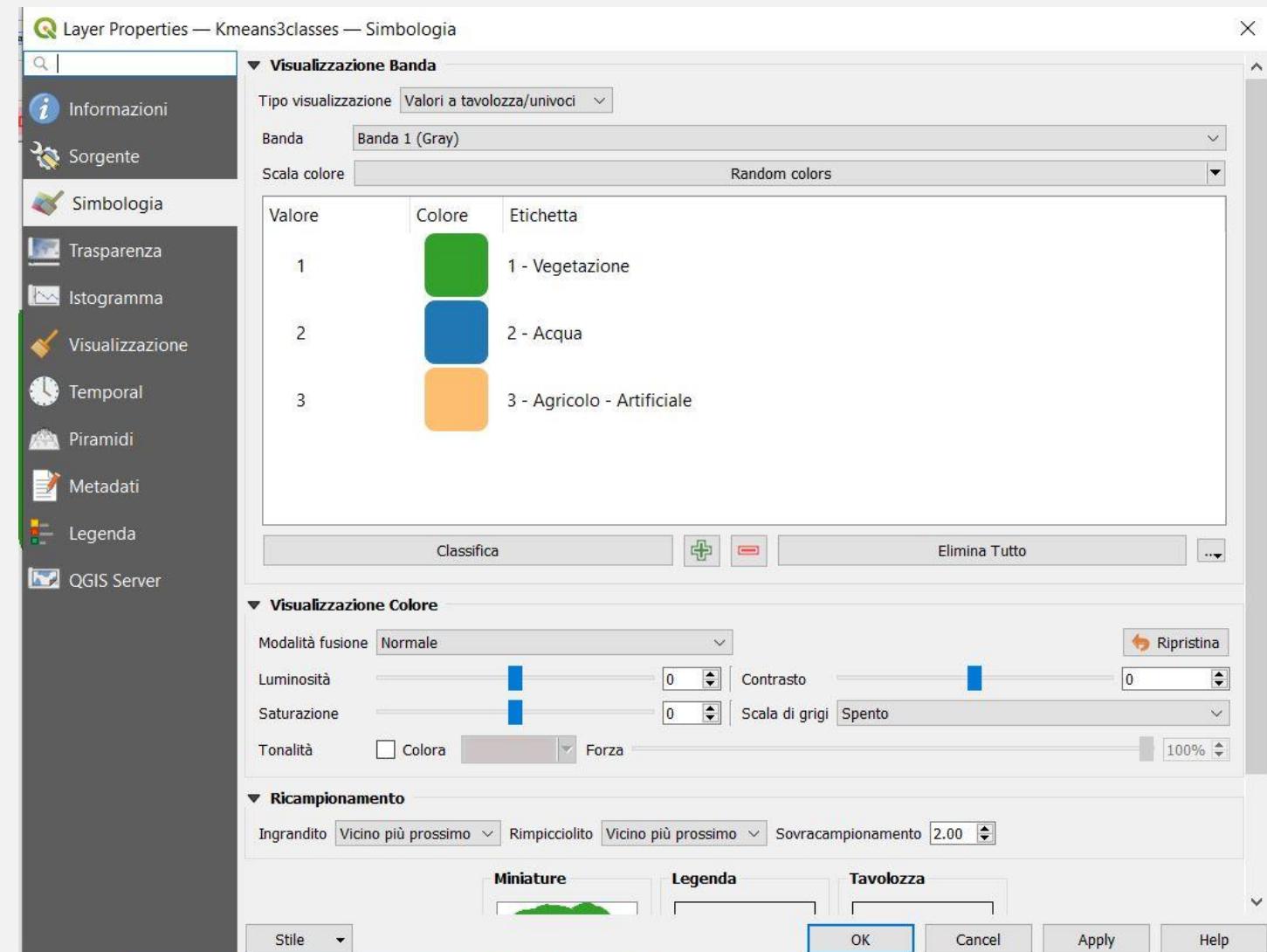
Risultato con 3 classi

Interpretare le classi tramite fotointerpretazione o tramite i valori dei tre indici spettrali

Cambiare i colori e i nomi delle etichette della classificazione –  
tasto destro sul layer della classificazione –  
Proprietà –Simbologia – Valori a tavolozza/univoci –  
Classifica.

Sulla base dell'interpretazione dare dei nomi alle classi, per scrivere basta fare click sul etichetta.

Infine fare Ok.



#### 4. Classificazione automatica tramite K-means della Riserva di Lago di Vico

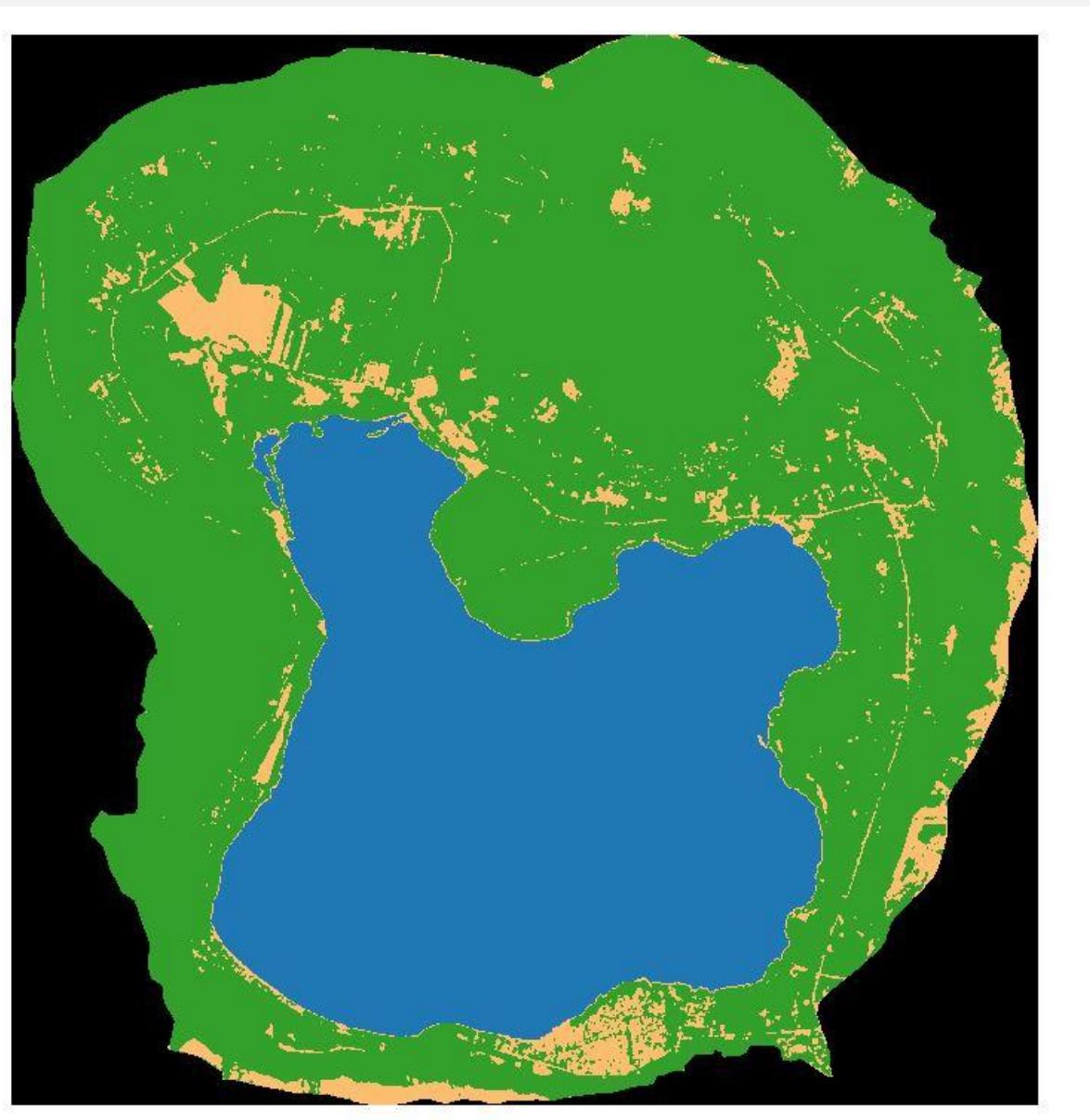
Risultato con 3 classi

Interpretare le classi tramite fotointerpretazione o  
tramite i valori dei tre indici spettrali

Possibile risultato con 3 classi:



Domanda: Ripetere il processo con 5 e 7 classi,  
quale classificazione può essere considerata  
migliore?



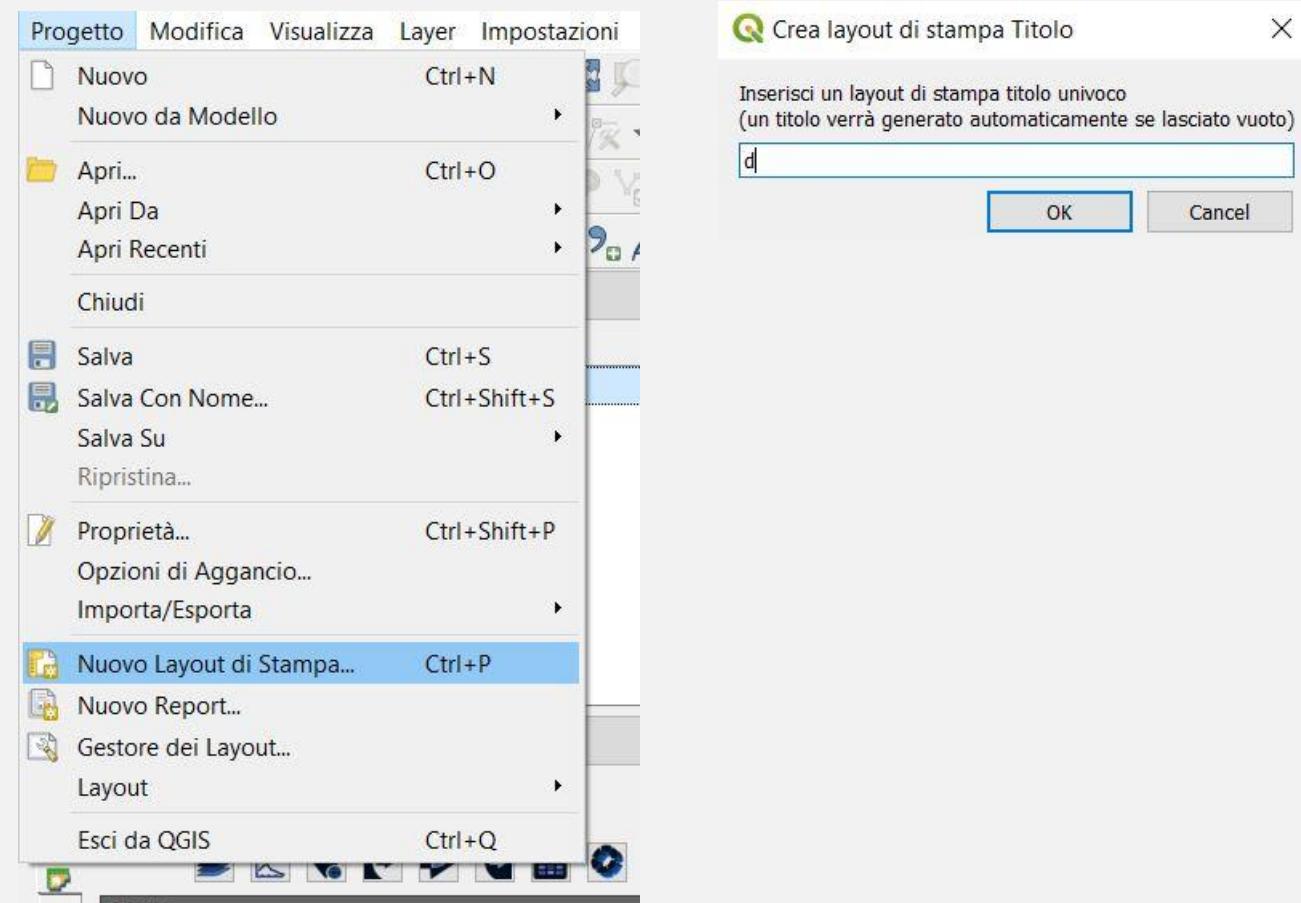
## 5. Esportazione della classificazione prodotta

### Esportazione della mappa

Modificare i colori delle classi cercando di essere veritieri con la realtà, modificare i nomi delle classi secondo la propria interpretazione.

Tramite Proprietà – click su Colore ed Etichetta della classe

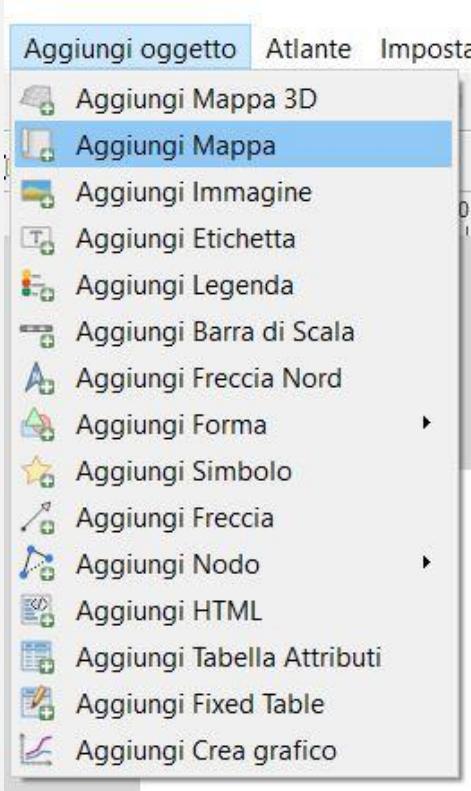
Creare un Nuovo Layout di Stampa,  
dare un nome qualsiasi e fare Ok.



## 5. Esportazione della classificazione prodotta

In Aggiungi Oggetto – Aggiungi Mappa: aggiungiamo la classificazione realizzata.

Cliccare nel foglio bianco e trascinare tenendo premuto il mouse nell'area dove si vuole inserire la classificazione.



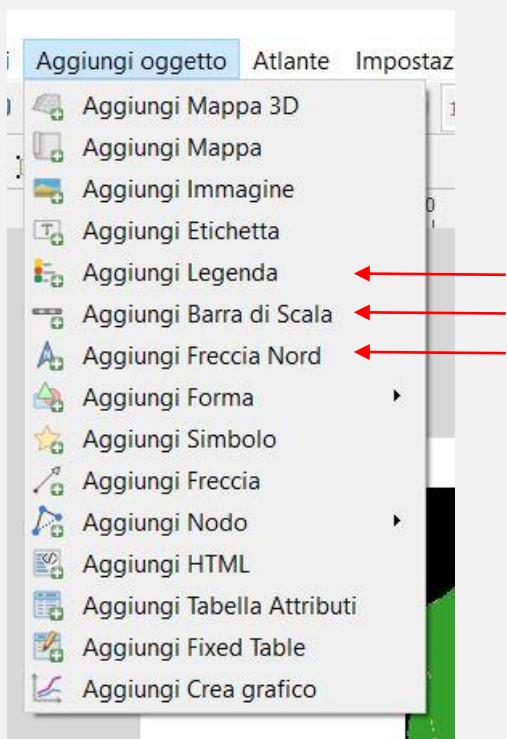
## 5. Esportazione della classificazione prodotta

Inserire similmente a slide precedente:

Freccia Nord (1);

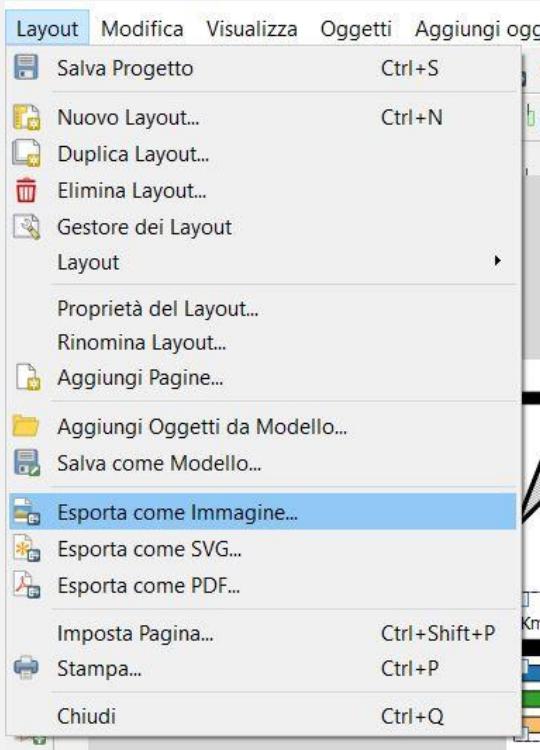
Barra di scala (2);

Leggenda (3).



## 5. Esportazione della classificazione prodotta

Infine esportare la mappa prodotta come immagine:

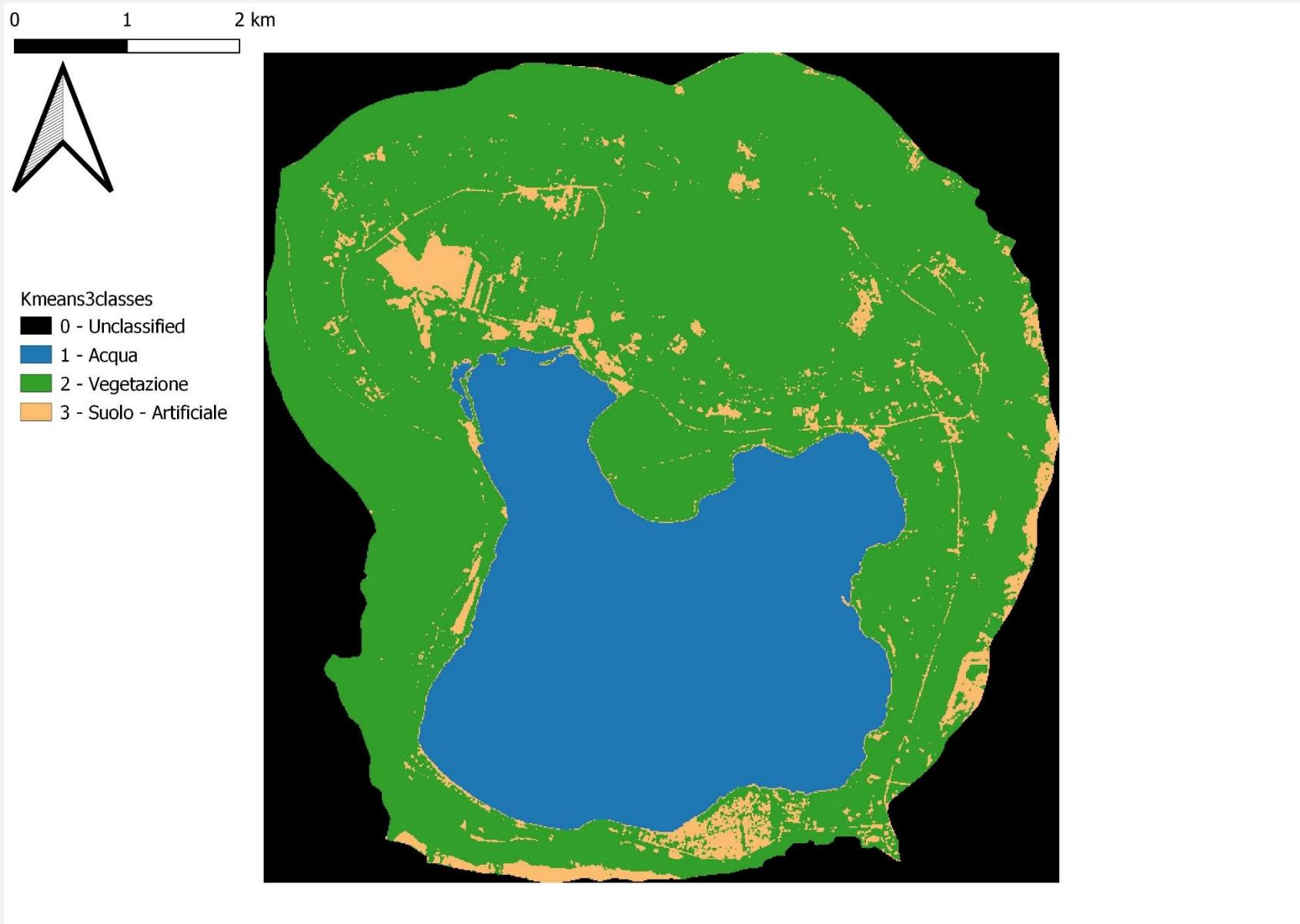


Salvarla come EsercitGisPaesaggio.jpg

Mantene di default i parametri del salvataggio.

Ripetere l'esportazione della mappa anche per le classificazioni a 5 e 7 classi.

## Possibile risultato con 3 classi

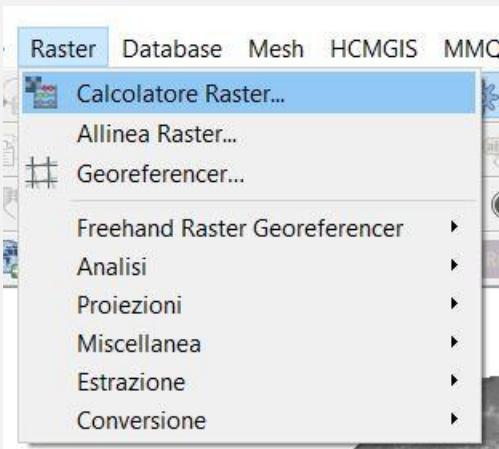


**Ulteriori elaborazioni extra all'esercitazione**

### 3. Calcolo degli indici di vegetazione NDVI / MSAVI2 / GNDVI

Calcolo MSAVI2:

Aprire la funzione: Calcolatore Raster

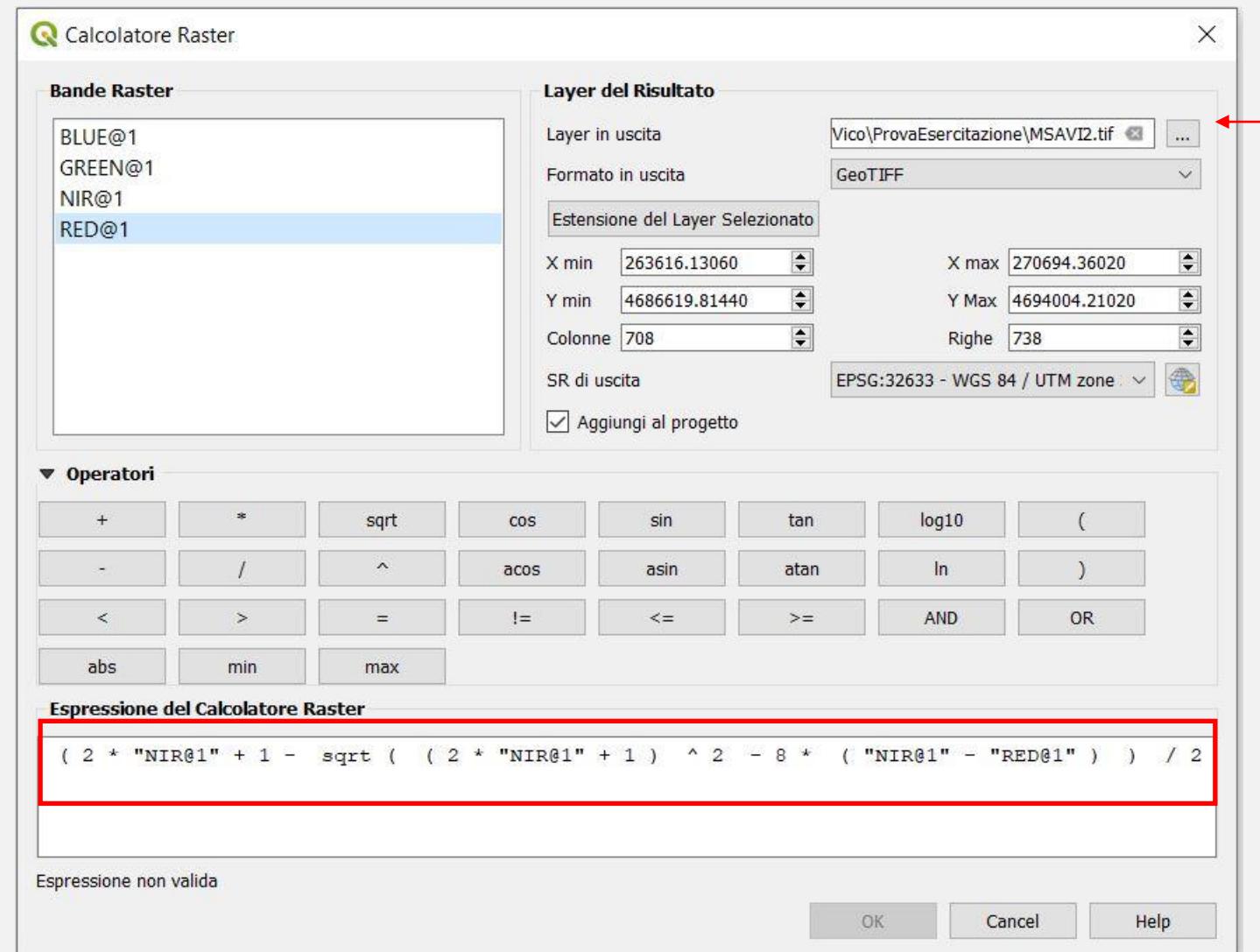


Scrivere la formula mostrata all'interno del  
Espressione del Calcolatore Raster, cliccando  
sulle Bande Raster e sugli Operatori.

Salvare il file come MSAVI2.tif nella cartella di  
riferimento del esercitazione

Domanda: individuare il valore del MSAVI2 e  
fotointerpretare i punti presenti nello shapefile  
Esempilndici.shp.

$$MSAVI2 = \frac{(2*NIR+1-\sqrt{(2*NIR+1)^2-8*(NIR-RED)})}{2}$$



# Calcolo degli indici di vegetazione MSAVI2 / GNDVI

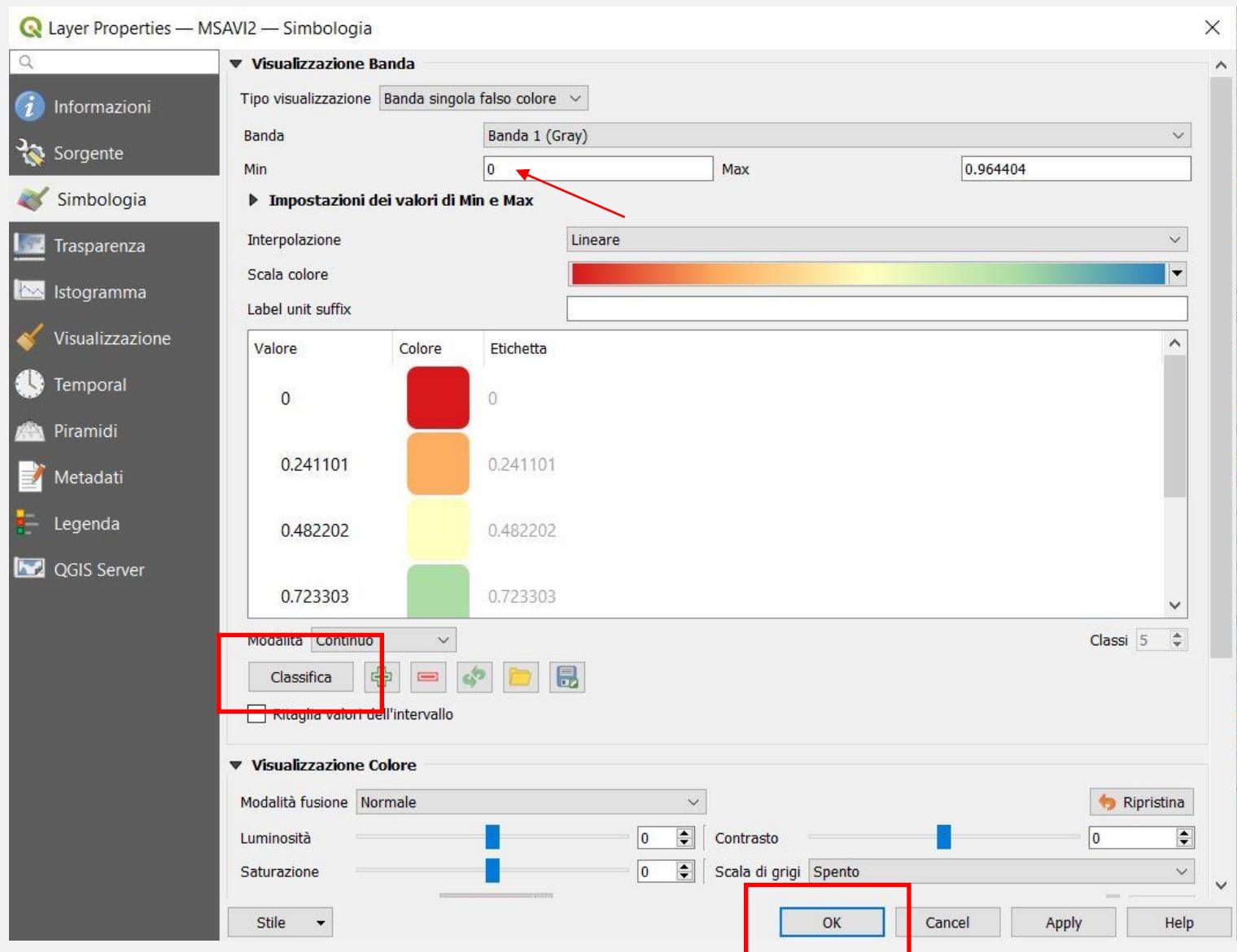
Cambiare la visualizzazione dei valori dell'indice MSAVI2

Tasto destro sul layer MSAVI2 e cliccare su Proprietà;

Andare in Simbologia – Tipo di visualizzazione: Banda singola falso colore;

Imporre il minimo = 0 (valori al di sotto di 0 indicano Acqua o Artificiale).

Cliccare su Classifica e poi su Ok

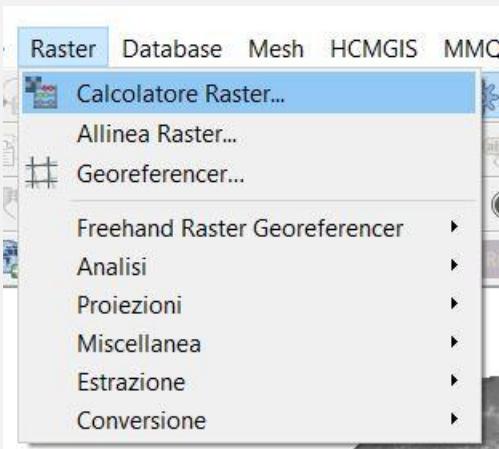


# Calcolo degli indici di vegetazione MSAVI2 / GNDVI

Calcolo GNDVI:

$$GNDVI = \frac{NIR - GREEN}{NIR + GREEN}$$

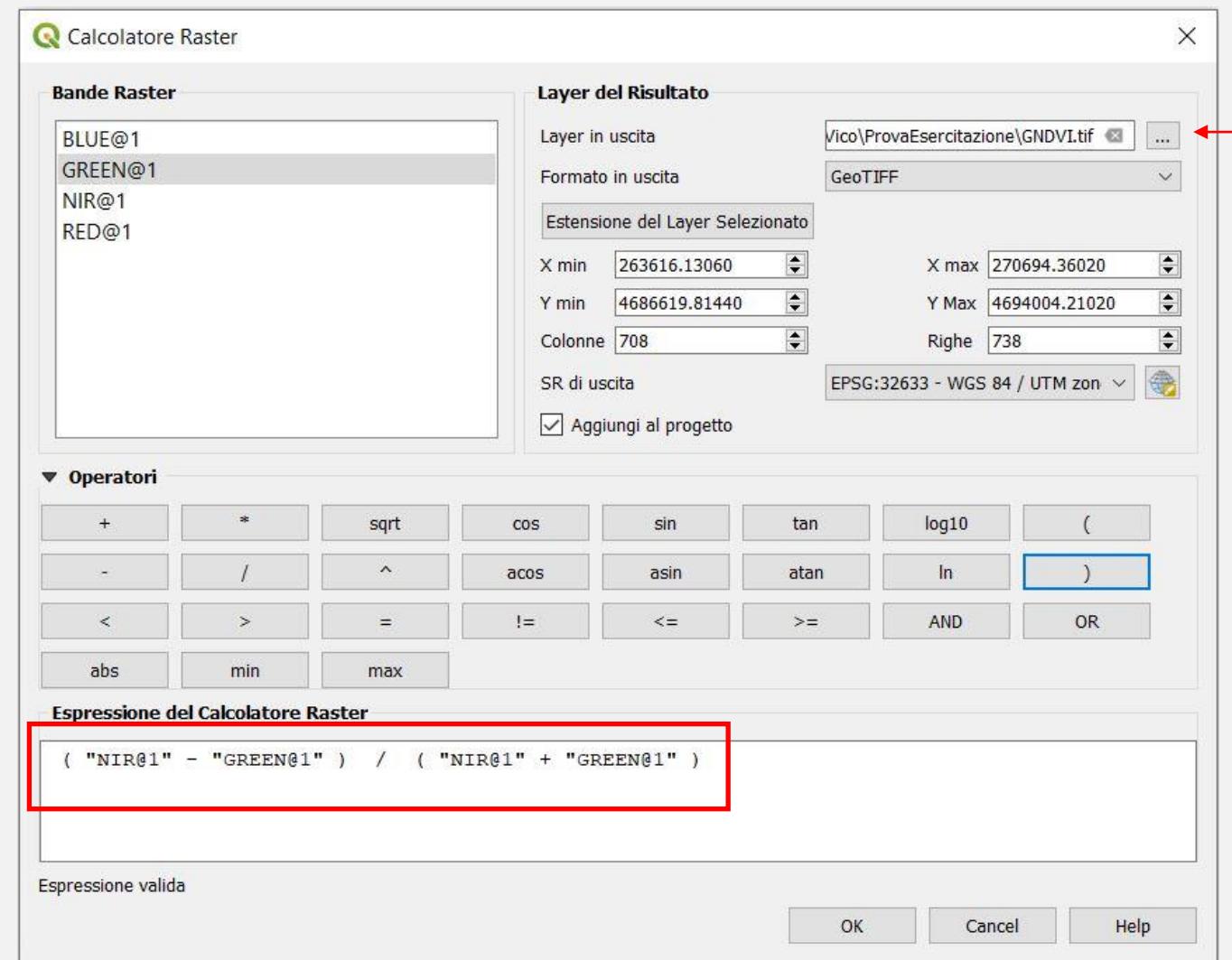
Aprire la funzione: Calcolatore Raster



Scrivere la formula mostrata all'interno del  
Espressione del Calcolatore Raster, cliccando  
sulle Bande Raster e sugli Operatori.

Salvare il file come GNDVI.tif nella cartella di  
riferimento del esercitazione

Domanda: individuare il valore del GNDVI e  
fotointerpretare i punti presenti nello shapefile  
Esempilndici.shp.



# Calcolo degli indici di vegetazione MSAVI2 / GNDVI

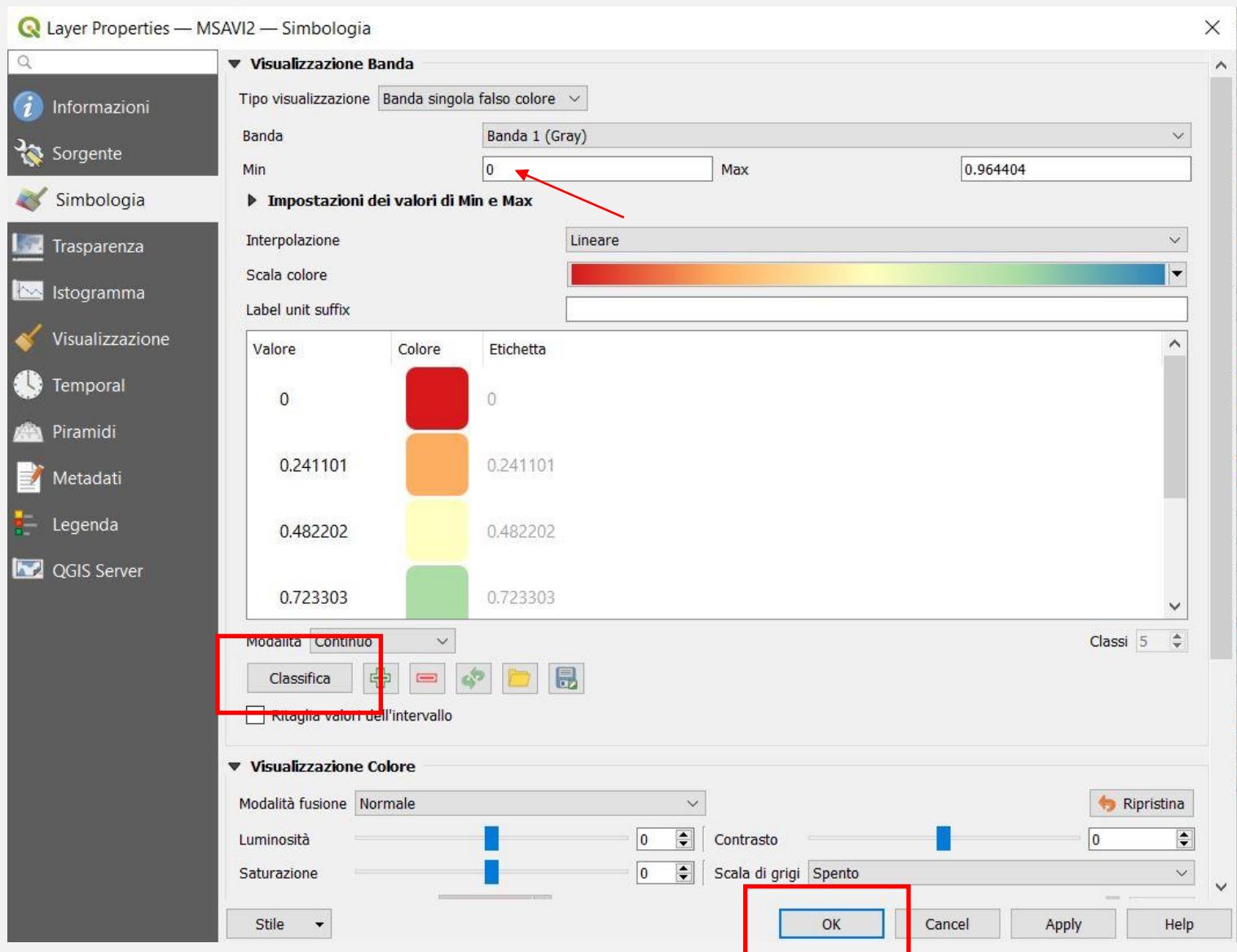
Cambiare la visualizzazione dei valori dell'indice GNDVI

Tasto destro sul layer GNDVI e cliccare su Proprietà;

Andare in Simbologia – Tipo di visualizzazione: Banda singola falso colore;

Imporre il minimo = 0 (valori al di sotto di 0 indicano Acqua o Artificiale).

Cliccare su Classifica e poi su Ok

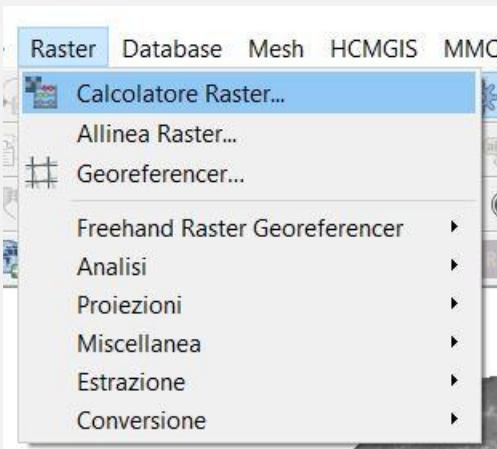


# Calcolo degli indici di suolo CI

Calcolo CI:

$$CI = \frac{RED - GREEN}{RED + GREEN}$$

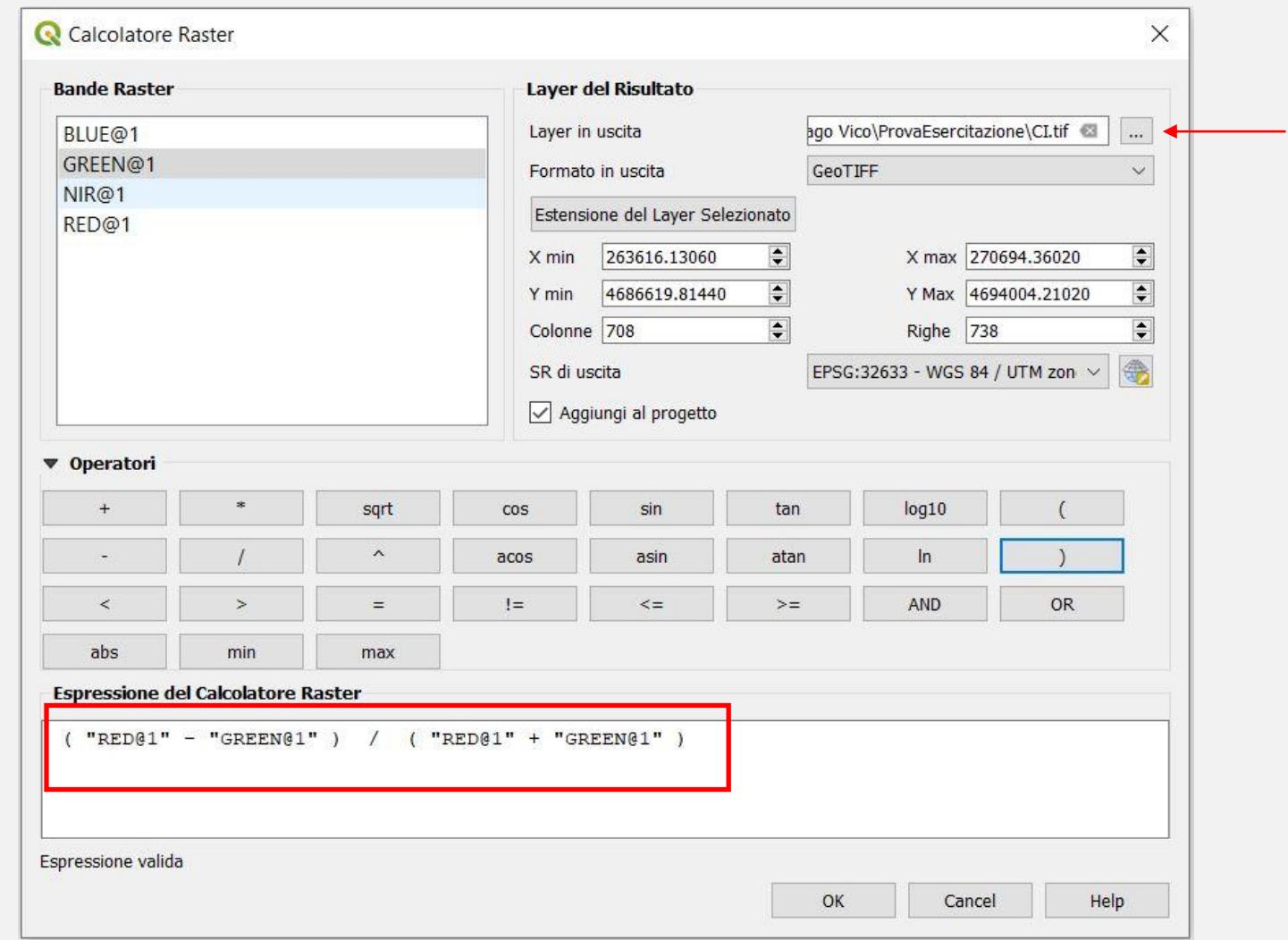
Aprire la funzione: Calcolatore Raster



Scrivere la formula mostrata all'interno del  
Espressione del Calcolatore Raster, cliccando  
sulle Bande Raster e sugli Operatori.

Salvare il file come CI.tif nella cartella di  
riferimento del esercitazione

Domanda: individuare il valore del CI e fotointerpretare i  
punti presenti nello shapefile Esempilndici.tif.



# Calcolo degli indici di suolo CI

Cambiare la visualizzazione dei valori dell'indice CI

Tasto destro sul layer CI e cliccare su Proprietà;

Andare in Simbologia – Tipo di visualizzazione: Banda singola falso colore;

Cliccare su Classifica e poi su Ok

