

23

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD – PROGETTO ADRIATICA

PROGETTAZIONE:



U.O. : PRODUZIONE SUD E ISOLE

PROGETTO PRELIMINARE

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO TERMOLI (e) – LESINA (e)

LOTTO 00 ELABORATI GENERALI

Relazione idrologica 1/3

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

L 0 3 2 0 1 R 1 1 R H I D 0 0 0 1 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autore	Data
A	Emissione	R. Velotta	Dic 2012	R. Laurenzana	Dic 2012	F. Gernone	Dic. 2012	U.O. COORDINAMENTO TECNICO Dott. Ing. FRANCESCO SACCHI Ufficio Tecnico Ferroviario Città di Roma	Dicembre 2012

File: L03201R11RHID0001001_1.DOC

n. Elab.: X



LINEA PESCARA - BARI

LOTTO 00 ELABORATI GENERALI

Relazione idrologica 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L032	01	R11 RH	ID 00 01 001	1	2 di 13

INDICE

1	PREMESSA	3
2	CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DEI BACINI	4
3	CALCOLO DELLE PORTATE PER I CORSI D'ACQUA MINORI.....	6
4	DATI PLUVIOMETRICI.....	6
5	LEGGE DI GUMBEL	8
6	CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA	10
7	STIMA DELLE PORTATE AL COLMO DI PIENA.....	12



LINEA PESCARA - BARI

LOTTO 00 ELABORATI GENERALI

Relazione idrologica 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L032	01	R11 RH	ID 00 01 001	1	3 di 13

1 PREMESSA

Il presente studio ha come obiettivo la stima delle portate di progetto dei corsi d'acqua intercettati dal tracciato della linea ferroviaria Termoli Lesine Lotto 1 allo scopo di effettuare la progettazione e la verifica idraulica delle opere di attraversamento presenti lungo la linea.

Oltre che con il Fiume Fortore la linea ferroviaria interferisce con numerosi corsi d'acqua minori. Relativamente a quest'ultimi per la stima delle portate è stata condotta preliminarmente un'analisi statistica dei dati pluviometrici della stazione Chieuti-Scalo ricostruendo le curve di possibilità pluviometriche per i periodi di ritorno di interesse (In accordo con il Manuale Italferr il periodo di ritorno è stato fissato pari a: 200 anni per corsi d'acqua che sottendono a bacini con estensione inferiore a 10 km²; 300 anni per corsi d'acqua che sottendono a bacini con estensione superiore a 10 km²). Come modello di trasformazione afflussi deflussi è stato considerato il modello cinematico utilizzando, per la stima del tempo di corrivazione, differenti espressioni disponibili in letteratura. Prudenzialmente per la definizione della portata è stato assunto il valore minimo dei tempi di corrivazione stimati (limitandolo tuttavia a quindici minuti). Per quanto riguarda la determinazione delle portate del fiume Fortore, necessarie per la verifica del viadotto Ripalta, si rimanda di contro integralmente alla Relazione Idrologica-Idraulica redatta nell'ambito del Progetto Definitivo "Linea Ferroviaria Adriatica - Tratta Chieti-Lesina. Interventi di messa in sicurezza della linea in corrispondenza della piana del fiume Fortore. Variante in viadotto in corrispondenza della ex stazione di Ripalta".

2 CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DEI BACINI

Come detto in premessa nel presente Lotto la linea di progetto interferisce con un corso d'acqua principale (Fortore) ed alcuni secondari.

Il fiume Fortore origina dal Subappennino Dauno. Si riconoscono due rami principali il primo con origine nel comune di Montefalcone Valfortore dalle pendici del M. Altieri (888 m. s.l.m.) e il secondo in corrispondenza dei monti Saraceno (1138 m s.l.m.) e Vento (1050 m s.l.m.) a sud dell'abitato di Roseto Valfortore. L'area del bacino è di circa 1612 kmq, la quota media di circa 455 m s.l.m. Il corso del fiume Fortore ha una lunghezza di circa 106 km. Nella parte montana il fiume scorre in un alveo incassato fatta eccezione nel tratto tra la confluenza del torrente Zucariello e la stretta di S. Bartolomeo in Galdo dove il letto risulta più ampio e tortuoso con un accenno di anastomizzazione. Tra la confluenza del torrente Tappino e quella del torrente Celone il fiume procede con andamento tortuoso e anastomizzato fino ad arrivare all'invaso dell'Occhito. A valle dell'invaso dell'Occhito il corso d'acqua ha inciso i propri sedimenti creandosi ampie aree golenali ove scorre con ampi meandri. In corrispondenza della foce tale andamento meandriforme risulta ancora più marcato. Nel bacino sono presenti estesi fenomeni di erosione dei versanti che alimentano il trasporto solido dei vari corsi d'acqua.

In aggiunta al succitato corso d'acqua il tratto della linea ferroviaria in oggetto interferisce con i corsi d'acqua minori riportati nella tabella che segue, la cui codifica segue quella riportata nella cartografia dei bacini. Nella stessa tabella sono altresì riportate le principali caratteristiche morfometriche dei bacini ad essi sottesi.

Lotto	PROGRESSIVA	N. BACINO	DENOMINAZIONE	AREA DEL BACINO SOTTESO [Km ²]	LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE [Km]	QUOTA MASIMA [m s.l.m.]	QUOTA SEZIONE DI CHIUSURA [m s.l.m.]
1	24+220	A1	Fosso Olivella 1	0.52	2.0	50	3
1	29+933	C1	Canale Capoposta	1.48	0.4	30	20

Tabella 1 Corsi d'acqua minori

Oltre ai bacini elencati in tabella è altresì riportato in cartografia il Bacino del Fosso Olivella 2 (Bacino B1) per il quale tuttavia le elaborazioni idrologiche non sono state condotte in quanto il fosso è stato già oggetto di studio nel



LINEA PESCARA - BARI

LOTTO 00 ELABORATI GENERALI

Relazione idrologica 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L032	01	R11 RH	ID 00 01 001	1	5 di 13

Progetto Definitivo "Linea Pescara-Bari. Intervento di adeguamento Idraulico del Tombino al Km 464+616 c.a. (Fosso Olivella 2 – Loc. Torre Mozza).

3 CALCOLO DELLE PORTATE PER I CORSI D'ACQUA MINORI

4 DATI PLUVIOMETRICI

Al fine di definire le legge di possibilità pluviometriche si è proceduto ad individuare, preliminarmente, la stazione pluviografica di Chieuti-Scalo (ex Torre Fantina). Da tale Stazione, dotata di un apparecchio registratore dell'andamento della pioggia nel tempo, sono stati raccolti un numero significativo di anni di osservazione. Allo scopo, dagli Annali Idrologici, pubblicati dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, per la suddetta stazione, sono stati desunti i dati relativi alle altezze di precipitazioni massime annue per durata comprese tra 1 e 24 ore. La serie dei dati pluviometrici disponibili nella suddetta stazione è relativa ad un arco temporale compreso fra il 1963 e il 2003. (cfr. Tabella 2).

Anno	h (mm)				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1963	58.50	95.50	112.00	114.70	131.20
1964	55.00	67.00	67.00	67.00	69.50
1965	42.00	47.00	48.30	48.30	48.30
1966	35.00	47.00	47.00	51.00	51.00
1967	26.00	40.00	40.00	49.00	61.00
1968	37.50	47.50	53.00	54.00	54.00
1969	42.00	56.00	67.00	71.00	73.00
1970	23.00	24.00	27.50	29.50	31.50
1971	23.00	26.00	36.50	40.30	48.00
1972	30.00	42.00	53.00	54.00	54.00
1973	35.00	44.00	44.20	44.60	45.10
1974	9.00	17.60	19.40	25.60	36.60
1975	12.80	17.60	21.60	29.40	30.40
1976	25.20	25.40	25.40	30.00	41.00
1977	48.00	129.60	198.40	202.40	202.60
1978	15.00	17.40	21.20	37.60	47.00
1979	12.80	27.00	47.00	48.40	48.40
1980	11.60	17.00	17.60	26.00	35.80
1981	21.40	21.80	24.60	25.60	47.40
1982	13.60	18.60	21.00	22.60	23.60
1983	30.00	31.20	32.00	35.40	40.20
1985	18.80	28.40	51.60	52.80	52.80
1986	12.00	25.00	31.60	37.60	43.40
1987	22.00	32.60	32.60	49.40	53.60
1988	53.60	61.60	64.20	64.60	65.20

Anno	h (mm)				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1989	20.20	29.20	29.40	30.40	37.40
1991	31.00	50.00	53.20	54.40	58.60
1992	26.00	32.40	42.00	50.20	50.20
1995	30.00	48.80	48.80	49.40	49.40
1996	50.00	68.00	69.40	71.20	71.20
1997	53.00	72.20	81.00	84.00	108.00
1998	17.00	26.00	28.80	34.00	65.20
1999	30.00	43.00	58.20	69.20	69.80
2000	20.80	27.20	35.00	42.80	43.00
2001	25.40	26.60	30.40	50.20	51.60
2002	32.80	67.20	72.60	72.80	83.40
2003	18.80	33.80	40.60	45.60	69.20

Tabella 2 Dati pluviografici

5 LEGGE DI GUMBEL

I massimi annuali di pioggia h_t , registrate nella stazione di misura, sono stati considerati alla stregua di variabili casuali distribuite secondo la legge di Gumbel espressa come:

$$P(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}} \quad (1)$$

Dove α ed ε sono due parametri caratteristici della distribuzione che si determinano mediante le seguenti espressioni:

$$\alpha = 1.2825 / \sigma \quad (2)$$

$$\varepsilon = \mu - 0.45006 * \sigma \quad (3)$$

Avendo indicato con μ e σ rispettivamente la media e lo scarto quadratico medio della serie storica. Fissata una durata, è quindi possibile stimare i parametri μ e σ per qualsivoglia valore di $P(x)$ ovvero del periodo di ritorno T , stante la relazione

$$P(x) = 1 - 1/T = (T - 1) / T \quad (4)$$

Operando in maniera analoga per tutte le durate di pioggia indicate nei citati Annali, si è potuto quindi stimare i parametri della legge di Gumbel ed i valori di altezza di pioggia massima. Nella Tabella 3 si riportano i valori caratteristici desunti dall'elaborazione dei dati acquisiti.

	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
μ	28.86	41.38	48.46	53.11	59.23
σ	13.65	23.76	32.35	31.48	31.76
α	0.09	0.05	0.04	0.04	0.04
ε	22.72	30.70	33.91	38.95	44.94

Tabella 3. Parametri caratteristici della serie storica.

Nella Tabella 4 si riportano i valori dell'altezza di pioggia per le diverse durate per diversi periodi di ritorno.

T (anni)	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
	h(mm)				
300	83.37	136.29	177.66	178.86	186.11
200	79.05	128.76	167.42	168.89	176.05
100	71.65	115.88	149.88	151.82	158.83
50	64.22	102.95	132.28	134.69	141.54
25	56.74	89.93	114.55	117.43	124.13
10	46.66	72.37	90.64	94.16	100.66
5	38.67	58.47	71.72	75.75	82.08

Tabella 4 Altezze di piogge massime al variare del periodo di ritorno

6 CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

La curva di possibilità pluviometrica è stata ricavata assumendo un'espressione funzionale del tipo:

$$h_{d,T} = a d^n$$

i cui parametri, per ciascuno dei periodo di ritorno considerati, sono stati determinati tramite regressione dei dati riportati nella Tabella 4. Nella Tabella che segue si riportano i valori dei coefficienti a ed n, per i periodi di ritorno considerati

T	a	n
300	95.042	0.252
200	89.949	0.252

Tabella 5. Parametri delle curve di possibilità pluviometrica

Le curve di possibilità pluviometriche dedotte valgono tuttavia per durate dell'evento superiore all'ora.

È stato dimostrato¹ che il rapporto fra l'altezza di pioggia $h(t,T)$, con $d < 60$ minuti, e l'altezza di pioggia di durata 60 minuti e pari tempo di ritorno T è dipendente solo dalla durata t:

$$\frac{h_{d,T}}{h_{60,T}} = f(t)$$

La relazione, trovata nell'ambito delle ricerche idrologiche condotte negli Stati Uniti, si fonda sulla grande variabilità geomorfologica nonché sulla vasta ed articolata quantità di dati ideologici e morfometrici del territorio Americano. Il dato più interessante che se ne trae è che il rapporto risulta poco dipendente dalla località. La relazione è stata inoltre confermata anche per vasti territori dell' Australia e dell'Africa. Più recentemente autori italiani hanno sperimentato la validità della relazione dianzi citata per vari territori del Sud-Italia². In quanto segue si riporta l'espressione di Bell per durate inferiori all'ora:

$$\frac{h_{d,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{d}{60} \right)^{0.55}$$

¹ Bell F.C. (1969), Generalized rainfall-duration frequency relationships " Journal of Hydraulic Engineering", ASCE,95

² Ferreri G.B., Ferro V. - 1996 - Rainfall intensity-duration-frequency relationships for South Italy. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 95.

in cui d risulta espresso in minuti. Nella figura che segue si riportano le leggi di possibilità pluviometriche per i periodi di ritorno di interesse.

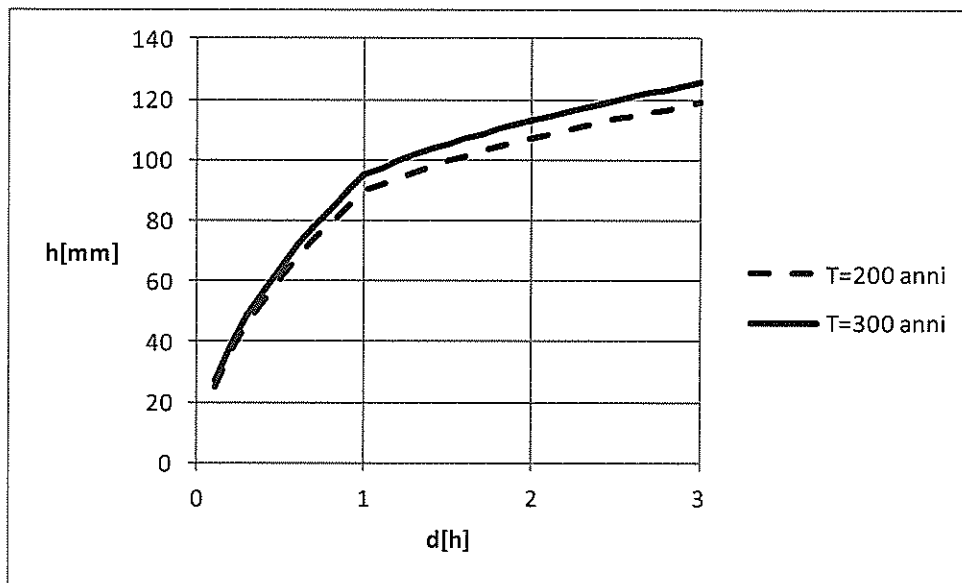


Figura 1 – Leggi di possibilità pluviometrica

7 STIMA DELLE PORTATE AL COLMO DI PIENA

La portata di piena è stata valutata in base alla formula razionale come prodotto tra l'intensità di precipitazione, $i[t_c, T]$, di durata pari al tempo di corrivazione t_c e corrispondente al periodo di ritorno T , il coefficiente di afflusso ϕ , la superficie del bacino A :

$$Q = i[t_c, T] \phi A$$

Per la stima del tempo di corrivazione, alla luce delle estensioni dei bacini di interesse, si è fatto riferimento alle seguenti formule:

PEZZOLI

$$t_c = 0.55 \frac{L}{i^{0.5}}$$

in cui t_c [h] è il tempo di corrivazione, L [km] la massima lunghezza dell'asta, i la pendenza del bacino o la differenza di quota fra l'uscita ed il punto più remoto a monte diviso la lunghezza.

VENTURA

$$t_c = 0.1272 \sqrt{\frac{A}{i}}$$

in cui t_c [h] è il tempo di corrivazione, A [km²] è la superficie del bacino, i la pendenza del bacino o la differenza di quota fra l'uscita ed il punto più remoto a monte diviso la lunghezza.

PASINI

$$t_c = \frac{0.108}{\sqrt{i}} \sqrt[3]{AL}$$

in cui t_c [h] è il tempo di corrivazione, A [km²] è la superficie del bacino, L [km] la massima lunghezza dell'asta i la pendenza del bacino o la differenza di quota fra l'uscita ed il punto più remoto a monte diviso la lunghezza.

VIPARELLI

$$t_c = \frac{L}{V}$$

essendo, t_c espresso in secondi, L [m] la lunghezza dell'asta principale e V [m/s] la velocità di scorrimento dell'acqua nel percorso relativo sia ai versanti che alla rete idrografica, ritenuta dall'Autore pari a 1 m/s.

Nella tabella che segue si riportano per ciascuno dei corsi d'acqua i tempi di corrivazione calcolati, nonché il valore minimo assunto nelle successive elaborazioni, che comunque è stato limitato inferiormente a 15 minuti.

Lotto	Bacino	tc				minimo
		Pezzoli	Ventura	Pasini	Viparelli	
1	A1	0.741	0.607	0.728	0.568	0.57
1	C1	0.126	0.949	0.544	0.104	0.25

Tabella 6 Tempi di corrivazione

Per la stima delle portate di progetto si è considerato per corsi d'acqua sottesi a bacini imbriferi di estensione superiore a 10 km² un periodo di ritorno pari a 300 anni e per quelli di estensione minore un periodo di ritorno pari a 200 anni. Prudenzialmente si è assunto un coefficiente di afflusso pari a 0.6 per tutti i bacini. Nella tabella che segue si riportano i risultati delle elaborazioni:

Lotto	N Bacino	A (kmq)	a	tc	hc (mm)	Q (m ³ /s)	u (l/s/ha)
1	A1	0.5	89.95	0.57	65.9	10.1	193
1	C1	1.5	89.95	0.25	42.0	41.5	280

Tabella 7 Portate di progetto corsi d'acqua minori