



Marmolada Glacier Melting Analysis

Geographical Information Systems - Project Report

Dario Mazza
Luca Morelli

Chi siamo



Dario Mazza
d.mazza6@studenti.unisa.it



Luca Morelli
l.morelli6@studenti.unisa.it

Indice

01

Introduzione & Obiettivi

03

Analisi & Risultati

02

Materiali & Metodi

04

Conclusioni



01

Introduzione & Obiettivi

Sono di seguito riportate l'introduzione e gli obiettivi di questo studio

Introduzione



La lotta al cambiamento climatico come sfida ambientale globale



Ghiacciaio della Marmolada come caso di studio sensibile alle dinamiche climatiche.



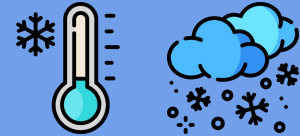
Obiettivi dello studio



Analizzare l'evoluzione dello scioglimento del ghiacciaio della Marmolada dal 1985 al 2020.



Utilizzare strumenti GIS per quantificare le variazioni della copertura nevosa e glaciale.



Esaminare le variazioni delle temperature medie annuali e somma delle precipitazioni oltre che le emissioni di CO2 Annue

02

Materiali & Metodi

Sono di seguito riportati tutti i materiali e i metodi usati per condurre questo studio

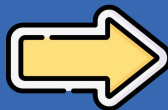


Metodologia



Google Earth Engine

Utilizzato per l'accesso e l'analisi delle immagini satellitari Landsat e l'estrazione di dati climatici (temperature medie annuali e precipitazioni medie annuali) utilizzando il dataset ERA5.

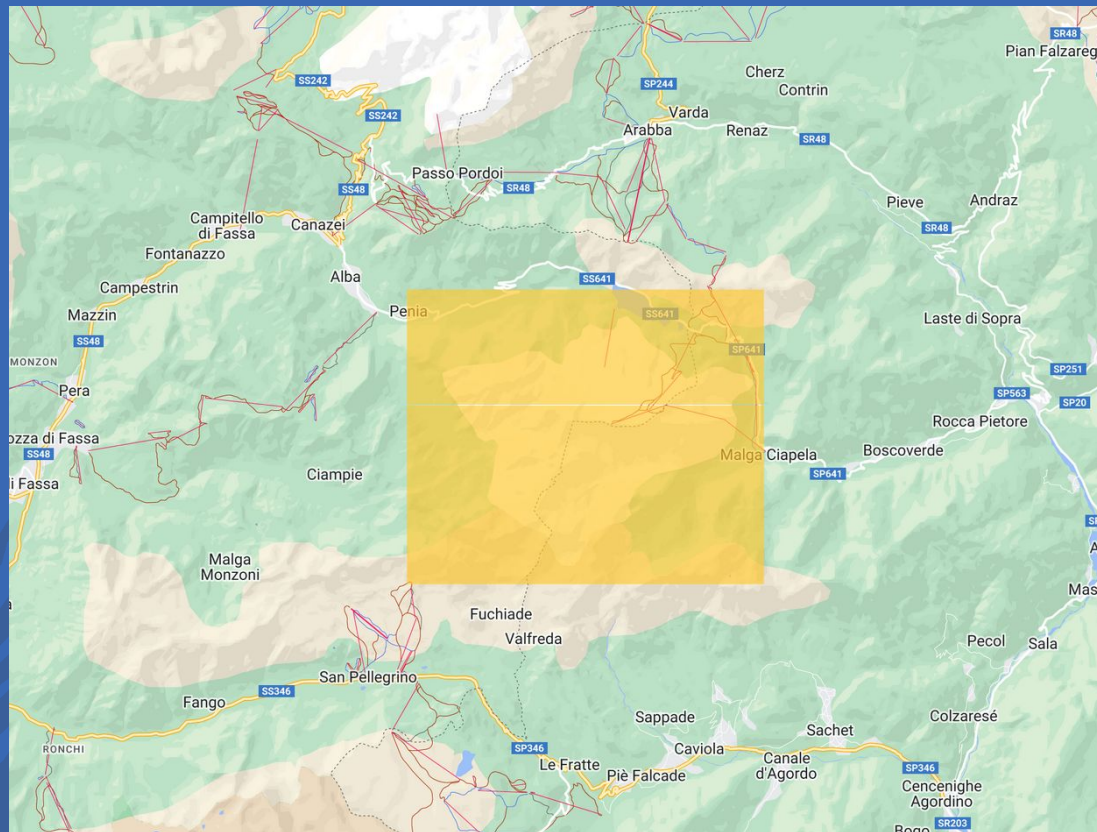
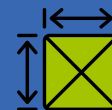


QGIS

Impiegato per elaborare e visualizzare dati geospaziali, integrare e analizzare dati ottenuti da Google Earth Engine, importare il Modello Digitale di Elevazione (DEM), calcolare curve di livello, creare layer di ombreggiatura e sviluppare rappresentazioni 3D dell'area di interesse.



GEE - Selezione dell'AOI





GEE - Script Analisi Preliminare



```
GEE-script

var startDate1 = '1985-01-01';
var endDate1 = '1985-12-31';
var startDate2 = '2020-01-01';
var endDate2 = '2020-12-31';
function getAnnualTemp(year, aoi) {...}
function getAnnualPrecip(year, aoi) {...}
var landsat5 = ee.ImageCollection('LANDSAT/LT05/C01/T1')
  .filterDate(startDate1, endDate1)
  .filterBounds(aoi)
  .filter(ee.Filter.Lt('CLOUD_COVER', 20))
  .median(); // Mediana per ridurre l'impatto delle nuvole.
var landsat8 = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC08/C01/T1')
  .filterDate(startDate2, endDate2)
  .filterBounds(aoi)
  .filter(ee.Filter.Lt('CLOUD_COVER', 20))
  .median();
var datasetTemp = ee.ImageCollection("ECMWF/ERA5/DAILY")
  .select('mean_2m_air_temperature');
var datasetPrecip = ee.ImageCollection("ECMWF/ERA5/DAILY")
  .select('total_precipitation');

var ndsi1985 = landsat5.normalizedDifference(['B2', 'B5']).rename('NDSI');
var ndsi2020 = landsat8.normalizedDifference(['B3', 'B6']).rename('NDSI');
// Maschera i dati fuori dall'AOI
var maskedNDSI1985 = ndsi1985.updateMask(ndsi1985.gt(0).and(ndsi1985.clip(aoi)));
var maskedNDSI2020 = ndsi2020.updateMask(ndsi2020.gt(0).and(ndsi2020.clip(aoi)));
// Calcola la differenza di NDSI dopo aver mascherato e tagliato i dati
var maskedDifference = maskedNDSI2020.subtract(maskedNDSI1985);
// Aggiunge i layer mascherati al Map canvas.
Map.addLayer(maskedNDSI1985, {min: 0, max: 1, palette: ['white', 'blue']}, 'NDSI 1985');
Map.addLayer(maskedNDSI2020, {min: 0, max: 1, palette: ['white', 'blue']}, 'NDSI 2020');
// Visualizza la differenza di NDSI mascherata come una mappa di calore.
Map.addLayer(maskedDifference, {min: -0.5, max: 0.5, palette: ['ff0000', '0000ff']},
'Differenza di NDSI');
// Stampa i risultati in console
...
```



NDSI



$$NDSI = \frac{(\text{Banda Verde} - \text{Banda SWIR})}{(\text{Banda Verde} + \text{Banda SWIR})}$$



GEE - Script "gee2qgis"



```
gee2qgis

// Dataset ECMWF/ERA5/DAILY per temperatura e precipitazioni
var datasetTemp = ee.ImageCollection("ECMWF/ERA5/DAILY").select('mean_2m_air_temperature');
var datasetPrecip = ee.ImageCollection("ECMWF/ERA5/DAILY").select('total_precipitation');

// Funzione per calcolare NDSI per un dato anno
function calculateNDSI(year) {...}

// Funzione per calcolare la temperatura media e le precipitazioni totali annuali
function getClimateData(year) {...}

// Lista per raccogliere le feature per ogni anno
var yearlyData = ee.List([]);

// Loop attraverso gli anni
for (var year = 1985; year <= 2020; year++) {
  var ndsi = calculateNDSI(year); // Calcola NDSI
  var climateData = getClimateData(year); // Ottieni dati climatici

  // Crea un ee.Feature per l'anno corrente con i dati climatici
  var feature = ee.Feature(null, {
    'year': year,
    'mean_temperature_celsius': climateData.temperature,
    'total_precipitation_mm': climateData.precipitation
  });

  // Aggiungi la feature alla lista
  yearlyData = yearlyData.add(feature);

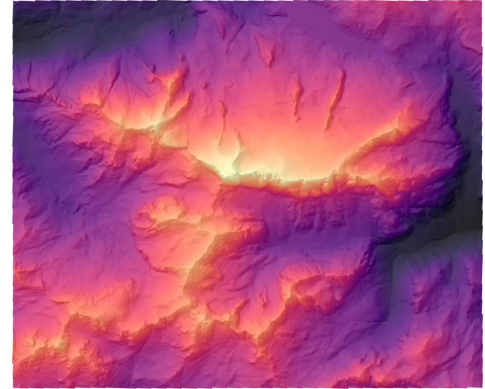
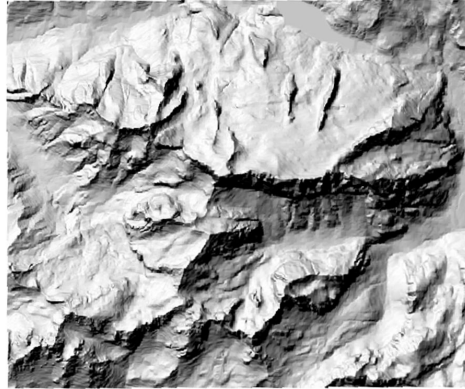
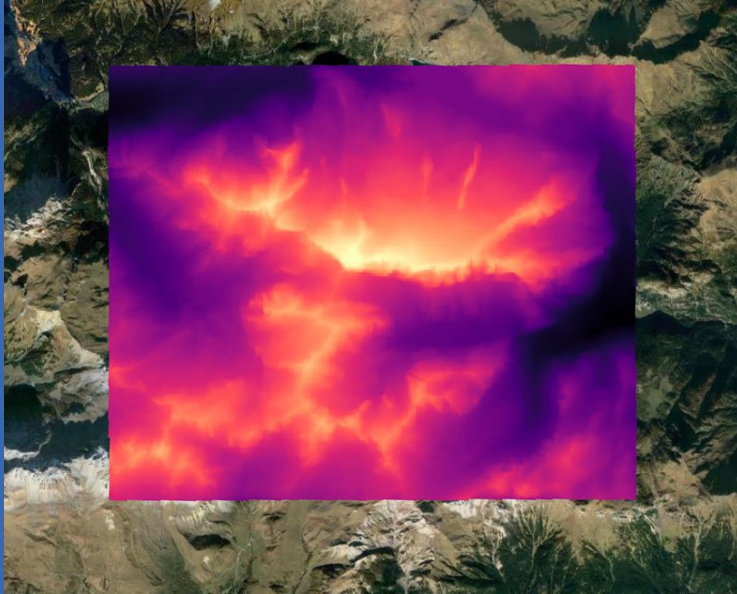
  // Esporta NDSI come immagine
  Export.image.toDrive({
    image: ndsi,
    description: 'NDSI_' + year,
    scale: 30,
    region: aoi,
    fileFormat: 'GeoTIFF',
    folder: 'NDSI_images'
  });
}

// Crea un FeatureCollection dalla lista delle feature
var yearlyDataCollection = ee.FeatureCollection(yearlyData);

// Esporta il FeatureCollection come CSV per i dati climatici
Export.table.toDrive({
  collection: yearlyDataCollection,
  description: 'Climate_Data_1985_to_2020',
  fileFormat: 'CSV',
  folder: 'GEE_Exports',
  fileNamePrefix: 'Climate_Data_1985_2020'
});
```

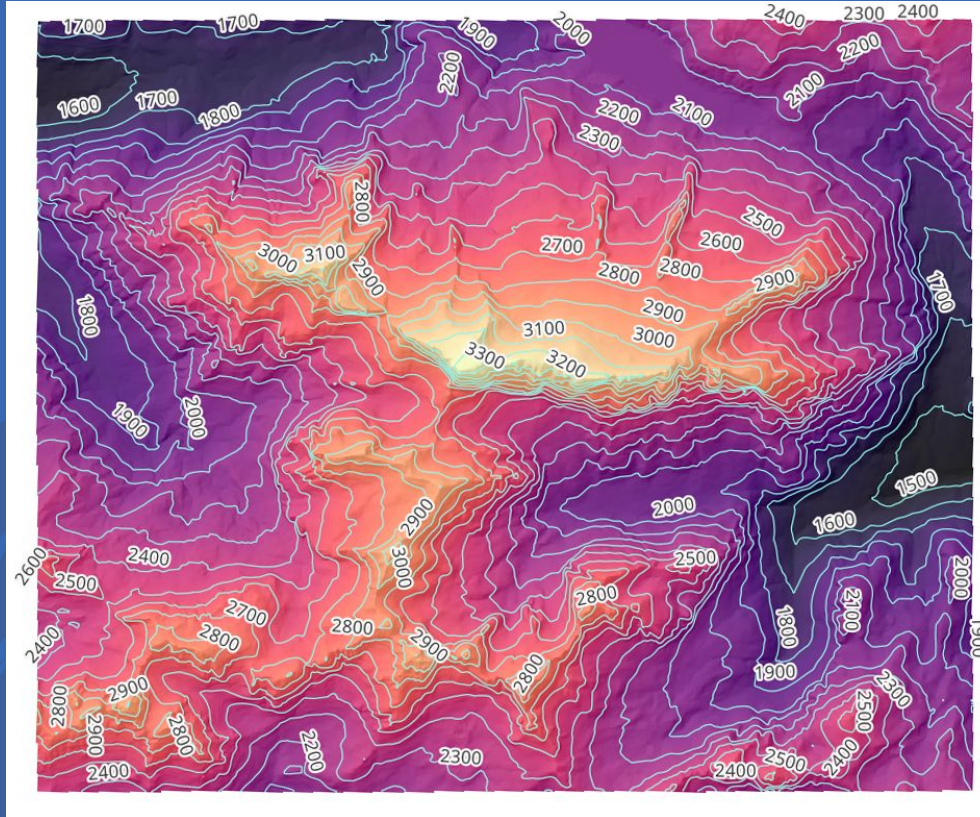


QGIS - DEM



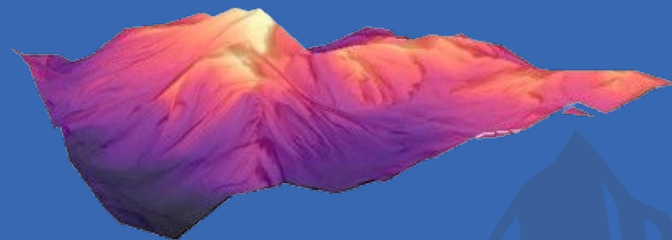
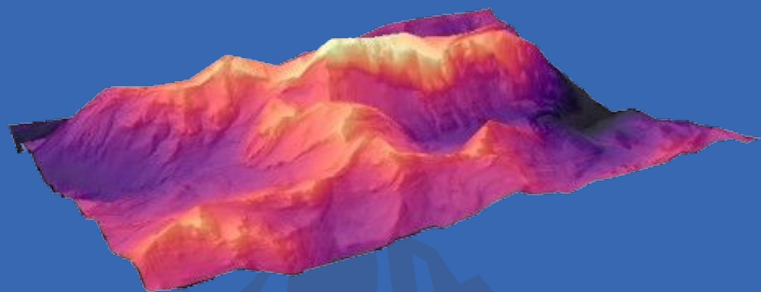


QGIS - Curve di Livello



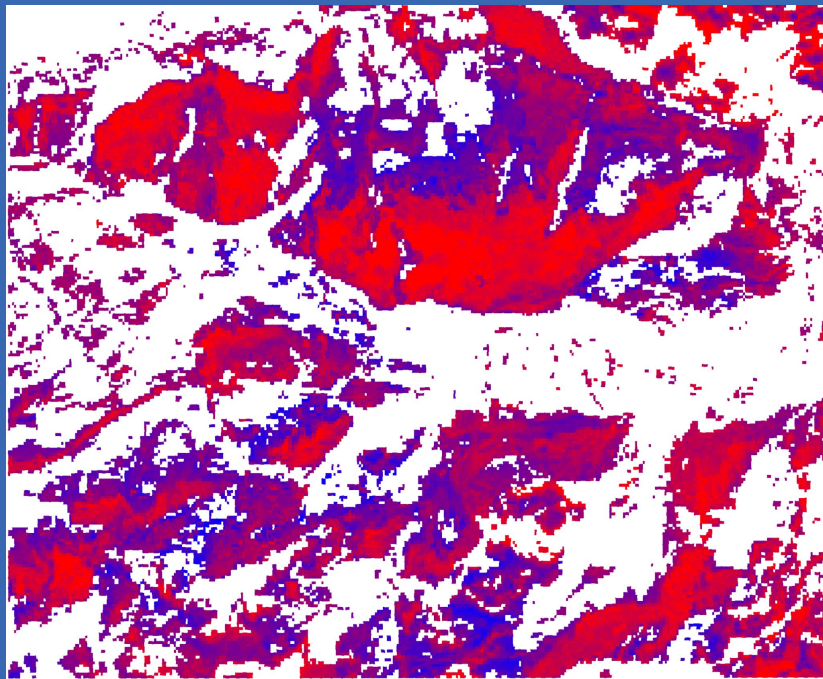


QGIS - Mappa 3D





QGIS - Differenza tra 1985 vs 2020



Zone dove il ghiaccio e neve sono
diminuiti nel 2020 rispetto al 1985



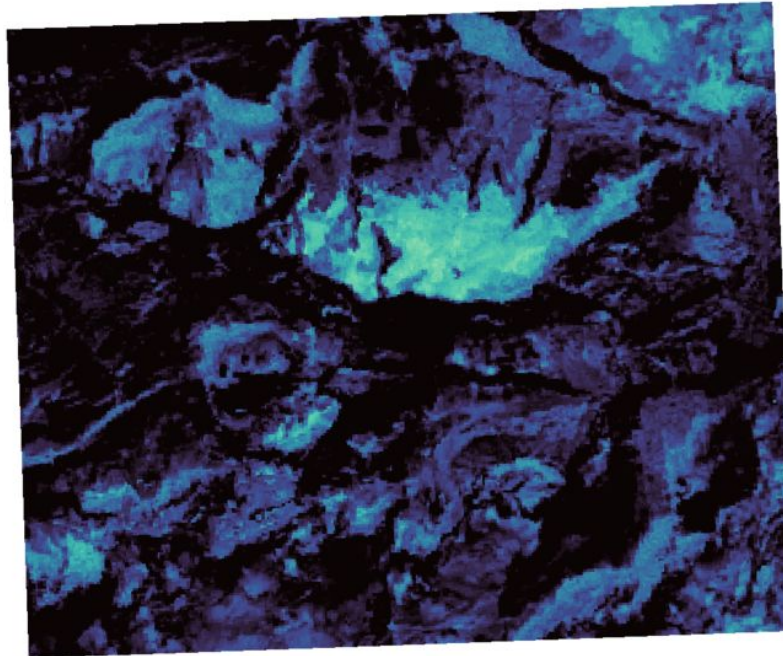
Zone dove il ghiaccio e neve sono
aumentati nel 2020 rispetto al 1985



QGIS - Animazione



Anno: 1985
Temperatura Media: 2.7303 °C
Precipitazioni Medie: 1041.18 mm
Emissioni CO2: 368982400.0 t





03

Analisi & Risultati

Sono di seguito riportate le analisi condotte ed i risultati ottenuti

Cambiamenti morfologici



Frammentazione del ghiacciaio

L'andamento ascendente del riscaldamento globale ha portato ad una frammentazione del ghiacciaio in tre parti distinte

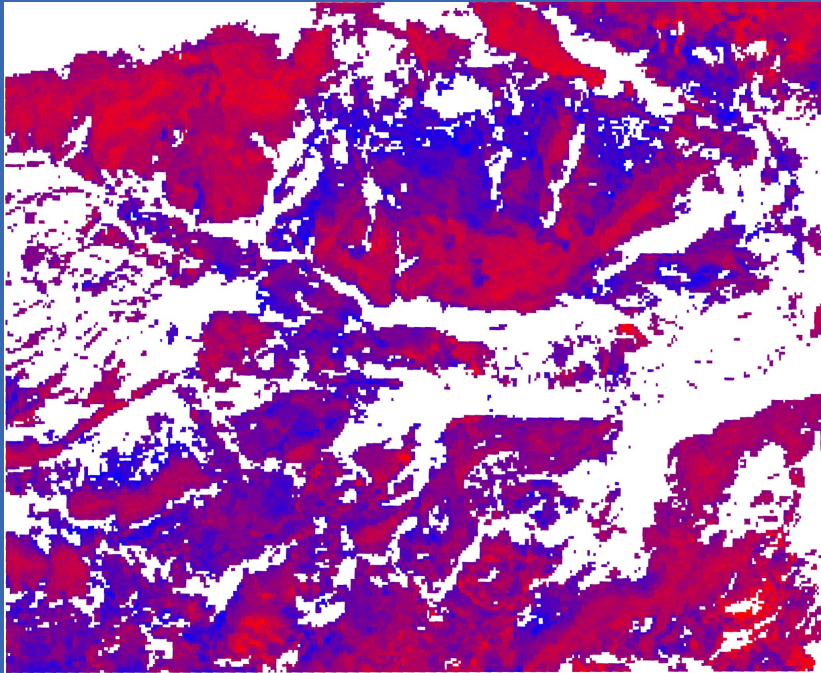


Accumulo di neve in zone specifiche

La nuova morfologia del ghiacciaio permette accumuli localizzati di neve, ma il ghiacciaio continua a sciogliersi globalmente.



Andamento Generale 2004 vs 2014



22%

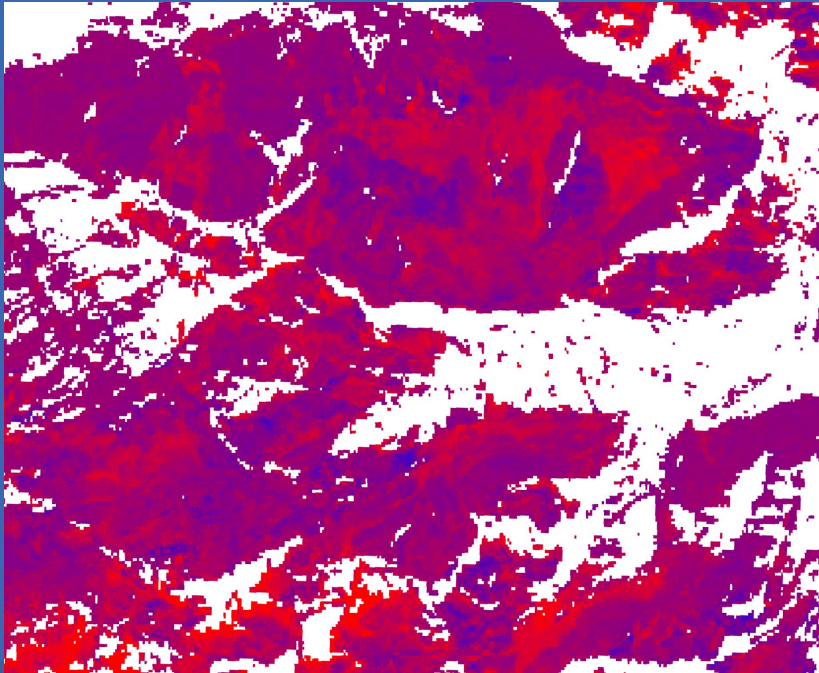
Area coperta da ghiaccio

30%

Volume complessivo del
ghiacciaio



Andamento Generale 2014 vs 2020



Processo di scioglimento

Seppur gli inverni 2008-2009 e 2013-2014 abbiano bilanciato per qualche anno la perdita di neve, il trend è ascendente anche per la Marmolada



Marmolada & Anomalie

La Marmolada sembra registrare un andamento anomalo, in quanto l'andamento è sì ascendente ma più lento



Fattori Esterni & Considerazioni



Temperatura

Andamento
ascendente



Precipitazioni

Nessun pattern
identificato



Gas serra

Andamento Globale
ascendente



04

Conclusioni

Sono di seguito riportate le conclusioni di tale studio



Cosa ci rimane da fare



Agire prima che sia troppo tardi



Necessaria una risposta globale
e non locale



Adottare strategie per la
mitigazione del cambiamento
climatico



Grazie per l'attenzione

