RSE Ricerca Sistema Energetico | we move

L'INTERRIMENTO NEL LUNGO PERIODO

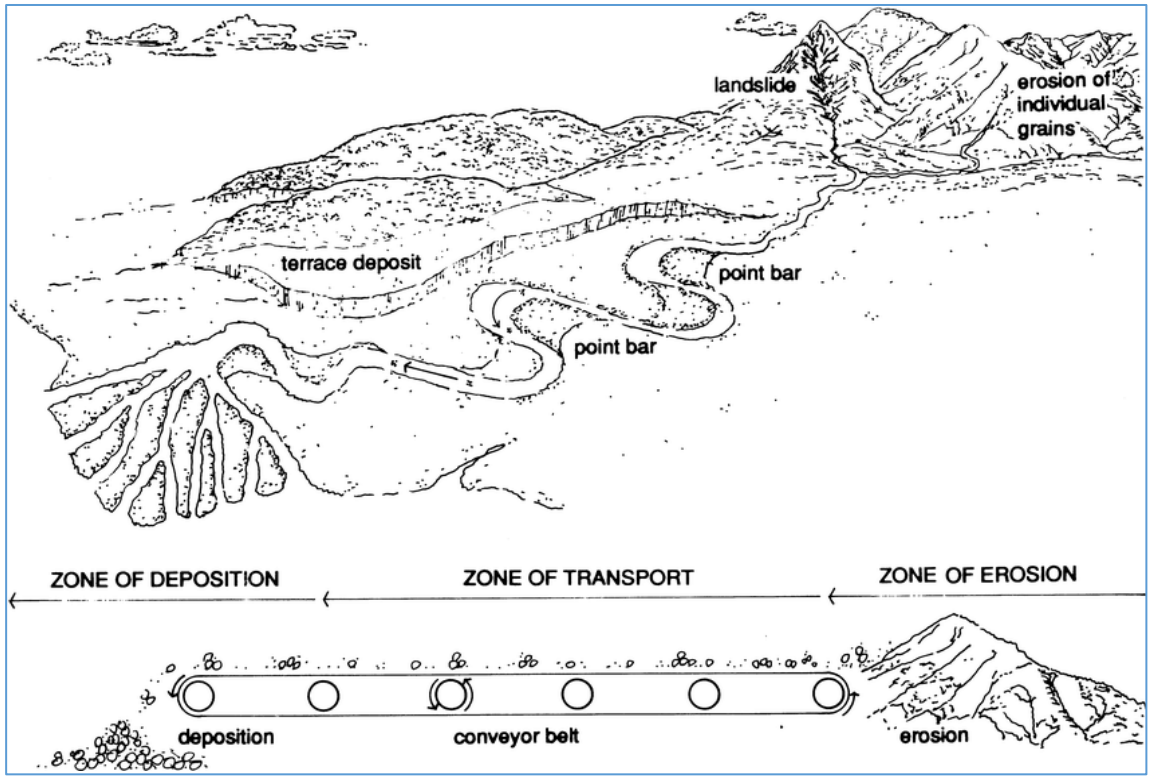
Andrea Abbate, Ricerca Sistema Energetico

29/05/2024

INTRODUZIONE E OBIETTIVI

L'interrimento nel lungo periodo

- ***Interrimento*** è un problema sempre esistito fin da quando furono costruite le prime dighe
- E' stato studiato in ambito naturale per i ***processi geomorfologici***
- E' un meccanismo complesso e articolato
- In gran parte è stato ***trascurato*** per gli invasi artificiali fino a quando le opere sono diventate sempre più grandi
- Esempi: ***Diga delle Tre Gole*** in Cina che intercetta il Fiume Azzurro
- I ***cambiamenti climatici*** modificano il ciclo geo-idrologico aumentando la variabilità del processo che ha carattere di impulsività



La ***diga delle Tre Gole***, denominata anche *progetto Tre Gole*, è una diga per la produzione di energia elettrica costruita sul Fiume Azzurro, nella provincia di Hubei in Cina, nonché la seconda diga più grande al mondo dopo la Diga di Itaipú[2].

È una centrale idroelettrica a bacino di accumulo e per far arrivare l'acqua alle turbine sfrutta la pressione dell'acqua dell'intero bacino: con 2309 metri di larghezza, detiene ***i record mondiali per la diga più grande e per la centrale idroelettrica più potente***, capace di soddisfare il 3% dell'enorme fabbisogno energetico del paese.



Diga delle Tre Gole



Immagine della diga nel 2009

Stato	Cina
Fiume	Fiume Azzurro
Uso	energia idroelettrica
Inaugurazione	2006
Tipo	Diga a gravità
Superficie del bacino	108400[1] ha
Volume del bacino	22 000 milioni di m^3
Altezza	185 m
Capacità energetica	22500 MW

METODI E MODELLI

RUSLE e EPM

Esistono dei modelli che permettono una ***stima dei processi di erosione*** attraverso approcci:

- ***EMPIRICI***
- ***SEMI-QUANTITATIVI***

Tra questi troviamo il modello ***RUSLE*** e il modello di ***GAVRILOVIC*** (Erosion Potential Method) tra quelli più utilizzati per la quantificazione delle ***m3/anno*** erosi in un'area.

Tali metodi combinano ***dati geografici*** distribuiti con **dati meteo-climatici** caratterizzanti le aree investigate.

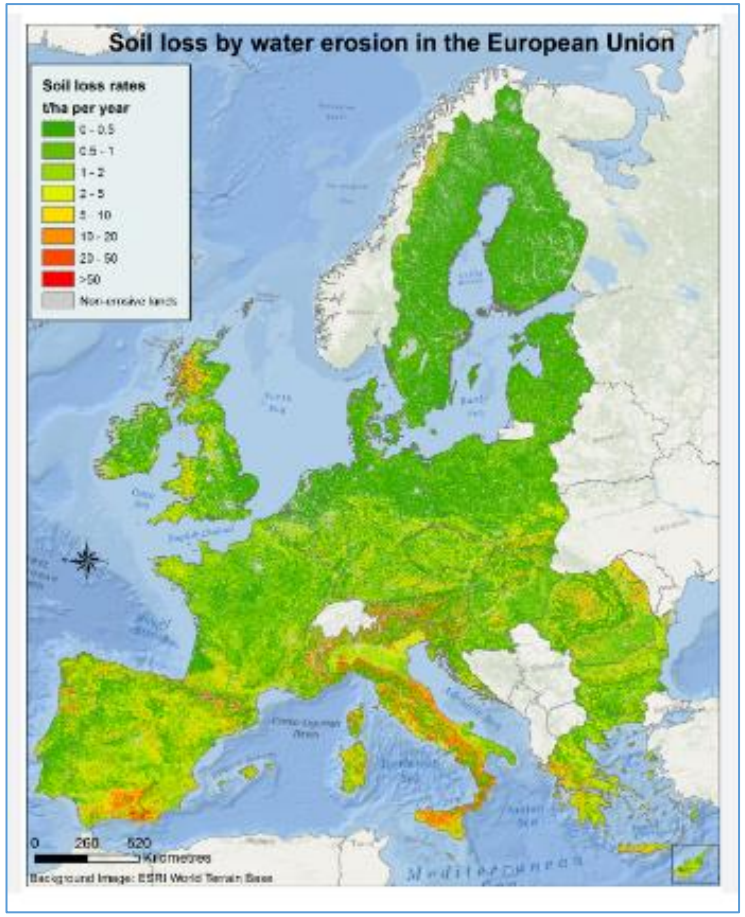


Tabella 4-2 – Calcolo del valore medio annuo di materiale solido trasportato dal Torrente Torreggio alla sezione di ingresso nel Mallero. Metodo di GAVRILOVICH-ZEMLJIC.

Superficie del bacino sottesa alla sezione di immissione nel Lambro, A (km²)	25,6
Isoterma annuale media dell'intero bacino, t' °C	4
Coefficiente di temperatura, $T = (t'/10 + 0.1)^{1/2}$	0,707
Altezza di pioggia media annuale nel bacino, h (mm)	1'150
Fattore di protezione del suolo ad opera della vegetazione, X (tabellato)	0,8
Fattore di erodibilità del suolo, Y (valore tabellato)	1,3
Grado e tipologia dei processi erosivi, φ (valore tabellato)	0,8
Pendenza media percentuale del bacino, I	0,50
Coefficiente di erosione relativa Z, calcolato con $Z = X \cdot Y \cdot (\varphi + I^{1/2})$	1,57
Quantità annuale media del materiale prodotto per erosione W m³, calcolato con $W = T \cdot h \cdot \pi \cdot Z^{3/2} \cdot A$	**128'333,1**
Contributo specifico medio annuale di materiale prodotto per erosione, w (mm/anno)	**5,013**
Perimetro del bacino sotteso alla sezione di immissione nel Lambro, O (km)	39,41
Altezza media del bacino sotteso alla sezione di immissione nel Lambro, D (km)	1,50
Lunghezza dell'asta principale del bacino, L (km)	8,97
Lunghezza complessiva degli affluenti, L_i (km)	6,00
Fattore di riduzione R, calcolato con $R = [(O \cdot D)^{1/2} \cdot (L + L_i)]/[(A \cdot (L + 10)]$	0,24
Quantità di materiale prodotto per erosione effettivamente trasportato dal corso d'acqua al netto della rideposizione interna, G m³/anno	**30'426,1**
Contributo specifico medio annuale di materiale trasportato dal corso d'acqua, G**spec** (mm/anno)	**1,189**

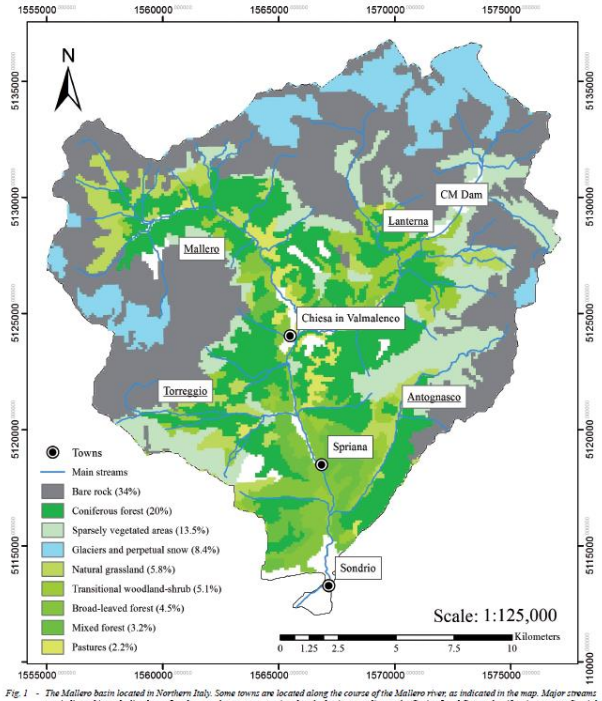


Fig. 1 - The Mallero basin located in Northern Italy. Some towns are located along the course of the Mallero river, as indicated in the map. Major streams are indicated in underlined text. Land cover classes are associated to the basin according to the Corine Land Cover classification system. Spatial Reference System: Monte Mario (Rome 1940)/Italy zone



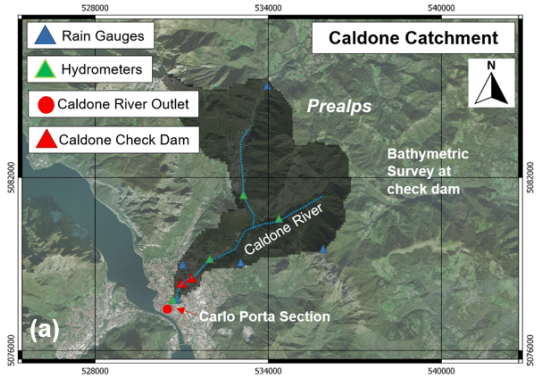
Fig. 2 - a) The Mallero River and b) the town of Sondrio during the flood of July 1987 (Images courtesy of geologist Maurizio Azzola)

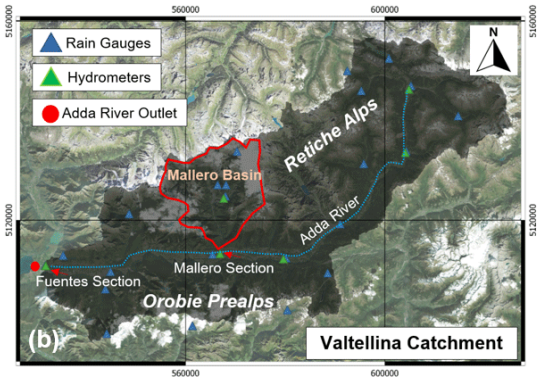
Longoni, Laura & Ivanov, Vladislav & Brambilla, Davide & Radice, Alessio & Papini, M.. (2016). Analysis of the temporal and spatial scales of soil erosion and transport in a Mountain Basin. 16. 17-30. 10.4408/IJEGE.2016-02.O-02.

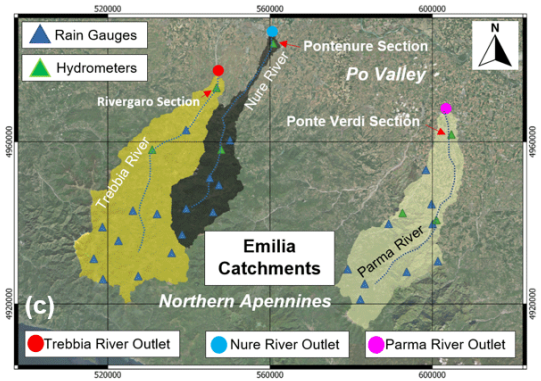
SMART-SED
Suistanable Management of Solid Transport

CRHyME
CLIMATIC RAINFALL HYDROGEOLOGICAL MODELLING EXPERIMENT









Abbate, A., Mancusi, L., Apadula, F., Frigerio, A., Papini, M., and Longoni, L.: CRHyME (Climatic Rainfall Hydrogeological Modelling Experiment): a new model for geo-hydrological hazard assessment at the basin scale, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 24, 501–537, https://doi.org/10.5194/nhess-24-501-2024, 2024.

SIMULAZIONI NEL PASSATO

La Tempesta Vaia del 2018 e l'alluvione dell'Emilia Romagna del 2023





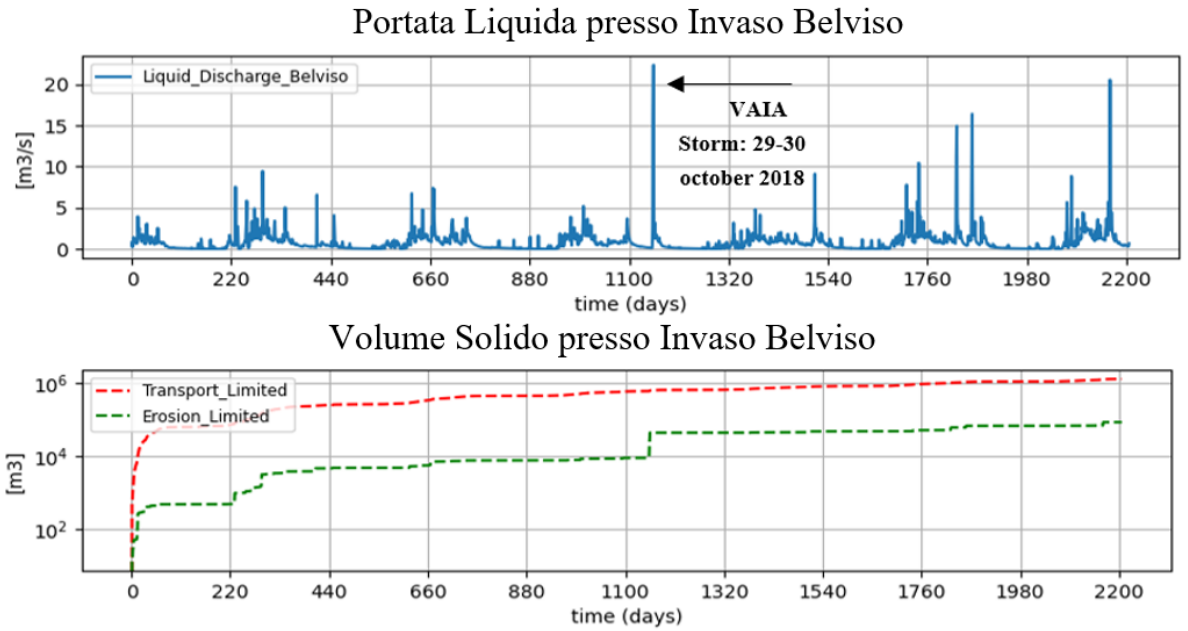
La ***ricostruzione di eventi passati*** è la chiave per capire la tendenza dell'interrimento nel lungo periodo.

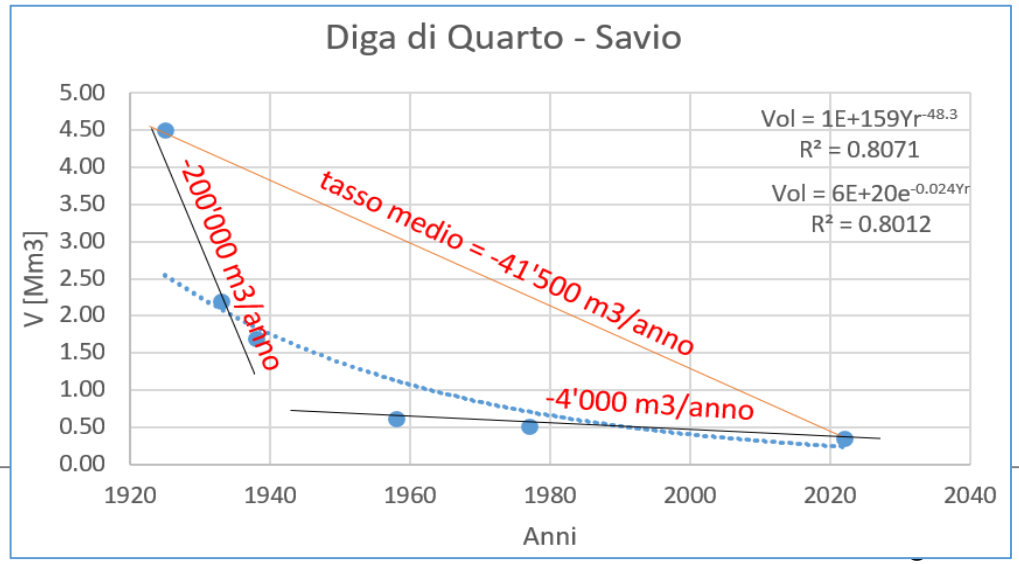
TEMPESTA VAIA OTTOBRE ***2018***

ALLUVIONE EMILIA ROMAGNA MAGGIO ***2023***

I fenomeni di interrimento hanno:

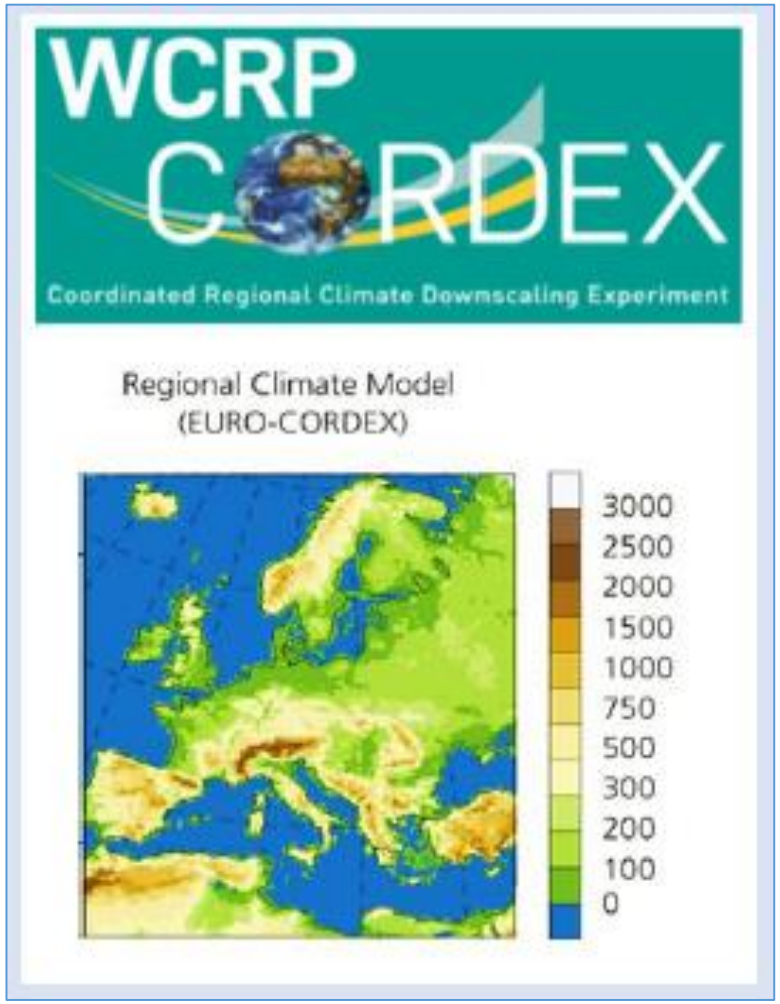
- Carattere di ***impulsività*** -> si attivano durante eventi alluvionali intensi
- Carattere di ***continuità*** -> sono cumulativi nel tempo incrementando progressivamente il riempimento di sedimenti negli invasi.

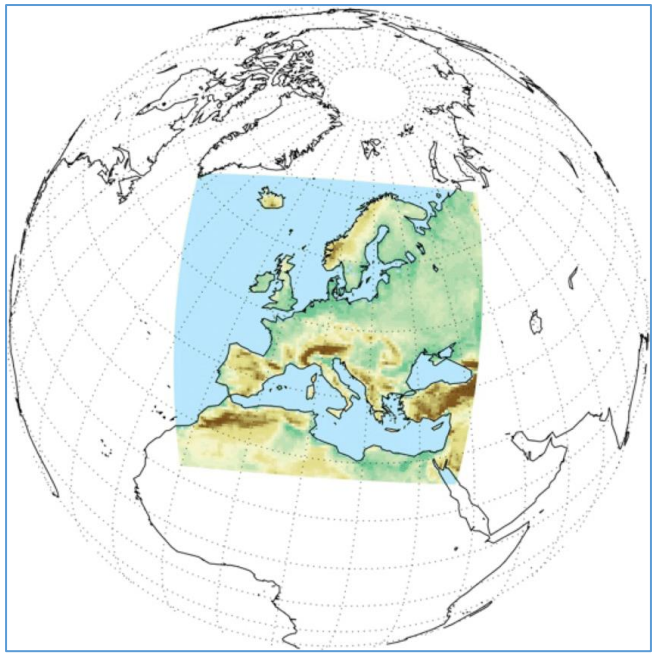




SIMULAZIONI NEL FUTURO

I Modelli Climatici Eurocordex





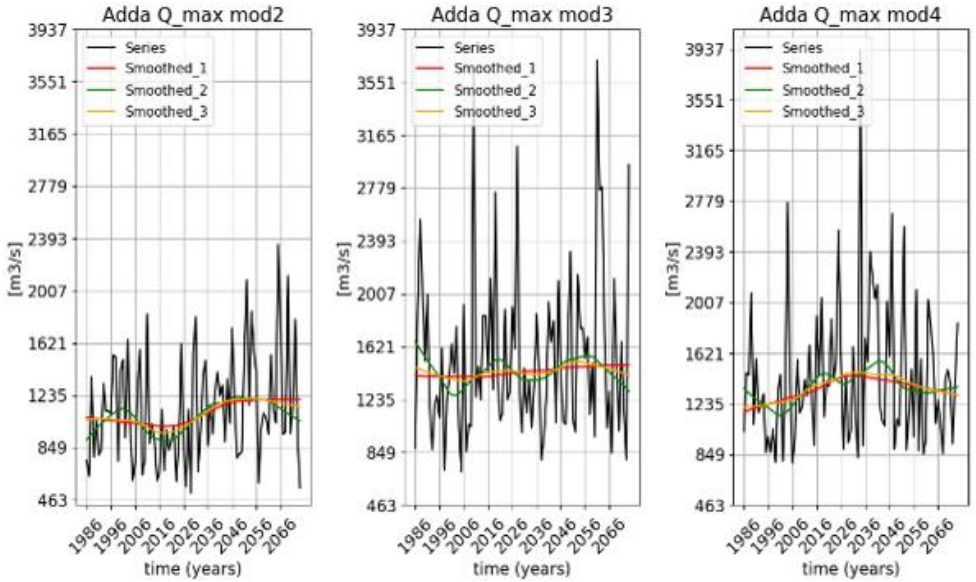
Le stime riferite al passato hanno solitamente ***importanti incertezze***. Per questo motivo sono necessarie delle ***tarature basate su dati batimetrici*** reperiti presso gli invasi.

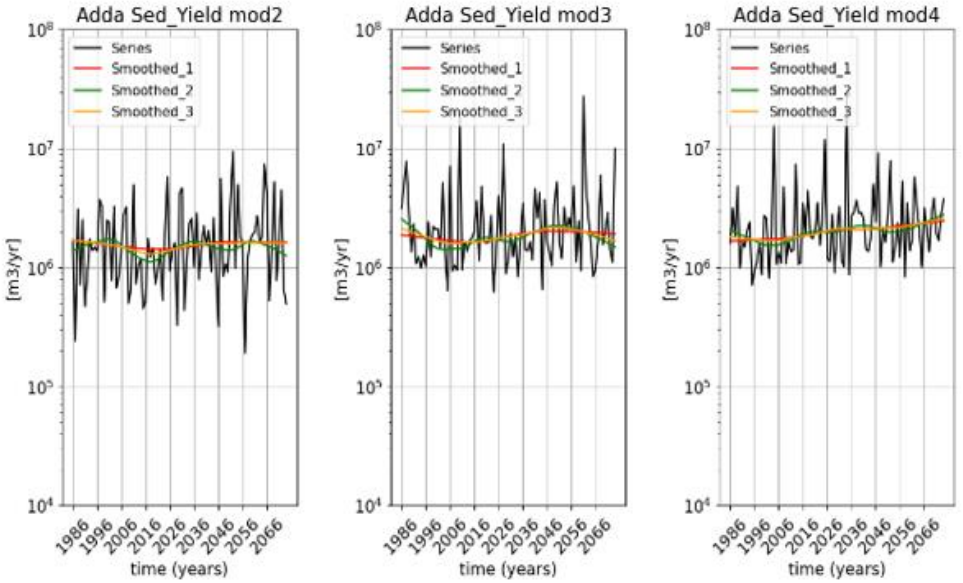
La taratura dei modelli sul passato è necessaria per eseguire delle stime di trasporto solido consistenti anche per ***il futuro***.

Queste analisi sono solitamente condotte con modelli numerici in accoppiata con i ***driver climatici*** provenienti da progetti ***ENSAMBLE tipo EUROCORDEX***.

SIMULAZIONI NEL FUTURO

I Modelli Climatici Eurocordex





E' possibile valutare la ***tendenza all'aumento/diminuzione della portata solida*** in relazione alle forzanti climatiche.

Si studiano gli ***outliers*** della serie simulata per capire l'aumento-diminuzione della frequenza degli eventi estremi che portano ad ***aumenti rapidi dell'interrimento.***

Il ***GI%*** è un indicatore del grado di interrimento dei bacini il cui valore critico si aggira attorno al ***5%*** ed è funzione della ***Sediment Yield.***

Volume Interrimento (t) = Tasso di Erosione * (t – Anno messa in esercizio)

GI% = Volume Interrimento (t) / Volume invaso * 100

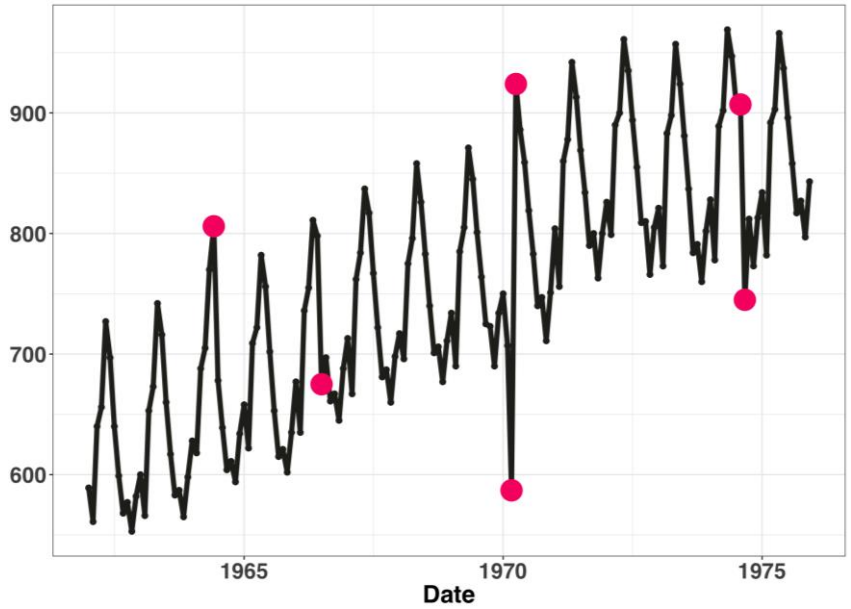
TAKE HOME MESSAGES

Validazioni Storiche – Proiezioni Future – Incertezze di stima

- L'uso di modelli EMPIRICI e SEMI-QUANTITATIVI permette di stimare delle ***tendenze dell'interrimento nel lungo termine***.

- Queste stime sono affidabili entro un certo ***range*** (di solito 1-2 ordini di grandezza) in quanto sono fortemente dipendenti dai parametri modellistici.I ***dati*** di calibrazione e validazione sono solitamente ***scarsi*** e non sempre disponibili alla consultazione.

- E' necessaria ***un'analisi statistica dei risultati*** soprattutto per le stime nel futuro in cui è importante ragionare sull'andamento delle distribuzioni evidenziando possibili ***trends o outliers***.



- Il ***miglioramento progressivo della qualità dei dati*** geografici e dei modelli di stima permetterà di raggiungere stime più affidabili dell'interrimento.

RSE Ricerca Sistema Energetico | we move

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Andrea Abbate

andrea.abbate@rse-web.it