

# **Il crollo del Birchgletscher sul paese di Blatten (Lotschen, Svizzera)**

Analisi dell'impatto causato dalla frana

Martina Costa

17 settembre 2025

◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ↺ 🔍 ↻

# La località

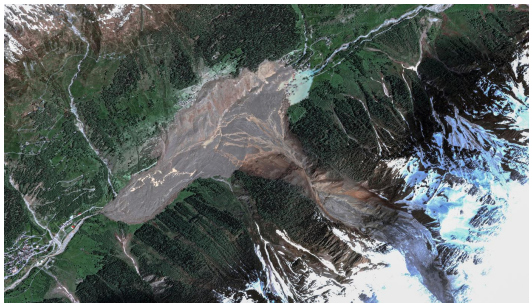


Figure: Area d'indagine

- Valle Lötschental, Canton Vallese, Svizzera
- Fiume Lonza
- 1540 m s.l.m
- Monitoraggio a seguito di frane negli anni '90

# Timeline



- **15 maggio:** si stacca un pezzo del monte Nesthorn, formando una frana che travolge il ghiacciaio e si ferma a 500m dal fiume
- **17 maggio:** evacuazione del paese di Blatten
- Giorni successivi: continuano a cadere massi e detriti dal Nesthorn, accumulandosi sopra al ghiacciaio
- **27 maggio:** primo crollo parziale
- **28 maggio:** il ghiacciaio e i detriti sommergono il paese

# Il lago



**Figure:** Formazione di un lago a seguito dello sbarramento del fiume Lonza e dell'accumulo di ghiaccio.

# Obbiettivo del progetto

Lo studio si pone come obbiettivo quello di quantificare le modificazioni del territorio a seguito del crollo del ghiacciaio.

Per avere copertura nivale e situazione vegetazionale simili, sono state selezionate le immagini relative al 23 agosto 2024 e 25 agosto 2025.

L'area analizzata ha un'estensione di 50.96 km<sup>2</sup>.

# Indice

- 1 Il crollo
- 2 Raccolta dati
- 3 Risultati
- 4 Conclusioni
- 5 Links

# Raccolta dati

Le immagini utilizzate per questo progetto sono state catturate dal satellite Sentinel-2 e scaricate dal Copernicus Browser.

Per avere immagini nitide è stata impostata una copertura di nuvole al 5%.

Sono state scaricate le bande 2, 3, 4 e 8 in formato .TIFF a 16 bit.

Pacchetti utilizzati:

- `library(terra)`
- `library(imageRy)`
- `library(viridis)`
- `library(ggplot2)`
- `library(patchwork)`



# Codice

Una volta scaricate le varie bande, queste sono state sovrapposte per creare le immagini in True Color.

In seguito è stato sostituito il **NIR** al **rosso**, mettendo in risalto sia la vegetazione che la formazione del lago, in quanto il vicino infrarosso viene riflesso dalla vegetazione e assorbito dagli specchi d'acqua.

```
par(mfrow=c(1,2))  
im.plotRGB(G24, 4,2,1)  
title("2024 (nir)", line=-2)  
im.plotRGB(G25, 4,2,1)  
title("2025 (nir)", line=-2)
```

# NIR on Red

2024 (nir)

2025 (nir)

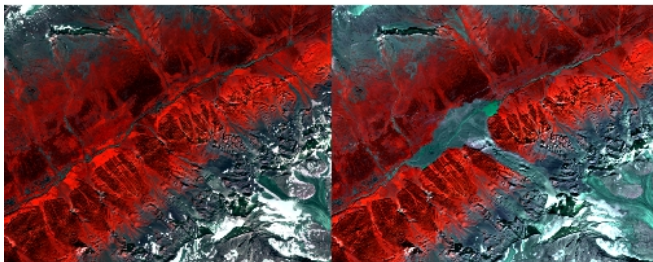


Figure: False Color

# NDVI

Calcolo l'NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) seguendo la formula:

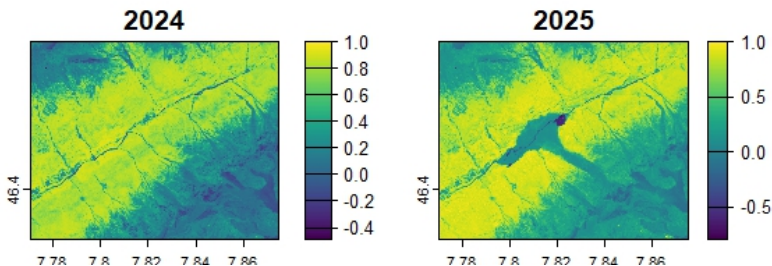
$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad (1)$$

Questo indice è un indicatore della presenza di vegetazione, in quanto la vegetazione assorbe la luce nel rosso visibile e riflette fortemente la luce nel vicino infrarosso.

$$NDVI\_24 = (G24[[4]] - G24[[3]]) / (G24[[4]] + G24[[3]])$$

$$NDVI\_25 = (G25[[4]] - G25[[3]]) / (G25[[4]] + G25[[3]])$$

# Classificazione in base all'NDVI



**Figure:** Visualizzazione delle immagini elaborate attraverso l'NDVI. La colorazione scelta è viridis in modo da evidenziare la vegetazione in giallo mentre il resto del territorio apparirà in una scala di blu.

# NDWI

Calcolo poi l'NDWI (Normalized Difference Water Index) seguendo la formula:

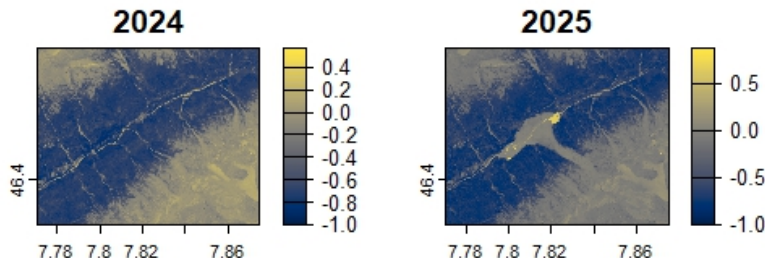
$$NDWI = \frac{(GREEN - NIR)}{(GREEN + NIR)} \quad (2)$$

Questo indice sfrutta il fatto che l'acqua assorbe fortemente il NIR e riflette il verde, consentendo di evidenziare il cambiamento nel contenuto di acqua superficiale della valle.

$$NDWI\_24 = (G24[[2]] - G24[[4]]) / (G24[[2]] + G24[[4]])$$

$$NDWI\_25 = (G25[[2]] - G25[[4]]) / (G25[[2]] + G25[[4]])$$

# Classificazione in base all'NDWI



**Figure:** Visualizzazione delle immagini elaborate attraverso l'NDWI. In questo caso la colorazione scelta è cividis, in modo da evidenziare in giallo l'acqua.

# Calcolo delle classi

I risultati ottenuti con il calcolo di NDVI e NDWI per entrambi gli anni sono stati suddivisi in 2 cluster, calcolando poi la percentuale di copertura per ogni cluster.

```
cG24 <- im.classify(NDVI_24, num_clusters=2)
```

```
cG25 <- im.classify(NDVI_25, num_clusters=2)
```

```
wG24 <- im.classify(NDWI_24, num_clusters=2)
```

```
wG25 <- im.classify(NDWI_25, num_clusters=2)
```

Cluster per NDVI: vegetazione, altro (suolo nudo/neve/acqua)

Cluster per NDWI: acqua, altro (vegetazione/rocce)

# Creazione dei dataframe

Esempio di calcolo delle percentuali:

```
f24 <- freq(cG24)
```

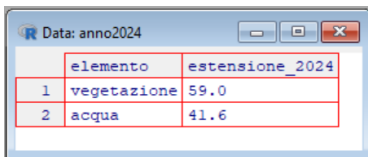
```
tot24 <- ncell(cG24)
```

```
prop24 = f24 / tot24
```

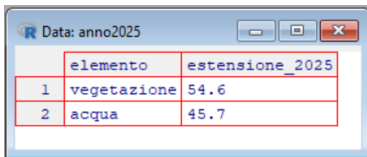
```
perc24 = prop24 * 100
```

```
perc24
```

Le percentuali sono state utilizzate per creare due Dataframe, uno per anno, e ognuno con la rispettiva percentuale di vegetazione e acqua:



	elemento	estensione_2024
1	vegetazione	59.0
2	acqua	41.6



	elemento	estensione_2025
1	vegetazione	54.6
2	acqua	45.7



# Esempio di classificazione

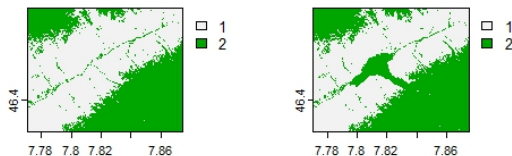


Figure: Classificazione NDVI

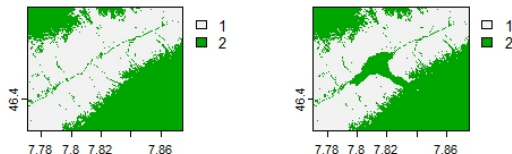


Figure: Classificazione NDWI

# Relazione tra NDVI e NDWI

Plottando la classificazione non si coglie molto la differenza tra i 2 cluster calcolati usando l'NDVI e i 2 cluster ottenuti usando l'NDWI, in quanto le percentuali hanno valori simili.

Quindi, per visualizzare meglio i cambiamenti e per avere nello stesso plot i due indici, questi possono essere messi in relazione calcolando la loro differenza per entrambi gli anni, secondo la formula:

$$Diff = NDVI - NDWI \quad (3)$$

In questo caso il range andrà da +2 a -2 perchè entrambi gli indici sono normalizzati compresi tra +1 e -1.

# Differenza NDVI-NDWI

A valori positivi corrisponde dominanza di vegetazione e a valori negativi corrisponde una dominanza di acqua.

Esempio: caso estremo in cui vegetazione è +1 e acqua assente quindi -1,  $\text{diff}(\text{NDVI}-\text{NDWI}) = +1 - (-1) = +2$

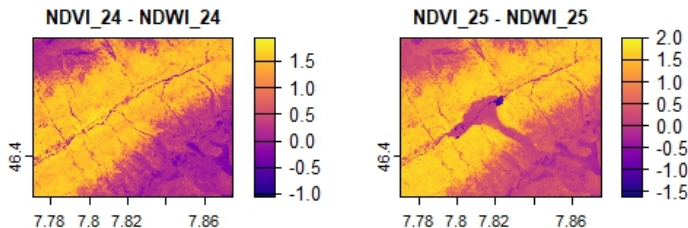
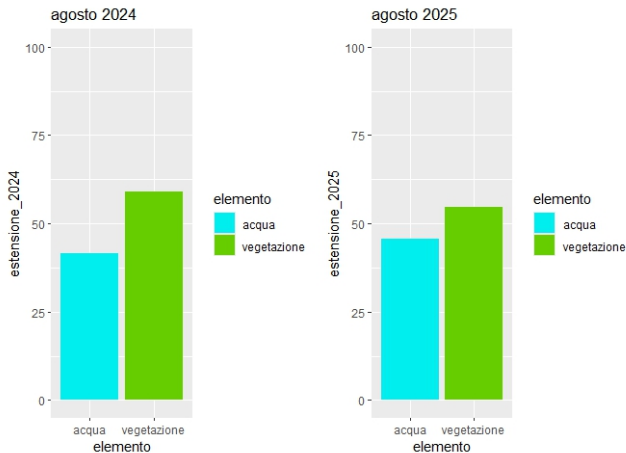


Figure: Differenza NDVI - NDWI. La colorazione usata è plasma.

# Indice

- 1 Il crollo
- 2 Raccolta dati
- 3 Risultati**
- 4 Conclusioni
- 5 Links

# Grafico a barre



Valori di vegetazione e acqua nell'area di indagine rispettivamente in agosto 2024 e agosto 2025.

# Indice

- 1 Il crollo
- 2 Raccolta dati
- 3 Risultati
- 4 Conclusioni**
- 5 Links

# Conclusioni

- I risultati ottenuti mediante le analisi su R risultano rappresentativi dell'impatto che il crollo del ghiacciaio ha avuto sulla morfologia della valle;

# Conclusioni

- I risultati ottenuti mediante le analisi su R risultano rappresentativi dell'impatto che il crollo del ghiacciaio ha avuto sulla morfologia della valle;
- Dal calcolo delle percentuali, si può osservare come la frana abbia portato ad una diminuzione circa del 5% della vegetazione;



# Conclusioni

- I risultati ottenuti mediante le analisi su R risultano rappresentativi dell'impatto che il crollo del ghiacciaio ha avuto sulla morfologia della valle;
- Dal calcolo delle percentuali, si può osservare come la frana abbia portato ad una diminuzione circa del 5% della vegetazione;
- Mentre l'ostruzione del fiume e la conseguente formazione del lago hanno portato ad aumento di acqua superficiale nell'area circa del 4%.

# Indice

- 1 Il crollo
- 2 Raccolta dati
- 3 Risultati
- 4 Conclusioni
- 5 Links**

# Github e fonti

Il mio account **Github**: <https://github.com/MartinaCoast>

## Sitografia:

- <https://www.rsi.ch/>
- [https://www.rsi.ch/info/svizzera/  
Blatten-quando-la-montagna-croll--2875870.html](https://www.rsi.ch/info/svizzera/Blatten-quando-la-montagna-croll--2875870.html)
- <https://it.wikipedia.org/wiki/Blatten>



In immagine: Il cono di detrito  
causato dalla frana, visto dal  
versante opposto. Si può  
intravedere il lago.

Grazie dell'attenzione!