



UNIVERSITÀ
DI TORINO
UNIVERSITÀ
DI TORINO

Università degli Studi di Torino

Dipartimento di Scienze della Terra



*Valutazione e gestione delle risorse idriche del
territorio comunale di Casalborgone (TO)*

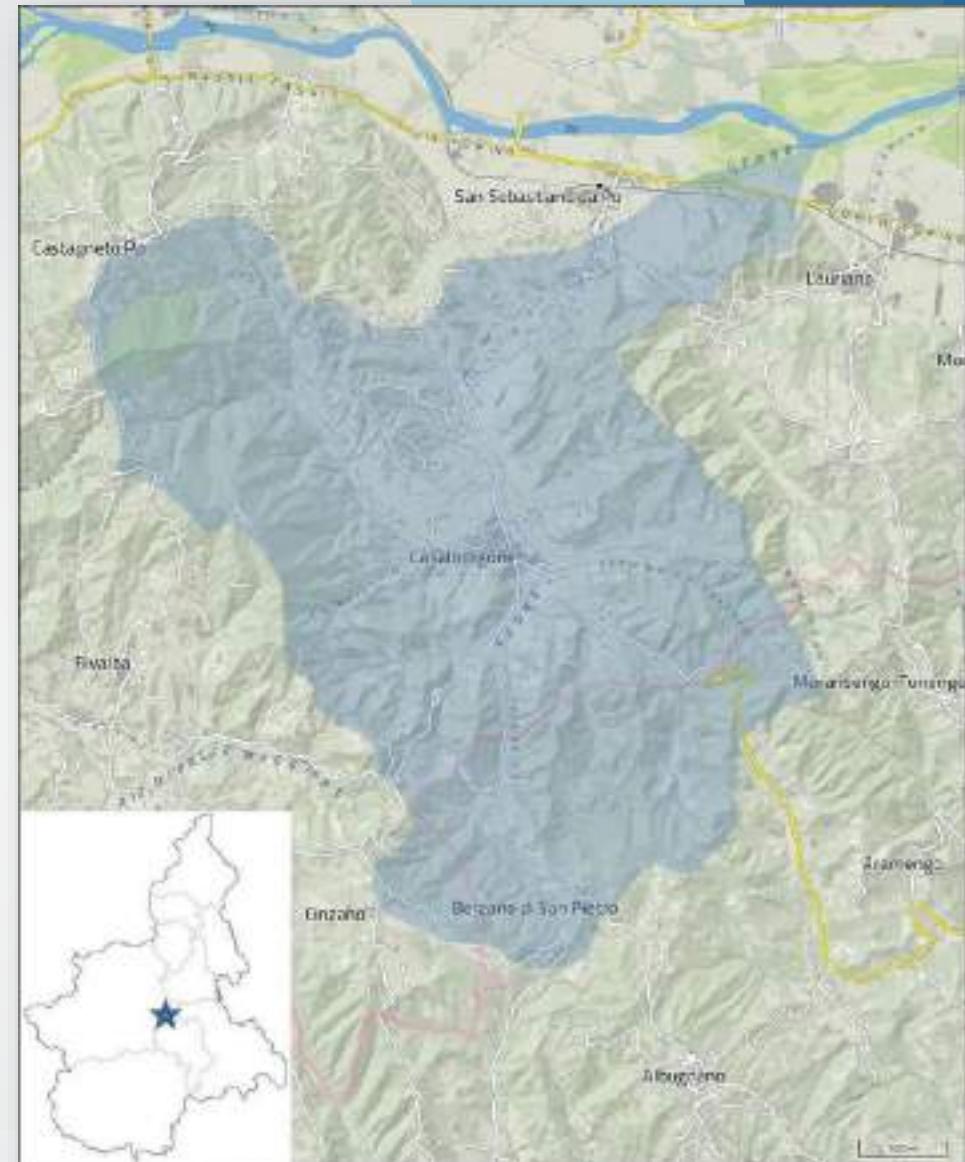
Dott. Leonardo Perino

OBIETTIVI E METODOLOGIA

Obiettivi del lavoro: **valutazione e gestione delle risorse idriche del territorio comunale di Casalborgone (TO)**, seguita da una **analisi della pericolosità idrologica** della medesima area, che risulta interessata da allagamenti, anche nel concentrico, in occasione di eventi meteorici intensi.

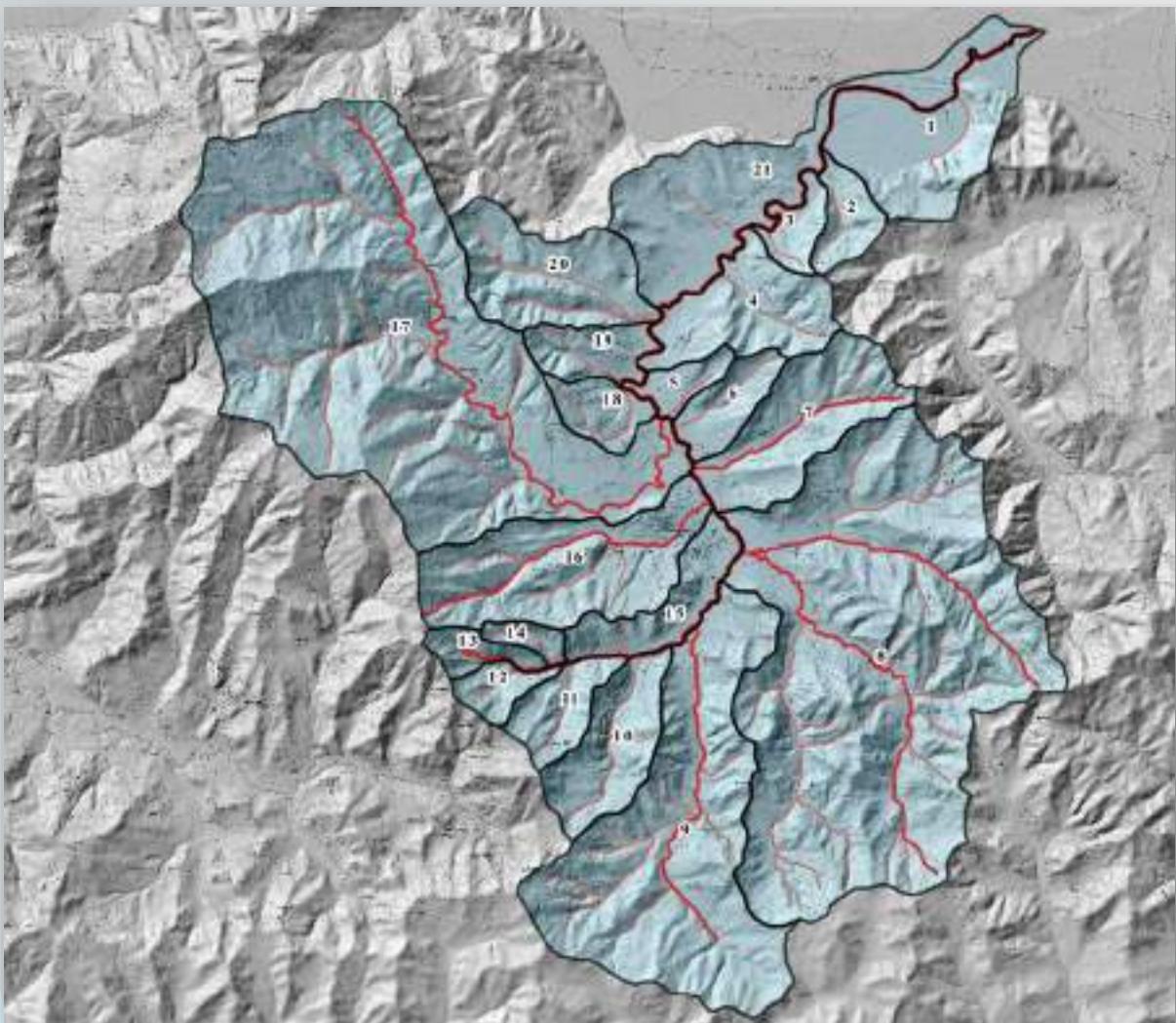
Il lavoro è stato strutturato in tre fasi distinte:

- I. Analisi territoriale: Suddivisione del bacino del T. Leona in sottobacini di primo ordine, produzione di una carta delle pendenze e carta uso del suolo;
- II. Valutazione e gestione della risorsa idrica superficiale;
- III. Definizione della pericolosità idrologica in corrispondenza di due sezioni d'alveo, individuate come potenziali punti di criticità per allagamenti.



Il bacino del T. Leona.

I FASE: ANALISI TERRITORIALE



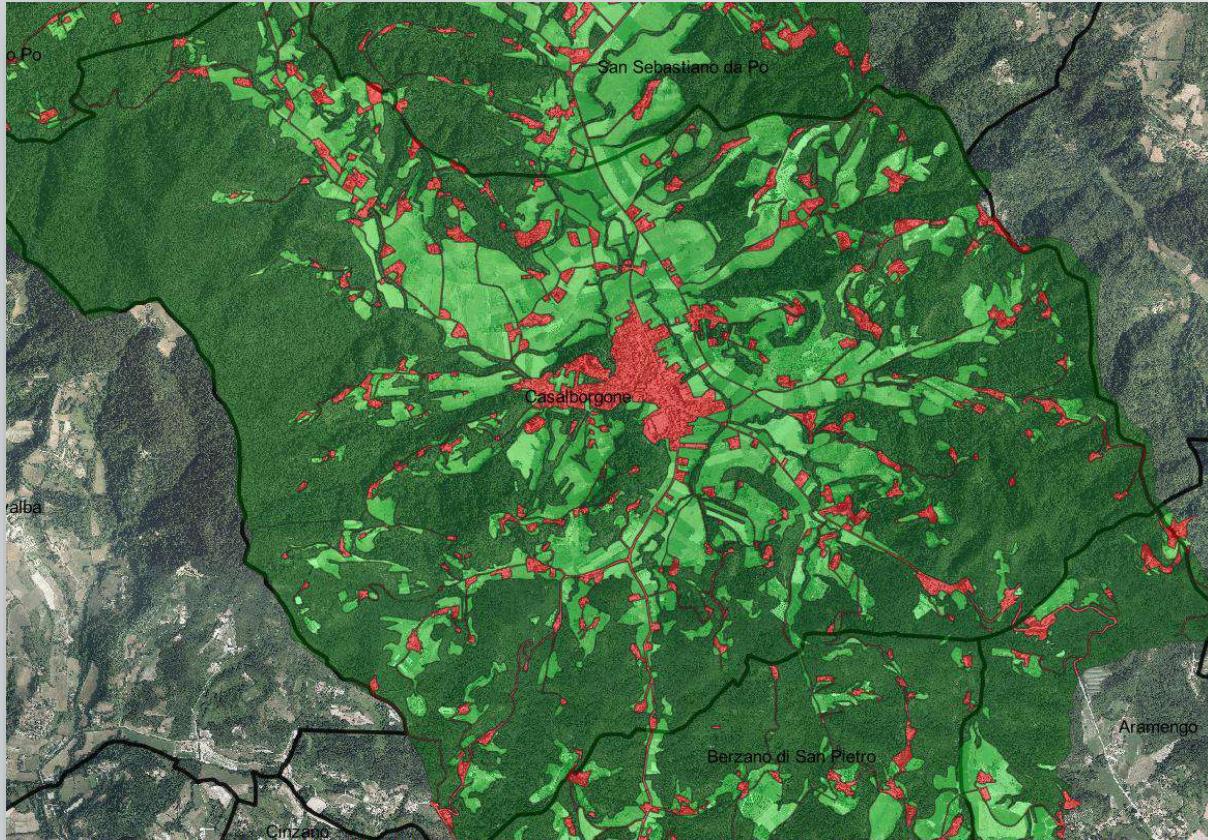
Suddivisione del bacino del torrente Leona – Immagine prodotta con Qgis su base DTM5.

Individuazione del bacino del torrente Leona e suddivisione dello stesso in sottobacini di primo ordine.

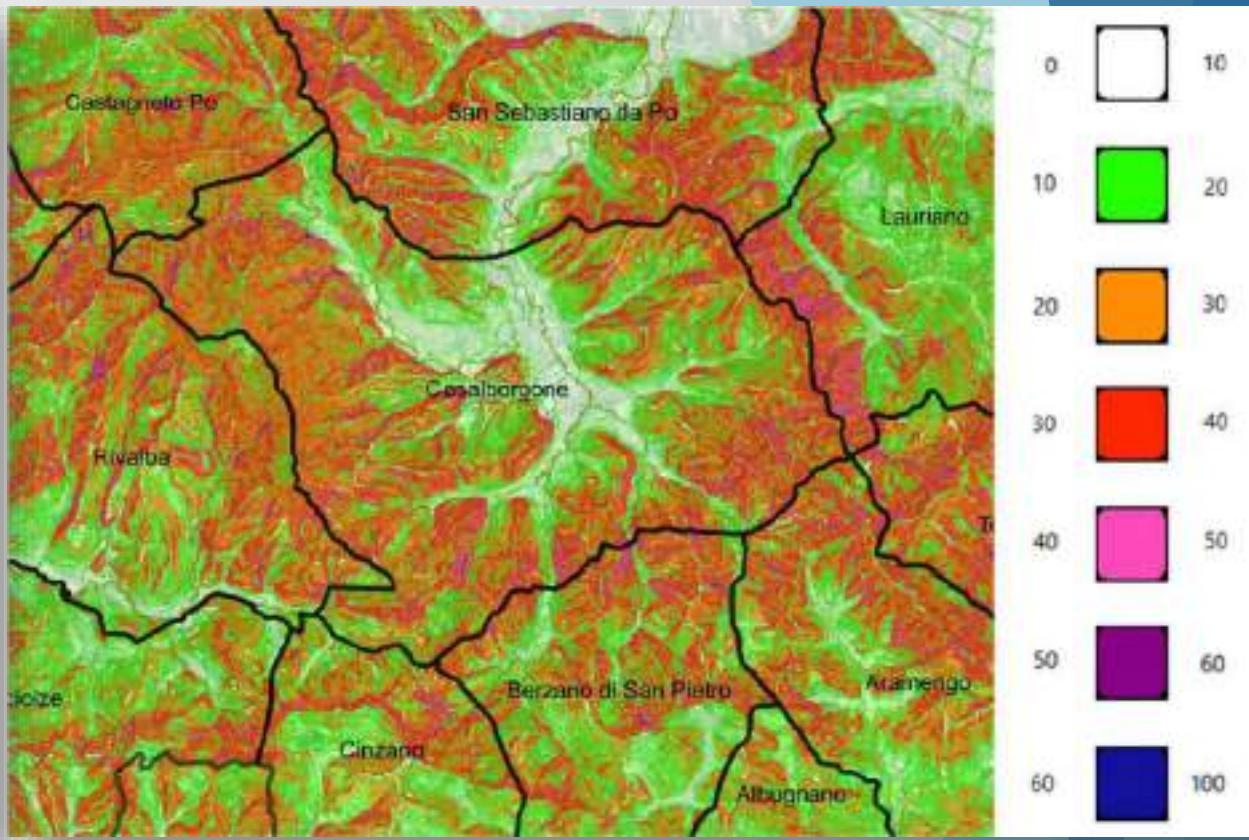
Bacino	Area [km ²]	Quota Max. [m s.l.m.]	Quota Min. [m s.l.m.]
1	1,65	311,48	162,63
2	0,42	376,29	169,03
3	0,33	357,14	170,00
4	1,25	381,11	174,50
5	0,29	335,18	184,20
6	0,52	341,81	191,30
7	1,54	405,20	193,71
8	9,23	509,78	196,81
9	4,70	485,28	203,78
10	1,07	463,32	213,32
11	0,57	463,32	222,99
12	0,30	438,08	240,84
13	0,29	495,69	244,61
14	0,18	394,28	239,64
15	0,76	350,47	196,39
16	2,21	509,15	194,72
17	9,67	583,76	190,91
18	0,44	302,32	186,84
19	0,53	314,19	181,39
20	1,44	361,22	180,32
21	2,23	316,75	162,62

Dati calcolati dei relativi sottobacini.

In seguito alla suddivisione dei bacini di deflusso la fase di analisi territoriale è proseguita con la produzione di una **carta delle pendenze** e ad una **carta di uso del suolo**.



Carta dell'uso del suolo. Le zone di colore verde scuro rappresentano le aree boschive, quelle verde chiaro i campi coltivati o i prati e il colore rosso sono evidenziate le aree antropizzate, come edifici e strade.



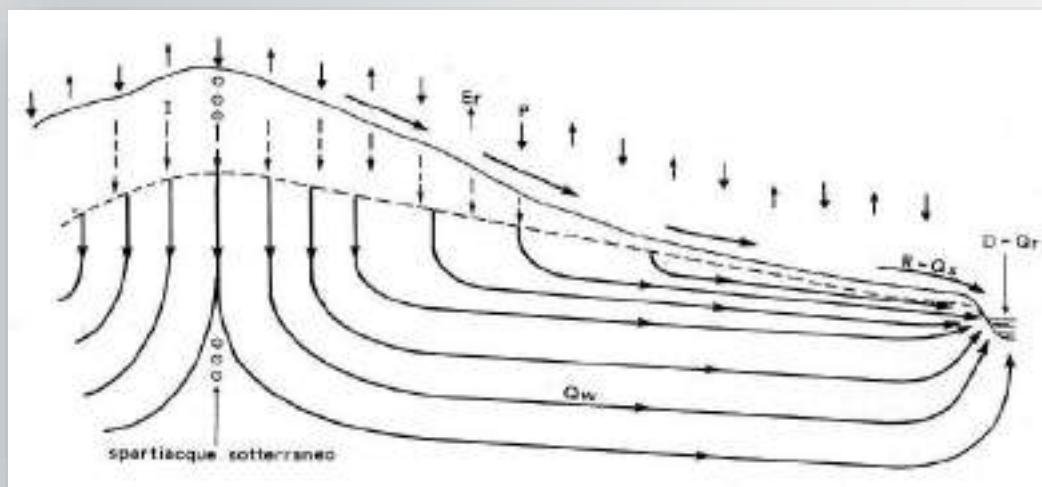
Carta delle pendenze del comune di Casalborgone e delle aree limitrofe. I colori rappresentano le fasce di pendenza indicate nella legenda.

II FASE: VALUTAZIONE E GESTIONE DELLA RISORSA IDRICA SUPERFICIALE

Valutazione delle risorse idriche

Per la valutazione delle risorse idriche, è stato effettuato il calcolo analitico dei singoli parametri dell'espressione seguente :

$$P = E_r + R + I$$



Schema di deflusso idrico superficiale e sotterraneo (da Castany, 1982; modificato).

Dove :

- P = quantitativi d'acqua di *precipitazione* (in mm/a);
- E_r = quantitativi d'acqua di *evapotraspirazione reale* (in mm/a);
- R = quantitativi d'acqua di *ruscellamento superficiale* (in mm/a);
- I = quantitativi d'acqua di *infiltrazione efficace* (in mm/a).

Valutazione delle risorse idriche

I dati di **precipitazione** sono stati ricavati analizzando le serie storiche delle stazioni meteorologiche di Castagneto Po, San Sebastiano Po e Tonengo.

Solo la stazione meteo di Castagneto Po disponeva di una serie completa di dati degli ultimi 20 anni.



Ubicazione delle stazioni meteo più vicine all'area di studio.

Mese	T media mensile	P media mensile
	(°C)	(mm)
Gennaio	3,41	32,87
Febbraio	4,65	37,98
Marzo	8,27	56,29
Aprile	12,07	89,83
Maggio	15,81	110,39
Giugno	20,44	76,50
Luglio	22,67	68,86
Agosto	21,75	77,48
Settembre	18,04	53,12
Ottobre	13,04	59,91
Novembre	7,73	106,08
Dicembre	4,31	39,60
MEDIA ANNUA	12,68	808,90

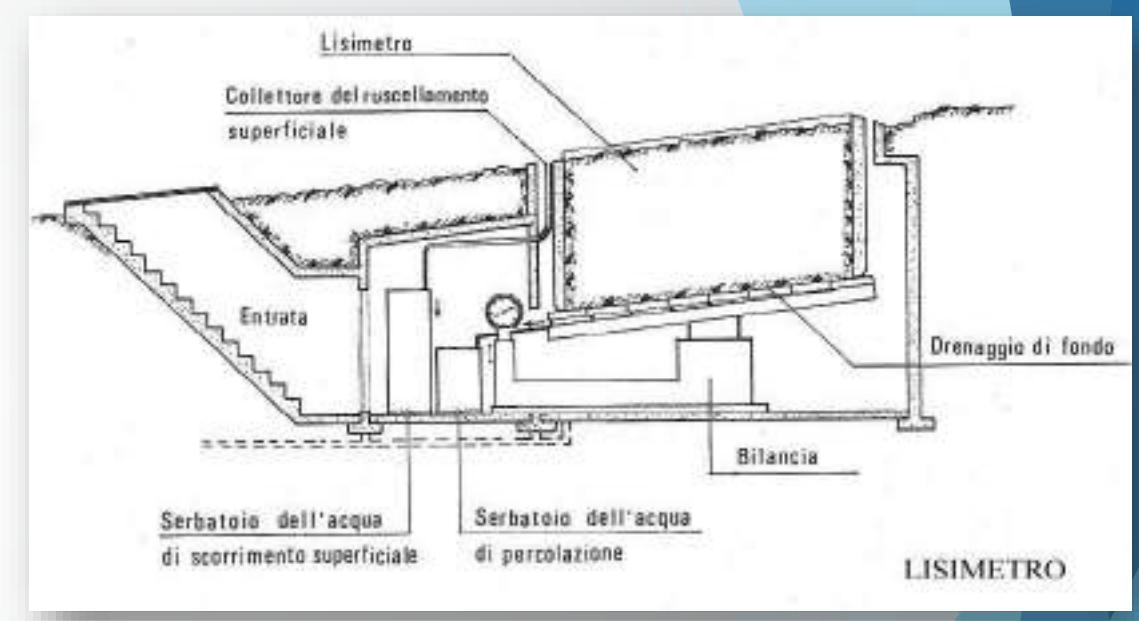
Dati di temperatura media e precipitazione media mensile ottenuti dalla stazione di Castagneto Po. Dati riferiti alle misurazioni degli ultimi 20 anni.

Valutazione delle risorse idriche

L'**evapotraspirazione** è definita come la somma dell'evaporazione da superfici d'acqua libera e della traspirazione vegetale.

L'evapotraspirazione reale, normalmente misurabile con un lisimetro, è stata stimata mediando i valori ottenuti tramite le formule di :

- Coutagne;
- Turc;
- Thornthwaite,



Schema di un lisimetro.

Il risultato ottenuto da tale media risulta essere di **559,0 mm/anno** .

Valutazione delle risorse idriche

L'**infiltrazione efficace** è stata stimata in funzione delle litologie presenti nell'area di studio, qui di seguito vengono riportate le tabelle da cui sono stati estrapolati i dati.

Complessi idrogeologici	c.i.p. (% Dp)
Calcarei	90-100
Calcarei dolomitici	70-90
Dolomie	50-70
Calcarei marnosi	30-50
Detriti grossolani	80-90
Depositi alluvionali	80-100
Depositi argilloso-marnoso-arenacei	5-25
Lave	90-100
Depositi piroclastici	50-70
Piroclastiti e lave	70-90
Rocce intrusive	15-35
Rocce metamorfiche	5-20
Sabbie	80-90
Sabbie argillose	30-50

Valore del CIP in funzione dei diversi tipi litologici.

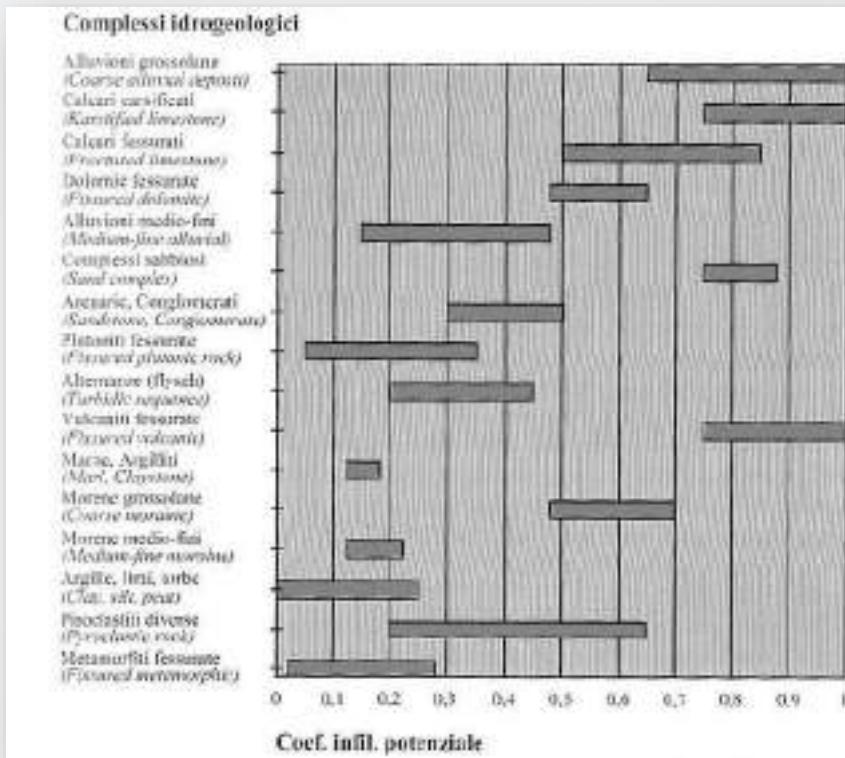


Grafico per la valutazione del CIP per rocce affioranti.

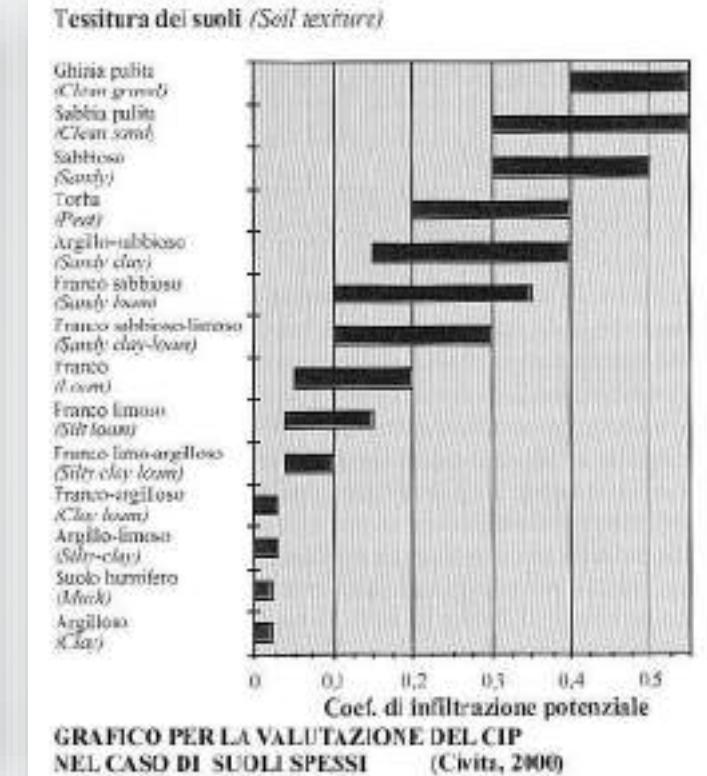
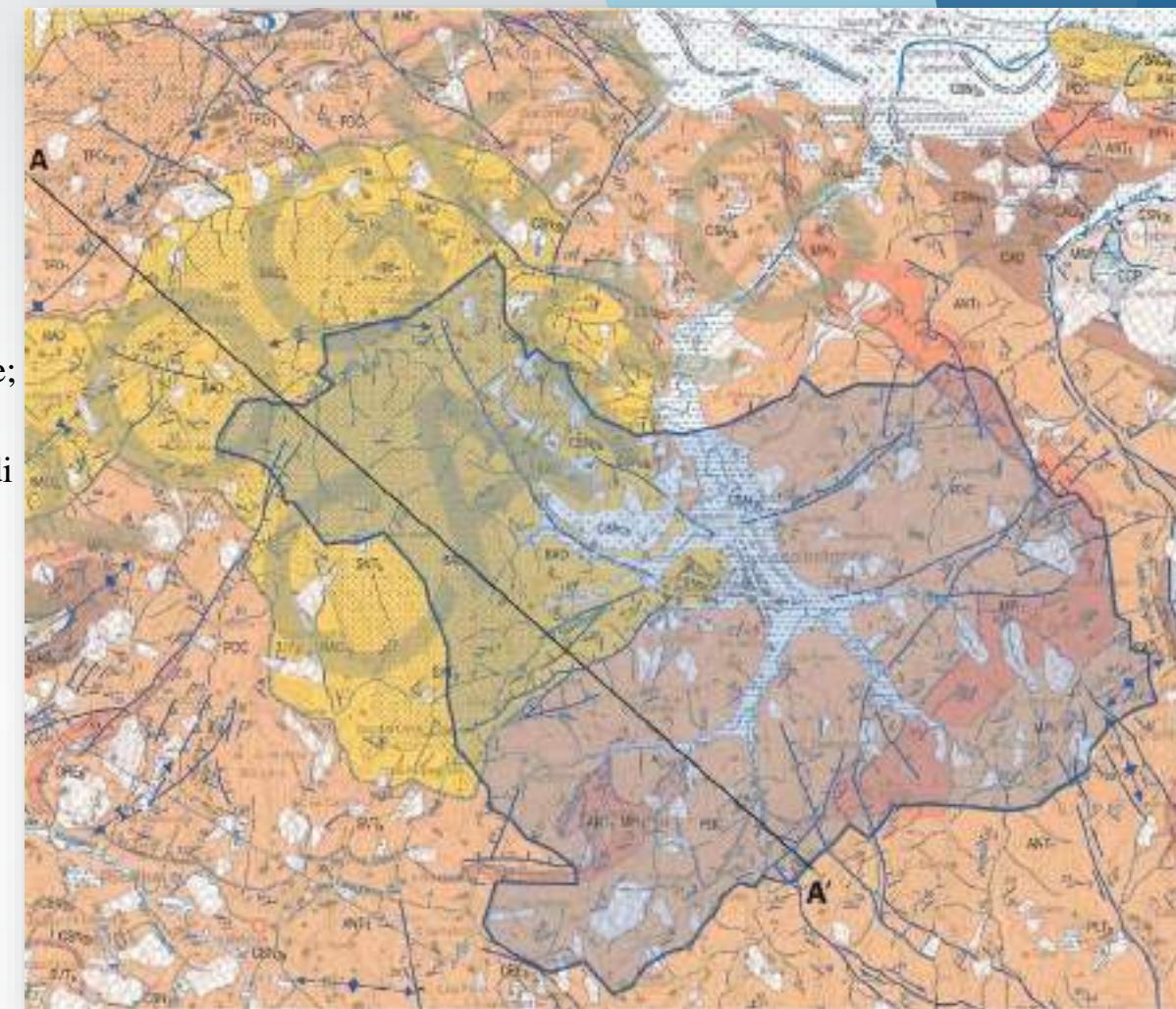
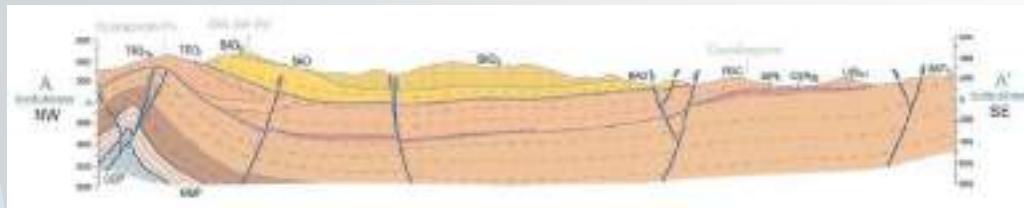


Grafico per la valutazione del CIP per i suoli.

Geologia dell'area di studio

Nei dintorni dell'area di studio sono presenti le seguenti formazioni:

- Complesso caotico di la Pietra (CCP),
- Marne di Monte Piano (MMP);
- **Formazione di Cardona (CAD):** Arenarie giallastre grossolane. Nella parte basale, conglomerati (CADa);
- **Formazione di Antognola (ANT):** Marne siltose con intercalazioni di arenarie;
- Marne a Pteropodi inferiori (MPI);
- **Pietra da Cantoni (PDC):** Marne e marne calcaree con talvolta intercalazioni di livelli silicizzati o livelli arenarie;
- Formazione di Termofourà (TFO);
- **Formazione di Baldissero (BAD):** Marne e areniti ;
- Sintema di Zanco (PLT);
- Subsintema di Crescentino (CSN2);
- Subsintema di ghiaia Grande (CSN3).



Stralcio del Foglio 156 Torino Est della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 con relativa sezione A-A' (Festa et alii, 2009). Area comunale di Casalborgone evidenziata in blu.

Poiché l'area di studio presenta litologie prevalentemente marnose, si è usato un valore del **CIp** pari al 15% di D_p .

Valutazione delle risorse idriche

Utilizzando la formula del deflusso idrico presunto e sottraendo ad essa il valore di infiltrazione stimato in funzione della litologia presenti possiamo ricavare la lama d'acqua.

$$D_p = P - E_r = 808,9 - 559,0 = 249,9 \text{ mm}$$

$$P = E_r + R + I \qquad \qquad \longrightarrow \qquad \qquad R = P - E_r - I$$

Dato il valore del ***CIp*** pari al 15% di ***D_p***

La lama d'acqua disponibile annualmente è stata stimata in **212,42 mm**, valore che rappresenta il **ruscellamento annuo medio**.

Moltiplicando tale dato per l'intera superficie del territorio comunale, si ottiene un volume complessivo di acqua di ruscellamento in **m³/a** .

	mm/a	m/a	Area Casalborgone (m²)	m³/a
P	808,9	0,81		
I	37,5	0,04		
E_r	559,0	0,56		
R=P-I-E_r	212,4	0,21	20.124.995	4.274.549

Bilancio idrologico del territorio comunale di Casalborgone.

III FASE: DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ IDROLOGICA

Questa fase di lavoro è volta alla definizione della pericolosità idrologica in funzione delle quantità d'acqua valutate precedentemente.

È stata strutturata nei seguenti passaggi:

- **Analisi Pluviometrica**



Precipitazioni intense per tempi di ritorno di 20, 50, 100, 200 anni.

- **Calcolo Portate di massima piena**



$$Q_{max} = k \cdot C \cdot i_c \cdot A$$

- **Verifiche idrauliche**

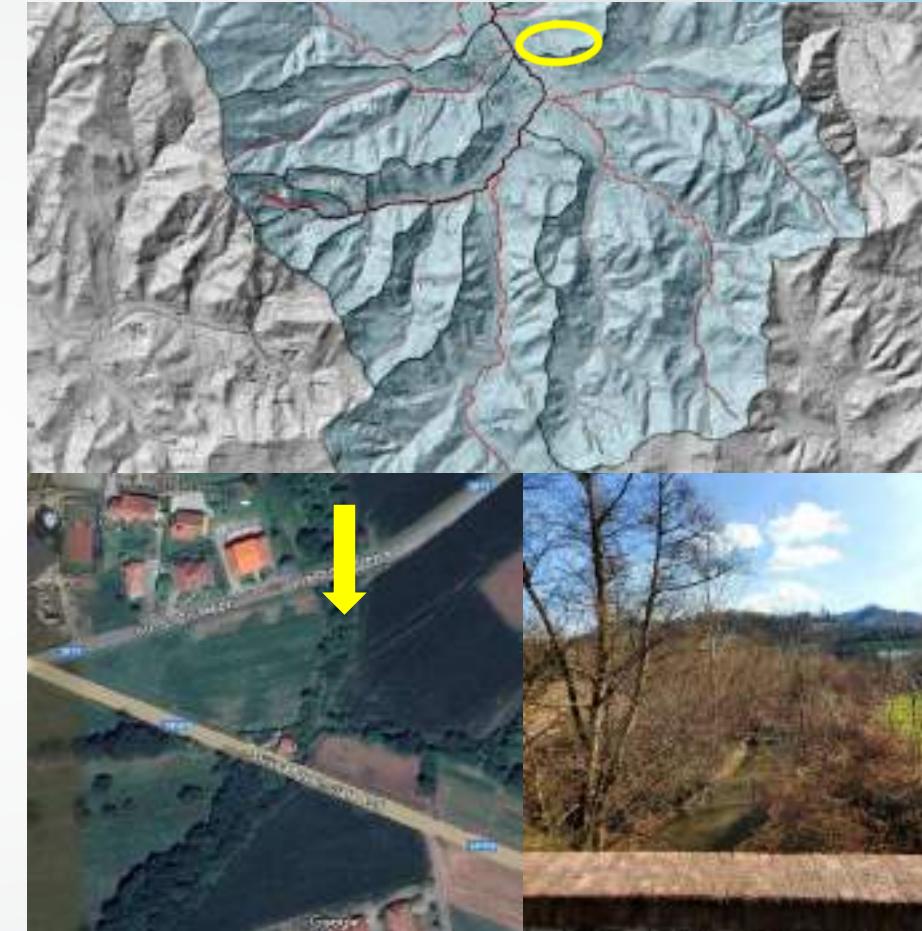


$$Q_{amm} = A \cdot V$$

Sono state selezionate due sezioni d'alveo, individuate come potenziali punti di criticità per allagamenti: la prima, relativa al rio Merdarello, (affluente di primo ordine del torrente Leona), mentre la seconda, più complessa perché influenzata da più bacini affluenti, fa riferimento ad un punto specifico del torrente Leona.



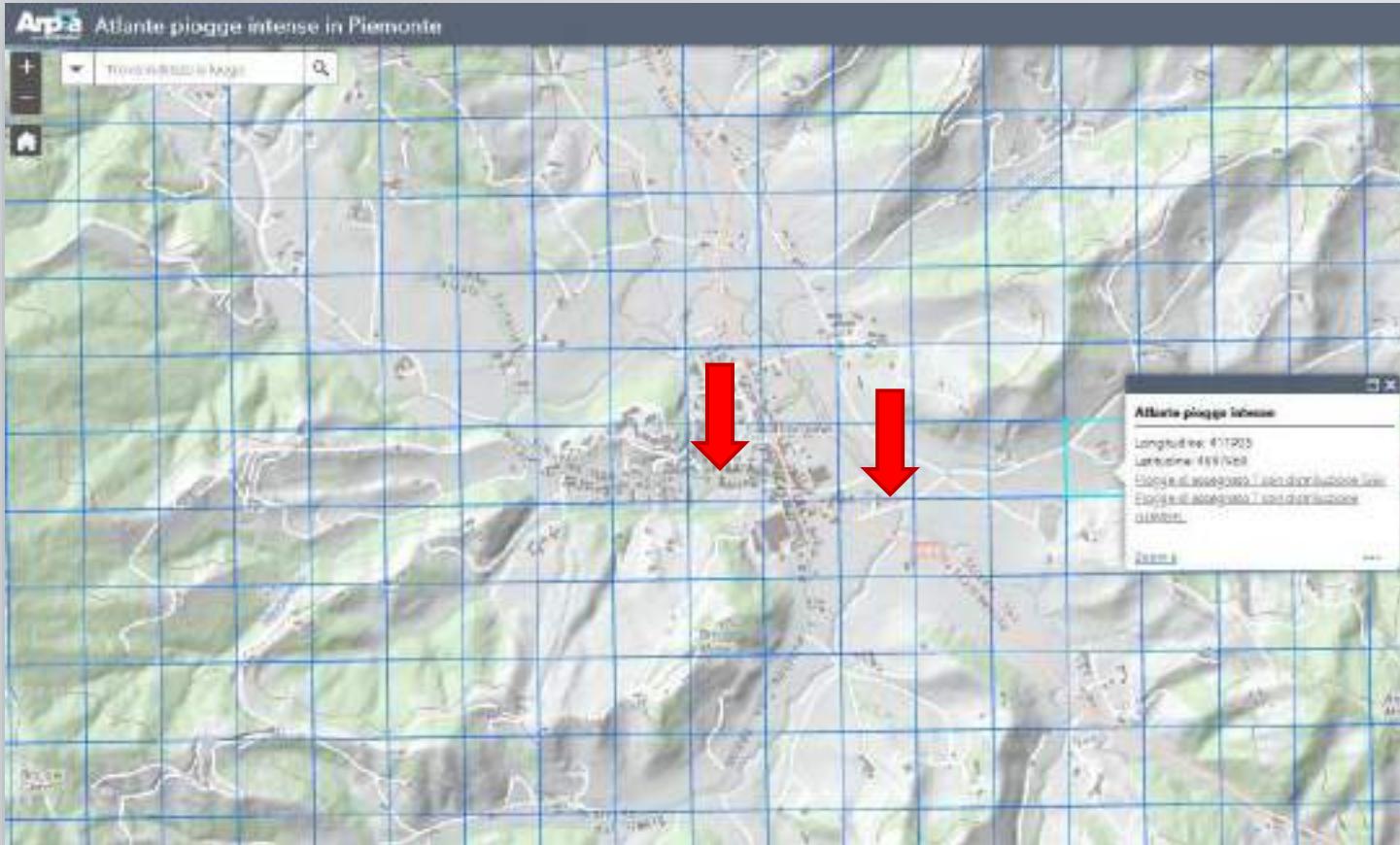
Sezione n°1 (Rio Merdarello).



Sezione n°2 (Torrente Leona).

Analisi Pluviometrica

Dati delle piogge intense estratti dal Geoportale ARPA Piemonte – Atlante piogge intense in Piemonte



Atlante piogge intense con ubicazione delle 2 sezioni d'alveo prese in esame.

Curve di probabilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno considerate come rappresentative per il bacino del rio Merdarello e per il T. Leona.

Bacino	Tempo di ritorno T_r [anni]	Curve di probabilità pluviometrica
Bacino sotteso della sezione 1	20	$h = 46,778 \cdot t^{0,279}$
	50	$h = 54,086 \cdot t^{0,2789}$
	100	$h = 59,557 \cdot t^{0,2789}$
	200	$h = 65,003 \cdot t^{0,279}$
Bacino sotteso della sezione 2	20	$h = 47,875 \cdot t^{0,2702}$
	50	$h = 55,489 \cdot t^{0,2702}$
	100	$h = 61,201 \cdot t^{0,2702}$
	200	$h = 66,879 \cdot t^{0,2702}$

Calcolo delle portate di massima piena

Le portate di massima piena vengono calcolate con il Metodo Razionale attraverso la seguente relazione:

$$Q_{max} = k \cdot C \cdot i_c \cdot A$$

Dove:

- Q_{max} è la portata di massima piena del corso d'acqua espressa in m^3/s ;
- k è un fattore adimensionale che tiene conto della non uniformità delle unità di misura. Se A è espressa in km^2 ed i in mm/h , per ottenere la portata in m^3/s bisogna attribuire a k il valore $1/3,6 = 0,278$;
- C è il coefficiente di deflusso;
- i_c è l'intensità della precipitazione critica che provoca la piena (mm/ora);
- A è l'area del bacino a monte della sezione presa in esame (km^2)

Calcolo delle portate di massima piena

$$i_c = \frac{h_c}{t_c}$$

Dove:

t_c è il tempo di corrievazione espresso in ore. Calcolato utilizzando la media delle formule di Kirpich e Chow.

h_c altezza della pioggia di durata pari al tempo di corrievazione (Calcolata tramite le curve di probabilità pluviometriche).

C rappresenta il rapporto tra l'acqua che defluisce in superficie rispetto alle precipitazioni totali.

Esso tiene conto della natura dei terreni e del tipo di copertura vegetale.

Per determinarlo è stato fatto riferimento ai valori proposti da Benini (1990) riportati nella seguente tabella:

Bacino	Uso del suolo	Area [%]	C	C_m
Bacino sotteso dalla sezione 1	Bosco	41	0,36	0,56
	Prato	43	0,62	
	Urbanizzato	16	0,9	
Bacino sotteso dalla sezione 2	Bosco	66	0,36	0,45
	Prato	32	0,62	
	Urbanizzato	2	0,9	

Calcolo delle portate di massima piena

Portate di massima piena attese alle 2 sezioni di misura per i relativi tempi di ritorno (k=Fattore adimensionale che tiene conto della non uniformità delle unità di misura; i_c = Intensità critica; A = Area bacino; Q_{max} = Portata di massima piena del corso d'acqua).

Sezioni	Tempo di ritorno [anni]	k	i_c [mm/ora]	C	A [km ²]	Q_{max} [m ³ /s]
1	20	0,278	84,28	0,56	2,01	26,37
	50	0,278	97,44	0,56	2,01	30,49
	100	0,278	107,31	0,56	2,01	33,58
	200	0,278	117,13	0,56	2,01	36,65
2	20	0,278	48,62	0,45	16,91	102,85
	50	0,278	56,35	0,45	16,91	119,21
	100	0,278	62,16	0,45	16,91	131,50
	200	0,278	67,93	0,45	16,91	143,70

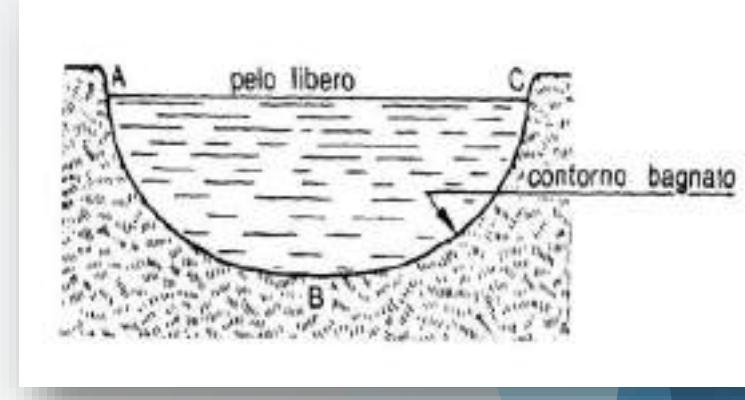
Verifiche idrauliche

$$Q_{amm} = A \cdot V$$

Dove:

- Q_{amm} è la portata di massima ammissibile.
- A è l'area della sezione rilevata durante un sopralluogo, senza considerare eventuali opere di contenimento, poiché queste potrebbero essere soggette a sedimenti o essere aggirate a monte.
- V è la velocità del flusso idrico espressa in m/s.

Calcolata utilizzando la formula di Chèzy, la quale prende in considerazione raggio idraulico, pendenza media dell'asta fluviale principale e scabrezza dell'alveo .



Sezione	Area sezione [m ²]	Velocità [m/s]	Q _{amm} [m ³ /s]
1	4,55	1,36	6,19
2	36	1,89	68,04

Verifiche idrauliche

Verifica idraulica delle due sezioni prese in esame: confronto tra portate massime attese e portate massime ammissibili.

Sezione	Tempo di ritorno [anni]	Q_{\max} [m ³ /s]	Q_{amm} [m ³ /s]
1	20	26,37	6,19
	50	30,49	6,19
	100	33,58	6,19
	200	36,65	6,19
2	20	102,85	68,04
	50	119,21	68,04
	100	131,50	68,04
	200	143,70	68,04

Gestione della risorsa idrica superficiale

- **Bacini di accumulo:** La loro funzione principale è quella di immagazzinare l'acqua piovana durante i periodi più piovosi, per poi utilizzarla ai fini irrigui nella stagione secca.
 - Benefici agricoli: garantisce riserva idrica, aumenta resilienza delle colture.
 - Benefici ambientali: ricarica falde, habitat per fauna, migliora qualità dell'acqua.
 - Benefici sociali: sicurezza idrica e sviluppo sostenibile delle comunità
- **Casse di espansione :** La loro funzione principale è quella di ridurre la portata durante piene stoccardo temporaneamente parte dell'acqua.

Tipologie:

- Serbatoi di laminazione: invasi profondi in montagna.
- Casse di espansione in pianura:

In linea: stoccaggio con briglie trasversali, non per fiumi pensili.

In derivazione: utilizzo di argini naturali o artificiali, adatto anche a fiumi pensili, richiede opere di scarico.

Miste: combinazione delle due tipologie.

Grazie per l'attenzione

- Dott. Leonardo Perino



**UNIVERSITÀ
DI TORINO**

