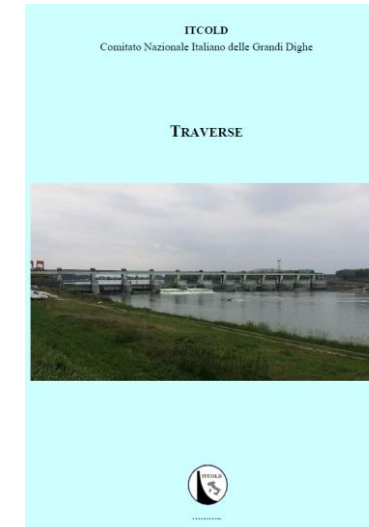




# **Traverse Fluviali**

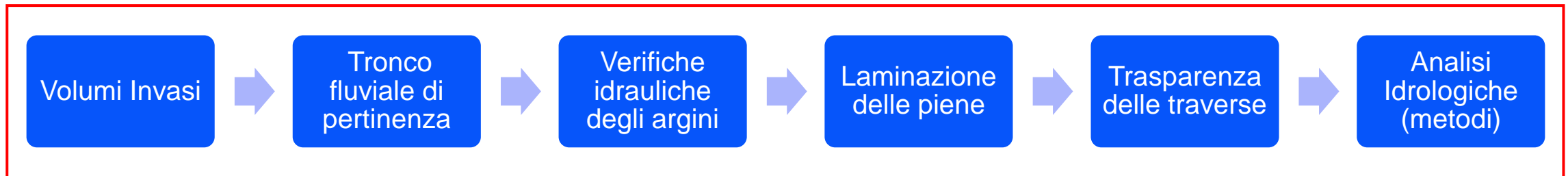
## **Aspetti Idrologico-Idraulici: problemi di dimensionamento e verifica**

**Ing. Efrem Riva**



ITCOLD - GdL Traverse – Roma, 06/06/2024

## *Argomenti trattati*

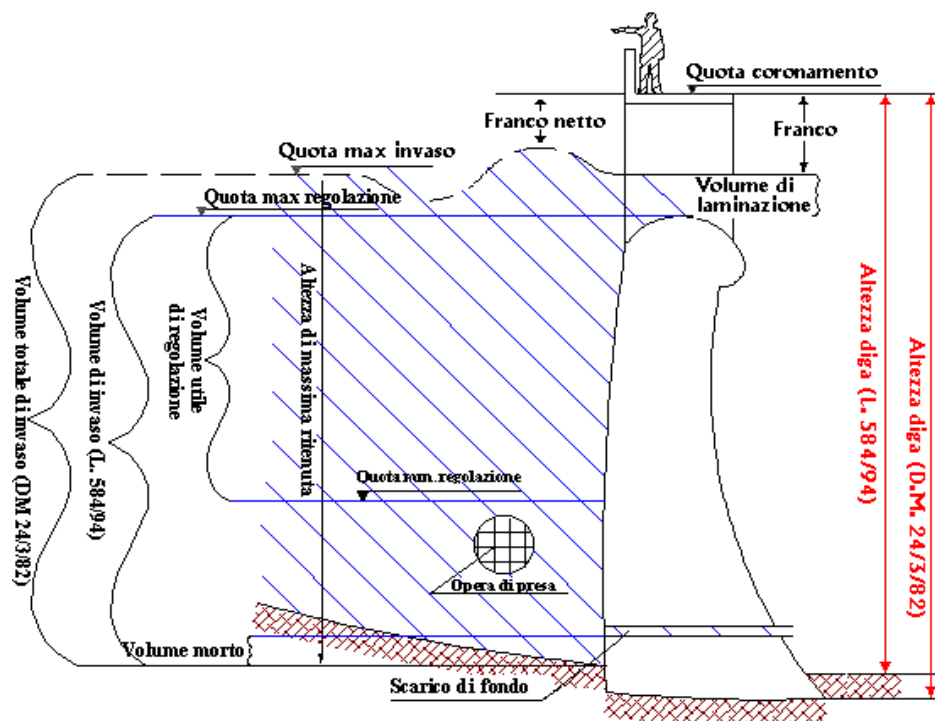


# Volumi invasati a monte

## Confronto tra Normative



*Poiché i bacini formati delle traverse non hanno in genere scopo di regolazione della portata, il volume di invaso, prima che esso permettesse di definire le competenze sull'opera, non era considerato un elemento significativo.*



### Volume di invaso

#### DM82

- *volume compreso tra il profilo di rigurgito più elevato indotto dalla traversa ed il profilo di magra del corso d'acqua sbarrato*

#### L. 584/94 - NTD 2014

- *Non distinguono le dighe dalle traverse.*
- *volume del serbatoio compreso tra la quota massima di regolazione e la quota del punto più depresso del paramento di monte.*

#### Proposta

- *il volume di invaso si calcolerebbe come per tutte le altre dighe, sottraendo però da esso l'aliquota del volume di magra in assenza di traversa.*

### Esempio L.R. Lombardia 23 Marzo 1988, n.8 (Traverse Regionali)

- *la capacità del serbatoio compresa fra la quota più elevata delle soglie sfioranti degli scarichi, o della sommità delle eventuali paratoie (quota di massima regolazione), e la quota del punto più depresso del paramento di monte, da individuare sulla linea di intersezione tra detto paramento e piano campagna; per le traverse fluviali il volume di invaso è "il volume compreso tra il profilo di rigurgito più elevato indotto dalla traversa ed il profilo di magra del corso d'acqua sbarrato".*

# Calcolo del volume invasato a monte

(L.R Lombardia 23 Marzo 1988, n.8)

## Esempio: Traversa Edison di Paderno (Lecco) - Fiume Adda – Studio del 2011



- Metodologia 1 (metodo delle sezioni ragguagliate)**

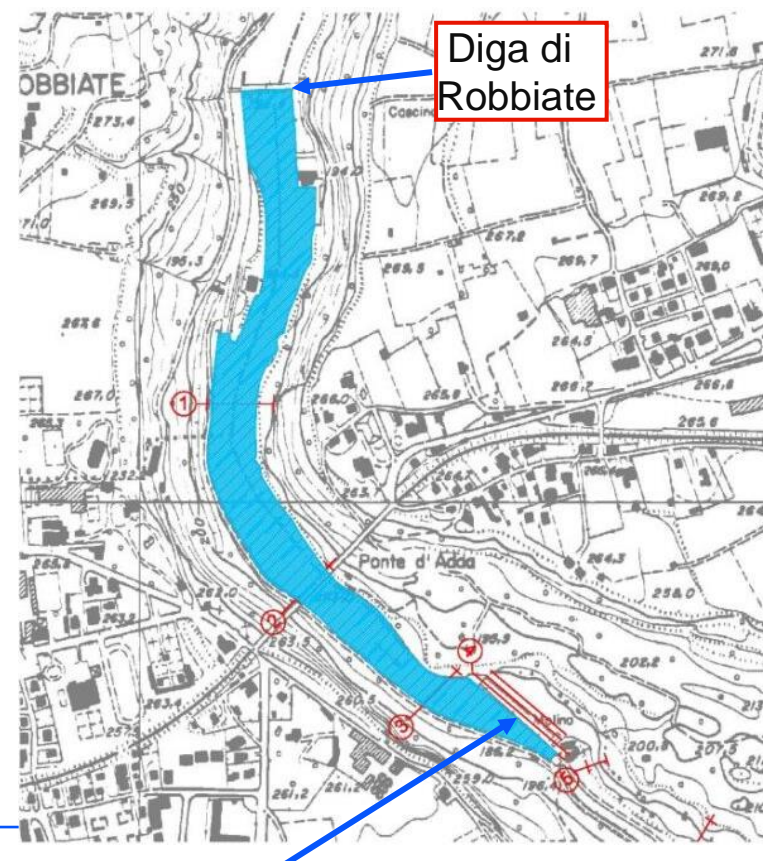
Partendo dal rilievo topografico disponibile e dalle sezioni utilizzate nel modello HEC-RAS, è stata calcolata per ogni sezioni l'area di deflusso, estesa linearmente verso monte e quindi mediata tra due sezioni successive. Nel caso specifico il volume ottenuto rappresenta la volumetria residente tra la quota 180.05 m s.l.m., soglia della fondazione della traversa e la quota 183.39 m s.l.m., quota di massima regolazione. Tale volumetria comprende anche i volumi delle portate di magra.

- Metodologia 2**

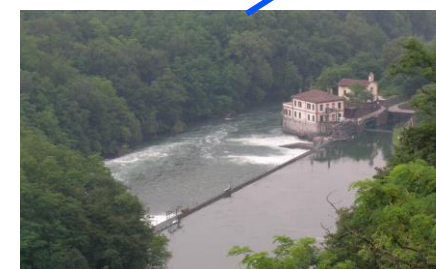
Perimetrando sulla CTR al 5000 una possibile area di pertinenza fluviale è stato ipotizzato che il tirante sia costante e pari alla differenza di quota tra la soglia della fondazione della traversa (180.05 m s.l.m.) e la quota di massima regolazione (183.39 m s.l.m.). Anche in questo caso si ottiene una volumetria totale, non scomputata della volumetria di magra.

- Metodologia 3: (metodo delle sezioni ragguagliate senza i volumi di magra)**

Partendo dal rilievo topografico disponibile e dalle sezioni utilizzate nel modello HEC-RAS si è proceduto in maniera analoga a quanto eseguito nella metodologia 1, tenendo però come soglie di riferimento la quota 180.05 m s.l.m. e la quota del pelo libero che si otterrebbe in ogni sezione se vi defluisse una portata di magra pari a 59 m<sup>3</sup>/s. Al fine di determinare le quote di magra è stata eseguita una simulazione con HEC-RAS con portata pari al valore della magra stessa.



Diga di Robbiate



Traversa di Paderno

Metodo	Volume [Mm <sup>3</sup> ]
Metodo 1	0.225
Metodo 2	0.221
Metodo 3 (L.R. Lombardia 23 Marzo 1988, n.8 )	0.176 (circa 80% del metodo 1)

# Tronco fluviale di pertinenza

## Confronto tra Normative



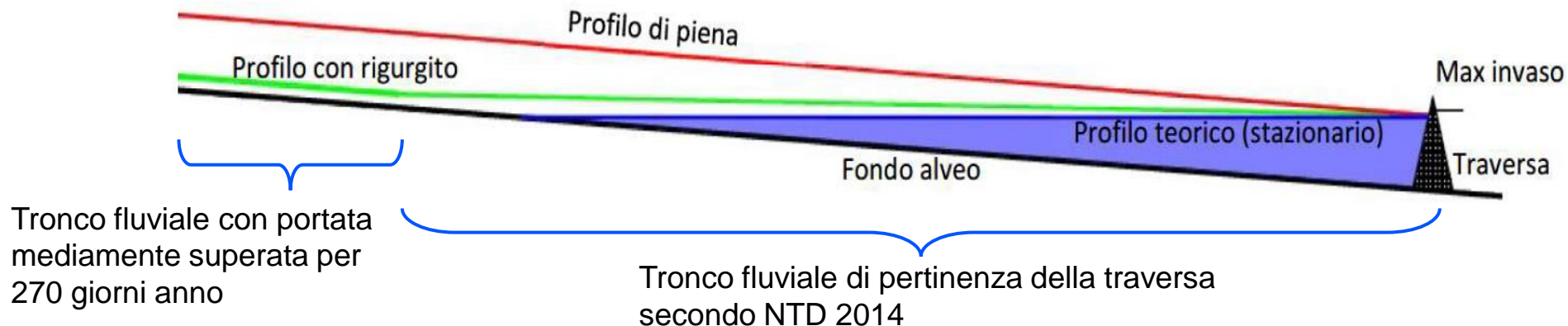
### Tronco fluviale di pertinenza

#### DM82

Nel caso che il rigurgito interessi argini già esistenti, deve essere dimostrata l'idoneità di essi in condizioni di sicurezza alla permanente trattenuta dell'acqua.

#### NTD 2014

Per i corsi d'acqua arginati, si applicano tutte le disposizioni delle presenti norme ***agli argini del tronco fluviale compreso tra la traversa e la sezione di incrocio del profilo di rigurgito che si diparte dalla traversa alla quota massima di regolazione con il profilo che si realizzava nelle condizioni naturali del corso d'acqua con la portata mediamente superata 270 giorni all'anno, antecedentemente alla costruzione della traversa.***



Un tema strettamente correlato alla pertinenza idraulica è il dimensionamento e la verifica degli argini (*oggetto di studio da parte di uno specifico Gruppo di Lavoro ITCOLD*).

*Il tratto di alveo a monte della traversa può essere arginato col fine di:*

- *contenere i livelli di piena naturalmente defluenti*, più o meno influenzati dalla presenza della traversa
- *contenere i maggiori livelli determinati dalla traversa* stessa in condizioni di portate ordinarie.

*Gli argini* a monte della traversa *possono essere divisi in due tipologie*:

- quelli che sono *in carico quando la traversa è in normale esercizio*;
- quelli che sono *in carico solo durante il transito delle piene, a paratoie completamente aperte*.



# Verifiche idrauliche, aree di esondazione a monte

## Esempio: Traversa sul Fiume Tevere



Grande diga

Costruzione: 1962-1964

### Obiettivi

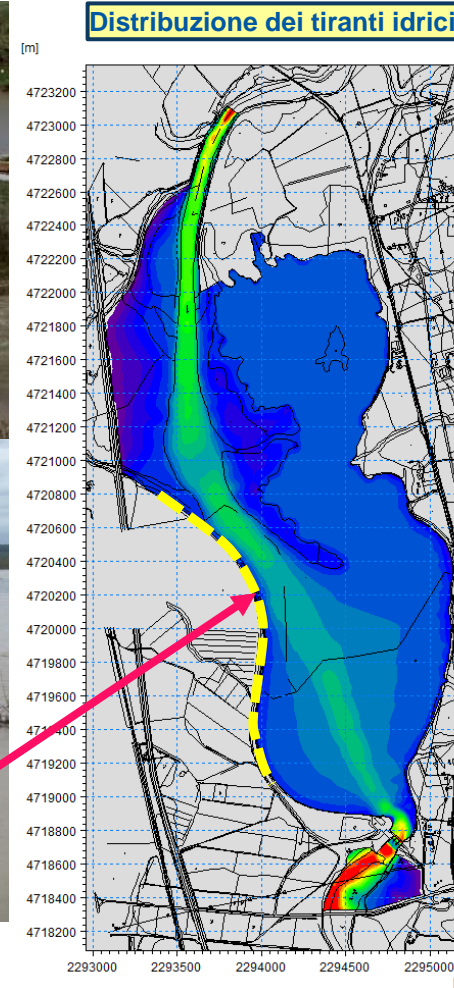
- Simulare l'evento di piena del 2012, ( $\approx 2000 \text{ m}^3/\text{s}$ )
- Simulare piene di entità superiore (TR = 1000 anni ( $\approx 3000 \text{ m}^3/\text{s}$ ))
- **valutare i franchi arginali a monte e anche tratti vulnerabili soggetti a fenomeni erosivi.**
- **guidare la progettazione degli interventi di ripristino.**

### Risultati

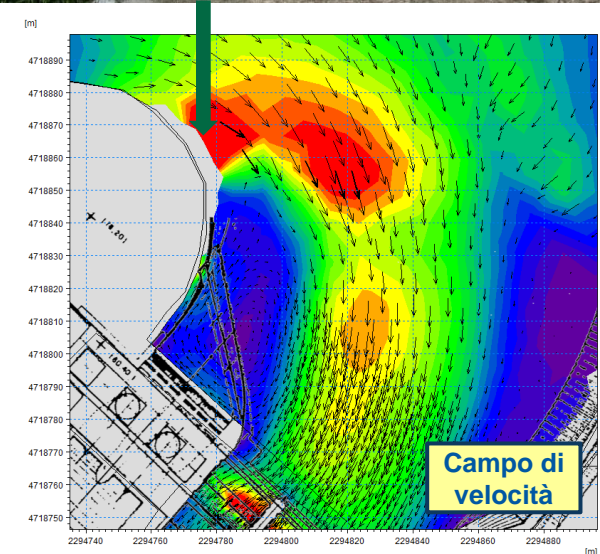
- Ricostruzione della superficie dell'invaso e il campo di moto, evidenziando asimmetrie trasversali dovute alla morfologia del fondo;
- **Verificare i franchi lungo gli argini;**
- **Individuare i tratti esposti a fenomeni erosivi per le elevate velocità della corrente.**



Sormonto dell'argine durante la piena



Erosione spondale causata dalla piena



*Le traverse presentano spesso una capacità di laminazione molto ridotta* e devono essere oggetto di particolare gestione in caso di piena o di alte portate.

*Le traverse mobili devono affrontare le piene eccezionali con paratoie completamente aperte*, per tal motivo, in generale, non hanno un ruolo di laminazione anzi *si comportano come se fossero idraulicamente trasparenti*.

Spesso la reale laminazione delle piene avviene a causa della:

- fuoriuscita dei deflussi in area golenali a monte della traversa stessa
- presenza di manufatti (es. ponti) a monte dell'opera permettono il deflusso di portate con bassi tempi di ritorno (es.  $T < 200$  anni)
- presenza di aree storiche di esondazione (in ambienti naturali o antropici) nelle quali la piena naturalmente può laminare



# La trasparenza idraulica di una traversa

## Principio Generale



La «trasparenza idraulica» rispetto a piene rilevanti significa che:

- *il deflusso non viene sostanzialmente modificato dalla presenza dello sbarramento e quindi il rigurgito è trascurabile;*
- eventuali *esondazioni* sono *attribuibili solo all'insufficienza degli argini;*
- *l'opera non aggrava gli effetti del transito della piena.*

***Esiste quindi una analogia tra ponti e traverse***

*Le traverse di nuova costruzione possono e devono garantire la trasparenza rispetto alla piena di progetto.*

*Per le traverse in progetto e per quelle esistenti si possono effettuare verifiche, eventualmente mediante modellazione numerica:*

- *a paratoie completamente aperte i livelli di monte devono essere di poco superiori a quelli calcolati in assenza dello sbarramento;*
- *il deflusso deve avvenire a pelo libero e con un franco adeguato al transito del materiale flottante al fine di evitare:*
  - possibili occlusioni delle luci
  - possibili non funzionamento degli organi di scarico.



# La trasparenza idraulica di una traversa

## Sbarramento di Isola Serafini (Piacenza) – Fiume Po : criteri di dimensionamento

Grande diga

Costruzione: 1958-1962



### *Criterio progettuale*

*«Il livello normale di ritenuta (41.50 m s.l.m.) è stato stabilito in modo da contenere il rigurgito prodotto dallo sbarramento entro l'alveo di morbida, senza invasione cioè delle golene laterali, in modo che permangano inalterate le condizioni del regime idraulico a partire da una portata di 4000 mc/s in su; la quota 41.50 m s.l.m. anzidetta coincide appunto con la quota idrometrica naturale competente alla portata di 4000 mc/s.»*

All'epoca della costruzione per traverse fluviali si intendevano gli sbarramenti che determinavano un rigurgito contenuto nell'alveo del corso d'acqua.

*Il Progettista osserva che per portate fino a 4000 m<sup>3</sup>/s la corrente si mantiene nell'alveo naturale preesistente alla costruzione dell'opera. Con tale portata e paratoie completamente aperte si instaura il livello di massima regolazione, pari a quello di massimo invaso, di 41.50 m s.l.m., che si avrebbe anche in assenza della traversa.*

Per portate superiori verrebbe interessata l'area golenale, fino all'argine maestro (quota min 46.40 m s.l.m.) con un effetto trascurabile dell'opera anche se si riproponesse la piena del 1951: 12800 m<sup>3</sup>/s con invaso a 44.84 m s.l.m.



# La trasparenza durante le piene

Esempio: Traversa Edison di Clavesana (Cuneo) - Fiume Tanaro

Diga minore  
H = 1.90 m  
Volume = 24000 m<sup>3</sup>

Q<sub>200</sub> : 2400 m<sup>3</sup>/s  
Piena del 1994: 3800 m<sup>3</sup>/s



Golena SX

Modello numerico 2D

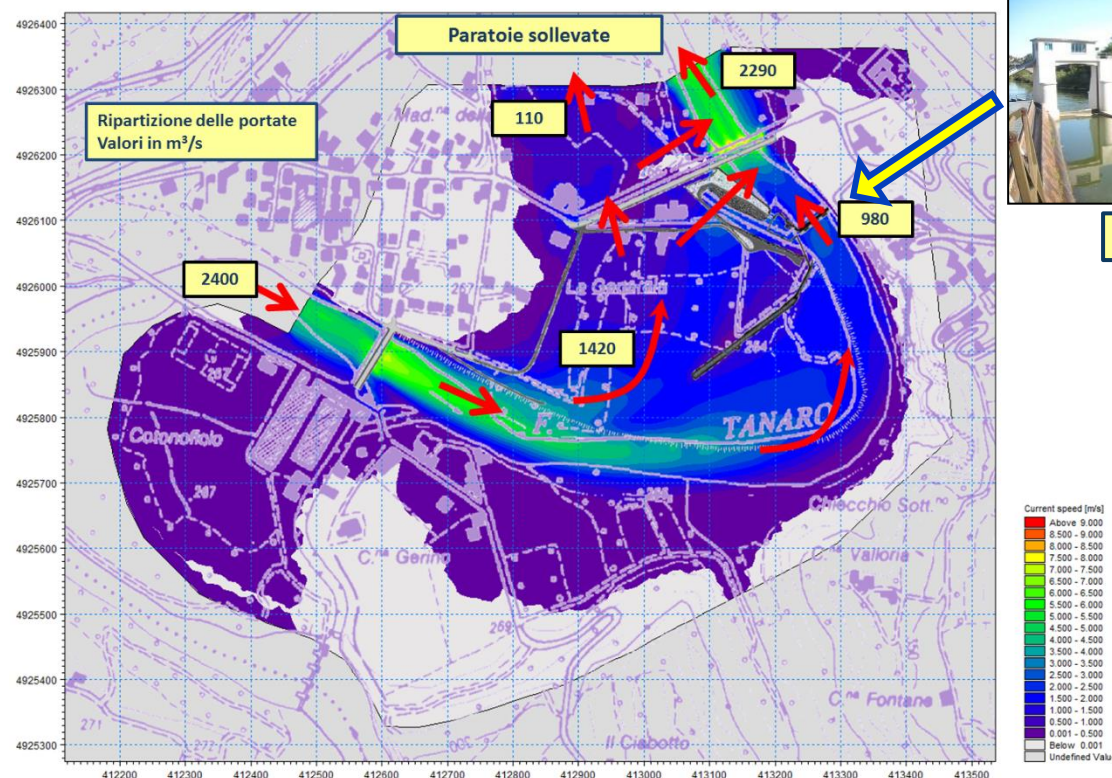
Il modello idraulico ha considerato la Q<sub>200</sub> = 2400 m<sup>3</sup>/s e due configurazioni geometriche: **paratoie sollevate** e **paratoie abbassate**.

## Obiettivi

- Ricostruzione del campo di moto e delle aree inondabili a monte e in sinistra idrografica, a ridosso dell'abitato di Madonna della Neve (in sx idrografica).
- Valutazione dell'influenza della traversa sulla corrente di piena.

## Risultati

- L'alveo nel tratto studiato risulta largamente insufficiente al transito della portata bicentenaria.
- I risultati con paratoie abbassate e paratoie sollevate non presentano differenze significative, infatti nelle aree di esondazione le differenze in termini di livelli idrici e di distribuzione delle portate sono trascurabili.



Traversa

# Idrologia per il dimensionamento e la verifica di una traversa



Storicamente *il progetto e il dimensionamento* delle dighe e *delle traverse è sempre stato improntato alla normativa vigente in quel momento*. L'evoluzione nel tempo delle norme può porre seri problemi di adeguamento delle opere più datate. Ciò si riflette in modo particolare sulle traverse, la cui tipologia è stata ricompresa nel novero delle dighe solo in tempi relativamente recenti.

	DM '82	L584/ 94*	NTD 2014	Proposta
Scarichi Nuovi - Dimensionamento	-	-	TR 1000 anni	TR come per argini esistenti, comunque $\geq 200$ anni
Scarichi Esistenti - Verifica	-	-	TR 500 anni	TR dipendente dalle piene del passato, comunque $\geq 200$ anni

*A fronte di una rigorosa applicazione delle NTD 2014, circa il 90% delle traverse di competenza della Direzione Generale Dighe oggi necessiterebbe di un adeguamento idraulico più o meno importante.*

*La portata di piena di progetto dovrebbe essere pari o di poco superiore a quella di dimensionamento degli argini e degli altri manufatti fluviali, quindi dell'ordine di 200 – 300 anni.*

- La legge non è una Normativa Tecnica ma ha definito come grandi dighe le opere con altezza superiore a 15 m e volumetria maggiore di 1.000.000 m<sup>3</sup>. In precedenza le dimensioni erano 10 m e 100.000 m<sup>3</sup>.

# Analisi idrologiche

## Stima idrologica della Portata (Metodi diretti)



SERVIZIO  
IDROGRAFICO

DATI  
CARATTERISTICI  
DEI CORSI  
D'ACQUA  
ITALIANI

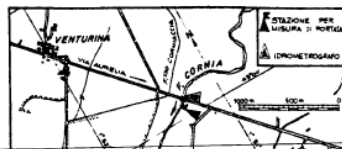
PUBBLICAZ. N. 17  
V. EDIZIONE

UFFICIO IDROGRAFICO DI PISA

Portate e bilanci idrologici - Tab. 21

### CORNIA a Ponte della statale Aurelia (°) (Mr)

Bacino km<sup>2</sup> 356 [permeab. 16% alluv. 16%] - Altit. max 916 m s.m.; med. 252 m s.m.; zero idrom. [7.50] m s.m.; distanza dalla foce km 10 circa - Inizio osserv. 1 (maggio 1951) /r (maggio 1951); inizio misure maggio 1951 - Alt. idr. max m 7.05 (4 novembre 1966); min. asciutto (vari ogni anno escluso il 1963) - Portata max m<sup>3</sup>/s 1170.00 (1) (8 ottobre 1958); min. m<sup>3</sup>/s 0.00 (vari ogni anno escluso il 1963)



(\*) Sostituisce la stazione di Cornia Ponte ferrovia Pisa-Roma che era ubicata poco a valle ed ha funzionato fino all'inizio dell'anno 1961. Nel tratto d'asta fluviale compreso tra le due stazioni il Cornia è arginato e non riceve alcun affluente.

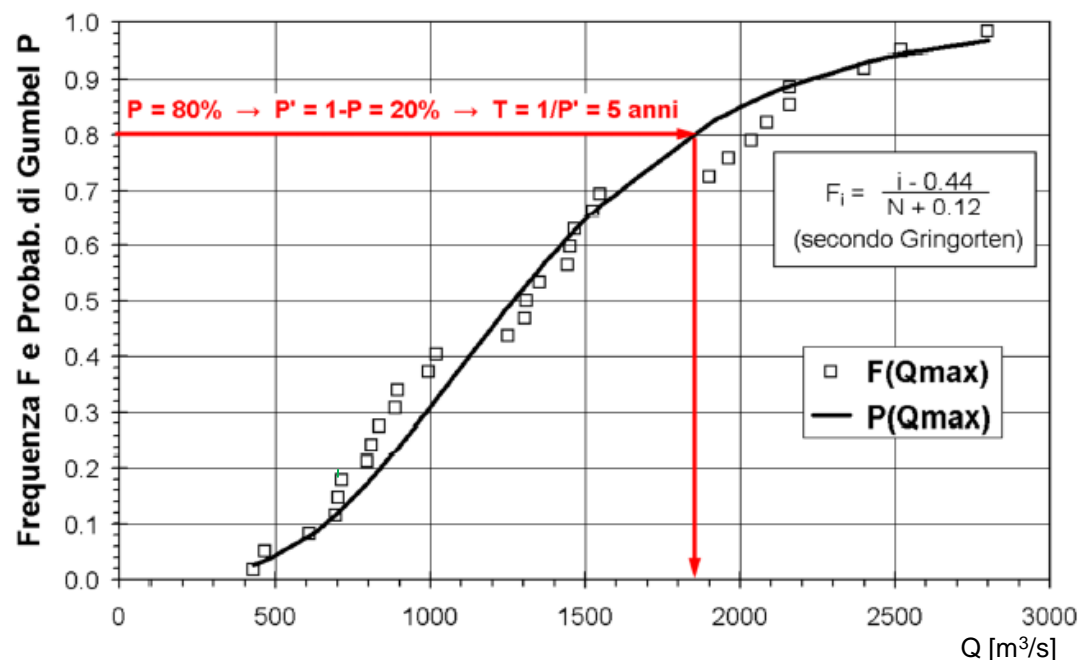
(1) Portata controllata nella sezione del vecchio idrometro, al Ponte della ferrovia

ANNI	Portate annue		PORTATE MENSILI (m <sup>3</sup> /s)											
	l/s. km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settem.	Ottobre	Novem.	Dicem.
1952-1960	10.2	3.62	5.25	5.01	6.20	4.46	1.81	1.82	0.04	0.02	1.10	5.32	2.98	9.47
1961	9.9	3.51	16.30	1.99	0.81	5.82	0.71	0.34	0.02	0.08	3.00	1.23	7.63	4.08
1962	6.9	2.47	3.61	2.02	10.20	1.65	0.61	0.08	0.01	0.00	0.96	8.85	1.59	
1963	11.2	3.98	11.40	11.50	6.45	8.30	2.22	1.45	0.13	0.05	0.52	2.41	0.64	3.29
1964	8.3	2.95	0.13	2.37	6.41	3.46	0.40	0.02	0.00	0.00	6.49	3.00	12.90	
1965	6.1	2.17	8.32	1.77	4.68	2.68	0.42	0.30	0.02	0.02	0.42	0.02	6.04	1.34
1966	14.3	5.10	3.90	8.30	2.05	0.66	0.19	0.02	0.00	0.01	0.83	4.91	36.90	3.44
1967	4.9	1.75	4.02	6.41	5.42	1.22	1.10	1.66	0.02	0.00	0.00	0.00	0.17	0.98
1968	6.6	2.35	1.28	8.18	1.71	0.66	1.22	1.91	0.14	0.00	0.16	0.62	5.19	7.11
1969	8.8	3.13	11.90	10.20	5.88	1.73	1.38	0.21	0.00	0.00	1.32	0.05	1.57	3.34
1970	6.0	2.14	10.60	3.41	7.23	1.39	0.55	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.16
1961-1970	8.3	2.95	7.15	5.61	5.08	2.76	0.88	0.62	0.03	0.02	0.62	1.67	7.00	4.02

ANNI	BILANCIO IDROLOGICO				PORTATE (m <sup>3</sup> /s)									
	Afflusso meteor. mm	Deflusso mm	Perdita appar. mm	Coef. di deflusso	corrispondenti alle durate di giorni					Minima	Massima			
					10	91	182	274	355		giornaliera m <sup>3</sup> /s	l/s. km <sup>2</sup>	al colmo m <sup>3</sup> /s	l/s. km <sup>2</sup>
1952-1960	911	321	590	0.35	29.0	1.37	0.24	0.00	0.00	0.00	628.0	1764	1170	3287
1961	985	311	674	0.32	27.2	1.91	0.57	0.05	0.00	0.00	114.0	320	477	1430
1962	856	219	637	0.26	16.6	1.69	0.54	0.01	0.00	0.00	99.0	278	281	789
1963	1053	253	800	0.24	36.8	2.86	0.94	0.08	0.01	0.01	150.0	421	406	1140
1964	1014	262	752	0.26	27.4	1.54	0.25	0.01	0.00	0.00	108.0	303	328	921
1965	900	192	708	0.21	13.4	2.15	0.57	0.00	0.00	0.00	59.8	168	301	846
1966	1148	446	702	0.39	24.8	2.77	0.68	0.00	0.00	0.00	622.0	1747	858	2410
1967	821	153	668	0.19	11.6	1.09	0.16	0.01	0.00	0.00	106.0	298	417	1171
1968	1075	206	869	0.19	19.5	1.59	0.44	0.00	0.00	0.00	64.1	180	369	1037
1969	1091	274	817	0.25	19.4	3.23	0.75	0.00	0.00	0.00	100.0	281	314	882
1970	816	189	627	0.23	17.8	1.75	0.02	0.00	0.00	0.00	43.2	121	254	713
1961-1970	976	251	725	0.26	19.6	1.91	0.45	0.01	0.00	0.00	622.0	1747	858	2410
1952-1950	945	290	655	0.31	24.4	1.68	0.33	0.01	0.00	0.00	628.0	1764	1170	3287

VALORI RIASSUNTIVI PER IL PERIODO 1952-1970														
ELEMENTI CARATTERISTICI	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settem.	Ottobre	Novem.	Dicem.	
Q max (m <sup>3</sup> /s)	628.00	242.00	150.00	224.00	195.00	61.40	209.00	2.98	4.77	80.60	622.00	157.00		
Q med. (m <sup>3</sup> /s)	3.27	6.25	5.33	5.61	3.56	1.32	1.19	0.04	0.02	0.85	3.40	5.10	6.60	
Q min. (m <sup>3</sup> /s)	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
q (l/s. km <sup>2</sup> )	9.2	17.6	15.0	15.8	10.0	3.7	3.3	0.1	0.1	2.4	9.6	14.3	18.5	
Deflusso (mm)	290	47	37	42	26	10	9	0	0	6	26	37	50	
Afflus meteor. (mm)	945	88	76	84	72	65	54	30	41	82	114	130	109	
Perdite app. (mm)	655	41	39	42	46	55	45	30	41	76	88	93	59	

## Trattazione statistica diretta delle portate al colmo





# Analisi Idrologiche

## Modelli Indiretti – Curve di Possibilità Pluviometrica



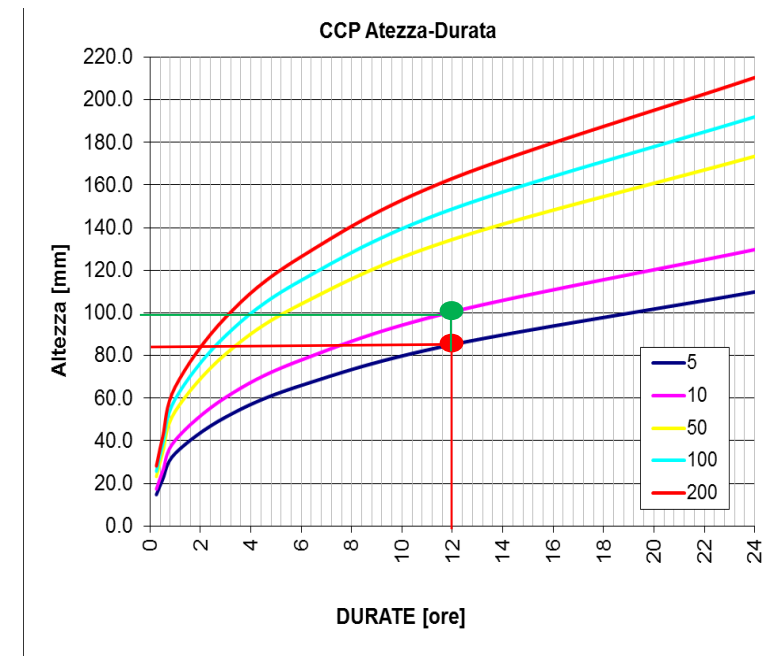
### Trattazione statistica diretta delle piogge brevi ed intense

Tabella III — Precipitazioni di massima intensità registrate ai pluviografi

Anno 1991

BACINO E STAZIONE	INTERVALLO DI ORE														
	1			3			6			12			24		
	mm.	giorno	mese	mm.	giorno	mese	mm.	giorno	mese	mm.	giorno	mese	mm.	giorno	mese
<b>INN</b>															
Livigno (Spoel)	7,8	25	Lug.	13,6	25	Lug.	20,2	21	Dic.	38,2	21	Dic.	66,8	21	Dic.
<b>ADDA</b>															
Lago Cancano	8,6	22	Dic.	16,4	22	Dic.	24,6	31	Lug.	31,8	31	Lug.	53,2	16	Giu.
Forni S. Giacomo (Frodolfo)	10,2	29	Set.	17,6	13	Lug.	22,2	13	Lug.	32,8	31	Lug.	45,0	29	Set.
S. Caterina Valfurva (Frodolfo)	11,8	26	Giu.	14,4	17	Giu.	22,4	29	Set.	39,4	29	Set.	62,6	29	Set.
Bormio	8,6	22	Dic.	17,2	22	Dic.	29,0	22	Dic.	40,4	22	Dic.	61,4	21	Dic.
Fusino (Roasco)	27,8	26	Giu.	30,0	26	Giu.	30,0	26	Giu.	49,2	29	Set.	89,2	29	Set.
Grosotto	14,6	16	Giu.	16,0	16	Giu.	20,2	13	Nov.	32,8	29	Set.	46,0	21	Dic.
Sermio	21,8	6	Lug.	31,0	6	Lug.	31,0	6	Lug.	33,8	17	Giu.	46,6	29	Set.
Campo Moro (Mallero)	12,6	30	Set.	19,0	30	Set.	31,0	29	Set.	55,8	29	Set.	88,0	29	Set.
Bellano (Pioverna)	8,6	22	Dic.	17,2	22	Dic.	29,0	22	Dic.	40,4	22	Dic.	61,4	21	Dic.
Como (Lago Como)	7,8	13	Ott.	19,8	14	Nov.	34,8	13	Nov.	56,4	13	Nov.	61,2	13	Nov.
Olginate	19,4	4	Giu.	30,4	14	Lug.	40,8	4	Giu.	50,2	4	Giu.	72,8	4	Giu.
Piazza Brembana (Brembo)	18,6	30	Set.	32,6	22	Set.	40,6	22	Set.	66,2	22	Set.	110,2	29	Set.
Lodi	11,8	23	Apr.	28,4	23	Apr.	30,0	17	Apr.	35,0	11	Ott.	43,2	11	Ott.
Cassano d'Adda	14,8	23	Set.	24,6	12	Set.	32,6	12	Set.	37,6	17	Apr.	47,2	17	Apr.
<b>LAMBRO</b>															
Monza	32,6	29	Mag.	49,8	29	Mag.	56,0	13	Set.	66,0	13	Set.	98,0	12	Set.
Busto Arsizio (Olona)	14,4	13	Set.	24,0	13	Set.	37,4	13	Set.	48,2	29	Set.	60,4	28	Set.
<b>TICINO</b>															
Unchio - Trobaso	84,6	26	Set.	166,4	26	Set.	215,0	26	Set.	244,6	26	Set.	326,6	26	Set.
Rovesca (Ovesca)	12,4	26	Set.	27,4	26	Set.	47,0	26	Set.	75,2	26	Set.	109,8	8	Mar.
Borca di Macugnaga (Anza)	14,4	31	Lug.	24,2	26	Set.	39,4	8	Mar.	77,0	8	Mar.	131,2	8	Mar.
Omegna (Lago d'Orta)	23,6	12	Set.	41,8	29	Lug.	53,4	22	Mar.	81,0	22	Mar.	123,8	7	Mar.
Azzate (Lago di Varese)	19,0	31	Lug.	32,0	31	Lug.	44,0	13	Nov.	56,8	13	Nov.	70,8	16	Giu.
Ispra (Lago Maggiore)	19,2	31	Lug.	36,0	16	Giu.	40,0	31	Lug.	70,0	28	Set.	95,8	28	Set.
Lesna (Ermo)	25,6	26	Set.	41,0	26	Set.	62,4	29	Set.	98,4	29	Set.	144,6	28	Set.
Miorina	23,8	17	Giu.	37,2	17	Giu.	39,0	17	Giu.	64,0	29	Set.	85,8	28	Set.
Pavia	18,0	13	Set.	31,0	13	Set.	33,4	13	Set.	37,8	29	Set.	56,6	28	Set.
<b>SESLIA</b>															
Alagna Valsesia	12,2	15	Dic.	20,6	12	Ott.	37,2	26	Set.	54,4	26	Set.	77,8	25	Set.

ANNI	Dati Stazione						
	15	30	1	3	6	12	24
1996			23	50.4	54.4	24	67.6
1995	6	11.6	12	17.2	49.6	58.2	70.8
1990	13.8		15				
1989	27.8						
1988		27	34	42.6	44	65.8	67.6
1985			36	50	75	107.8	138.8
1984			18	22.4	36	54.2	66.4
1983			25	25.4	34.6	34.6	61.6
1982			31	49	53.6	83	83.6
1981			16	39	49	63	72
1980	12		22	43	45.8	54	81
1979			24	27.8	27.8	27.8	28
1978	10.6		37	41	62	63.6	67
1977	10.6		18	21	29	37	53
1976		15.6	17	28.6	36	65	92
1975			28	49	57	64	68.4
1974			26	38.6	44	77	113
1973			19	27.6	39.2	59.2	77.4
1971	11.6		15	25	57	58	69.2
1970		12	71	106	108.4	150	150.2
1969		25	25	36	43.6	45.4	52.2
1968	14	21.4	24	42	45.6	60	94
1965			35	52	53	52	77
1963		13					
1962	11		41	67	83.6	99.7	110.7
1961	9	20	35	70	96.6	90	135
1960		22	20				
1959	9	17	20	22	37.2	38	55
1958		12	13				
1957	7	17.8	21	39	39	41.4	48.2
1956	6.6	13.6	18	24	44	60.2	80.6
1955	11	14.6	21	39	59.2	64	74.2
1954	6	11	15	28.5	34.5	48	63.2
1953	16.5		20	34.5	55	75.8	78
1952	14	19	20	40	54	82	100.5
1951		14	44	57.2	59	73.7	86.4
1950		10	19	45	58	74.3	75.3
1949		19	37	70.8	83	125.6	170.7



*Es. La soglia 80 mm (Tr 5 anni) è raggiunta e superata 7 volte in 33 anni di registrazioni complete.*

### Modelli Regionalizzati Portate

#### VAPI ITALIA - SZO IDROMETRICHE OMOGENEE

##### LEGENDA

• CAPOLUOGHI DI PROVINCIA

— RETICOLO IDROGRAFICO

##### VAPI

##### ITALIA SOTTOZONE IDROMETRICHE OMOGENEE

- Alpi e Prealpi occidentali - SZO A
- Alpi e Prealpi occidentali - SZO B
- Alpi e Prealpi occidentali - SZO C
- Alpi e Prealpi occidentali - SZO D
- Italia Nord Occidentale - ZT1
- Italia Nord Occidentale - ZT2
- Triveneto - SZO UNICA
- Toscana - SZO NORD
- Toscana - SZO CENTRO
- Toscana - SZO SUD
- Compartimento di Bologna - SZO UNICA
- Compartimento di Pescara - SZO UNICA
- Compartimento di Roma - SZO UNICA
- Campania - SZO UNICA
- Basilicata - SZO A
- Basilicata - SZO B
- Basilicata - SZO C
- Puglia - SZO UNICA
- Calabria - SZO TIRRENICA
- Calabria - SZO CENTRALE
- Calabria - SZO IONICA
- Sicilia - SZO A
- Sicilia - SZO B
- Sicilia - SZO C
- Sardegna - BACINI OCCIDENTALI
- Sardegna - BACINI ORIENTALI
- Non classificato



### Modelli Regionalizzati Piogge

#### VAPI ITALIA - SZO PLUVIOMETRICHE OMOGENEE

##### LEGENDA

• CAPOLUOGHI DI PROVINCIA

— RETICOLO IDROGRAFICO

##### VAPI

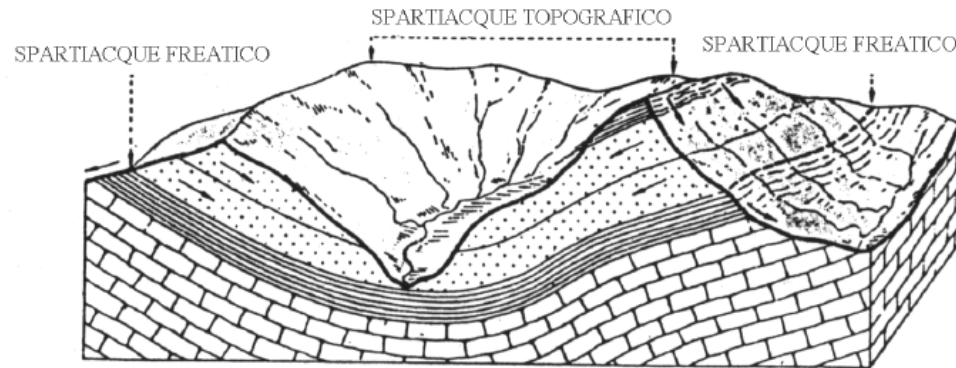
##### ITALIA SOTTOZONE PLUVIOMETRICHE OMOGENEE

- Italia Nord Occidentale - Bacino Padano
- Italia Nord Occidentale - Liguria Tirrenica
- Triveneto - SZO UNICA
- Roma, Bologna, Pisa e zona emiliana del bacino del PO - SZO A
- Roma, Bologna, Pisa e zona emiliana del bacino del PO - SZO B
- Roma, Bologna, Pisa e zona emiliana del bacino del PO - SZO C
- Roma, Bologna, Pisa e zona emiliana del bacino del PO - SZO D
- Roma, Bologna, Pisa e zona emiliana del bacino del PO - SZO E
- Roma, Bologna, Pisa e zona emiliana del bacino del PO - SZO F
- Roma, Bologna, Pisa e zona emiliana del bacino del PO - SZO G
- Roma e Pescara - SZO TIRRENICA
- Roma e Pescara - SZO APPENNINICA
- Roma e Pescara - SZO ADRIATICA
- Campania - SZO UNICA
- Puglia - SZO SETTENTRIONALE
- Puglia - SZO CENTRO MERIDIONALE
- Basilicata - SZO A
- Basilicata - SZO B
- Calabria - SZO TIRRENICA
- Calabria - SZO CENTRALE
- Calabria - SZO IONICA
- Sicilia - SZO A
- Sicilia - SZO B
- Sicilia - SZO C
- Sardegna - SZO OVEST
- Sardegna - SZO CENTRO
- Sardegna - SZO EST

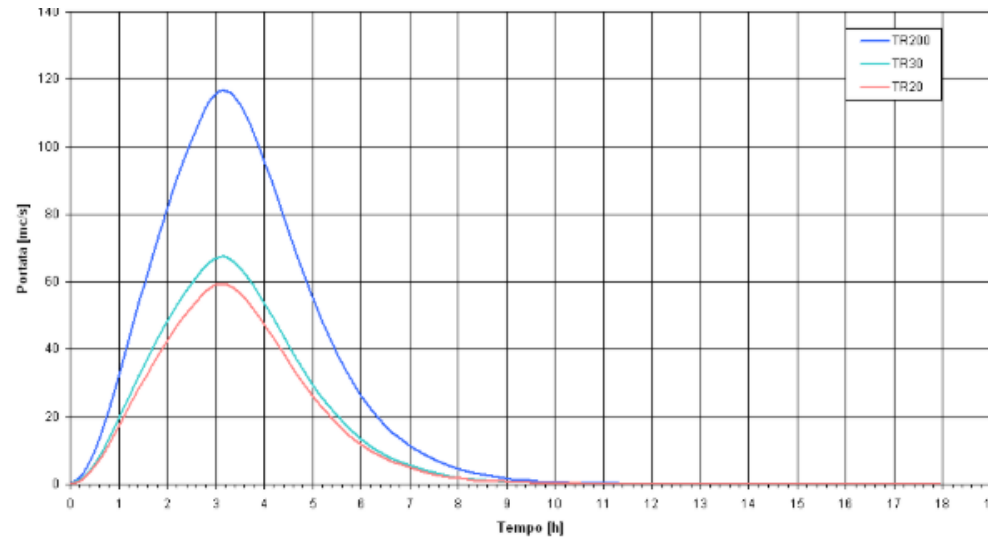


*Il metodo risolve il problema delle serie storiche non completa ma è un metodo che ormai utilizza i dati non sempre aggiornati (inizio anni 2000). Attualmente Regioni e Autorità di Bacino stanno sviluppando analoghi progetti.*

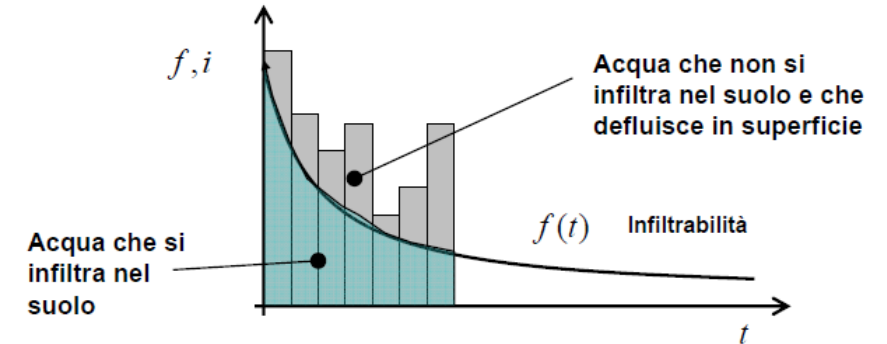
### 1) Determinazione Bacino Idrografico



### 3) Ricostruzione Idrogramma di Piena Sintetici



### 2) Scelta della Legge di Filtrazione



Superficie	J	Tempo di ritorno						
		2	5	10	25	50	100	500
Aree urbanizzate								
bitumate calcestruzzo/tetti		0,75	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
		0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
Aree a verde in cattive condizioni (copertura erbacea inferiore al 50% dell'area)								
	0÷2%	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,58
	2÷7%	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
	>7%	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
Aree a verde in discrete condizioni (copertura erbacea tra il 50% e il 75% dell'area)								
	0÷2%	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
	2÷7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
	>7%	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Aree a verde in buone condizioni (copertura erbacea superiore al 75% dell'area)								
	0÷2%	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
	2÷7%	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
	>7%	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51	0,58
Aree rurali								
terreno coltivato	0÷2%	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
	2÷7%	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
	>7%	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
pascoli	0÷2%	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
	2÷7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
	>7%	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
foreste	0÷2%	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
	2÷7%	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
	>7%	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

$$T_{pr} = \frac{1}{1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^{\frac{V}{c}}}$$

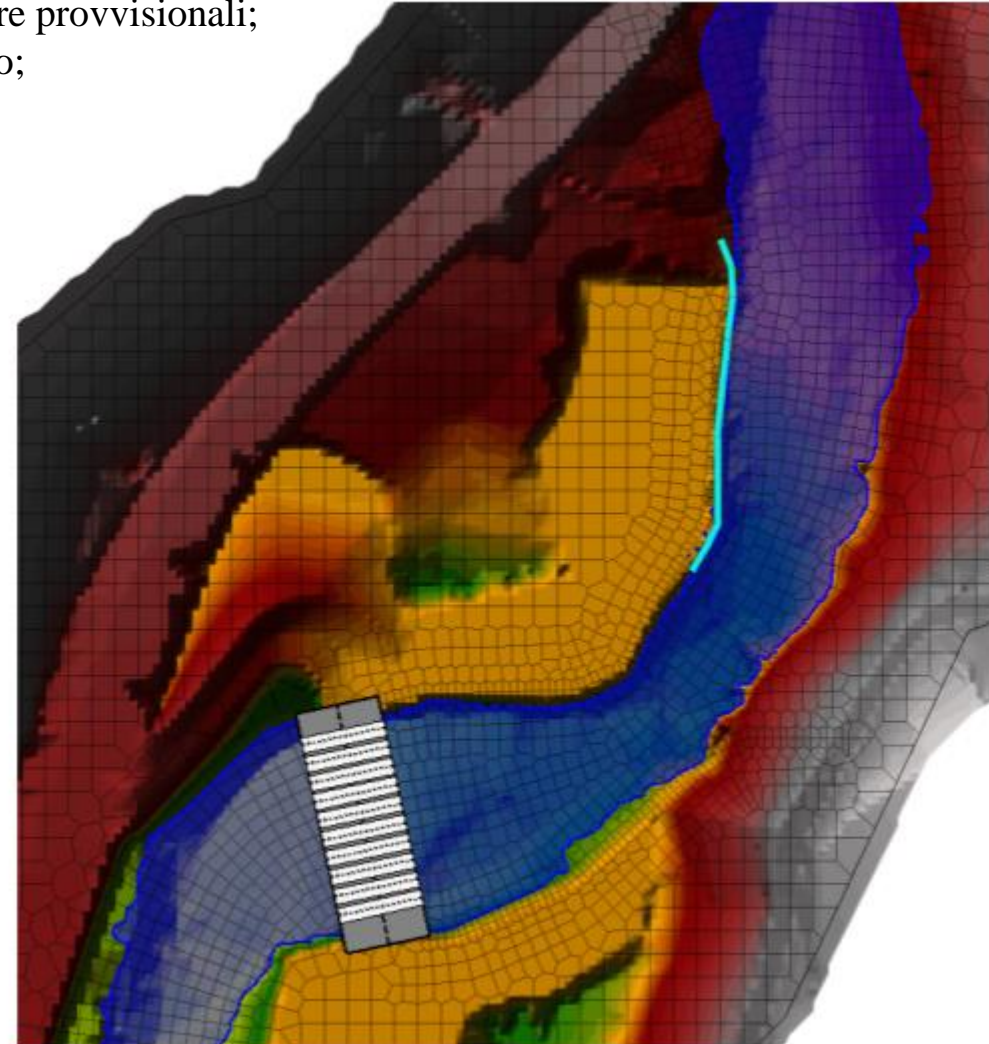
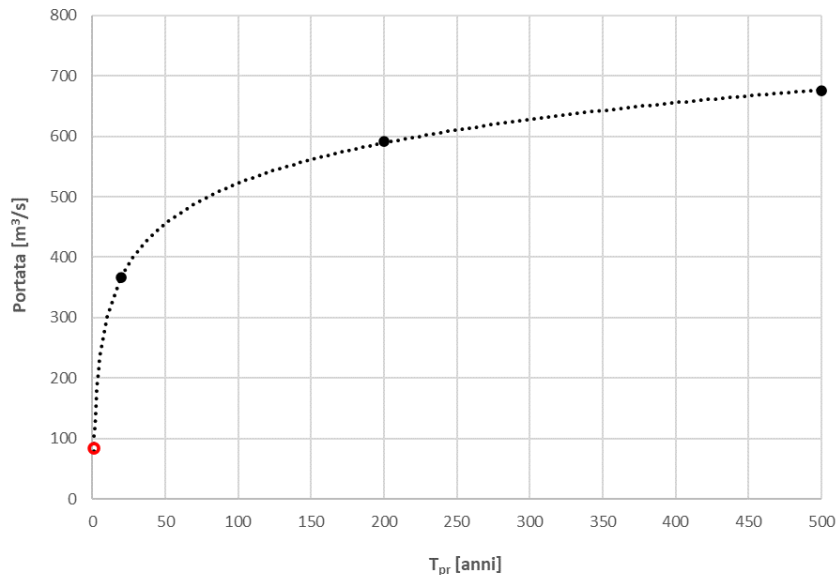
$T_{pr}$  = tempo di ritorno per la verifica delle opere provvisionali;

$T_r$  = tempo di ritorno dell'evento di riferimento;

$V$  = vita utile dell'opera;

$c$  = durata delle lavorazioni.

**Es. Ipotizzando 200 anni come tempo di ritorno  $T_r$ , dell'evento di riferimento per la verifica idraulica, 100 anni la vita utile,  $V$ , dell'opera e 3 anni la durata delle lavorazioni,  $c$ , si ricava un valore di  $T_{pr}$  di 6,5 anni.**





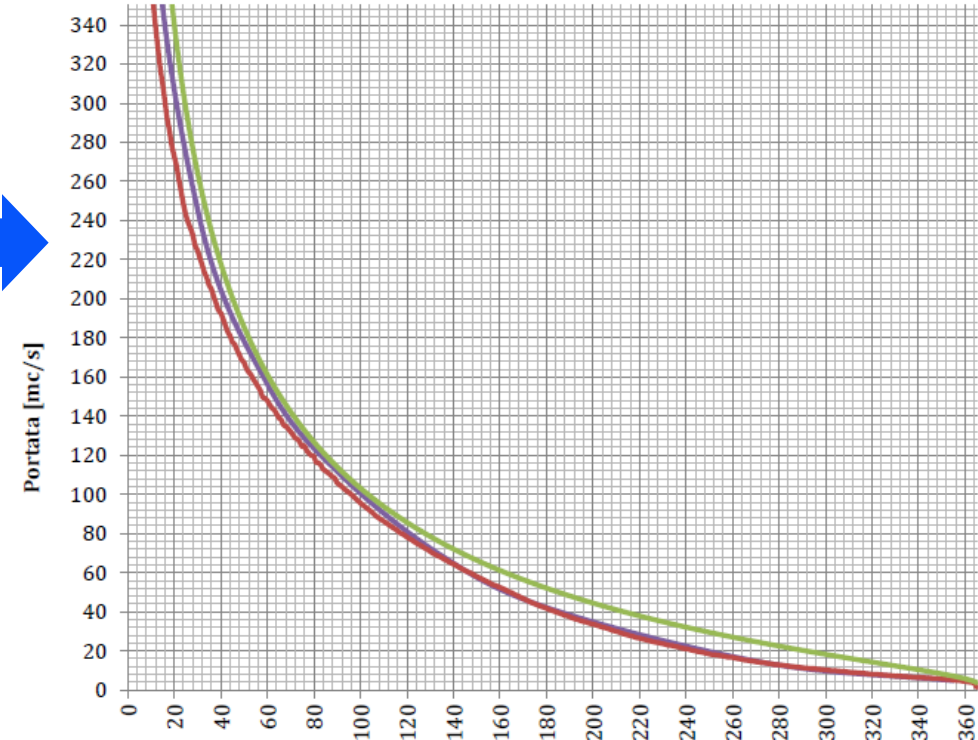
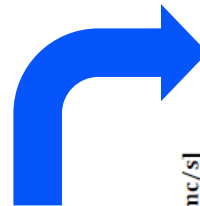
# Idrologia

## Curva di durata



Le curve di Durata indica il n° di giorni dell'anno in cui la portata  $Q$  in ordinata è stata uguagliata o superata e, dunque, risulta essere disponibile per il corso d'acqua in esame. Per calcolarla **esistono sia Metodi diretti che indiretti.**

PORTATE MEDIE GIORNALIERE in $m^3/s$												
GIORNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
1	164.00	69.00	67.50	37.50	102.00	26.60	20.10	11.90	8.17	5.45	8.36	241.00
2	412.00	52.70	46.40	51.90	45.80	151.00	20.40	12.30	7.15	7.20	7.86	218.00
3	362.00	49.30	45.60	44.70	85.80	320.00	28.40	12.80	7.05	7.41	7.86	206.00
4	573.00	61.00	56.70	53.10	38.20	181.00	30.90	11.40	8.01	7.22	7.49	176.00
5	610.00	63.30	53.10	51.40	32.80	115.00	29.60	10.20	8.20	7.09	7.13	132.00
6	434.00	129.00	50.60	35.20	60.90	145.00	26.00	10.70	5.95	6.03	8.50	112.00
7	400.00	87.80	52.40	31.30	86.90	111.00	21.10	12.90	5.28	7.33	17.50	87.60
8	307.00	87.10	62.30	42.00	109.00	73.20	16.80	12.00	4.59	8.94	45.20	41.40
9	271.00	58.80	37.90	42.60	159.00	43.20	16.80	12.40	3.22	10.20	47.00	26.20
10	303.00	49.00	33.10	42.90	118.00	57.80	17.70	12.10	3.92	9.70	32.50	46.40
11	248.00	81.50	49.80	37.30	102.00	46.10	16.20	9.89	4.80	8.04	36.50	43.90
12	198.00	80.00	36.20	37.40	58.30	41.20	15.60	11.00	5.39	6.25	117.00	52.40
13	168.00	65.40	32.20	30.90	74.70	41.60	15.50	10.20	5.42	6.13	127.00	110.00
14	151.00	66.00	42.00	25.20	74.40	47.00	15.00	9.35	40.00	6.96	76.70	90.20
15	112.00	105.00	42.20	31.50	70.50	35.50	15.10	6.98	76.40	7.82	53.40	41.30
16	137.00	359.00	37.30	32.90	66.40	23.00	14.80	6.32	21.70	8.35	34.40	56.10
17	105.00	216.00	30.50	31.20	47.60	29.20	14.80	5.29	14.20	8.73	22.70	48.10
18	112.00	157.00	40.20	26.30	46.20	30.10	17.30	6.70	12.40	8.56	17.90	49.80
19	120.00	133.00	46.60	22.40	38.70	36.50	30.10	6.74	13.50	9.12	14.90	50.20
20	148.00	118.00	74.10	25.70	45.80	61.40	28.70	6.74	16.10	7.43	13.70	96.40
21	208.00	105.00	68.60	238.00	45.30	53.80	17.00	5.89				
22	157.00	97.90	88.00	334.00	35.90	45.70	13.40	5.69				
23	132.00	64.60	42.20	176.00	46.10	32.00	12.80	5.82				
24	125.00	58.10	60.80	127.00	49.60	28.00	13.40	5.19				
25	112.00	79.40	126.00	120.00	35.30	30.20	13.30	4.54				
26	74.60	80.40	119.00	54.40	28.70	26.30	16.00	4.57				
27	70.20	67.70	81.10	94.70	31.00	24.70	13.90	5.09				
28	99.80	69.70	75.40	77.00	30.00	24.60	11.70	24.70				
29	96.40		69.50	129.00	30.00	24.50	12.20	14.80				
30	94.80		52.80	113.00	28.30	24.60	13.70	16.10				
31	90.00		42.30		26.80		12.80	12.00				



Durata [gg]  
 — Annali Idrografico 1924-1997  
 — SIR-TOS10005190+91 - Portata 1953-2013  
 — AdB Arno - Id tratto 29364

DURATA DELLE PORTATE		
Giorni	1997	1924 - 1996
	$m^3/s$	$m^3/s$
10	307.00	436.00
30	167.00	247.00
60	117.00	157.00
91	84.60	111.00
135	53.40	68.80
182	40.20	41.40
274	13.00	13.90
355	5.29	4.73





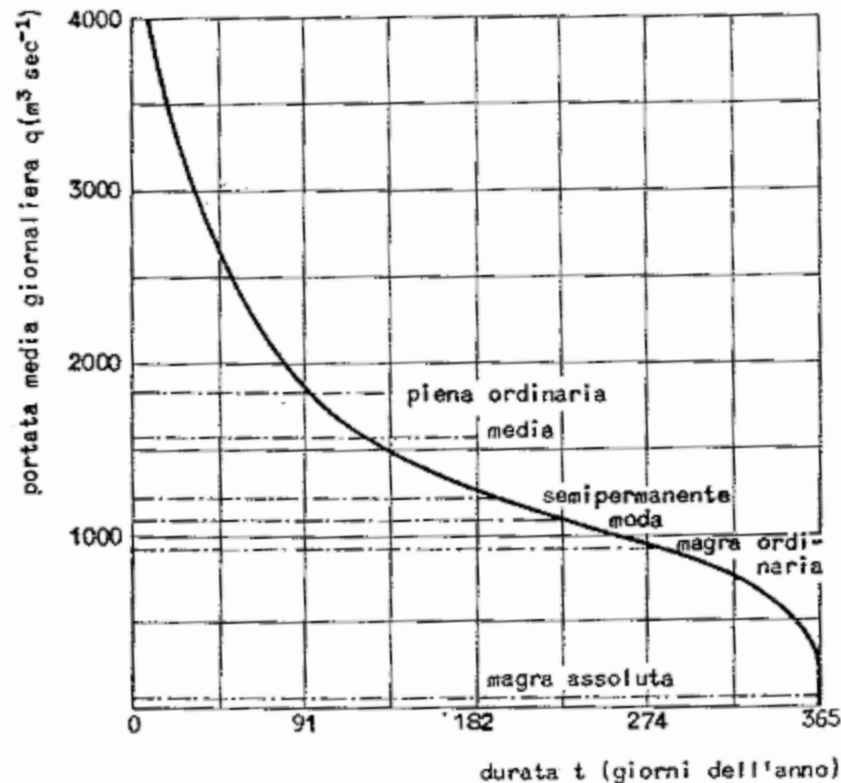


Fig. 103. - Curva di durata: Po a Pontelagoscuro (1918-1935).

2. Portata corrispondente all'ascissa  $365/2$ , cioè la portata eguagliata o superata per mezzo anno. (Questo valore si è già definito come la mediana della distribuzione, ma in idrologia prende più spesso la denominazione di *portata semipermanente*.)

3. Portata che è stata superata in 75 giorni su 100 cioè corrispondente all'ascissa  $3/4 \cdot 365$  (*portata di magra ordinaria*).

4. Portata corrispondente a  $365/4$  (*portata di piena ordinaria*).

Da ultimo si considerano, naturalmente, il minimo e il massimo di  $q$ , cioè la *massima magra assoluta* e la *massima piena assoluta* relative al periodo di osservazione considerato.

**$Q_{182}$  = portata semipermanente**

**$Q_{273}$  = magra ordinaria**

**$Q_{91}$  = piena ordinaria**

**Per le NTD 2014 portata da considerarsi di magra è la  $Q_{270}$**



# Grazie per l'attenzione

ITCOLD - GdL Traverse – Roma, 06/06/2024

