

LIASON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière



Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN - NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE - PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE - REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO
CUP C11J05000030001
GENIE CIVIL - OPERE CIVILI

HYDROLOGIE ET HYDRAULIQUE - IDROLOGIA E IDRAULICA
HYDRAULIQUE GENERALE - IDRAULICA GENERALE
COTE ITALIE-LATO ITALIA

RAPPORT GENERAL HYDROLOGIQUE - RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE

Indice	Date / Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	31/05/2012	Première diffusion / Prima emissione	B. VISCONTI L. GATTIGLIA	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
A	09/01/2013	Revision suite aux commentaires LTF / Revisione in seguito a commenti LTF	B. VISCONTI L. GATTIGLIA	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
		 Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R			

Code Doc	P	D	2	C	3	A	T	S	3	0	0	4	5	A	A	P	N	O	T
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice		Statut / Stato		Type / Tipo			

INDIRIZZO GED / ADRESSE GED	C3A	//	//	22	01	02	10	01
--------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ÉCHELLE / SCALA
-

Indice:

1	PREMESSA.....	2
2	DESCRIZIONE BACINO DELLA DORA RIPARIA	2
3	IDROLOGIA DELL'AREA IN ESAME.....	3
3.1	DORA RIPARIA	3
3.2	IDROLOGIA DEL RETICOLO MINORE.....	4
3.2.1	DEFINIZIONE DEL RETICOLO MINORE ANALIZZATO DAL PUNTO DI VISTA IDROLOGICO.....	4
3.2.2	LINEE SEGNALETRICI DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA	7
3.2.3	DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA.....	9
3.2.3.1	STIMA DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE.....	9
3.2.3.2	METODO RAZIONALE.....	13
3.2.4	DETERMINAZIONE DEI VALORI DI PORTATA.....	14
3.3	IDROLOGIA DI PIATTAFORMA	18
3.3.1	LINEE SEGNALETRICI DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA	18
3.4	DEFINIZIONE DELLA PORTATA DI RIFERIMENTO PER LE OPERE TEMPORANEE. 19	
3.5	DEFINIZIONE DELLA PORTATA DI RIFERIMENTO PER IL CANALE COLDIMOSSO . 21	

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto l'inquadramento idrologico delle aree interessate dal progetto definitivo dalla tratta italiana nuova linea ferroviaria ad alta capacità di collegamento Torino-Lione.

La presente relazione idrologica, considerato il tracciato della linea in esame, ha lo scopo di effettuare la caratterizzazione idrologica della Dora Riparia e l'individuazione dei principali parametri idrologici dei tributari minori che comportino potenziale interferenza con la linea in oggetto. A questo proposito si sono definiti interferenti tutti gli elementi del reticolo superficiale qualora interessati direttamente dalle opere o, nel caso in cui le stesse siano realizzate in sotterraneo in galleria naturale, qualora il ricoprimento tra fondo alveo e calotta superiore del manufatto in progetto fosse minore o uguale a 10 m.

Infine una disamina attenta delle possibili interferenze dei contributi di piena connessa con esondazioni e propagazione di eventi di piena dei tributari anche non insistenti direttamente sulla linea risulta riportata nella Relazione Idraulica Generale (PD2-C3A_0047_22-02-02_10-01 RELAZIONE IDRAULICA GENERALE-) che si basa in parte sui presenti calcoli idrologici, ma non solo, per definire i bacini interferenti connessi con il reticolo minore, la necessità di analisi connessa ai potenziali dissesti o l'eventuale esclusione dei bacini analizzati da quelli potenzialmente impattanti sull'opera.

2 DESCRIZIONE BACINO DELLA DORA RIPARIA

La tratta in oggetto è situata in valle di Susa e pertanto all'interno del bacino della Dora Riparia. Il fiume Dora Riparia nasce dalla confluenza del Ripa con la Piccola Dora in comune di Cesana Torinese, il suo corso drena l'intera valle di Susa prima di confluire in Po in comune di Torino. I principali affluenti risultano la Dora di Bardonecchia che confluisce in sinistra in comune di Oulx ed il torrente Cenischia che confluisce sempre in sinistra in corrispondenza dell'abitato di Susa.

A monte del comune di Susa il bacino presenta una estensione di circa 700 km² circa ed una lunghezza dell'asta di circa 57 km. A valle della confluenza del T. Cenischia il bacino drenato assomma a circa 844 km² con una altezza media pari a 2021 msm.

Per quanto riguarda il territorio a valle dell'abitato di Susa, la valle si dispone orientata approssimativamente lungo la direttrice est-ovest ed i tributari laterali, sebbene talvolta di discreta estensione, rappresentano principalmente il drenaggio dei versanti della valle principale. Nel tratto tra Susa e Bussoleno confluiscono in destra, tra i principali, il Rio Corrente, il rio Scaglione, il rio Gerardo, in sinistra invece si hanno il torrente Rocciamelone, il Moletto.

A Bussoleno l'estensione complessiva del bacino della Dora Riparia risulta pari a 945 km² con una altezza media pari a 1950 msm.

La tratta in oggetto, procedendo dal confine di stato verso l'Italia attraverserà la Dora poco a valle della confluenza del T. Cenischia a valle della stazione internazionale di Susa dalla sponda sinistra alla sponda destra. Successivamente il raccordo con la linea storica, che avverrà a Bussoleno, comporta un altro attraversamento della dora Riparia dalla sponda destra verso la sinistra a monte del concentrico di Bussoleno approssimativamente lungo la direttrice dell'attuale linea da bussoleno a confine di stato.

3 IDROLOGIA DELL'AREA IN ESAME

Nel seguito l'analisi procede suddivisa tra corso d'acqua principale (Dora Riparia) e tributari minori. Si riporta infine una analisi idrologica finalizzata alla definizione delle precipitazioni da adottare per la raccolta delle acque di piattaforma.

3.1 DORA RIPARIA

Il corso d'acqua risulta certamente molto studiato, in particolare, fin dal suo inizio, la formazione del Piano per l'assetto idrogeologico l'Autorità di Bacino del Fiume Po ha incluso la Dora Riparia tra i corsi d'acqua soggetti a perimetrazione delle Fasce Fluviali. Negli anni inoltre numerosi dati idrologici sono stati pubblicati sia dall'Autorità di Bacino sia da altri soggetti (Sitaf, Provincia, etc.). In particolare la "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" risulta oggi il documento di riferimento univoco, che ha individuato, a partire dall'anno 2002, l'adozione di valori di portata di riferimento su varie sezioni del fiume; sono stati inoltre forniti come allegato alla stessa direttiva la delimitazione dei sottobacini elementari, le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica sia puntuali che distribuite sull'intero bacino del Fiume Po oltre che numerosi altri dati idrologici a scala di bacino che ovviamente riguardano anche il corso della Dora Riparia.

A seguito degli effetti degli eventi alluvionali dell'ottobre 2000 l'Autorità di Bacino ha predisposto fin dall'anno 2002 ulteriori indagini e studi su alcuni sottobacini del Po, tra cui Dora Riparia, al fine di addivenire ai sensi dell'art. 17 comma 6 ter della Legge 183 del 1989 ad una adozione di P.A.I. in Variante rispetto al piano allora adottato, che tenesse conto della necessità di aggiornare gli studi precedenti.

In particolare si fa riferimento allo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica della Dora Riparia nel tratto da Oulx alla confluenza in Po" - Elaborato 3.2.2./1/1R-DR: Relazione metodologica e di analisi dell'attività (2003).

In seguito con deliberazione n° /2007 il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po ha adottato la "Variante del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Variante delle Fasce Fluviali del Fiume Dora Riparia". Detta variante ha introdotto in definitiva i nuovi valori di portata di riferimento a cui attenersi per la progettazione delle opere idrauliche e per le verifiche di compatibilità.

Per quanto riguarda altri soggetti istituzionali che hanno svolto una attività di studio sulla Dora Riparia merita in questa sede citare almeno la Provincia di Torino con lo "Studio di approfondimento del bacino del torrente Dora Riparia nel tratto compreso tra Susa e la confluenza con il Po" (Martina, Anselmo, Bellino 2002).

In conclusione si ritiene che l'analisi idrologica della Dora Riparia a disposizione debba ritenersi completa e sufficientemente completa nel suo stato attuale, così come proposta nei citati documenti di PAI; pertanto per le verifiche connesse con l'esecuzione delle opere verranno adottati i dati idrologici ufficiali proposti dall'Autorità di Bacino.

Nel seguito si riporta una tabella riassuntiva dei dati a disposizione che verranno considerati per la verifica delle opere.

La portata di massima piena determinate dall'Autorità di Bacino sono per il comune di Susa:

Tempo di ritorno (Anni)	Portata di massima Piena (m³/s) (sezione a monte Cenischia)	Portata di massima Piena (m³/s) (sezione a valle Cenischia)
20	230 (**)	260(**)
200	530(*)	580(*)
500	720(**)	800(**)

Tali valori al colmo vengono assunti come input progettuale per le verifiche dell'intero tratto compreso tra Susa e Bussoleno, poiché non sono presenti contributi rilevanti a valle del torrente Cenischia; la presente assunzione è in accordo con le previsioni di PAI.

(*)fonte: Relazione tecnica allegata alla deliberazione n°9 /2007 del comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po

(**)fonte: studio di fattibilità della sistemazione idraulica nel tratto da Oulx alla confluenza in Po (Autorità di Bacino 2003)

3.2 IDROLOGIA DEL RETICOLO MINORE

3.2.1 DEFINIZIONE DEL RETICOLO MINORE ANALIZZATO DAL PUNTO DI VISTA IDROLOGICO

Per quanto attiene alla porzione di linea in comune di Susa il reticolo minore risulta interessato da un impluvio minore proveniente dalla borgata Cascina Vazone insistente sul tratto compreso tra l'imbocco della galleria di base e la stazione internazionale di Susa.

Esiste poi un sistema di canali artificiali, per lo più con funzioni irrigue, sia in sponda destra che sinistra della Dora che risultano interferiti dall'opera.

Complessivamente dal punto di vista idrologico attualmente l'area a tergo del centro direzionale SITAF raccoglie una porzione di versante e di sottostante piana proveniente dalla loc. Urbano e dalla C. Chiapusso; conseguentemente il nuovo sistema di smaltimento delle acque nella zona dell'attuale centro direzionale Sitaf dovrà tenere conto di detto bacino; le aree autostradali e i piazzali della SITAF stessa, oltre a quelle della stazione internazionale dovranno continuare a poter scaricare le loro acque; infine, più a est, anche l'area a tergo di Via Montello, sino al versante, contribuirà a formare il deflusso complessivo afferibile all'impluvio della Cascina Vazone. Tale sottobacino di fatto ora non ha sulla piana un colatore naturale, ed infatti aggrava i problemi al sottopasso di via Montello attuale. Per tale ragione si sono valutati tutti i contributi provenienti sia dalle aree antropiche sia da porzioni di versante in qualche maniera afferibili all'impluvio della Cascina Vazone al fine di poterne risolvere in maniera organica e definitiva le problematiche.

Per quanto riguarda il reticolo minore nei pressi di Bussoleno il rio Moletto attraversa i binari a valle della tratta di competenza, il rio Rocciamelone confluisce in Dora a monte dell'attraversamento ferroviario, infine l'area interclusa tra Foresto e Bussoleno trova il suo recettore nella Bealera Moletta o nei fossi localmente esistenti che trovano a loro volta sfogo a monte della Linea Susa Bussoleno e pertanto non sono interessati dall'intervento in oggetto.

A tergo dell'area industriale di Susa-Autoporto infine si sviluppa il conoide del T Scaglione.

Infine l'area di cantiere dell'imbocco di Clarea risulta situata nei pressi del torrente omonimo come anche il cantiere di imbocco della Maddalena; per tale ragione verrà caratterizzato nel seguito anche il T. Clarea.

Per quanto attiene all'idrologia di tutti i rii minori considerati nella presente relazione ed in varia misura interessati dalla nuova tratta ferroviaria, come noto, non sono disponibili dati di portata o serie storiche di misure dirette significative per la determinazione dei massimi colmi attesi. Pertanto occorre definire le portate con metodi indiretti mediante l'utilizzo di formulazioni che facciano riferimento ai dati di pioggia ed alle caratteristiche del bacino sotteso da una sezione di chiusura.

La definizione dell'idrologia nei casi in esame comporta pertanto la conoscenza dei dati pluviometrici e di una serie di parametri morfologici dei bacini.

Nelle seguenti tabelle si riporta un riassunto dei parametri caratterizzanti i bacini oggetto di indagine.

Bacino Cascina Vazone ed aree sponda sinistra in Susa

	Impluvio Loc Urbiano- C Chiappusso	Area SITAF	Area a tergo via Montello	Impluvio dalla cascina Vazone	Somma idrologica dei bacini - Rio dalla cascina Vazone
Area (km ²)	0.213	0.161	0.38	0.818	1.572
Lunghezza asta principale (km)	0.75	0.50	1	2.1	2.1
L. Asta allo spartiacque (km)	1	1.00	1	2.3	2.3
Quota sezione di chiusura (msm)	482	470	470	470	470
Quota media del bacino (msm)	517	473	550	958	750
Quota massima (msm)	580	475	1096	1520	1520
Pendenza media asta fluviale: (m/m)	0.02	0.01	0.56	0.59	0.57
Pendenza media versanti(m/m)	0.08	0.02	0.55	0.57	0.56

Bacini di Bussoleno in sponda sinistra

	Rio di Foresto - Rocciamelone	Impluvio a NE di Piancolorè	Comba Ravera	Rio Moletto
Area (km ²)	15.74	0.452	0.86	6.52
Lunghezza asta principale (km)	8.8	1.3	2.3	5.9
L. Asta allo spartiacque (km)	9.0	1.5	2.5	6.1
Quota sezione di chiusura (msm)	499	492	470	550
Quota media del bacino (msm)	1841	809	977	1609
Quota massima (msm)	3537	1250	1648	2965
Pendenza media asta fluviale: (m/m)	0.304	0.480	0.442	0.359
Pendenza media versanti(m/m)	0.55	0.5	0.52	0.57

Torrente Clarea in Giaglione, torrente Scaglione in Susa sponda destra Dora.

	Rio Clarea al cantiere di Clarea	Totale Rio Clarea al cantiere della Maddalena	Rio Scaglione in apice di conoide
Area (km ²)	16.4	31.8	21
Lunghezza asta principale (km)	6.3	10.3	9.7
L. Asta allo spartiacque (km)	7.8	11.9	9.9
Quota sezione di chiusura (msm)	1080	600	550
Quota media del bacino (msm)	2229	2133	1548
Quota massima (msm)	3378	3378	2828
Pendenza media asta fluviale: (m/m)	0.29	0.23	0.205
Pendenza media versanti(m/m)	0.54	0.43	0.5

3.2.2 LINEE SEGNALATRICI DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA

Nell'ambito delle ricostruzioni indirette del valore di massima piena, in mancanza di dati di portata misurata (come nel caso in esame), risulta essenziale la definizione delle precipitazioni che, attraverso differenti metodologie di calcolo, consentono di stimare, appunto, la portata di massima piena di un corso d'acqua.

La previsione quantitativa delle piogge intense in una determinata area di piccole dimensioni è effettuata tramite la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè la relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

Il tempo di ritorno è direttamente legato alla probabilità di accadimento di un certo evento ed è espresso in anni. L'altezza di precipitazione in un punto è comunemente misurata in mm ed è l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale ed impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) ed in assenza di perdite.

La curva di possibilità pluviometrica è comunemente espressa da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = at^n$$

dove il parametro "a" è espresso in mm ed il tempo "t" in ore; a e n dipendono inoltre dallo specifico tempo di ritorno assegnato.

Per definire a e n, l'Autorità di Bacino ha utilizzato le serie storiche delle precipitazioni intense riportate negli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano (Parte I, tabella III) relative ai massimi annuali delle precipitazioni della durata di 1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive. L'intervallo di durata tra 1 e 24 ore rappresenta il campo entro cui sono da ricercare le durate critiche per la maggior parte dei corsi d'acqua, per i quali la stima della portata di piena può essere effettuata tramite l'utilizzo delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica.

Inoltre, l'Autorità di Bacino ha definito una distribuzione spaziale delle piogge intense nei punti privi di misure dirette mediante un'interpolazione spaziale con il metodo di Kriging dei parametri a e n delle linee segnalatrici, discretizzate in base ad un reticolo di 2 km di lato.

Le curve così elaborate consentono il calcolo delle linee segnalatrici in ciascun punto del bacino, a meno dell'approssimazione derivante dalla risoluzione spaziale della griglia di discretizzazione, per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

I valori pubblicati dall'Autorità di Bacino costituiscono riferimento per le esigenze connesse agli studi come quello in esame.

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori di a e n mediati in base alla superficie sottesa rispetto a ciascun bacino.

Bacino	cella	tr20 a	tr20 n	tr100 a	tr100 n	tr200 a	tr200 n	tr500 a	tr500 n	Peso sul bacino (%)
Tot Rio Loc Cascina Vazone	Y100	25.84	0.481	32.96	0.48	36	0.479	40	0.479	100
Rio di Foresto Rocciamelone	Y97	24.06	0.489	30.46	0.487	33.2	0.486	36.8	0.484	9.30
	Y98	24.55	0.486	31.19	0.483	34.02	0.483	37.75	0.482	8.75
	Y99	25.11	0.483	31.98	0.481	34.91	0.48	38.77	0.479	4.43
	Z97	24.74	0.487	31.39	0.483	34.24	0.482	37.98	0.481	8.17
	Z98	25.3	0.48	32.21	0.477	35.15	0.477	39.04	0.475	25.41
	Z99	25.8	0.475	32.93	0.473	35.97	0.473	39.98	0.472	25.41
	Z100	26.35	0.472	33.7	0.472	36.83	0.472	40.96	0.472	6.32
	AA98	26.36	0.472	33.63	0.47	36.73	0.469	40.82	0.468	6.95
	AA99	26.76	0.466	34.21	0.465	37.4	0.465	41.59	0.464	4.79
	AA100	27.07	0.462	34.7	0.463	37.95	0.463	42.24	0.464	0.48
	media	25.41	0.479	32.36	0.477	35.33	0.476	39.24	0.475	
versante a NE di Piancolorè	AA100	27.07	0.462	34.7	0.463	37.95	0.463	42.24	0.464	100
Comba Ravera	AA100	27.07	0.462	34.7	0.463	37.95	0.463	42.24	0.464	34.68
	AA99	26.76	0.466	34.21	0.465	37.4	0.465	41.59	0.464	65.32
	media	26.87	0.465	34.38	0.464	37.59	0.464	41.82	0.464	
Versante a Grange	AA100	27.07	0.462	34.7	0.463	37.95	0.463	42.24	0.464	67.22
	AA99	26.76	0.466	34.21	0.465	37.4	0.465	41.59	0.464	32.78
	media	26.97	0.463	34.54	0.464	37.77	0.464	42.03	0.464	
Rio Moletto	AA99	26.76	0.466	34.21	0.465	37.4	0.465	41.59	0.464	35.96
	AA98	26.36	0.472	33.63	0.47	36.73	0.469	40.82	0.468	36.59
	AB98	27.83	0.463	35.56	0.46	38.86	0.459	43.21	0.458	8.55
	AB99	28.23	0.454	36.16	0.452	39.54	0.452	44	0.451	15.08
	AB100	28.56	0.449	36.63	0.449	40.08	0.449	44.62	0.449	2.75
	AA100	27.07	0.462	34.7	0.463	37.95	0.463	42.24	0.464	1.06
	media	26.98	0.466	34.48	0.464	37.68	0.464	41.90	0.463	
Rio Scaglione	X102	26.56	0.507	33.81	0.508	36.9	0.508	40.98	0.508	0.48
	X103	26.97	0.515	34.37	0.518	37.52	0.519	41.67	0.52	13.91
	X104	27.44	0.519	34.99	0.524	38.2	0.525	42.44	0.527	8.73
	Y101	26.65	0.484	34.04	0.483	37.18	0.484	41.33	0.483	1.78
	Y102	27.37	0.491	34.97	0.492	38.2	0.492	42.47	0.493	12.78
	Y103	28.12	0.498	35.95	0.5	39.28	0.501	43.68	0.502	19.05
	Y104	28.85	0.503	36.91	0.507	40.33	0.508	44.86	0.509	17.64
	Y105	29.47	0.506	37.74	0.51	41.24	0.512	45.89	0.513	0.18
	Z102	28.23	0.477	36.16	0.479	39.54	0.48	44	0.48	1.20
	Z103	29.35	0.483	37.62	0.485	41.14	0.486	45.79	0.487	8.99
	Z104	30.39	0.488	38.98	0.491	42.63	0.492	47.46	0.493	14.63
	Z105	31.23	0.493	40.1	0.496	43.87	0.497	48.85	0.499	0.55
	AA104	32.15	0.475	41.31	0.477	45.21	0.478	50.37	0.479	0.09
	media	28.37	0.499	36.27	0.502	39.63	0.502	44.08	0.504	
	Rio Clarea al	R99	22.16	0.521	27.87	0.523	30.32	0.525	33.54	0.525

Bacino	cella	tr20 a	tr20 n	tr100 a	tr100 n	tr200 a	tr200 n	tr500 a	tr500 n	Peso sul bacino (%)
cantiere di Clarea	R100	22.05	0.536	27.83	0.539	30.29	0.541	33.55	0.541	6.7
	S99	22.53	0.528	28.34	0.532	30.82	0.533	34.09	0.534	25.0
	S100	22.37	0.55	28.2	0.555	30.69	0.557	33.97	0.558	6.4
	T99	22.77	0.532	28.66	0.536	31.18	0.538	34.5	0.539	25.8
	T100	22.57	0.561	28.43	0.567	30.94	0.569	34.24	0.571	8.7
	U99	22.93	0.53	28.93	0.534	31.5	0.535	34.88	0.535	5.0
	U100	22.86	0.558	28.84	0.563	31.4	0.565	34.77	0.566	1.0
	Media	22.50	0.533	28.32	0.537	30.813	0.538	34.09	0.539	
Rio Clarea al cantiere di Maddalena	R99	22.16	0.521	27.87	0.523	30.32	0.525	33.54	0.525	11.0
	R100	22.05	0.536	27.83	0.539	30.29	0.541	33.55	0.541	8.8
	R101	22.07	0.546	27.94	0.549	30.45	0.55	33.76	0.551	1.8
	S99	22.53	0.528	28.34	0.532	30.82	0.533	34.09	0.534	12.9
	S100	22.37	0.55	28.2	0.555	30.69	0.557	33.97	0.558	12.4
	S101	22.33	0.566	28.19	0.572	30.7	0.574	34.01	0.576	5.6
	T99	22.77	0.532	28.66	0.536	31.18	0.538	34.5	0.539	13.3
	T100	22.57	0.561	28.43	0.567	30.94	0.569	34.24	0.571	12.5
	T101	22.52	0.588	28.37	0.596	30.87	0.6	34.16	0.602	1.8
	U99	22.93	0.53	28.93	0.534	31.5	0.535	34.88	0.535	3.5
	U100	22.86	0.558	28.84	0.563	31.4	0.565	34.77	0.566	12.2
	U101	22.99	0.589	28.96	0.597	31.52	0.6	34.88	0.602	1.6
	V100	23.32	0.538	29.56	0.54	32.22	0.541	35.73	0.541	1.5
	V101	23.99	0.553	30.35	0.557	33.06	0.559	36.64	0.559	1.1
Media	22.53	0.544	28.40	0.548	30.90	0.550	34.21	0.551		

3.2.3 DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA

Sulla base delle curve di possibilità pluviometrica individuate al paragrafo precedente, la determinazione delle portate di progetto è stata condotta anche mediante l'utilizzo del modello cinematico o di corrivazione, per quanto attiene la trasformazione degli afflussi meteorici nel fenomeno di formazione della piena.

Tale modello individua come durata critica della precipitazione quella corrispondente ad un tempo pari a quello di corrivazione.

3.2.3.1 STIMA DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrivazione è definito come il tempo che impiega la precipitazione che cade nella parte più distante del bacino a raggiungere la sezione terminale.

La determinazione di tale tempo di corrivazione del bacino può essere fatta attraverso diversi metodi e formulazioni che saranno presi in considerazione nel seguito.

Si riportano brevemente le formulazioni proposte da vari autori ed i parametri che compaiono nelle formule:

Formulazione di Giandotti: (per bacini di dimensioni comprese tra 170 e 70000 km²). Per bacini di dimensioni inferiori i tempi di corrivazione sono sottostimati ed i conseguenti valori di portata risultano sovrastimati.

Il tempo di corrivazione secondo Giandotti vale:

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{(H - h)}} \text{ (ore)}$$

dove.

S = rappresenta l'estensione del bacino (Km²)

L = rappresenta la lunghezza dell'asta principale (km)

H = rappresenta l'altitudine media del bacino imbrifero sotteso, (m.s.m).

h = rappresenta la quota della sezione considerata (m.s.m.)

Formulazione di Pezzoli (1970) per bacini montani

$$t_c = 0.055 \frac{L}{i_a^{0.5}}$$

dove:

L = rappresenta la lunghezza dell'asta principale (km)

la = pendenza dell'asta principale

Formulazione di Ventura

$$t_c = 0.1272 \left(\frac{S}{i_a} \right)^{0.5}$$

dove:

S = rappresenta l'estensione del bacino (Km²)

la = pendenza dell'asta principale

Formulazione di Pasini

$$t_c = 0.108 \cdot \left[\frac{(A \cdot L)^{\frac{1}{3}}}{\sqrt{i_a}} \right]$$

dove.

A = rappresenta l'estensione del bacino (Km²)

L = rappresenta la lunghezza dell'asta principale (km)

la = pendenza dell'asta principale

Formulazione Metodo SCS (1972-1975)

$$S = 25.4 \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

$$t_c = 0.057 \cdot L^{0.8} \cdot \frac{(S + 1)^{0.7}}{i_v^{0.5}}$$

dove:

CN = rappresenta l'infiltrazione mediante un n° adimensionale compreso tra 0 e 100 (nel caso in esame adottato pari a 70)

L = rappresenta la lunghezza dell'asta principale (km)

S = saturazione potenziale massima (mm)

i_v = pendenza versanti

Formulazione di Kirpich per aree agricole anglosassoni

$$t_c = 0.95 \cdot \frac{L^{1.155}}{d^{0.385}}$$

dove:

L = rappresenta la lunghezza dell'asta principale (km)

d = dislivello in metri dell'asta principale

Formulazione di Bocchiola (1972-1975)

$$t_c = 0.5 \cdot t_l \quad t_l = 0.26 \cdot L^{0.82} \cdot \frac{(S+1)^{0.13}}{i_v^{0.2}}$$

dove:

t_l = tempo di ritardo (ore)

L = rappresenta la lunghezza dell'asta principale (km)

S = saturazione potenziale massima (mm)

i_v = pendenza versanti

Valutati tutti i tempi di corrivazione con le precedenti formule si ha la seguente tabella riassuntiva dove il tempo di corrivazione adottato è stato valutato escludendo i due valori estremi e mediando i restanti.

Bacino Cascina Vazone ed aree sponda sinistra in Susa

Tempo in ore	1) Impluvio dalla cascina Vazone	2) Area a tergo via Montello	TOTALE PARZIALE 1+2	3) Area tra linea LTF ed A32	TOTALE PARZIALE 1+2+3
Giandotti	0.379	0.554	0.539	0.533	0.586
Pezzoli	0.147	0.073	0.183	0.275	0.190
Ventura	0.150	0.105	0.174	0.412	0.182
Pasini	0.167	0.105	0.199	0.404	0.208
S.C.S.	3.602	2.062	4.288	4.278	4.422
Kirpich	0.285	0.166	0.337	0.349	0.347
Bocchiola	0.770	0.430	0.920	0.441	0.950
Tempo adottato per il bacino (ore)	0.350	0.272	0.436	0.428	0.456

Tempo in ore	4) Impluvio Loc Urbiano- C Chiappusso	5) Area SITAF	6) Residuale Area versante sottesa alla fine fascia B di progettodel PAI	Somma idrologica Totale 1+2+3+6
Giandotti	0.608	1.448	0.409	0.743
Pezzoli	0.292	0.275	0.174	0.312
Ventura	0.394	0.399	0.163	0.294
Pasini	0.400	0.396	0.187	0.337
S.C.S.	4.295	4.278	3.590	6.002
Kirpich	0.280	0.349	0.283	0.456
Bocchiola	0.499	0.441	0.759	1.207
Tempo adottato per il bacino (ore)	0.439	0.607	0.362	0.611

Bacini di Bussoleno in sponda sinistra

Tempo in ore	Rio di Foresto - Rocciamelone	versante a NE di Piancolorè	Comba Ravera	Versante in loc Grange	Rio Moletto
Giandotti	0.993	0.328	0.397	0.371	0.732
Pezzoli	0.881	0.105	0.189	0.199	0.542
Ventura	0.915	0.123	0.177	0.141	0.542
Pasini	1.015	0.131	0.204	0.177	0.608
S.C.S.	11.777	2.700	4.115	4.105	8.379
Kirpich	0.889	0.213	0.321	0.319	0.643
Bocchiola	2.564	0.550	0.857	0.840	1.829
Tempo adottato per il bacino (ore)	1.275	0.269	0.394	0.381	0.871

Torrente Clarea in Giaglione, torrente Scaglione in Susa sponda destra Dora.

Tempo in ore	Rio Clarea al cantiere di Clarea	Totale Rio Clarea al cantiere della Maddalena	Rio Scaglione in apice di conoide
Giandotti	0.944	1.213	1.302
Pezzoli	0.636	1.167	1.180
Ventura	0.952	1.482	1.287
Pasini	0.935	1.537	1.404
S.C.S.	9.006	14.974	13.338

Tempo in ore	Rio Clarea al cantiere di Clarea	Totale Rio Clarea al cantiere della Maddalena	Rio Scaglione in apice di conoide
Kirpich	0.686	1.095	0.993
Bocchiola	1.939	3.045	2.828
Tempo adottato per il bacino (ore)	1.091	1.689	1.600

3.2.3.2 CALCOLO DELLA PORTATA: METODO RAZIONALE

Il calcolo della portata è quindi stato realizzato mediante l'applicazione della formula del metodo razionale, che risulta la seguente:

$$Q_c = 0.28 * c * i * A$$

dove: Q = portata al colmo [m³/s];

c = coefficiente di deflusso;

i = intensità di pioggia, espressa in mm/h;

A = superficie del bacino [km²].

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità di sistema e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino;
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno di quello dell'intensità di pioggia;
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello dell'intensità di pioggia;
- l'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione, tc.

La stima del coefficiente di deflusso è estremamente difficile e costituisce il maggior elemento di incertezza nella valutazione della portata. Il parametro tiene conto, in forma implicita, di tutti i fattori che intervengono a determinare la relazione tra la portata al colmo e l'intensità media di pioggia; si utilizzano normalmente valori di riferimento, tratti dalla letteratura scientifica, che spesso sono adattabili con difficoltà alle effettive condizioni del bacino in studio.

Gli studi disponibili, per altro in numero piuttosto limitato, indicano tutti che il valore di c in un dato bacino varia in misura elevata da evento ad evento, in particolare in funzione delle differenti condizioni climatiche antecedenti. E' possibile, comunque, ipotizzare che, per gli eventi gravosi che sono di interesse nel campo della progettazione, il parametro assuma valori sufficientemente stabili. In qualche caso si assume che il valore di c cresca in funzione del tempo di ritorno dell'evento, supponendo in tal modo una risposta non lineare del bacino.

Generalmente per i bacini di piccole dimensioni si trascura l'effetto invaso, mentre i valori da attribuire al fattore di trattenuta del terreno sono usualmente riportati nei trattati scientifici.

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0.20	0.10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0.40	0.30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0.50	0.40

Tabella 1: coefficienti di deflusso raccomandati da Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964

La stima del valore appropriato del coefficiente di deflusso, quindi, richiede notevole esperienza, integrata, ovunque possibile, da dati e osservazioni sperimentali su eventi di piena nella regione idrologica di interesse.

Nel caso in esame il valore di C adottato in via ampiamente cautelativa risulta pari a 0.6 per tutti i bacini ad esclusione dell'area sitaf residuale per la quale si è adottato un coefficiente di 0.7 in quanto per buona parte impermeabilizzata.

3.2.4 DETERMINAZIONE DEI VALORI DI PORTATA

Sulla base di quanto riportato nei precedenti paragrafi si ottengono bacino per bacino i seguenti valori di intensità di pioggia ed i conseguenti valori di portata:

1) Impluvio Loc Cascina Vazone

Tempo di ritorno (anni)	Intensità media di precipitazione [mm/h]	Portata [m ³ /s]	coeff. udometrico [(m ³ /s) / km ²]
T = 20 anni	44.23	5.36	7.37
T = 100 anni	56.48	6.84	9.41
T = 200 anni	61.75	7.48	10.29
T = 500 anni	68.62	8.31	11.44

2) Impluvio a tergo via Montello

Tempo di ritorno (anni)	Intensità media di precipitazione [mm/h]	Portata [m ³ /s]	coeff. udometrico [(m ³ /s) / km ²]
T = 20 anni	50.07	3.17	8.34
T = 100 anni	63.95	4.05	10.66
T = 200 anni	69.93	4.43	11.66
T = 500 anni	77.70	4.92	12.95

TOTALE PARZIALE1+2

Tempo di ritorno (anni)	Intensità media di precipitazione [mm/h]	Portata [m ³ /s]	coeff. udometrico [(m ³ /s) / km ²]
T = 20 anni	39.26	7.24	6.54
T = 100 anni	50.12	9.25	8.35
T = 200 anni	54.78	10.11	9.13
T = 500 anni	60.87	11.23	10.14

3) Area tra linea LTF ed A32

Tempo di ritorno (anni)	Intensità media di precipitazione [mm/h]	Portata [m ³ /s]	coeff. udometrico [(m ³ /s) / km ²]
T = 20 anni	40.14	0.82	7.81
T = 100 anni	51.25	1.05	9.96
T = 200 anni	56.02	1.14	10.89
T = 500 anni	62.25	1.27	12.10

TOTALE PARZIALE1+2+3

Tempo di ritorno (anni)	Intensità media di precipitazione [mm/h]	Portata [m ³ /s]	coeff. udometrico [(m ³ /s) / km ²]
T = 20 anni	37.99	7.67	6.33
T = 100 anni	48.50	9.80	8.08
T = 200 anni	53.01	10.71	8.83
T = 500 anni	58.90	11.90	9.82

4) Impluvio Loc Urbiano - Cascina Capusso

Tempo di ritorno (anni)	Intensità media di precipitazione [mm/h]	Portata [m ³ /s]	coeff. udometrico [(m ³ /s) / km ²]
T = 20 anni	39.63	1.27	6.61
T = 100 anni	50.59	1.62	8.43
T = 200 anni	55.30	1.77	9.22
T = 500 anni	61.45	1.97	10.24

5) Area centro direzionale SITAF

Tempo di ritorno (anni)	Intensità media di precipitazione [mm/h]	Portata [m ³ /s]	coeff. udometrico [(m ³ /s) / km ²]
T = 20 anni	31.25	0.98	6.08
T = 100 anni	39.88	1.25	7.75
T = 200 anni	43.57	1.36	8.47
T = 500 anni	48.41	1.52	9.41

6) Residuale Area versante sottesa alla fine fascia B di progetto del PAI

Tempo di ritorno (anni)	Intensità media di precipitazione [mm/h]	Portata [m ³ /s]	coeff. udometrico [(m ³ /s) / km ²]
T = 20 anni	43.76	4.79	7.29
T = 100 anni	55.88	6.12	9.31
T = 200 anni	61.09	6.69	10.18
T = 500 anni	67.88	7.43	11.31

Somma idrologica Totale Aree 1+2+3+6

Tempo di ritorno (anni)	Intensità media di precipitazione [mm/h]	Portata [m ³ /s]	coeff. udometrico [(m ³ /s) / km ²]
T = 20 anni	33.38	9.53	5.10
T = 100 anni	42.59	12.16	6.51
T = 200 anni	46.54	13.29	7.11
T = 500 anni	51.72	14.77	7.90

Rio Rocciamelone-Foresto

Tempo di ritorno (anni)	Intensità media di precipitazione [mm/h]	Portata [m ³ /s]	coeff. udometrico [(m ³ /s) / km ²]
T = 20 anni	22.39	58.73	3.73
T = 100 anni	28.50	74.76	4.75
T = 200 anni	31.11	81.60	5.18
T = 500 anni	34.54	90.61	5.76

Versante a NE Loc Piancolore

Tempo di ritorno (anni)	Intensità media di precipitazione [mm/h]	Portata [m ³ /s]	coeff. udometrico [(m ³ /s) / km ²]
T = 20 anni	54.83	4.13	9.14
T = 100 anni	70.20	5.29	11.70
T = 200 anni	76.77	5.78	12.80
T = 500 anni	85.34	6.43	14.22

Comba Ravera

Tempo di ritorno (anni)	Intensità media di precipitazione [mm/h]	Portata [m ³ /s]	coeff. udometrico [(m ³ /s) / km ²]
T = 20 anni	44.26	6.34	7.38
T = 100 anni	56.83	8.15	9.47
T = 200 anni	62.13	8.91	10.36
T = 500 anni	69.15	9.91	11.53

Versante loc Grange

Tempo di ritorno (anni)	Intensità media di precipitazione [mm/h]	Portata [m ³ /s]	coeff. udometrico [(m ³ /s) / km ²]
T = 20 anni	45.25	3.41	7.54
T = 100 anni	57.93	4.36	9.66
T = 200 anni	63.35	4.77	10.56
T = 500 anni	70.47	5.31	11.74

Rio Moletto

Tempo di ritorno (anni)	Intensità media di precipitazione [mm/h]	Portata [m ³ /s]	coeff. udometrico [(m ³ /s) / km ²]
T = 20 anni	29.05	31.57	4.84
T = 100 anni	37.13	40.35	6.19
T = 200 anni	40.58	44.10	6.76
T = 500 anni	45.13	49.04	7.52

Rio Scaglione

Tempo di ritorno (anni)	Intensità media di precipitazione [mm/h]	Portata [m ³ /s]	coeff. udometrico [(m ³ /s) / km ²]
T = 20 anni	54.83	4.13	9.14
T = 100 anni	70.20	5.29	11.70
T = 200 anni	76.77	5.78	12.80
T = 500 anni	85.34	6.43	14.22

Rio Clarea a cantiere di Clarea

Tempo di ritorno (anni)	Intensità media di precipitazione [mm/h]	Portata [m ³ /s]	coeff. udometrico [(m ³ /s) / km ²]
T = 20 anni	21.60	59.14	3.60
T = 100 anni	27.20	74.48	4.53
T = 200 anni	29.60	81.04	4.93
T = 500 anni	32.75	89.68	5.46

Rio Clarea a a cantiere di Maddalena

Tempo di ritorno (anni)	Intensità media di precipitazione [mm/h]	Portata [m ³ /s]	coeff. udometrico [(m ³ /s) / km ²]
T = 20 anni	17.74	94.1	2.96
T = 100 anni	22.41	118.9	3.74
T = 200 anni	24.42	129.5	4.07
T = 500 anni	27.04	143.4	4.51

3.3 IDROLOGIA DI PIATTAFORMA

3.3.1 LINEE SEGNALATRICI DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA

Anche nel caso della raccolta acque di piattaforma risulta essenziale la definizione delle precipitazioni che, consentono di stimare, la portata di massima piena da evacuare dalla piattaforma ferroviaria.

La previsione quantitativa delle piogge è effettuata anche nel presente caso tramite la determinazione delle curve di probabilità pluviometrica, adottando i valori pubblicati dall'Autorità di Bacino sulla distribuzione spaziale delle piogge a celle già citata in precedenza.

Tali curve tuttavia sono state associate alle progressive della linea, indicando sotto quali celle ricadono i vari tratti scoperti della stessa.

Le curve così elaborate consentono il calcolo della precipitazione associata ad un tempo di ritorno ed ad una durata di pioggia per ciascun punto scoperto della tratta, per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori di a (mm) e n adottati per ciascun tratto (t espresso in ore).

Da progressiva	A progressiva	cella	tr20 a	tr20 n	tr100 a	tr100 n	tr200 a	tr200 n	tr500 a	tr500 n
IMBOCCO TUNNEL DI BASE LATO SUSÀ PK 60+987	PK 62+600	Y100	25.84	0.481	32.96	0.48	36	0.479	40	0.479
PK 62+600	IMBOCCO TUNNEL DELL'ORSIERA LATO SUSÀ PK 63+760	Z101	27.18	0.473	34.81	0.474	38.06	0.475	42.35	0.475
Bussoleno da sponda destra Dora:	Bussoleno sponda sinistra Dora: :	AA101	27.83	0.461	35.73	0.464	39.09	0.465	43.53	0.465

3.4 DEFINIZIONE DELLA PORTATA DI RIFERIMENTO PER LE OPERE TEMPORANEE

La Direttiva dell'Autorità di Bacino del Fiume Po "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" aggiornata con deliberazione n. 10 del Comitato Istituzionale del 5 aprile 2006 indica nel Paragrafo 2.8.3 che "per le fasi significative di costruzione dell'opera Il tempo di ritorno della piena da assumere per le valutazioni è quello la cui probabilità di essere raggiunta o superata una volta nel periodo temporale corrispondente alle fasi di costruzione non è superiore alla probabilità che ha la portata di progetto di essere raggiunta o superata una volta nel periodo di vita dell'opera. "

In altre parole, viene dato un criterio per definire le portate di riferimento per le verifiche idrauliche di opere in fase di costruzione ricadenti all'interno delle fasce fluviali, facendo riferimento al rischio idraulico R connesso al superamento di un determinato valore di portata (riferibile ad un tempo di ritorno) nell'arco di un tempo prefissato. Ovvero

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Dove T è il tempo di ritorno, n è l'orizzonte temporale di riferimento.

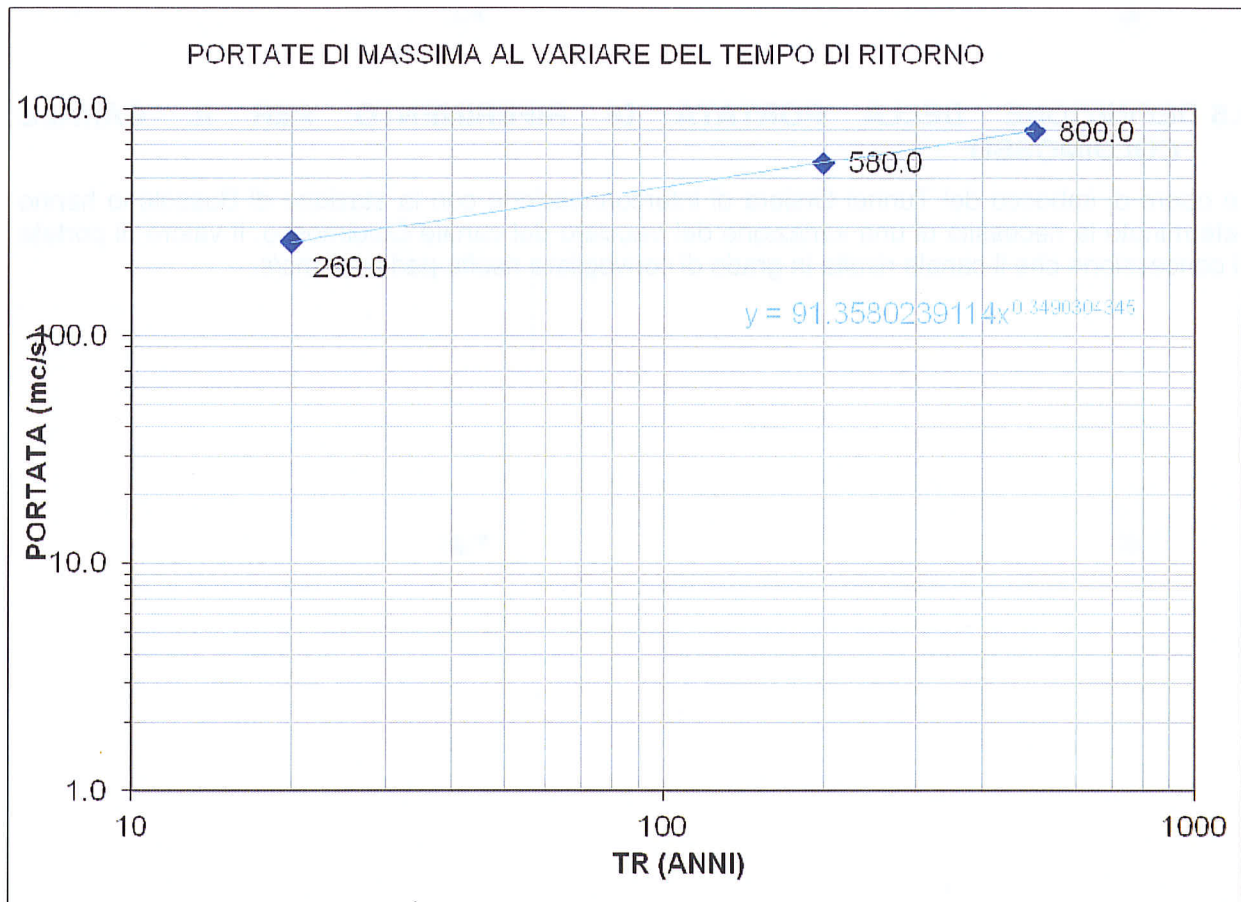
Avendo assunto che il rischio idraulico connesso alle opere provvisorie deve essere equivalente al rischio idraulico dell'evento di progetto vale l'uguaglianza

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

Dove T_{pr} è il tempo di ritorno associabile alla verifica delle opere provvisorie c è la durata del lasso di tempo per il completamento delle opere e della connessa fascia B di progetto proposta da LTF, T il tempo di ritorno di progetto assunto a base della compatibilità, v la durata o vita dell'opera.

Nel caso il esame T si assume pari a 500 anni, la vita dell'opera cautelativamente può essere assunta pari a 100 anni, la durata del lasso di tempo delle aree di cantiere può essere stimata pari a C=10 anni pertanto T_{pr} risulta pari a 50 anni.

Il valore di portata cinquantennale non è fornito dall'autorità di Bacino, tuttavia è possibile ricavarlo per interpolazione su piano bilogarithmico in base al seguente grafico



La legge di potenza indicata porta ad una stima del valore di portata cinquantennale pari a 360 m³/s.

Nel seguito, anche per poter confrontare le variazioni di profilo idraulico dovute alle modifiche geometriche connesse alle opere temporanee, a parità di valore di portata, verranno effettuate le verifiche idrauliche anche nel caso di tempi di ritorno superiori a quelli definiti nel presente paragrafo, tuttavia ai fini della protezione delle aree sarà sufficiente riferirsi al livello associato al valore di portata definito nel presente paragrafo.

3.5 DEFINIZIONE DELLA PORTATA DI RIFERIMENTO PER IL CANALE COLDIMOSSO

Le opere di imbocco del Tunnel Orsiera di interconnessione con la stazione di Bussoleno hanno determinato la necessità di una variazione del tracciato del canale Coldimosso. Il valore di portata di concessione che il canale risulta in grado di convogliare risulta pari a 12 mc/s.