

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria

Mandanti



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
LOTTI 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

IDRAULICA

Relazione Idrologica corsi d'acqua maggiori e minori

L'Appaltatore
A.A. D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.
Ing. Gianguido Babini Direttore Tecnico
(Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)
Ing. Massimo Facchini

Data Ottobre 2023

firma

Data Ottobre 2023

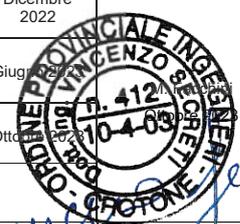
firma

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I O B	0 2	E	Z Z	R I	I D 0 0 0 1	0 0 2	C	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	C.Cofone	Dicembre 2022	O.Caruso	Dicembre 2022	V.Secreti	Dicembre 2022	
B	Revisione a seguito di RDV	C.Cofone	Giugno 2023	O.Caruso	Giugno 2023	V.Secreti	Giugno 2023	
C	Revisione a seguito di RDV	C. Cofone	Ottobre 2023	O. Caruso	Ottobre 2023	V. Secreti	Ottobre 2023	

File: LI0B02EZZRIID0001002C.DOCX

n. Elab.



 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	2

INDICE

1. PREMESSA	6
2. ELENCO ELABORATI ANNESSI.....	7
3. SINTESI TECNICO DESCRITTIVA	8
3.1. Scelta dei tempi di ritorno	8
3.2. Inquadramento generale dell'area	8
3.3. Morfologia e idrografia.....	9
3.4. Inquadramento normativo	10
4. IL RILIEVO DELLA ZONA E L'IDENTIFICAZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA MINORE.....	14
4.1. Individuazione degli attraversamenti idraulici.....	15
5. ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI.....	18
5.1. Modello probabilistico per l'analisi delle piogge di Gumbel	18
5.2. Definizione delle curve di possibilità pluviometrica con durata oraria 20	
5.3. Definizione curve di possibilità pluviometrica per eventi con durata inferiore all'ora	24
6. STIMA DELLE PORTATE PER I CORSI D'ACQUA MINORI	25
6.1. Il metodo cinematico o razionale	25
6.2. Calcolo delle portate per i corsi d'acqua minori.....	29
6.2.1. Metodo cinematico o razionale.....	29
6.2.2. Formulazione PAI.....	36
6.2.3. <i>Autorità di Bacino dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore</i>	37

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	3

6.2.4.	<i>Studio Consorzio per la Bonifica della Capitanata.....</i>	39
6.2.5.	<i>Portate di Progetto</i>	42
7.	Gestione idrologica delle fasi transitorie	46
7.1.	Premessa	46
7.2.	ANALISI IDROLOGICA	47
7.2.1.	<i>Definizione delle curve di possibilità pluviometrica con durata oraria..</i>	<i>47</i>
7.3.	Definizione curve di possibilità pluviometrica per eventi con durata inferiore all'ora	48
7.4.	STIMA DELLE PORTATE PER I CORSI D'ACQUA	49
7.4.1.	<i>Il metodo cinematico o razionale</i>	<i>49</i>
7.4.2.	<i>Analisi dei bacini idrografici</i>	<i>50</i>
7.5.	Calcolo delle portate.....	51
	Allegato A Dati di pioggia Stazione di Termoli	54
	Allegato B Dati di pioggia Stazione di Lesina.....	56

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	4

Indice Tabelle

Tabella 1 – Elenco Elaborati	7
Tabella 2 - Tempi di Ritorno	8
Tabella 3 - Attraversamenti idraulici: caratteristiche bacini sottesi	16
Tabella 4 - Stazione di Lesina: risultati dell'analisi delle precipitazioni con il metodo di Gumbel	21
Tabella 5 - Tabella 5 Stazione di Termoli: risultati dell'analisi delle precipitazioni con il metodo di Gumbel	21
Tabella 6 - Parametri CPP Regione Molise	23
Tabella 7 - Tempi di corrivazione	29
Tabella 8 - Altezze e Intensità di pioggia con $T_{C_{MIN}}$	31
Tabella 9 – Altezza e Intensità di pioggia con $T_{C_{MED}}$	32
Tabella 10 - Portate al colmo – Metodo Cinematico	35
Tabella 11 - Portate massime Saccione	36
Tabella 12 - Portate massime Biferno	36
Tabella 13 - Portate al colmo – Formulazione PAI	37
Tabella 14 - Portate al colmo – AdB Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore	39
Tabella 15 – Portate di progetto studio Consorzio per la bonifica della Capitanata	42
Tabella 16 - Confronto portate al colmo	44
Tabella 17 – Portate di progetto	46
Tabella 18 – Parametri CPP Stazione di Termoli - Regione Molise	47
Tabella 19 – Parametri CPP Stazione di Termoli - Regione Molise	48
Tabella 20 – Tempi di corrivazione.....	51
Tabella 21 – Altezza di pioggia e portata con $T_{C_{MED}}$	52
Tabella 22 – Altezza di pioggia e portata con $T_{C_{MAX}}$	53

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	5

Indice Figure

Figura 1 - Inquadramento area di studio.....	9
Figura 2 - Aree di pericolosità del fiume Biferno	12
Figura 3 - Aree di pericolosità del Vallone Due Miglia	13
Figura 4 - Aree di pericolosità del fiume Saccione.....	13
Figura 5 - Ricostruzione dell'idrografia della zona di studio, con la suddivisione dei bacini afferenti agli attraversamenti idraulici	15
Figura 6 - Stazioni Pluviometriche.....	20
Figura 7 - CPP stazione di Lesina	22
Figura 8 - CPP stazione di Termoli desunte dalla trattazione Gumbel.....	22
Figura 9 - CPP stazione di Termoli desunte dalla trattazione della Regione Molise	23
Figura 10 – Metodo cinematico: schema del bacino e idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione.	26
Figura 11 - Grafico $Q = c S n Tr 200$	33
Figura 12 - Grafico $Q = c S n Tr 300$	33
Figura 13 - Stralcio Ortofoto: Confluenza Canale della Castagna con Canale Collettore delle "Colline di Chieti.....	40
Figura 14 - CPP stazione di Termoli desunte dalla trattazione della Regione Molise	48

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	6

1. PREMESSA

Il presente documento è parte della progettazione esecutiva dell'intervento di raddoppio della linea ferroviaria Termoli - Lesina, nella tratta che si sviluppa tra Termoli e Ripalta. Lo sviluppo complessivo della linea ferroviaria interessata dal presente studio è di circa 24.90 km compresa tra la progressiva km 0+000 e la km 24+930.

La presente relazione descrive lo studio idrologico eseguito al fine di determinare le portate di progetto per la verifica idraulica delle opere di attraversamento minori e la curva di possibilità pluviometrica per il dimensionamento delle opere di drenaggio di piattaforma stradale e ferroviaria.

Nel dettaglio l'analisi effettuata ha seguito le seguenti fasi:

- Interpretazione della cartografia e reperimento di ulteriori informazioni mediante specifici sopralluoghi nei quali sono state acquisite notizie sull'idrografia della zona, sullo stato degli alvei, nonché sul comportamento dell'area durante gli eventi piovosi intensi;
- Perimetrazione dei bacini idrografici e studio delle loro caratteristiche geomorfologiche;
- Redazione delle corografie dei bacini idrografici sottesi in corrispondenza del nuovo tracciato ferroviario;
- Valutazione delle caratteristiche dei bacini e calcolo dei tempi di corrivazione mediante l'utilizzo di diverse equazioni disponibili in letteratura;
- Calcolo delle altezze di pioggia per diversi tempi di ritorno mediante Curva probabilistica di Gumbel;
- Valutazione delle portate liquide dei bacini idrografici nella sezione di chiusura, mediante applicazione del metodo razionale;
- Definizione delle altezze di pioggia per eventi di durata inferiore all'ora necessarie per il dimensionamento delle opere di drenaggio di piattaforma stradale e ferroviaria.

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	7

2. ELENCO ELABORATI ANNESSI

ELABORATO	SCALA	CODIFICA
RELAZIONE IDROLOGICA	-	LI0202D78RIID0001002C
COROGRAFIA BACINI MINORI 1 DI 2	1:15000	LI0202D78CZID0001001C
COROGRAFIA BACINI MINORI 2 DI 2	1:15000	LI0202D78CZID0001002C

Tabella 1 – Elenco Elaborati

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	8

3. SINTESI TECNICO DESCRITTIVA

3.1. Scelta dei tempi di ritorno

La scelta dei tempi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate necessarie al dimensionamento delle varie tipologie di opere è stata effettuata in conformità a quanto previsto dal Manuale di Progettazione ferroviaria e dalle Norme tecniche delle Costruzioni (D.M. 14 Gennaio 2008), assieme alle indicazioni delle Norme di Attuazione del Piano di Bacino dei Fiumi Biferno e Saccione. La tabella 2 seguente sintetizza la scelta effettuata per tipologia di opere:

	Manuale di progettazione ferroviaria	NTC 2008 e relativa circolare applicativa	NA del PAI Biferno e Saccione
Drenaggio di piattaforma (cunette, tubazioni, etc)	<i>Piattaforma ferroviaria Tr 100 anni</i> <i>Deviazioni stradali Tr=25 anni</i>	-	-
Manufatti di attraversamento (ponti e tombini)	<i>linea ferroviaria Tr= 300 anni per S > 10 km²</i> <i>linea ferroviaria Tr= 200 anni per S ≤ 10 km²</i> <i>Deviazioni stradali Tr=200 anni</i>	<i>Tr = 200 anni</i>	<i>Tr = 200 anni</i>

Tabella 2 - Tempi di Ritorno

S= superficie del bacino

3.2. Inquadramento generale dell'area

La tratta ferroviaria Termoli - Ripalta si sviluppa in direzione Sud – Est per circa 25 km, per metà nella regione Molise e per l'altra metà nella regione Puglia.

MANDATARIA HUB ENGINEERING COMANDO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione Idrologica	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RI	OPERA 7 DISCIPLINA ID 00 01			PROGR 002

In Figura 1 è visibile un inquadramento dell'area di studio:



Figura 1 - Inquadramento area di studio

La tratta oggetto di studio ricade all'interno dei bacini del fiume Biferno e del fiume Saccione che vengono attraversati dalla linea ferroviaria (rappresentata in rosso in fig.1) in corrispondenza delle Pk 4+900 e 15+600. Le principali infrastrutture di trasporto sono l'autostrada A14 (rappresentata in arancione in fig.1) e la Strada Statale Adriatica SS 16 (rappresentata in giallo in fig.1) i cui tracciati risultano essere in sostanziale affiancamento all'intera tratta ferroviaria. In verde è rappresentata invece la linea ferroviaria esistente.

I territori comunali interessati dal tracciato sono quelli di Termoli, Campomarino, Chieuti e Serracapriola.

3.3. **Morfologia e idrografia**

Il territorio oggetto di studio, dove si sviluppa la tratta ferroviaria Termoli - Ripalta, ricade principalmente all'interno della fascia costiera della regione Molise.

L'area "Fascia costiera", che presenta una superficie di circa 597 Km², è compresa tra l'allineamento individuato dai comuni di Montenero di Bisaccia – Guglionesi - Ururi ed il mare Adriatico. Il paesaggio è dominato da dorsali poco acclivi ad eccezione del rilievo di M. Capraro (369 m) nei pressi di Guglionesi. Il territorio risulta modellato nei terreni argillosi, in genere piuttosto stabili che si raccordano con ampie aree pianeggianti. Nell'area affiorano anche depositi dell'avanfossa plio-pleistocenica a composizione

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	10

argillosa e sabbioso-ghiaioso-conglomeratica e depositi sabbiosi lungo le piane costiere. I processi morfogenetici predominanti sono costituiti da una serie di fenomeni franosi sia lenti che rapidi come scorrimenti, scivolamenti, colamenti e fenomeni complessi come la frana di Petacciato, spesso in stretta interazione con i processi di erosione idrica. Mentre, in corrispondenza delle posizioni più sommitali o lungo i versanti si sviluppano fenomeni superficiali quali creep e soliflusso, nonché limitati movimenti in massa superficiali lenti legati all'azione delle acque incanalate. Questi processi si rinvengono anche lungo la fascia costiera adriatica a quote tra i 50 e 200 m e sono di origine fluvio-marina, legati ad oscillazioni glacio-eustatico e tettoniche quaternarie del livello del mare. Nelle zone di fondovalle dei corsi del Fiume Trigno, Torrente Sinarca, Fiume Biferno e Fiume Saccione i processi dominanti sono riferibili all'azione di progressiva reincisione delle superfici terrazzate, all'erosione lineare verticale e laterale che localmente può favorire fenomeni franosi. Invece, lungo i tratti da intermedi a terminali dei corsi d'acqua si sviluppano processi legati all'azione fluviale, sia deposizionale che erosionale, che porta ad una continua riconfigurazione morfologica. Infine, in corrispondenza delle spiagge si sviluppa un'erosione marina che provoca un arretramento progressivo della linea di costa nei tratti in cui gli apporti detritici dei sistemi fluviali che sfociano lungo la costa non riescano a controbilanciarlo. Dal punto di vista idrografico l'area è interessata dal tratto finale dei corsi dei fiumi Trigno e Biferno che sfociano nell'Adriatico. Inoltre, sono presenti il Torrente Sinarca che nasce nei pressi di Palata da Il Monte (541 m) e il Fiume Saccione che si origina dal Colle Frasconi (478 m) in località Difesa Nuova nei pressi di Montelongo. Il reticolo idrografico che si sviluppa è variabile dal pinnato per il Fiume Biferno, al dendritico per i fiumi Trigno e Sinarca, fino al convergente per il Fiume Saccione.

3.4. Inquadramento normativo

L'analisi condotta nel presente studio ha preso in considerazione anche gli strumenti di pianificazione territoriale in vigore. In particolare, all'interno degli strumenti legislativi di recente emanazione, è stato consultato il Progetto di Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini interregionali del Fiume Biferno e Minori (adottato con Deliberazione del Comitato Istituzionale il 29/09/2006) e del Fiume Saccione ((adottato con Deliberazione del Comitato Istituzionale il 29/09/2006).

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	11

Nella Relazione di Piano sono individuate le aree soggette a pericolosità idraulica attraverso l'individuazione, la localizzazione e la caratterizzazione degli eventi alluvionali che abbiano prodotto effetti sul territorio, in particolare danni a persone o cose, o, semplicemente, abbiano creato condizioni di disagio o allarme. Tale individuazione è un importante strumento che ha condotto alla delimitazione delle aree a potenziale rischio inondazione.

A livello normativo gli studi effettuati hanno tenuto conto anche del “Progetto di Piano di Gestione del Rischio Alluvioni” redatto per conto del distretto Idrografico dell’Appennino Meridionale di recente emanazione (dicembre 2015). Tale ente raggruppa: Autorità di Bacino Nazionale dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno, Regione Abruzzo, Regione Basilicata, Regione Calabria, Regione Campania, Regione Lazio, Regione Molise, Regione Puglia. Tra i vari elaborati allegati al piano, sono pubblicate le mappe di pericolosità idraulica (PI). Per i Fiumi Biferno e Saccione, gli aggiornamenti effettuati in fase di redazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni non hanno portato a sostanziali modifiche delle mappe di pericolosità idraulica omogenea rispetto a quanto rappresentato nelle tavole del Piano di Bacino.

Dagli elaborati grafici annessi relativi alle carte di pericolosità idraulica si evince come l’infrastruttura ferroviaria di progetto, in corrispondenza degli attraversamenti del Fiume Biferno e del Fiume Saccione, intercetti le perimetrazioni del Piano di Bacino e attraversi aree classificate come ad alta pericolosità idraulica PI3 (evidenziate nella figura seguente in color salmone).

Le Norme Tecniche di Attuazione dei Progetti di Piano Stralcio dell’assetto idrogeologico dei Bacini interregionali dei Fiumi Biferno e Saccione classificano le aree di pericolosità nel seguente modo:

- a) Aree a pericolosità idraulica alta (PI3): aree inondabili per tempo di ritorno minore o uguale a 30 anni;
- b) Aree a pericolosità idraulica moderata (PI2): aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 30 e minore o uguale a 200 anni;
- c) Aree a pericolosità idraulica bassa (PI1): aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 200 e minore o uguale a 500 anni.

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	12



Figura 2 - Aree di pericolosità del fiume Biferno



Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	13

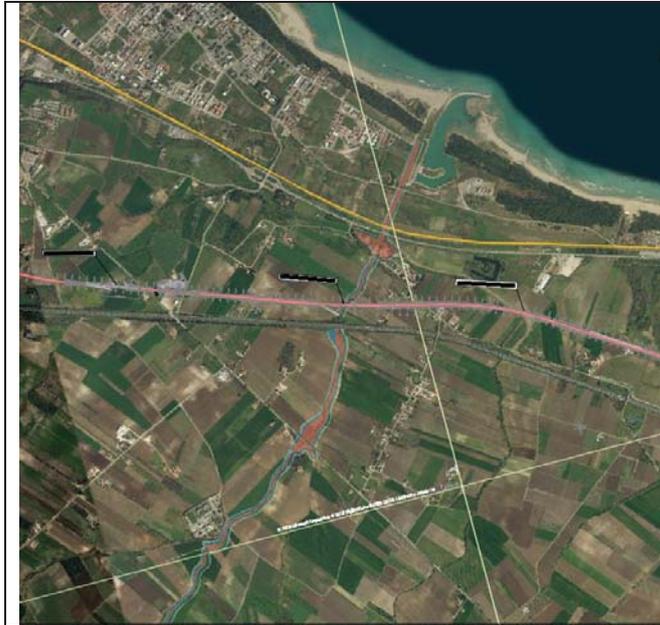
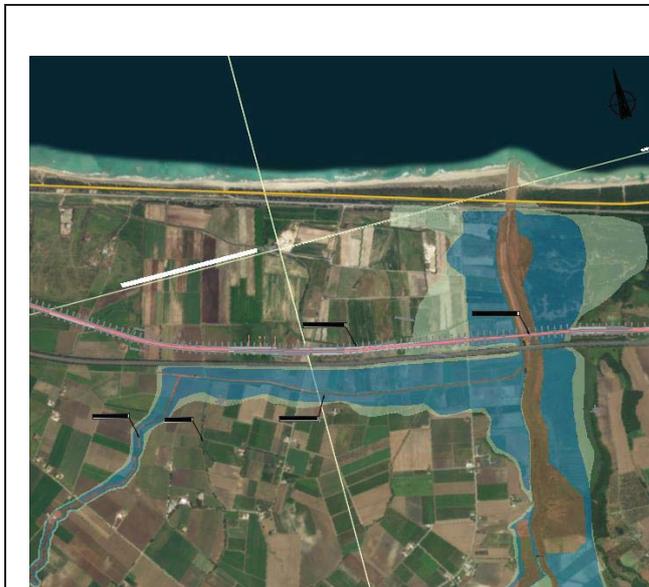


Figura 3 - Aree di pericolosità del Vallone Due Miglia



- Area ad alta pericolosità idraulica PI3
- Area a moderata pericolosità idraulica PI2
- Area a bassa pericolosità idraulica PI1

Figura 4 - Aree di pericolosità del fiume Saccione

<p>MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small></p> <p>MANDANTI HYpro</p>	<p>LINEA PESCARA – BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</p> <p>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p>										
<p>Relazione Idrologica</p>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	14

4. IL RILIEVO DELLA ZONA E L'IDENTIFICAZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA MINORE

Per ottenere una rappresentazione quotata della zona di analisi al fine di ricostruire la complessa rete idrografica dell'area e la delimitazione del bacino per ciascun attraversamento idraulico lungo la tratta ferroviaria Termoli - Ripalta, si è fatto riferimento a:

- il DEM (Digital Elevation Model) di tutta la porzione di territorio alla risoluzione di 20 m, disponibile presso il sito SINANET.isprambiente.it
- Rilievo Lidar 1x1 m e 2x2 m effettuato dal Ministero dell'Ambiente.

Grazie a queste informazioni sono stati costruiti i DTM (Digital Terrain Model) di diverso dettaglio, che hanno consentito la ricostruzione della rete idrografica e dei bacini dei corsi d'acqua minori intercettati dalla linea in progetto

In particolare, per identificare la rete idrografica dell'area di studio si è fatto uso del software Q-GIS che, grazie al DEM ed ai dati lidar più accurati dell'area di interesse, ha permesso di estrarre il reticolo idrografico della zona.

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	15

4.1. Individuazione degli attraversamenti idraulici

Mediante l'analisi effettuata con l'ausilio del software Q-GIS è stata identificata la rete idrografica e sono stati perimetrati i bacini afferenti ai corsi d'acqua interferenti con la linea ferroviaria di progetto (Figura 5):

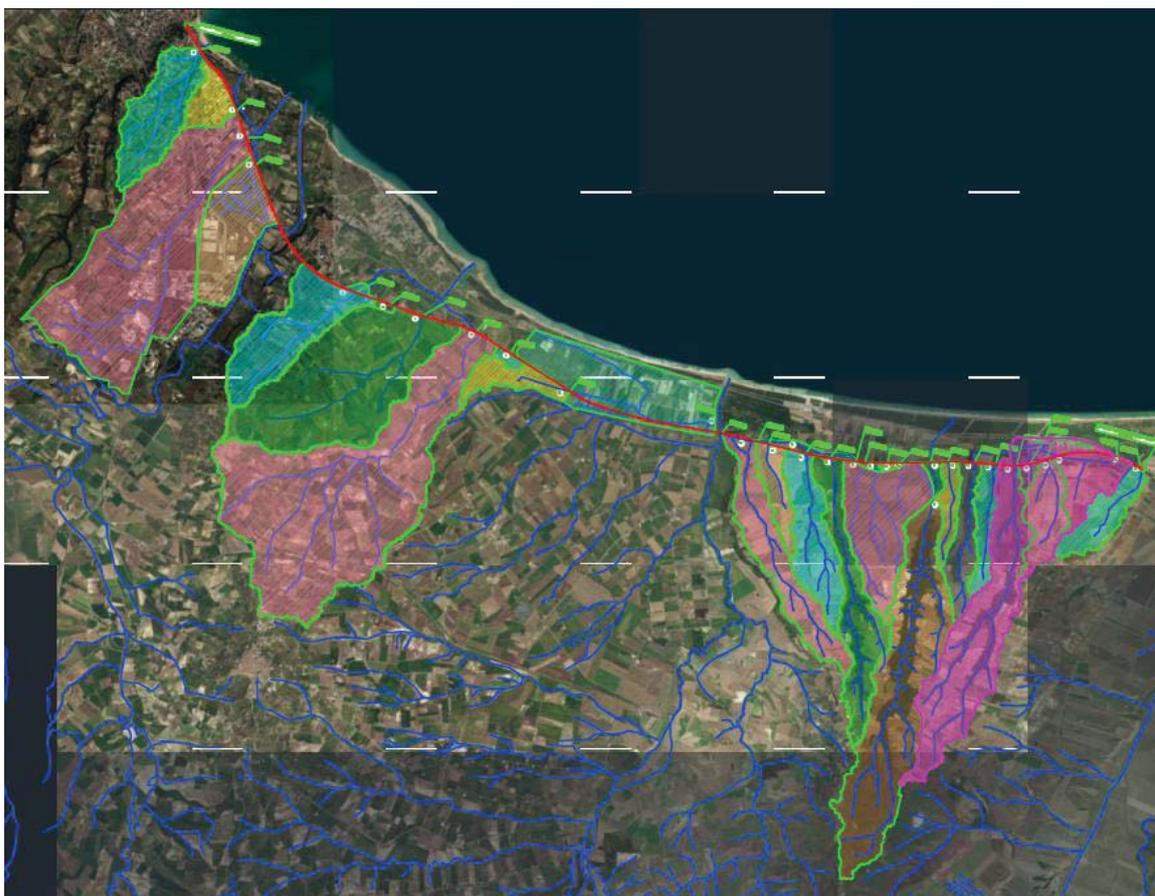


Figura 5 - Ricostruzione dell'idrografia della zona di studio, con la suddivisione dei bacini afferenti agli attraversamenti idraulici

Di seguito (Tabella 3) sono riportati gli attraversamenti individuati e le rispettive progressive di progetto, l'area del bacino sotteso, la tipologia di attraversamento prevista in progetto e le caratteristiche dell'asta principale:

Sezione di chiusura n.	Bacino	Manufatto di progetto	Superficie [kmq]	L _{asta} [km]	H _{max} [m s.m.m.]	H _{min} [m s.m.m.]
1	pk_0+607	Tombino	3.06	2.46	131.78	19.22
2	pk_2+173	Tombino	0.97	0.50	38.96	17.04

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	16

Sezione di chiusura n.	Bacino	Manufatto di progetto	S _{superficie} [kmq]	L _{asta} [km]	H _{max} [m s.m.m.]	H _{min} [m s.m.m.]
3	pk_2+790	Viadotto	12.11	7.40	198.62	4.38
4	pk_3+425	Viadotto	3.35	2.90	9.00	1.03
5	pk_7+150	Viadotto	3.67	2.88	129.80	30.20
6	pk_7+865	Tombino	0.07	0.17	38.72	33.71
7	pk_8+675	Viadotto	8.30	4.80	146.73	11.27
8	pk_9+900	Viadotto	15.54	7.80	244.53	5.47
9	pk_10+714	Tombino	0.13	1.50	14.16	2.05
10	pk_12+197	Tombino	1.00	1.50	30.57	2.80
11	pk_15+500	Viadotto	5.90	4.70	30.57	0.02
12	pk_15+650	Viadotto	23.77	12.00	244.58	2.32
12-bis	pk_15+725*	Viadotto	3.36	5.10	135.00	2.32
13	pk_16+500	Tombino	20.41	11.80	244.58	2.30
14	pk_16+695	Tombino	0.96	1.20	63.90	13.10
15	pk_17+500	Viadotto	2.71	2.90	136.76	13.24
16	pk_18+075	Viadotto	3.40	5.20	195.65	16.35
17	pk_18+620	Viadotto	12.74	9.50	244.58	7.26
18	pk_18+836	Tombino	0.07	0.25	15.20	11.00
19	pk_19+305	Tombino	0.05	0.50	17.99	12.01
20	pk_19+592	Tombino	0.02	0.50	17.99	13.01
21	pk_20+250	Viadotto	8.70	8.00	244.58	30.42
22	pk_20+250	Viadotto	0.20	0.74	43.94	14.06
23	pk_20+594	Viadotto	0.67	0.85	111.81	16.19
24	pk_21+143	Viadotto	1.57	2.50	134.76	14.24
25	pk_21+580	Viadotto	1.06	1.70	125.80	22.20
26	pk_21+960	Viadotto	6.16	6.80	195.64	12.36
27	pk_22+361	Tombino	0.17	0.50	47.95	25.05
28	pk_22+775	Viadotto	1.62	1.60	96.83	9.17
29	pk_22+975	Viadotto	1.49	1.40	62.88	0.12
30	pk_24+330	Tombino	0.02	0.50	9.99	4.01
31	pk_24+910	Tombino	1.43	1.80	75.86	5.14
32 (Viabilità NV18)	pk_0+180 (NV18)	Tombino	10.27	8.80	195.64	1.00

* Interferenza che nasce a seguito dello spostamento del tratto del corso d'acqua tra la pk 15+650 e 16+500

Tabella 3 - Attraversamenti idraulici: caratteristiche bacini sottesi

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	17

Poiché il progetto prevede lo spostamento del tratto del corso d'acqua tra la Pk 15+500 e 16+700 a nord della linea in progetto (lato mare), è nata l'esigenza di analizzare anche l'interferenza alla Pk 15+725.

Per l'identificazione dei bacini idrografici, con indicazione dei relativi attraversamenti, si rimanda agli specifici elaborati "Corografia bacini minori" (el.LI02_02_D_78_CZ_ID0001_001_C, LI02_02_D_78_CZ_ID0001_002_C).

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	18

5. ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI

5.1. Modello probabilistico per l'analisi delle piogge di Gumbel

Il metodo di Gumbel, prevede l'applicazione della distribuzione doppio-esponenziale (o di Gumbel, appunto) al campione di dati di precipitazione intesi come variabili indipendenti.

La funzione di probabilità cumulata che la definisce è:

$$F(x) = P(X \leq x) = \exp(-\exp(-\alpha(x - u)))$$

Introducendo la variabile ridotta y:

$$y = \alpha(x - u)$$

si ha la forma canonica:

$$F(y) = \exp(-\exp(-y))$$

I parametri α e u sono legati alla media e alla varianza della popolazione. Sfruttando le informazioni contenute nel campione a disposizione si procede alla loro stima seguendo diversi metodi. Si otterranno parametri diversi per ogni durata di precipitazione.

Per una data durata di precipitazione, si ordinano le N altezze di precipitazione in ordine crescente e si numerano da 1 ad N . Ad ogni altezza di precipitazione si associa la relativa frequenza cumulata di non superamento, calcolata con la formula di plotting position di Weibull:

$$F_i = i / (N+1)$$

A denominatore si ha $N+1$ in luogo di N per evitare che il più grande evento verificatosi sia caratterizzato da una frequenza cumulata di non superamento pari a 1 valore che rappresenta l'evento impossibile da superare.

Il metodo di Gumbel per la stima dei parametri della distribuzione si fonda sull'ipotesi di confondere la probabilità di non superamento di una certa altezza di precipitazione (relativa ad una popolazione) con la sua frequenza cumulata di non superamento (che si riferisce, invece ad un campione della popolazione suddetta), cioè:

$$F(h_i) \sim F_i$$

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	19

La variabile ridotta da associare ad ogni altezza di precipitazione viene quindi calcolata come:

$$F(h_i) = F_i = F(y) = \exp(-\exp(-y)) \quad F_i = i / (N+1) \quad y_i = -\ln [-\ln (i / (N+1))]]$$

Con questa assunzione, la variabile ridotta y dipende solamente da h con la relazione lineare:

$$y = \alpha(h-u)$$

La stima dei parametri α e u si ottiene sfruttando il metodo dei momenti, mediante le seguenti espressioni:

$$\alpha = 1.283 / Sh \quad u = mh - 0.577 / \alpha$$

Dove S è la deviazione standard ed m la media.

Introducendo ora il concetto di tempo di ritorno, T_r , cioè il tempo che mediamente trascorre tra la realizzazione di un evento e di un altro di entità uguale o superiore, si riesce ad ottenere l'espressione che esprime le altezze di precipitazione in funzione del tempo di ritorno:

$$T_r(h) = 1 / (1 - F(h)) \quad F(h) = (T_r - 1) / T_r$$

$$\exp(-\exp(-\alpha(h-u))) = (T_r - 1) / T_r \quad h = u - (1/\alpha) \ln [-\ln ((T_r - 1) / T_r)]$$

Grazie al metodo di Gumbel è stata ricavata un'espressione analitica della funzione $h(T_r, \tau)$ che fornisce il valore di h in funzione del tempo di ritorno per una prefissata durata di precipitazione. Si vuole ora trovare un'espressione analitica che, per un dato tempo di ritorno, fornisca l'altezza di precipitazione in funzione della durata.

A questo scopo, si assegna alla funzione $h(T_r, \tau)$ la seguente forma:

$$H(T_r, \tau) = a (T_r) \tau^n$$

Queste equazioni, una per ogni prefissato tempo di ritorno, sono dette curve di possibilità pluviometrica (o climatica).

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	20

L'intensità di precipitazione è definita come l'altezza di precipitazione per unità di tempo ed ha la forma:

$$i(T_r, \tau) = a (T_r) \tau^{n-1}$$

Passando alla notazione logaritmica, l'equazione della curva di possibilità pluviometrica assume la forma lineare, e viene ottenuta interpolando i valori per regressione lineare ai minimi quadrati. Gli scarti da minimizzare sono quelli verticali, in quanto la misura di h soffre di maggiori incertezze rispetto a quella del tempo di precipitazione.

$$\log h = \log a + n \log \tau$$

5.2. Definizione delle curve di possibilità pluviometrica con durata oraria

Per il calcolo delle portate di ogni bacino idrografico individuato nell'analisi idrografica effettuata precedentemente, sono state prese preliminarmente in considerazione le stazioni di misura più vicine alla zona di studio.

Tra le stazioni poste nelle vicinanze dei bacini analizzati, sono state prese in considerazione quelle di Lesina (Puglia) e di Termoli (Molise).

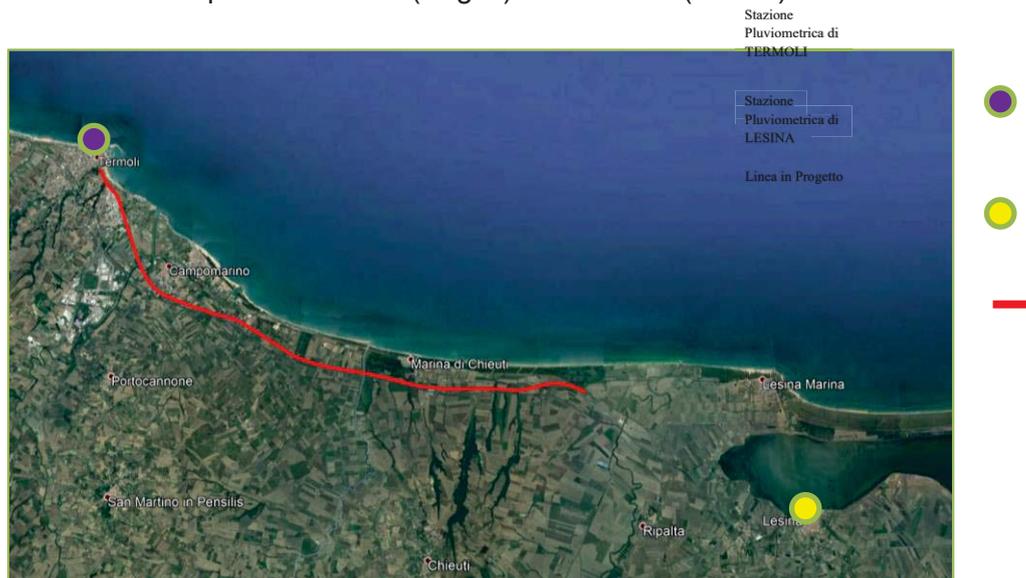


Figura 6 - Stazioni Pluviometriche

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	21

I dati idrologici disponibili per l'analisi pluviometrica sono stati messi a disposizione dal Servizio di Protezione Civile della Regione Puglia e Molise. I dati di interesse sono i valori storici del massimo annuo giornaliero della pioggia per le durate di precipitazione di 1, 3, 6, 12 e 24 ore. Di seguito si riportano le tabelle dei risultati dell'analisi statistica eseguita con il metodo di Gumbel per le due stazioni.

Le tabelle contengono le altezze di precipitazione relative alle durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore, per i tempi di ritorno di 5, 25, 50, 100, 200, e 300 anni ed i corrispondenti parametri delle curve di possibilità pluviometrica a ed n .

STAZIONE DI LESINA									
Durata (ore)	Altezza di precipitazione h(Tr) (mm)								
	5	10	25	30	50	100	200	300	500
1	36.2	44.2	54.3	56.3	61.8	69.2	76.6	80.9	86.4
3	50.9	63.0	78.2	81.1	89.5	100.7	111.8	118.3	126.6
6	59.1	71.7	87.7	90.8	99.5	111.3	123.0	129.8	138.4
12	67.4	80.2	96.3	99.5	108.3	120.1	132.0	138.9	147.6
24	72.3	85.8	102.9	106.3	115.6	128.2	140.7	148.1	157.3
n	0.22	0.21	0.20	0.20	0.18	0.19	0.19	0.18	0.18
a	38.2	47.1	58.4	60.1	66.8	75.1	83.4	88.2	94.3

Tabella 4 - Stazione di Lesina: risultati dell'analisi delle precipitazioni con il metodo di Gumbel

STAZIONE DI TERMOLI									
Durata (ore)	Altezza di precipitazione h(Tr) (mm)								
	5	10	25	50	100	200	300	500	
1	31.9	37.4	44.3	49.4	54.5	59.5	62.5	66.2	
3	42.8	50.0	59.1	65.8	72.5	79.2	83.1	88.0	
6	53.7	63.2	75.3	84.2	93.1	102.0	107.1	113.6	
12	62.6	72.4	84.8	94.0	103.1	112.2	117.6	124.2	
24	74.4	86.0	100.7	111.6	122.5	133.3	139.6	147.5	
n	0.27	0.26	0.26	0.25	0.26	0.26	0.25	0.25	
a	32.2	37.8	44.9	50.1	55.4	60.6	63.6	67.4	

Tabella 5 - Stazione di Termoli: risultati dell'analisi delle precipitazioni con il metodo di Gumbel

Di seguito si riportano le Curve di Possibilità Pluviometrica (CPP) per le due stazioni:

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	22

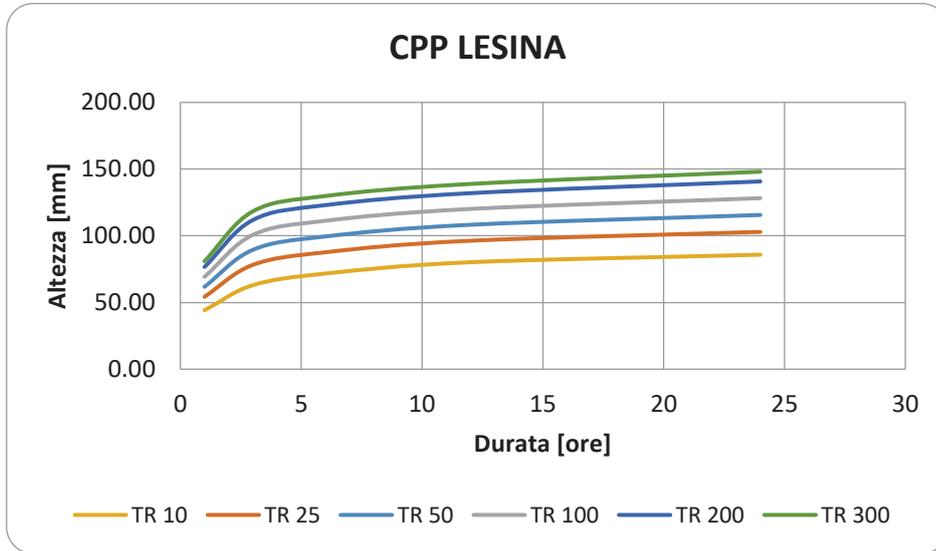


Figura 7 - CPP stazione di Lesina

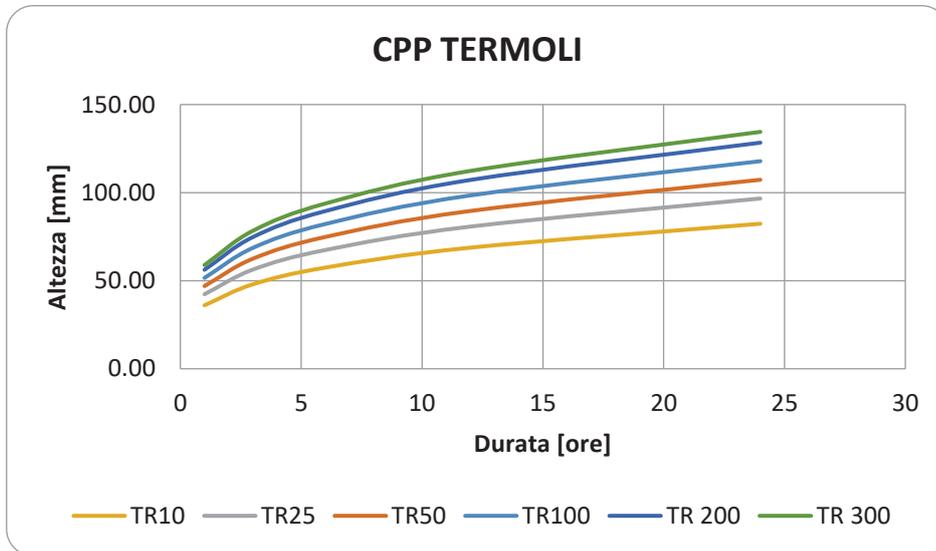


Figura 8 - CPP stazione di Termoli desunte dalla trattazione Gumbel

Per la stazione di Termoli è stato effettuato un confronto con i parametri delle CPP desunti dallo “STUDIO DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO NELLA REGIONE MOLISE” condotto dalla Regione Molise attraverso il modello TCEV che lega i parametri a, n ed m tramite la seguente relazione:

$$h = a t^n T^m$$

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione Idrologica	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RI	OPERA 7 DISCIPLINA ID 00 01			PROGR 002

Tra le due curve si è scelto di utilizzare quella più cautelativa ovvero quella dello studio effettuato dalla Regione Molise, di seguito riportata:

		CPP PAI						
		a		n		m		
		23.9		0.281		0.21		
		23.90	32.54	39.54	48.04	58.38		
		1	3	6	12	24		
a(Tr 500)	88.142	500	88.14	120.02	145.83	177.19	215.29	
a(Tr 300)	79.176	300	79.18	107.81	130.99	159.16	193.39	
a(Tr 200)	72.713	200	72.71	99.01	120.30	146.17	177.60	
a(Tr 100)	62.863	100	62.86	85.60	104.01	126.37	153.55	
a(Tr 50)	54.348	50	54.35	74.00	89.92	109.25	132.75	
a(Tr 30)	48.820	30	48.82	66.48	80.77	98.14	119.24	
a(Tr 25)	46.986	25	46.99	63.98	77.74	94.45	114.76	
a(Tr 10)	38.761	10	38.76	52.78	64.13	77.92	94.68	

Tabella 6 - Parametri CPP Regione Molise

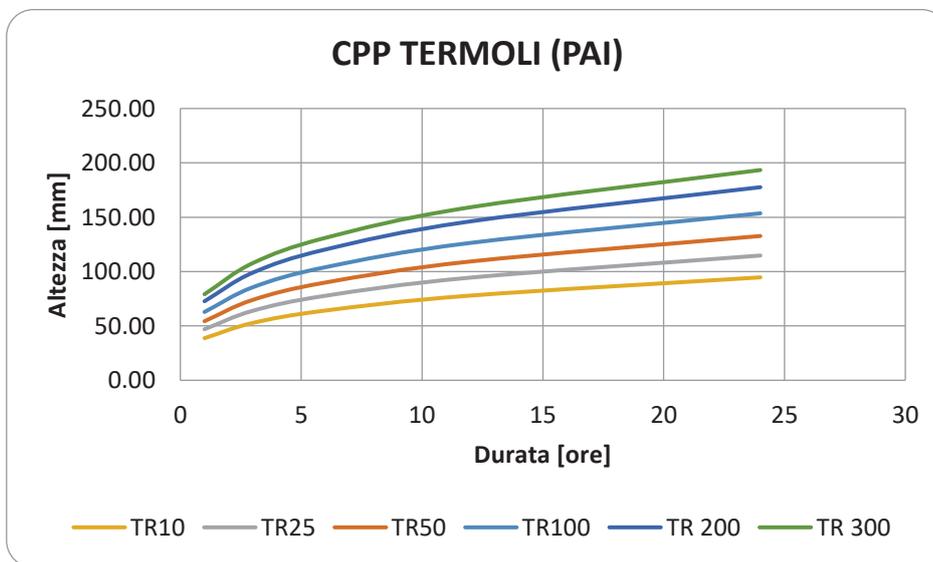


Figura 9 - CPP stazione di Termoli desunte dalla trattazione della Regione Molise

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	24

5.3. Definizione curve di possibilità pluviometrica per eventi con durata inferiore all'ora

Gli eventi di pioggia aventi durata inferiore all'ora vengono denominati eventi brevi; gli eventi brevi e quelli lunghi, precedentemente esposti, seguono differenti dinamiche meteorologiche e non possono essere trattati in egual modo. È stato però dimostrato che il rapporto tra l'altezza di pioggia h , con t minore di 60 minuti, e l'altezza di pioggia h di durata 60 minuti, a parità di tempo di ritorno T , è dipendente solo dalla durata t espressa in minuti:

$$h_{t, T} / h_{60, T} = f(t) \quad (1)$$

avendo indicato con f un simbolo funzionale.

Studi successivi hanno dimostrato che il legame funzionale della (1) può essere espresso nella semplice forma:

$$h_{t, T} / h_{60, T} = (t / 60)^s \quad (2)$$

In cui t è la durata dell'evento meteorico di durata inferiore all'ora, espressa in minuti, s è un coefficiente che assume un diverso valore numerico in dipendenza della regione in esame. Nel caso in oggetto, per la Puglia ed il Molise il coefficiente assume il valore di 0.227 (Ferreri e Ferro, 1989). L'equazione precedente assume quindi la forma:

$$h_{t, T} / h_{60, T} = (t / 60)^{0.227} \quad (3)$$

Fissati i vari tempi di ritorno T , i parametri delle rispettive curve di possibilità pluviometrica sono desumibili dalle tabelle precedenti per le stazioni di Termoli e Lesina.

I dati della stazione di Termoli sono stati utilizzati per i bacini ricadenti tra la pk 0+000 e la Pk 12+250 mentre per i restanti si è fatto riferimento alla stazione di Lesina.

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	25

6. STIMA DELLE PORTATE PER I CORSI D'ACQUA MINORI

6.1. Il metodo cinematico o razionale

Il metodo cinematico viene utilizzato per il calcolo della portata conseguente ad un'assegnata precipitazione incidente su un bacino di limitata estensione. In questo studio, il metodo è stato utilizzato per la determinazione della massima piena corrispondente ad un fissato periodo di ritorno (T_r).

La schematizzazione alla base del metodo si basa sulle seguenti tre ipotesi fondamentali:

1. la pioggia critica ha durata pari al tempo di corrivazione;
2. la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento;
3. il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica.

La portata di piena, fissato il tempo di ritorno, può essere espressa come:

$$Q = 278 \frac{\varphi \cdot S \cdot h}{\tau_c}$$

in cui:

- Q = portata di piena [m^3/sec];
- φ = coefficiente di deflusso;
- h = pioggia netta [m];
- S = area del bacino [km^2];
- τ_c = tempo di corrivazione [ore].

Il valore di h rappresenta l'altezza di pioggia che cade in un dato sito in un tempo uguale al tempo di corrivazione τ_c : infatti se la durata della precipitazione è inferiore al tempo τ_c solo una parte del bacino S contribuirà alla formazione della portata, che risulterà pertanto di minore entità. Viceversa, se la durata dell'evento è maggiore, l'intensità della pioggia sarà minore e quindi meno intenso il colmo di piena. Nella Figura 10 è riportato uno schema del funzionamento del modello cinematico con tre precipitazioni di diversa durata (minore, uguale e maggiore rispetto al tempo di corrivazione).

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	26

Si noti come per un tempo di pioggia pari a quella di corrivazione l'idrogramma di piena assume la forma triangolare.

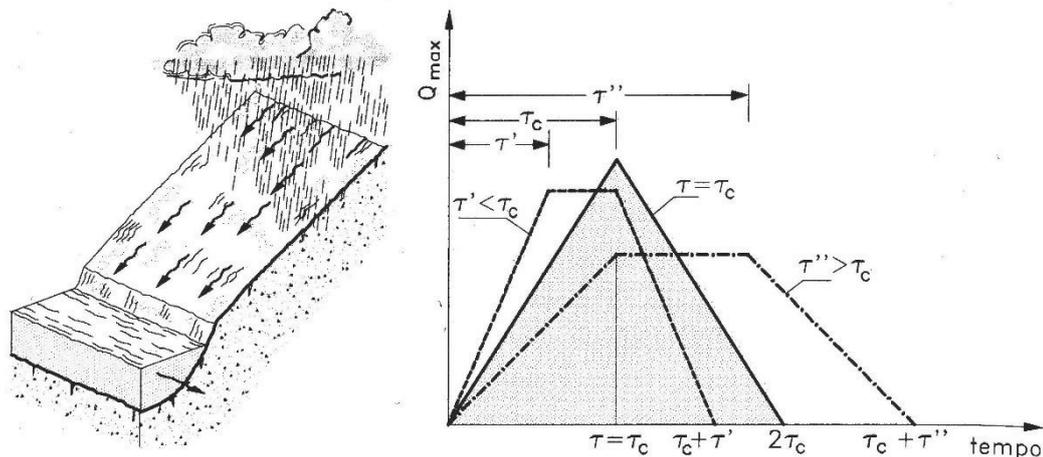


Figura 10 – Metodo cinematico: schema del bacino e idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione.

Il tempo di corrivazione, parametro chiave quando si fa riferimento a metodi analitici di tipo semplificato, è definito come il tempo impiegato dalla particella d'acqua idraulicamente più lontana a percorrere l'intero bacino fino alla sezione di chiusura.

Una relazione frequentemente utilizzata per tale calcolo è la formula di **Giandotti** (1934) che tiene conto della morfologia del bacino:

$$\tau_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H_m - H_0}} \quad [h]$$

con

- S = area del bacino sottesa alla sezione di calcolo [km²];
- L = lunghezza dell'asta principale del corso d'acqua principale [km];
- H_m = quota media del bacino [m s.m.m.];
- H_0 = quota della sezione di chiusura [m s.m.m.].

La formula di Giandotti ha il pregio, rispetto ad altre relazioni, di comprendere nei parametri utilizzati per il calcolo del tempo di corrivazione diverse caratteristiche dei bacini analizzati.

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	27

Questo garantisce una ricostruzione dei tempi di corrivazione basata sui principali parametri caratteristici dei bacini.

Un'altra equazione spesso utilizzata per la stima del tempo di corrivazione è quella di **Ventura** (1905). La relazione ha la seguente espressione:

$$\tau_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{S}{i_m}} \quad [h]$$

dove i_m è la pendenza media della rete di drenaggio ed S la superficie del bacino in km^2 .

Un'ulteriore formulazione già ampiamente sperimentata in casi analoghi è quella di **Pasini** che ha la seguente forma:

$$\tau_c = 0.108 \cdot \frac{\sqrt[3]{L \cdot S}}{\sqrt{i_m}} \quad [h]$$

in cui i_m è la pendenza media della rete di drenaggio, S la superficie del bacino in km^2 e L la lunghezza dell'asta principale del corso d'acqua principale in km .

In ultimo si riporta la formulazione proposta da **Viparelli**:

$$\tau_c = \frac{L}{V \cdot 60} \quad [min]$$

in cui L è la lunghezza dell'asta principale in km e V la velocità media di deflusso all'interno dei canali, con valori suggeriti dall'autore compresi tra 1 e 1.5 m/s. Il valore di V utilizzato nel presente lavoro, visto anche il carattere prevalentemente vallivo dei bacini, è di 1.0 m/s.

Di seguito i valori dei tempi di corrivazione calcolati secondo le formulazioni sopra riportate.

Per gli attraversamenti idraulici a cui corrispondono dei compluvi minori privi di una evidente asta incisa (2, 6, 9, 18, 19, 20, 30) non si riportano i valori dei tempi di corrivazione perché non necessari per il calcolo della portata; per essi la portata è stata determinata mediante l'elaborazione di una relazione monomia che lega la portata al

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	28

colmo Q alla superficie scolante S, per bacini geomorfologicamente, geologicamente e pluviometricamente simili.

Sezione di chiusura n.	Bacino	Manufatto di progetto	S _{superficie} [kmq]	Giandotti [h]	Ventura [h]	Pasini [h]	Viparelli [h]
1	pk_0+607	Tombino	3.06	1.83	1.16	1.09	0.68
2	pk_2+173	Tombino	0.97	-	-	-	-
3	pk_2+790	Viadotto	12.11	4.72	3.27	3.52	2.06
4	pk_3+425	Viadotto	3.35	7.30	4.44	4.36	0.81
5	pk_7+150	Viadotto	3.67	2.14	1.52	1.47	0.80
6	pk_7+865	Tombino	0.07	-	-	-	-
7	pk_8+675	Viadotto	8.30	3.21	2.62	2.61	1.33
8	pk_9+900	Viadotto	15.54	3.41	3.62	3.80	2.17
9	pk_10+714	Tombino	0.13	-	-	-	-
10	pk_12+197	Tombino	1.00	2.04	1.41	1.37	0.42
11	pk_15+500	Viadotto	5.90	5.50	5.47	5.73	1.31
12	pk_15+650	Viadotto	23.77	4.22	4.67	5.25	3.33
12-bis	pk_15+725*	Viadotto	3.36	3.09	1.48	1.75	1.42
13	pk_16+500	Tombino	20.41	4.08	4.29	4.93	3.28
14	pk_16+695	Tombino	0.96	1.44	0.83	0.76	0.33
15	pk_17+500	Viadotto	2.71	2.05	1.11	1.13	0.81
16	pk_18+075	Viadotto	3.40	1.99	1.44	1.71	1.44
17	pk_18+620	Viadotto	12.74	3.21	3.08	3.56	2.64
18	pk_18+836	Tombino	0.07	-	-	-	-
19	pk_19+305	Tombino	0.05	-	-	-	-
20	pk_19+592	Tombino	0.02	-	-	-	-
21	pk_20+250	Viadotto	8.70	2.71	2.48	2.89	2.22
22	pk_20+250	Viadotto	0.20	1.07	0.40	0.40	0.21
23	pk_20+594	Viadotto	0.67	0.85	0.32	0.28	0.24
24	pk_21+143	Viadotto	1.57	1.34	0.74	0.78	0.69
25	pk_21+580	Viadotto	1.06	1.21	0.73	0.73	0.47
26	pk_21+960	Viadotto	6.16	2.48	2.01	2.36	1.89
27	pk_22+361	Tombino	0.17	0.89	0.53	0.48	0.14
28	pk_22+775	Viadotto	1.62	1.39	0.87	0.80	0.44
29	pk_22+975	Viadotto	1.49	1.60	2.95	2.61	0.39
30	pk_24+330	Tombino	0.02	-	-	-	-
31	pk_24+910	Tombino	1.43	1.56	1.00	0.97	0.50

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		Relazione Idrologica		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	29

Sezione di chiusura n.	Bacino	Manufatto di progetto	Superficie [kmq]	Giandotti [h]	Ventura [h]	Pasini [h]	Viparelli [h]
32 (Viabilità NV18)	pk_0+180 (NV18)	Tombino	10.27	3.44	2.86	3.35	2.44

Tabella 7 - Tempi di corrivazione

6.2. Calcolo delle portate per i corsi d'acqua minori

Nel presente paragrafo sono riportati i valori delle portate calcolati secondo il metodo cinematico, descritto nel precedente paragrafo 6.1, e le formulazioni del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini dei fiumi Biferno e Saccione.

Inoltre, si riportano i valori delle portate fornite dall'Autorità di Bacino dei fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore.

6.2.1. Metodo cinematico o razionale

La valutazione delle portate è stata eseguita utilizzando le altezze di pioggia corrispondenti ad un tempo di ritorno di 200 anni e 300 anni, rispettivamente per bacini con estensione minore o uguale ai 10 km² e superiore a 10 km², congruentemente a quanto previsto dal manuale Italferr per le opere di attraversamento.

E' da precisare che per i bacini con tempo di corrivazione inferiore all'ora è stata utilizzata la curva di possibilità pluviometrica degli scrosci descritta nel paragrafo 5.3.

La stima della durata critica da utilizzare per il calcolo della portata al colmo è sempre piuttosto controversa, soprattutto a causa delle inevitabili approssimazioni indotte per ogni metodo di calcolo e dalla mancanza di misure dirette. Data l'elevata empiricità delle formule, testimoniata anche dalla eterogeneità delle stime del valore del tempo di corrivazione, nel caso in esame risulta cautelativo assumere il valore più critico ($T_{C\text{MIN}}$) tra quelli stimati con le formule esposte nel paragrafo 6.1.

Nella trattazione che segue, per completezza di esposizione, vengono riportati anche i calcoli eseguiti considerando come durata critica il valore medio ($T_{C\text{MED}}$) tra quelli di Giandotti, Ventura, Pasini e Viparelli. Per bacini di superficie minore a 10 km² nel calcolo di $T_{C\text{MED}}$ non sono stati considerati i valori determinati con la formulazione di Giandotti.

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	30

Di seguito i valori delle altezze e intensità di pioggia ottenuti (Tabella 8 e 9).

Sezione di chiusura n.	Bacino	Manufatto di progetto	S _{superficie} [kmq]	Durata Critica (T _{C MIN}) [h]	h ₂₀₀ [mm]	h ₃₀₀ [mm]	i ₂₀₀ [mm/h]	i ₃₀₀ [mm/h]
1	pk_0+607	Tombino	3.06	0.68	66.69	72.62	97.60	106.27
2	pk_2+173	Tombino	0.97	-	-	-	-	-
3	pk_2+790	Viadotto	12.11	2.06	89.03	96.95	43.31	47.16
4	pk_3+425	Viadotto	3.35	0.81	69.23	75.38	85.94	93.58
5	pk_7+150	Viadotto	3.67	0.80	69.12	75.27	86.40	94.08
6	pk_7+865	Tombino	0.07	-	-	-	-	-
7	pk_8+675	Viadotto	8.30	1.33	78.84	85.84	59.13	64.38
8	pk_9+900	Viadotto	15.54	2.17	90.36	98.39	41.70	45.41
9	pk_10+714	Tombino	0.13	-	-	-	-	-
10	pk_12+197	Tombino	1.00	0.42	59.61	64.91	143.06	155.77
11	pk_15+500	Viadotto	5.90	1.14	85.43	90.34	75.01	79.33
12	pk_15+650	Viadotto	23.77	3.33	104.57	110.18	31.37	33.06
12-bis	pk_15+725*	Viadotto	3.36	1.42	89.01	94.06	62.83	66.40
13	pk_16+500	Tombino	20.41	3.28	104.24	109.84	31.80	33.51
14	pk_16+695	Tombino	0.96	0.33	64.96	68.73	194.88	206.19
15	pk_17+500	Viadotto	2.71	0.81	79.37	83.97	98.52	104.24
16	pk_18+075	Viadotto	3.40	1.44	89.24	94.30	62.13	65.65
17	pk_18+620	Viadotto	12.74	2.64	100.07	105.53	37.92	39.99
18	pk_18+836	Tombino	0.07	-	-	-	-	-
19	pk_19+305	Tombino	0.05	-	-	-	-	-
20	pk_19+592	Tombino	0.02	-	-	-	-	-
21	pk_20+250	Viadotto	8.70	2.22	96.88	102.23	43.60	46.00
22	pk_20+250	Viadotto	0.20	0.21	58.21	61.59	283.18	299.62
23	pk_20+594	Viadotto	0.67	0.24	60.07	63.56	254.41	269.18
24	pk_21+143	Viadotto	1.57	0.69	76.74	81.19	110.50	116.92
25	pk_21+580	Viadotto	1.06	0.47	70.31	74.39	148.88	157.52
26	pk_21+960	Viadotto	6.16	1.89	93.96	99.20	49.74	52.52
27	pk_22+361	Tombino	0.17	0.14	53.25	56.34	383.42	405.67
28	pk_22+775	Viadotto	1.62	0.44	69.34	73.37	156.02	165.08
29	pk_22+975	Viadotto	1.49	0.39	67.27	71.18	172.99	183.03
30	pk_24+330	Tombino	0.02	-	-	-	-	-
31	pk_24+910	Tombino	1.43	0.50	71.22	75.36	142.45	150.71
32 (Viabilità NV18)	pk_0+180 (NV18)	Tombino	10.27	2.44	98.64	104.04	40.35	42.56

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	31

Sezione di chiusura n.	Bacino	Manufatto di progetto	S _{superficie} [kmq]	Durata Critica (T _C MIN) [h]	h ₂₀₀ [mm]	h ₃₀₀ [mm]	i ₂₀₀ [mm/h]	i ₃₀₀ [mm/h]
------------------------	--------	-----------------------	-------------------------------	---	-----------------------	-----------------------	-------------------------	-------------------------

* Interferenza che nasce a seguito dello spostamento del tratto del corso d'acqua tra la pk 15+550 e 16+500

Tabella 8 - Altezze e Intensità di pioggia con T_CMIN

Sezione di chiusura n.	Bacino	Manufatto di progetto	S _{superficie} [kmq]	Durata Critica (T _C MED) [h]	h ₂₀₀ [mm]	h ₃₀₀ [mm]	i ₂₀₀ [mm/h]	i ₃₀₀ [mm/h]
1	pk_0+607	Tombino	3.06	0.98	72.36	78.79	73.93	80.51
2	pk_2+173	Tombino	0.97	-	-	-	-	-
3	pk_2+790	Viadotto	12.11	3.39	102.49	111.59	30.22	32.90
4	pk_3+425	Viadotto	3.35	3.20	100.85	109.81	31.49	34.28
5	pk_7+150	Viadotto	3.67	1.26	77.66	84.56	61.45	66.91
6	pk_7+865	Tombino	0.07	-	-	-	-	-
7	pk_8+675	Viadotto	8.30	2.19	90.61	98.66	41.42	45.10
8	pk_9+900	Viadotto	15.54	3.25	101.25	110.25	31.17	33.94
9	pk_10+714	Tombino	0.13	-	-	-	-	-
10	pk_12+197	Tombino	1.00	1.07	74.02	80.60	69.48	75.65
11	pk_15+500	Viadotto	5.90	4.17	109.06	114.83	26.16	27.55
12	pk_15+650	Viadotto	23.77	4.37	110.03	115.84	25.18	26.51
12-bis	pk_15+725*	Viadotto	3.36	1.55	90.51	95.63	58.45	61.75
13	pk_16+500	Tombino	20.41	4.14	108.94	114.70	26.29	27.69
14	pk_16+695	Tombino	0.96	0.64	75.34	79.72	117.63	124.45
15	pk_17+500	Viadotto	2.71	1.01	83.57	88.41	82.47	87.25
16	pk_18+075	Viadotto	3.40	1.53	90.30	95.40	59.05	62.39
17	pk_18+620	Viadotto	12.74	3.12	103.29	108.86	33.08	34.86
18	pk_18+836	Tombino	0.07	-	-	-	-	-
19	pk_19+305	Tombino	0.05	-	-	-	-	-
20	pk_19+592	Tombino	0.02	-	-	-	-	-
21	pk_20+250	Viadotto	8.70	2.53	99.28	104.71	39.24	41.38
22	pk_20+250	Viadotto	0.20	0.34	65.12	68.89	193.31	204.53
23	pk_20+594	Viadotto	0.67	0.28	62.37	65.99	223.89	236.88
24	pk_21+143	Viadotto	1.57	0.74	77.83	82.34	105.33	111.44
25	pk_21+580	Viadotto	1.06	0.64	75.44	79.82	117.13	123.92
26	pk_21+960	Viadotto	6.16	2.09	95.74	101.04	45.89	48.43
27	pk_22+361	Tombino	0.17	0.38	67.02	70.91	175.26	185.43
28	pk_22+775	Viadotto	1.62	0.71	77.02	81.50	109.11	115.44
29	pk_22+975	Viadotto	1.49	1.98	94.84	100.11	47.79	50.45

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		Relazione Idrologica		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	32

Sezione di chiusura n.	Bacino	Manufatto di progetto	S _{superficie} [kmq]	Durata Critica (T _C MED) [h]	h ₂₀₀ [mm]	h ₃₀₀ [mm]	i ₂₀₀ [mm/h]	i ₃₀₀ [mm/h]
30	pk_24+330	Tombino	0.02	-	-	-	-	-
31	pk_24+910	Tombino	1.43	0.82	79.72	84.35	97.03	102.66
32 (Viabilità NV18)	pk_0+180 (NV18)	Tombino	10.27	3.02	102.67	108.22	33.95	35.79

* Interferenza che nasce a seguito dello spostamento del tratto del corso d'acqua tra la pk 15+550 e 16+500

Tabella 9 – Altezza e Intensità di pioggia con T_CMED

Per gli attraversamenti idraulici a cui corrispondono dei compluvi minori (2, 6, 9, 18, 19, 20, 30) la portata è stata determinata mediante una relazione monomia che lega la portata al colmo Q alla superficie scolante S per bacini geomorfologicamente, geologicamente e pluviometricamente simili.

La formulazione monomia a cui si è fatto riferimento è del tipo:

$$Q = c S^n$$

in accordo agli studi di Mele (1976), Gherardelli-Marchetti (1955), ecc.

Tale formulazione scritta in termini logaritmici assume la forma:

$$\log Q = c + n \log S$$

che rappresenta nel piano bi-logaritmico una retta di intercetta c e coefficiente angolare n.

Nei grafici seguenti sono riportati nel piano bi-logaritmico i valori di portata determinati con il metodo razionale, per i tempi di ritorno di progetto, in funzione dell'area del bacino scolante.

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	33

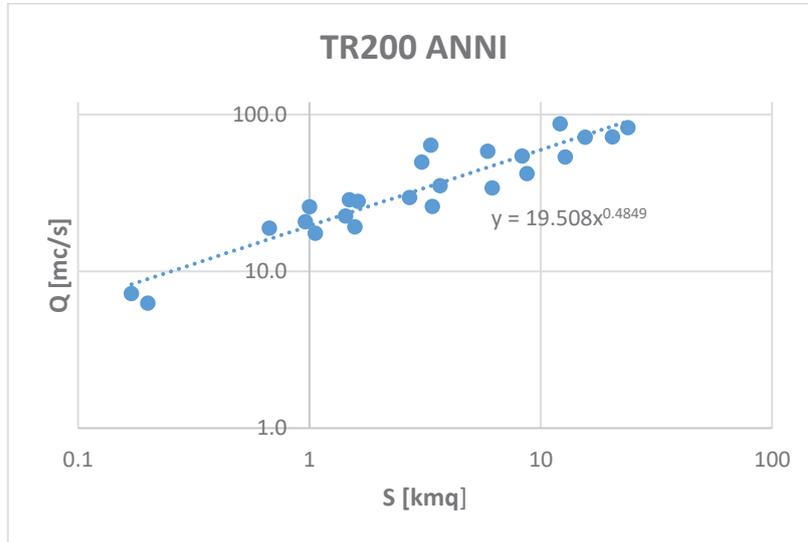


Figura 11 - Grafico $Q = c S n Tr 200$

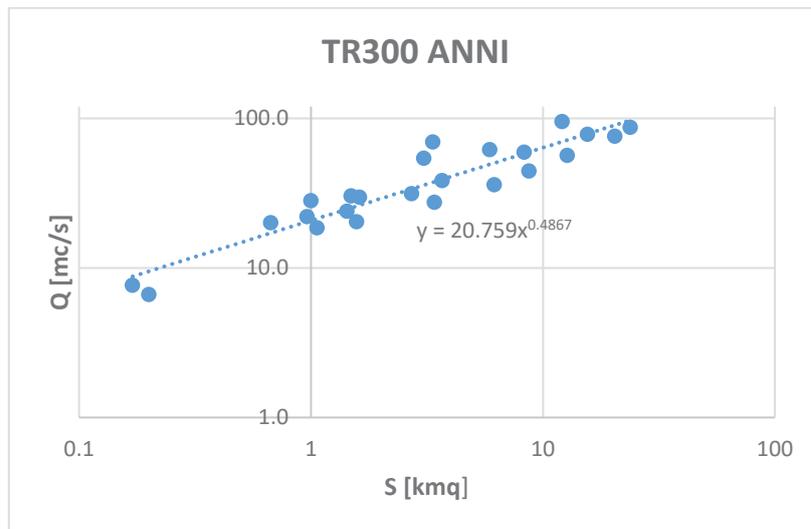


Figura 12 - Grafico $Q = c S n Tr 300$

Dai grafici si evince come i dati siano ben interpolati da rette i cui coefficienti angolari e intercetta variano in funzione dei tempi di ritorno.

Nella tabella 10 seguente si riportano, per ciascun bacino, i valori delle portate al colmo, valutate con il metodo cinematico per entrambe le durate critiche ($T_{C_{MIN}}$ e $T_{C_{MED}}$), e i relativi coefficienti di deflusso utilizzati.

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	34

Si evidenzia che per i bacini più urbanizzati (1-2-3-4) sono stati assunti coefficienti di deflusso maggiori (variabili tra 0.60 e 0.80); per i restanti è stato considerato un coefficiente pari a 0.40.

Sezione di chiusura n.	Bacino	Manufatto di progetto	Superficie [kmq]	$T_{C_{MIN}}$		$T_{C_{MED}}$		Metodo di Calcolo
				TR 200 ANNI	TR 300 ANNI	TR 200 ANNI	TR 300 ANNI	
				Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]	
1	pk_0+607	Tombino	3.06	49.78	54.20	37.71	41.06	Metodo Razionale-CPP TERMOLI
2	pk_2+173	Tombino	0.97	19.22	20.45	19.22	20.45	Retta di regressione
3	pk_2+790	Viadotto	12.11	87.42	95.19	60.99	66.41	Metodo Razionale-CPP TERMOLI
4	pk_3+425	Viadotto	3.35	47.98	52.25	17.58	19.14	Metodo Razionale-CPP TERMOLI
5	pk_7+150	Viadotto	3.67	35.23	38.36	25.06	27.28	Metodo Razionale-CPP TERMOLI
6	pk_7+865	Tombino	0.07	5.49	5.81	5.49	5.81	Retta di regressione
7	pk_8+675	Viadotto	8.30	54.53	59.37	38.19	41.59	Metodo Razionale-CPP TERMOLI
8	pk_9+900	Viadotto	15.54	72.01	78.41	53.82	58.60	Metodo Razionale-CPP TERMOLI
9	pk_10+714	Tombino	0.13	7.26	7.69	7.26	7.69	Retta di regressione
10	pk_12+197	Tombino	1.00	12.72	13.85	6.18	6.72	Metodo Razionale-CPP TERMOLI
11	pk_15+500	Viadotto	5.90	49.17	52.00	17.15	18.06	Metodo Razionale-CPP LESINA
12	pk_15+650	Viadotto	23.77	82.85	87.30	66.51	70.02	Metodo Razionale-CPP LESINA
12-bis	pk_15+725*	Viadotto	3.36	23.46	24.79	21.82	23.05	Metodo Razionale-CPP LESINA
13	pk_16+500	Tombino	20.41	72.12	76.00	59.63	62.78	Metodo Razionale-CPP LESINA
14	pk_16+695	Tombino	0.96	20.79	21.99	12.55	13.28	Metodo Razionale-CPP LESINA
15	pk_17+500	Viadotto	2.71	29.67	31.39	24.83	26.27	Metodo Razionale-CPP LESINA
16	pk_18+075	Viadotto	3.40	23.47	24.80	22.31	23.57	Metodo Razionale-CPP LESINA
17	pk_18+620	Viadotto	12.74	53.68	56.61	46.82	49.35	Metodo Razionale-CPP LESINA
18	pk_18+836	Tombino	0.07	5.38	5.69	5.38	5.69	Retta di regressione

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	35

Sezione di chiusura n.	Bacino	Manufatto di progetto	Superficie [kmq]	$T_{C_{MIN}}$		$T_{C_{MED}}$		Metodo di Calcolo
				TR 200 ANNI	TR 300 ANNI	TR 200 ANNI	TR 300 ANNI	
				Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]	
19	pk_19+305	Tombino	0.05	4.57	4.83	4.57	4.83	Retta di regressione
20	pk_19+592	Tombino	0.02	2.93	3.09	2.93	3.09	Retta di regressione
21	pk_20+250	Viadotto	8.70	42.14	44.47	37.93	40.01	Metodo Razionale-CPP LESINA
22	pk_20+250	Viadotto	0.20	6.29	6.66	4.30	4.55	Metodo Razionale-CPP LESINA
23	pk_20+594	Viadotto	0.67	18.94	20.04	16.67	17.63	Metodo Razionale-CPP LESINA
24	pk_21+143	Viadotto	1.57	19.28	20.40	18.37	19.44	Metodo Razionale-CPP LESINA
25	pk_21+580	Viadotto	1.06	17.53	18.55	13.79	14.60	Metodo Razionale-CPP LESINA
26	pk_21+960	Viadotto	6.16	34.05	35.95	31.41	33.15	Metodo Razionale-CPP LESINA
27	pk_22+361	Tombino	0.17	7.24	7.66	3.31	3.50	Metodo Razionale-CPP LESINA
28	pk_22+775	Viadotto	1.62	28.08	29.71	19.64	20.78	Metodo Razionale-CPP LESINA
29	pk_22+975	Viadotto	1.49	28.64	30.30	7.91	8.35	Metodo Razionale-CPP LESINA
30	pk_24+330	Tombino	0.02	2.93	3.09	2.93	3.09	Retta di regressione
31	pk_24+910	Tombino	1.43	22.63	23.95	15.42	16.31	Metodo Razionale-CPP LESINA
32 (Viabilità NV18)	pk_0+180 (NV18)	Tombino	10.27	46.05	48.58	38.75	40.84	Metodo Razionale-CPP LESINA

* Interferenza che nasce a seguito dello spostamento del tratto del corso d'acqua tra la pk 15+550 e 16+500

Tabella 10 - Portate al colmo – Metodo Cinematico

I risultati ottenuti mostrano un discostamento variabile tra il 25% e 40%; i valori si raddoppiano, passando da $T_{C_{MED}}$ a $T_{C_{MIN}}$, e in alcuni casi si quadruplicano, per quei bacini caratterizzati, a parità di altre condizioni (S_{up} e L_{asta}), da una quota massima sul livello del mare inferiore a 65 m (sez. chiusura n. 4 – 10 – 11 – 14 – 27 - 29).

Data la variabilità dei risultati ottenuti, e l'elevata empiricità delle formule per il calcolo dei tempi di corrvazione, a vantaggio di sicurezza si assumerà come durata critica il minimo

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	36

tra Giandotti, Ventura, Pasini e Viparelli e quindi come valori di portata quelli ottenuti considerando il $T_{C_{MIN}}$.

6.2.2. Formulazione PAI

Il Progetto di Piano stralcio per l'assetto Idrogeologico del bacino regionale del Fiume Biferno e interregionale del Fiume Saccione suggerisce le seguenti formulazioni per il calcolo della portata al colmo (Tabella 10 e 11).

Tempo di ritorno	Curva di inviluppo
30	$Q=8 A^{0.72}$
100	$Q=10 A^{0.72}$
200	$Q=13 A^{0.72}$
300	$Q^*=14.42 A^{0.72}$
500	$Q=17 A^{0.72}$

*Regressione lineare

Tabella 11 - Portate massime Saccione

Tempo di ritorno	Curva di inviluppo
30	$Q=10 A^{0.72}$
100	$Q=14 A^{0.72}$
200	$Q=17 A^{0.72}$
300	$Q^*=19.06 A^{0.72}$
500	$Q=22 A^{0.72}$

*Regressione lineare

Tabella 12 - Portate massime Biferno

Le curve di inviluppo corrispondenti al tempo di ritorno di 300 anni sono state ricavate mediante un'analisi di regressione lineare.

I risultati ottenuti dall'applicazione delle su esposte curve di inviluppo sono di seguito riportati (Tabella 12).

Sezione di chiusura n.	Bacino	Manufatto di progetto	$S_{superficie}$ [kmq]	TR	TR	Formilazione PAI
				200 ANNI	300 ANNI	
1	pk_0+607	Tombino	3.06	38.03	42.63	BIFERNO
2	pk_2+173	Tombino	0.97	16.63	18.64	BIFERNO
3	pk_2+790	Viadotto	12.11	102.40	114.78	BIFERNO
4	pk_3+425	Viadotto	3.35	40.60	45.50	BIFERNO
5	pk_7+150	Viadotto	3.67	43.35	48.59	BIFERNO
6	pk_7+865	Tombino	0.07	2.58	2.89	BIFERNO
7	pk_8+675	Viadotto	8.30	78.02	87.45	BIFERNO
8	pk_9+900	Viadotto	15.54	122.54	137.36	BIFERNO
9	pk_10+714	Tombino	0.13	3.91	4.39	BIFERNO
10	pk_12+197	Tombino	1.00	13.00	14.42	SACCIONE

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	37

Sezione di chiusura n.	Bacino	Manufatto di progetto	Superficie [kmq]	TR	TR	Formilazione PAI
				200 ANNI	300 ANNI	
11	pk_15+500	Viadotto	5.90	46.66	51.76	SACCIONE
12	pk_15+650	Viadotto	23.77	127.26	141.16	SACCIONE
12-bis	pk_15+725*	Viadotto	3.36	31.11	34.51	SACCIONE
13	pk_16+500	Tombino	20.41	114.03	126.49	SACCIONE
14	pk_16+695	Tombino	0.96	12.62	14.00	SACCIONE
15	pk_17+500	Viadotto	2.71	26.65	29.56	SACCIONE
16	pk_18+075	Viadotto	3.40	31.38	34.80	SACCIONE
17	pk_18+620	Viadotto	12.74	81.22	90.09	SACCIONE
18	pk_18+836	Tombino	0.07	1.92	2.13	SACCIONE
19	pk_19+305	Tombino	0.05	1.50	1.67	SACCIONE
20	pk_19+592	Tombino	0.02	0.78	0.86	SACCIONE
21	pk_20+250	Viadotto	8.70	61.72	68.46	SACCIONE
22	pk_20+250	Viadotto	0.20	4.08	4.53	SACCIONE
23	pk_20+594	Viadotto	0.67	9.74	10.81	SACCIONE
24	pk_21+143	Viadotto	1.57	17.99	19.95	SACCIONE
25	pk_21+580	Viadotto	1.06	13.56	15.04	SACCIONE
26	pk_21+960	Viadotto	6.16	48.13	53.39	SACCIONE
27	pk_22+361	Tombino	0.17	3.63	4.03	SACCIONE
28	pk_22+775	Viadotto	1.62	18.40	20.41	SACCIONE
29	pk_22+975	Viadotto	1.49	17.32	19.22	SACCIONE
30	pk_24+330	Tombino	0.02	0.78	0.86	SACCIONE
31	pk_24+910	Tombino	1.43	16.82	18.66	SACCIONE
32 (Viabilità NV18)	pk_0+180 (NV18)	Tombino	10.27	69.55	77.15	SACCIONE

* Interferenza che nasce a seguito dello spostamento del tratto del corso d'acqua tra la pk 15+550 e 16+500

Tabella 13 - Portate al colmo – Formulazione PAI

6.2.3. Autorità di Bacino dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore

Nella tabella 13 seguente sono riportati i valori delle portate al colmo fornite dall'Autorità di Bacino dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore.

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	38

Sezione di chiusura n.	Bacino	Manufatto di progetto	S _{superficie} [kmq]	TR 200 ANNI	TR 300 ANNI
				Q [mc/s]	Q [mc/s]
1	pk_0+607	Tombino	3.06	18.50	21.20
2	pk_2+173	Tombino	0.97	4.70	5.20
3	pk_2+790	Viadotto	12.11	4.40	4.80
4	pk_3+425	Viadotto	3.35	43.00	48.10
5	pk_7+150	Viadotto	3.67	42.50	47.60
6	pk_7+865	Tombino	0.07	-	-
7	pk_8+675	Viadotto	8.30	43.60	49.90
8	pk_9+900	Viadotto	15.54	71.00	80.50
9	pk_10+714	Tombino	0.13	8.40	10.00
10	pk_12+197	Tombino	1.00	-	-
11	pk_15+500	Viadotto	5.90	59.70	68.80
12	pk_15+650	Viadotto	23.77	54.10	61.90
12-bis	pk_15+725*	Viadotto	3.36	10.60	11.60
13	pk_16+500	Tombino	20.41	49.60	56.80
14	pk_16+695	Tombino	0.96	8.60	9.90
15	pk_17+500	Viadotto	2.71	41.70	47.70
16	pk_18+075	Viadotto	3.40	12.10	13.90
17	pk_18+620	Viadotto	12.74	26.80	30.60
18	pk_18+836	Tombino	0.07	-	-
19	pk_19+305	Tombino	0.05	-	-
20	pk_19+592	Tombino	0.02	-	-
21	pk_20+250	Viadotto	8.70	7.50	8.60
22	pk_20+250	Viadotto	0.20	-	-
23	pk_20+594	Viadotto	0.67	3.60	4.00
24	pk_21+143	Viadotto	1.57	3.40	3.70
25	pk_21+580	Viadotto	1.06	1.20	1.30
26	pk_21+960	Viadotto	6.16	8.30	9.20
27	pk_22+361	Tombino	0.17	-	-
28	pk_22+775	Viadotto	1.62	3.70	4.30
29	pk_22+975	Viadotto	1.49	-	-
30	pk_24+330	Tombino	0.02	-	-
31	pk_24+910	Tombino	1.43	23.10	25.60
32 (Viabilità NV18)	pk_0+180 (NV18)	Tombino	10.27	-	-

* Interferenza che nasce a seguito dello spostamento del tratto del corso d'acqua tra la pk 15+550 e 16+500

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		Relazione Idrologica		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	39

Tabella 14 - Portate al colmo – ADB Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore

6.2.4. Studio Consorzio per la Bonifica della Capitanata

A supporto della progettazione, al fine di comprendere il funzionamento della confluenza del “Canale della Castagna (pk 20+250)” con il “Canale Collettore delle Colline di Chieuti”, si riporta nel presente paragrafo una sintesi dei risultati dello studio idrologico – idraulico del progetto esecutivo relativo ai lavori "*Interventi di mitigazione del rischio idraulico sul Canale della Castagna*" nel comune di Chieuti in provincia di Foggia, fornito dal Consorzio per la bonifica della Capitanata.

Inquadramento dello studio

L'asta valliva del Canale della Castagna nasce in corrispondenza del centro abitato di Chieuti e subito dopo attraversa un bosco molto fitto ed in tale tratto il canale assume il toponimo di “Valle dell'Inferno”.

Fino ad una distanza di circa 380 (m) dalla confluenza con il Canale Collettore delle "Colline di Chieuti" in gestione al Consorzio di Bonifica della Capitanata, il Vallone della Castagna scorre nel bosco della Valle dell'Inferno; dopodiché il fosso vallivo corre tra campi agricoli.

La suddetta confluenza con il Canale Collettore di bonifica, posta ad una quota di circa 26 m.s.l.m., è stata oggetto probabilmente nell'anno 2006 di una modifica morfologica abusiva delle sponde consistita nella realizzazione di un argine in terra battuta che di fatto ha disconnesso idraulicamente il tratto terminale del Vallone della Castagna dal Canale Collettore di bonifica, cosicché le acque provenienti dalla Valle dell'Inferno (sinonimo del Canale della Castagna) fossero convogliate nel Canale Collettore di bonifica.

Il sito oggetto dell'intervento (vedi Figura 13), noto con il toponimo di Vallone della Castagna, ricade nell'area sub-litoranea immediatamente a contatto con la parte Sud/Est dell'abitato di Marina di Chieuti da cui dista in linea d'aria circa 2,5 (km) e dal Villaggio Fantina da cui dista circa 2 (km) in linea d'aria.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORCIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione Idrologica	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RI	OPERA 7 DISCIPLINA ID 00 01			PROGR 002

Lo sviluppo dell'asta relitta del Canale della Castagna, dalla disconnessione idraulica con il Canale Collettore di bonifica fino alla foce a mare è di circa 2000 (m); lungo il suo sviluppo incontra l'autostrada A14 all'altezza del km 494+400, attraversata con un tombino scatolare di grande dimensione, la S.S. 16 "Adriatica" all'altezza del km 611+500 attraversata con un piccolo tombino scatolare e la linea ferroviaria "Bologna-Otranto" sempre con un piccolo tombino scatolare; dall'uscita dello scatolare della linea ferroviaria fino alla foce si attraversa l'area boscata del complesso dunale con una incisione valliva persa e poco definita, del tutto interrta ed occupata dalla vegetazione d'alto fusto.

Lo sviluppo dell'asta relitta del Canale della Castagna avviene completamente in zona pianeggiante e diradante verso il mare, costituita per la maggior parte da campi agricoli ed in minima parte da boscaglia e zona dunale.

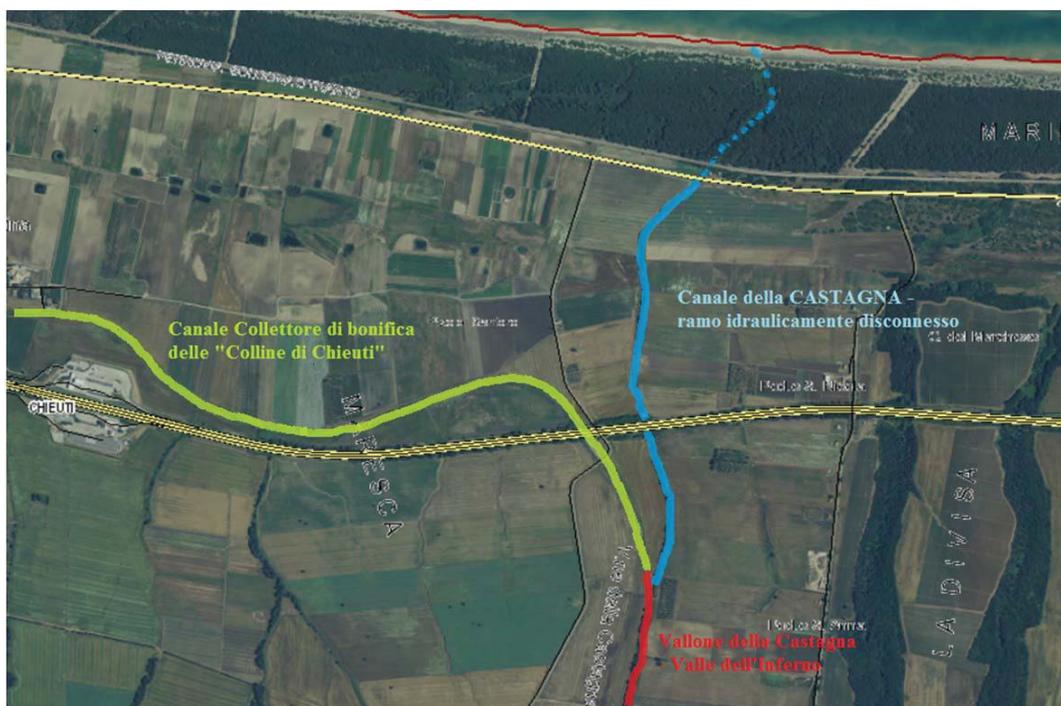


Figura 13 - Stralcio Ortofoto: Confluenza Canale della Castagna con Canale Collettore delle "Colline di Chieuti"

Attualmente il comportamento idraulico del ramo terminale del Canale della Castagna, a valle della sconnessione idraulica dal Canale Collettore di bonifica, è reso completamente inefficiente a causa del totale interrimento del tratto a valle del tombino scatolare di

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	41

attraversamento della linea ferroviaria FF.SS. sino alla foce a mare; il piano di scorrimento dovrebbe trovarsi circa a 1,40 (m) al di sotto dell'attuale piano campagna.

Questa situazione comporta l'impossibilità del recapito a mare delle acque trasportate dal Canale della Castagna e raccolte dal suo bacino sotteso, risultando i rilevati della linea R.F.I. e della S.S.16 degli sbarramenti al corso d'acqua.

Nonostante la sconnessione idraulica del tratto di monte, l'attuale portata residua del Canale della Castagna corrispondente alla piena con TR=200 anni è pari a $Q_{200} = 7,90$ (m³/s).

Interventi di progetto

Gli interventi previsti nel progetto esecutivo sono tesi prioritariamente a mitigare il rischio idraulico del tratto terminale del Canale della Castagna, dalla disconnessione idraulica sino alla foce, per mezzo della sistemazione dell'alveo con opere flessibili (materasso tipo Reno) e della regolarizzazione e rivestimento delle sponde in terra (multistrato antierosivo antiradice, impermeabile e rinverdibile) oltre alla pulitura e ripristino idraulico delle opere d'arte presenti ad esso connesse.

Si riconoscono 2 principali tratti di intervento lungo l'asta valliva del Castagna oltre alla realizzazione dello scolmatore laterale (derivazione di 5,10 mc/s di portata dal Canale Collettore di bonifica all'asta relitta del Canale della Castagna, in aggiunta alla portata naturale del tratto idraulicamente disconnesso ed oggetto di sistemazione) ed alla sistemazione di un piccolo tratto della sponda sinistro Canale di bonifica:

- TRATTO 1: dalla disconnessione idraulica con il Canale Collettore di bonifica fino al tombino della linea R.F.I. della lunghezza di circa 1.550,00 m;
- TRATTO 2: dal tombino R.F.I. fino alla foce, della lunghezza di circa 320,00 m;
- si effettueranno inoltre interventi migliorativi in corrispondenza della disconnessione idraulica tra il Canale della Castagna ed il Canale Collettore di bonifica, in accoglimento delle indicazioni fornite in sede di conferenza di servizi dal Consorzio per la Bonifica della Capitanata di Foggia;

Portata derivata dal Canale collettore di Bonifica all'asta terminale del canale della Castagna

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	42

La portata di progetto per il Canale della Castagna è stata ottenuta massimizzando la portata del tombino esistente di attraversamento del rilevato ferroviario R.F.I.; fermo restando la sua geometria si è intervenuti sul coefficiente di scabrezza della superficie interna ($n_{ANTE}=0,0125$ ($s/m^{1/3}$) ad $n_{POST}=0,0100$ ($s/m^{1/3}$)).

Questa soluzione, tenuto conto del franco di sicurezza di 75 cm per l'attraversamento secondo le NdA dell'AdB Saccione, consente di ottenere una $Q_{200,POST, Tombino FF.SS} = 13,00$ (m^3/s) da cui, nota la portata di progetto del canale della Castagna in relazione al bacino idrografico, si è determinata la portata scolmabile dal Canale Collettore di Bonifica.

Infatti la portata di progetto del Canale della Castagna è $Q_{200,POST,BACINO CASTAGNA} = 7,90$ (m^3/s) da cui si ha che $Q_{SCOLMATORE} = Q_{200,POST, Tombino FF.SS} - Q_{200,POST,BACINO CASTAGNA} = 5,10$ (m^3/s).

	TR 200 ANNI
	Q_{max} [mc/s]
Canale della Castagna	13.00
Scolmatore (Portata derivata)	5.10

Tabella 15 – Portate di progetto studio Consorzio per la bonifica della Capitanata

6.2.5. Portate di Progetto

Le portate al colmo determinate con le procedure di cui ai paragrafi precedenti sono riepilogate nella seguente tabella.

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	43

Sezione di chiusura n.	Bacino	Superficie [kmq]	Met. Cinematico (TC _{MIN})		Met. Cinematico (TC _{MED})		PAI		AdB	
			TR 200 ANNI	TR 300 ANNI	TR 200 ANNI	TR 300 ANNI	TR 200 ANNI	TR 300 ANNI	TR 200 ANNI	TR 300 ANNI
			Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]
1	pk_0+607	3.06	49.78	54.20	37.71	41.06	38.03	42.63	18.50	21.20
2	pk_2+173	0.97	19.22	20.45	19.22	20.45	16.63	18.64	4.70	5.20
3	pk_2+790	12.11	87.42	95.19	60.99	66.41	102.40	114.78	4.40	4.80
4	pk_3+425	3.35	47.98	52.25	17.58	19.14	40.60	45.50	43.00	48.10
5	pk_7+150	3.67	35.23	38.36	25.06	27.28	43.35	48.59	42.50	47.60
6	pk_7+865	0.07	5.49	5.81	5.49	5.81	2.58	2.89	-	-
7	pk_8+675	8.30	54.53	59.37	38.19	41.59	78.02	87.45	43.60	49.90
8	pk_9+900	15.54	72.01	78.41	53.82	58.60	122.54	137.36	71.00	80.50
9	pk_10+714	0.13	7.26	7.69	7.26	7.69	3.91	4.39	8.40	10.00
10	pk_12+197	1.00	12.72	13.85	6.18	6.72	13.00	14.42	-	-
11	pk_15+500	5.90	49.17	52.00	17.15	18.06	46.66	51.76	59.70	68.80
12	pk_15+650	23.77	82.85	87.30	66.51	70.02	127.26	141.16	54.10	61.90
12-bis	pk_15+725*	3.36	23.46	24.79	21.82	23.05	31.11	34.51	10.60	11.60
13	pk_16+500	20.41	72.12	76.00	59.63	62.78	114.03	126.49	49.60	56.80
14	pk_16+695	0.96	20.79	21.99	12.55	13.28	12.62	14.00	8.60	9.90
15	pk_17+500	2.71	29.67	31.39	24.83	26.27	26.65	29.56	41.70	47.70
16	pk_18+075	3.40	23.47	24.80	22.31	23.57	31.38	34.80	12.10	13.90
17	pk_18+620	12.74	53.68	56.61	46.82	49.35	81.22	90.09	26.80	30.60
18	pk_18+836	0.07	5.38	5.69	5.38	5.69	1.92	2.13	-	-
19	pk_19+305	0.05	4.57	4.83	4.57	4.83	1.50	1.67	-	-
20	pk_19+592	0.02	2.93	3.09	2.93	3.09	0.78	0.86	-	-
21	pk_20+250	8.70	42.14	44.47	37.93	40.01	61.72	68.46	7.50	8.60
22	pk_20+250	0.20	6.29	6.66	4.30	4.55	4.08	4.53	-	-
23	pk_20+594	0.67	18.94	20.04	16.67	17.63	9.74	10.81	3.60	4.00
24	pk_21+143	1.57	19.28	20.40	18.37	19.44	17.99	19.95	3.40	3.70
25	pk_21+580	1.06	17.53	18.55	13.79	14.60	13.56	15.04	1.20	1.30
26	pk_21+960	6.16	34.05	35.95	31.41	33.15	48.13	53.39	8.30	9.20
27	pk_22+361	0.17	7.24	7.66	3.31	3.50	3.63	4.03	-	-
28	pk_22+775	1.62	28.08	29.71	19.64	20.78	18.40	20.41	3.70	4.30
29	pk_22+975	1.49	28.64	30.30	7.91	8.35	17.32	19.22	-	-
30	pk_24+330	0.02	2.93	3.09	2.93	3.09	0.78	0.86	-	-
31	pk_24+910	1.43	22.63	23.95	15.42	16.31	16.82	18.66	23.10	25.60

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	44

Sezione di chiusura n.	Bacino	S _{superficie} [kmq]	Met. Cinematico (T _{C_{MIN}})		Met. Cinematico (T _{C_{MED}})		PAI		AdB	
			TR 200 ANNI	TR 300 ANNI	TR 200 ANNI	TR 300 ANNI	TR 200 ANNI	TR 300 ANNI	TR 200 ANNI	TR 300 ANNI
			Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]
32 (Viabilità NV18)	pk_0+180 (NV18)	10.27	46.05	48.58	38.75	40.84	69.55	77.15	-	-

* Interferenza che nasce a seguito dello spostamento del tratto del corso d'acqua tra la pk 15+550 e 16+500

Tabella 16 - Confronto portate al colmo

Il metodo cinematico con T_{C_{MIN}} fornisce dei valori di portata in molti casi simili a quelli ottenuti dalle curve di inviluppo del PAI. Differenze maggiori si riscontrano, invece, con i valori forniti dall'Autorità di Bacino, quest'ultimi quasi sempre inferiori a quelli determinati con le due metodologie.

Si evidenzia, inoltre, come lo stesso metodo cinematico, fatta eccezione per quei bacini di superficie S > (8-10) kmq, conduca a valori di portata superiori a quelli determinati con le altre due metodologie.

Sulla base di quanto osservato, e in funzione dei risultati ottenuti, si è deciso di utilizzare quali valori di progetto per le verifiche idrauliche delle opere le portate determinate con il Metodo Cinematico (T_{C_{MIN}}) (Tabella 17); per i bacini dove le portate fornite dall'AdB risultano superiori a quelle calcolate (bacini 7+150,10+700,15+500,17+500 e 24+920), nelle verifiche idrauliche saranno utilizzati entrambi i valori.

Si evidenzia che per il bacino Pk 20+250 (sez. di chiusura n. 22), al valore di portata determinato con il metodo cinematico, è stato sommato l'aliquota di portata (5.10 mc/s) che sarà derivata, una volta realizzato l'intervento progettuale previsto nel progetto definitivo "Interventi di mitigazione del rischio idraulico sul Canale della Castagna" descritto nel paragrafo precedente, dal "Canale Collettore di bonifica delle Colline di Chieuti" all'asta finale del "Canale della Castagna".

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	45

Sezione di chiusura n.	Bacino	Superficie [kmq]	Metodo Cinematico (Tc_{MIN})	
			TR 200 ANNI	TR 300 ANNI
			Q [mc/s]	Q [mc/s]
1	pk_0+607	3.06	49.78	54.20
2	pk_2+173	0.97	19.22	20.45
3	pk_2+790	12.11	87.42	95.19
4	pk_3+425	3.35	47.98	52.25
5	pk_7+150	3.67	35.23	38.36
6	pk_7+865	0.07	5.49	5.81
7	pk_8+675	8.30	54.53	59.37
8	pk_9+900	15.54	72.01	78.41
9	pk_10+714	0.13	7.26	7.69
10	pk_12+197	1.00	12.72	13.85
11	pk_15+500	5.90	49.17	52.00
12	pk_15+650	23.77	82.85	87.30
12-bis	pk_15+725*	3.36	23.46	24.79
13	pk_16+500	20.41	72.12	76.00
14	pk_16+695	0.96	20.79	21.99
15	pk_17+500	2.71	29.67	31.39
16	pk_18+075	3.40	23.47	24.80
17	pk_18+620	12.74	53.68	56.61
18	pk_18+836	0.07	5.38	5.69
19	pk_19+305	0.05	4.57	4.83
20	pk_19+592	0.02	2.93	3.09
21	pk_20+250	8.70	42.14	44.47
22	pk_20+250	0.20	6.29	6.66
23	pk_20+594	0.67	18.94	20.04
24	pk_21+143	1.57	19.28	20.40
25	pk_21+580	1.06	17.53	18.55
26	pk_21+960	6.16	34.05	35.95
27	pk_22+361	0.17	7.24	7.66
28	pk_22+775	1.62	28.08	29.71
29	pk_22+975	1.49	28.64	30.30
30	pk_24+330	0.02	2.93	3.09
31	pk_24+910	1.43	22.63	23.95
32 (Viabilità NV18)	pk_0+180 (NV18)	10.27	46.05	48.58

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	46

Sezione di chiusura n.	Bacino	Superficie [kmq]	Metodo Cinematico (T_{cMIN})	
			TR 200 ANNI	TR 300 ANNI
			Q [mc/s]	Q [mc/s]

* Interferenza che nasce a seguito dello spostamento del tratto del corso d'acqua tra la pk 15+550 e 16+500

** E' stata sommata l'aliquota di portata di 5.10 mc/s che sarà derivata dal "Canale collettore di bonifica delle Colline di Chieuti"

Tabella 17 – Portate di progetto

7. GESTIONE IDROLOGICA DELLE FASI TRANSITORIE

7.1. Premessa

Il presente documento è l'aggiornamento dello studio idrologico riportato nel documento "LI0B02EZZRIID0001002B_Relazione Idrologica corsi d'acqua maggiori e minori", di seguito nominato, per brevità, "LI0B02EZZRIID0001002C".

Da un'analisi del documento su citato, si è evinto che lo studio idrologico presentava alcune debolezze e alcune parti poco chiare. Per quanto riguarda le curve di possibilità pluviometrica (di seguito indicate con la sigla CPP), della stazione pluviometrica di Termoli, per come già sottolineato in pag. 22 e pag. 23, sono state utilizzate le curve dedotte dallo studio effettuato dalla Regione Molise, in quanto più cautelative. Inoltre, si è scelto, ai fini cautelativi, per tutti i calcoli successivi di fare riferimento ai soli parametri delle CPP della stazione di Termoli desunte dalla trattazione della Regione Molise.

Per la costruzione delle CPP per eventi con durata inferiore all'ora, si fa riferimento alla procedura descritta al paragrafo 5.3 pag. 24.

Si ribadisce che, ai fini cautelativi, per tutti i calcoli idraulici si considerano i parametri della sola stazione di Termoli desunti dallo studio condotto dalla Regione Molise.

La presente relazione descrive lo studio idrologico eseguito al fine di determinare le portate di progetto per la verifica idraulica delle opere provvisorie da realizzare per la durata dei lavori di realizzazione del nuovo tracciato ferroviario.

Nel dettaglio l'analisi effettuata è stata sviluppata nelle seguenti fasi:

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione Idrologica	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RI	OPERA 7 DISCIPLINA ID 00 01			PROGR 002

- Analisi delle singole interferenze;
- Verifica della perimetrazione dei bacini idrografici e tracciamento ex novo dei bacini sottesi dalle interferenze con identificativo IN08, IN23 e IN24, con lo studio delle loro caratteristiche geomorfologiche;
- Valutazione delle caratteristiche dei bacini e calcolo dei tempi di corrivazione mediante l'utilizzo di diverse equazioni disponibili in letteratura;
- Calcolo delle CPP per diversi tempi di ritorno per eventi con durata superiori all'ora e CPP per eventi con durata inferiore all'ora;
- Valutazione delle portate liquide dei bacini idrografici nella sezione di chiusura, mediante applicazione del metodo razionale;

7.2. ANALISI IDROLOGICA

7.2.1. Definizione delle curve di possibilità pluviometrica con durata oraria

Per l'analisi idrologica sono stati utilizzati i valori dei parametri a ed n delle CPP desunti dallo "STUDIO DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO NELLA REGIONE MOLISE" condotto dalla Regione Molise attraverso il modello TCEV che lega i parametri a , n ed m tramite la seguente relazione:

$$h = a t^n T^m$$

di seguito si riportano i valori per i vari tempi di ritorno. Nella figura 1 sono riportate le CPP.

a_T	n_T	T (anni)	Durata t (ore)	1	3	6	12	24
46,986	0,281	25	$h_{t,T}$	46,986	63,979	77,737	94,454	114,765
54,348	0,281	50	$h_{t,T}$	54,348	74,004	89,917	109,253	132,746
62,863	0,281	100	$h_{t,T}$	62,863	85,599	104,005	126,370	153,545
72,713	0,281	200	$h_{t,T}$	72,713	99,011	120,302	146,171	177,603
88,142	0,281	500	$h_{t,T}$	88,142	120,020	145,829	177,187	215,289
38,761	0,281	10	$h_{t,T}$	38,761	52,780	64,130	77,920	94,675
33,511	0,281	5	$h_{t,T}$	33,511	45,630	55,442	67,365	81,850

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	48

Tabella 18 Parametri CPP Stazione di Termoli - Regione Molise

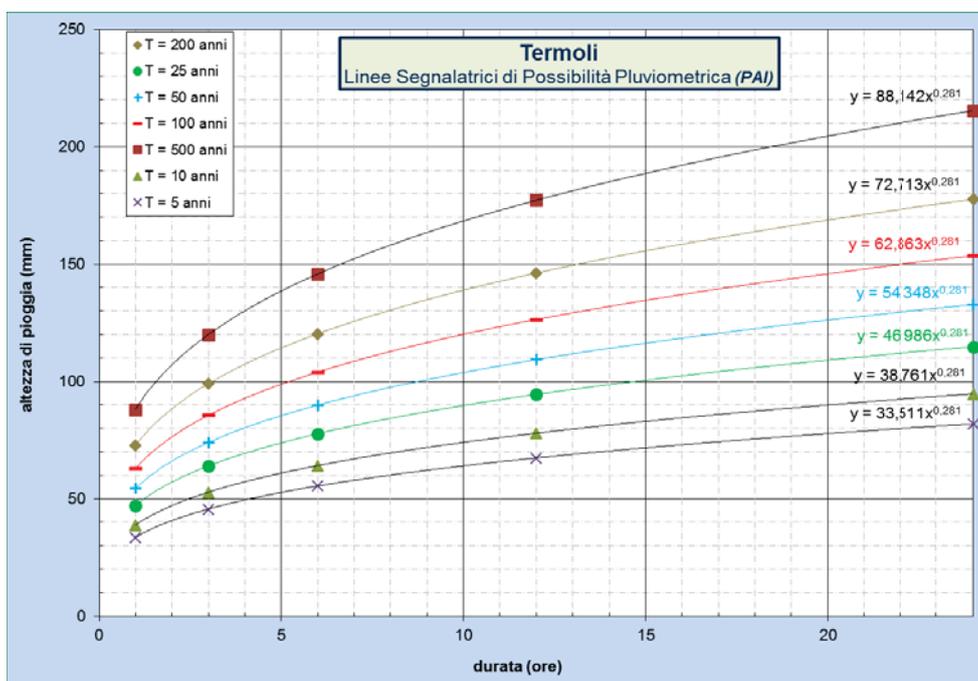


Figura 144 - CPP stazione di Termoli desunte dalla trattazione della Regione Molise

7.3. Definizione curve di possibilità pluviometrica per eventi con durata inferiore all'ora

Per la costruzione delle CPP per eventi con durata inferiore all'ora, si fa riferimento alla procedura descritta al paragrafo 5.3 pag. 24 del documento "LI0B02EZZRIID0001002B". Nella tabella 2 sono riportati i valori per i vari tempi di ritorno, e nella figura 2 le rispettive CPP.

a _T	n _T	T (anni)	Durata t (minuti)	5	10	15	30	45
18,549	0,227	25	h t,T	26,730	31,284	34,301	40,145	44,016
21,456	0,227	50	h t,T	30,918	36,186	39,675	46,435	50,912
24,817	0,227	100	h t,T	35,762	41,856	45,891	53,711	58,889
28,706	0,227	200	h t,T	41,365	48,414	53,082	62,127	68,116
34,797	0,227	500	h t,T	50,143	58,687	64,345	75,309	82,570
15,302	0,227	10	h t,T	22,051	25,808	28,296	33,118	36,311
13,229	0,227	5	h t,T	19,064	22,312	24,463	28,632	31,392

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	49

Tabella 19 Parametri CPP Stazione di Termoli - Regione Molise

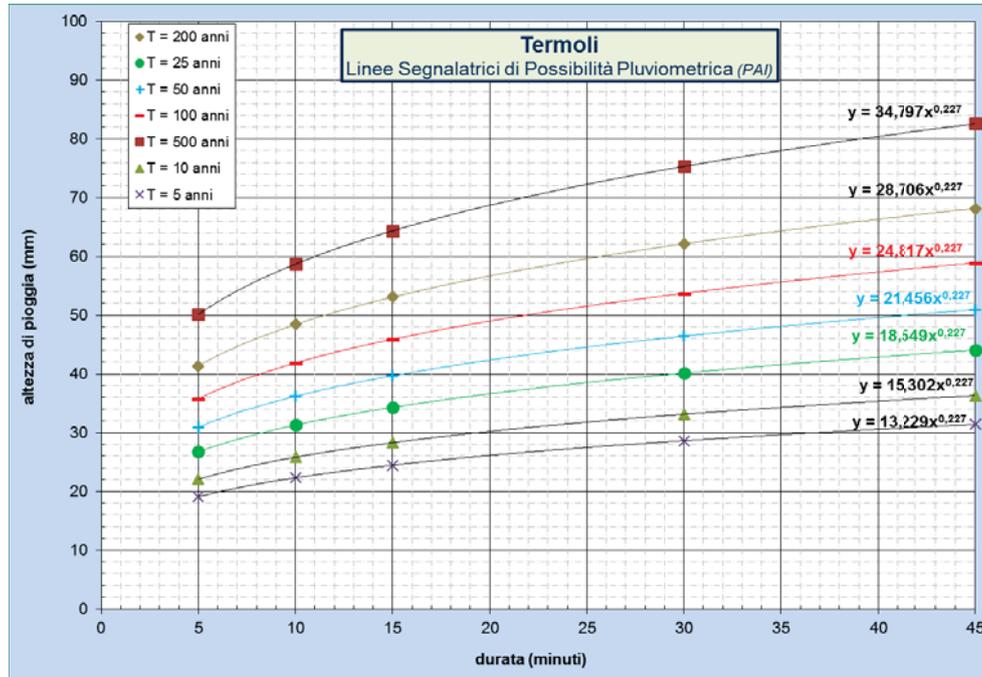


Figura 15 CPP stazione di Termoli per eventi con durata inferiore all'ora

7.4. STIMA DELLE PORTATE PER I CORSI D'ACQUA

7.4.1. Il metodo cinematico o razionale

Per il calcolo delle portate viene utilizzato il metodo cinematico.

La schematizzazione alla base del metodo si basa sulle seguenti tre ipotesi fondamentali:

4. la pioggia critica ha durata pari al tempo di corrivazione;
5. la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento;
6. il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica.

La portata di piena, fissato il tempo di ritorno, può essere espressa come:

$$Q = 278 \frac{\varphi \cdot S \cdot h}{\tau_c}$$

in cui:

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	50

- Q = portata di piena [m^3/sec];
- φ = coefficiente di deflusso;
- h = pioggia netta [m];
- S = area del bacino [km^2];
- τ_c = tempo di corrivazione [ore].

Il valore di h rappresenta l'altezza di pioggia che cade in un dato sito in un tempo uguale al tempo di corrivazione τ_c : infatti se la durata della precipitazione è inferiore al tempo τ_c solo una parte del bacino S contribuirà alla formazione della portata, che risulterà pertanto di minore entità. Viceversa, se la durata dell'evento è maggiore, l'intensità della pioggia sarà minore e quindi meno intenso il colmo di piena.

Nella trattazione che segue, vengono riportati i calcoli eseguiti considerando come durata critica il valore massimo ($T_{C_{max}}$) ed il valore medio ($T_{C_{med}}$) tra quelli di Giandotti, Ventura, Pasini e Viparelli. Per bacini di superficie minore a $10 km^2$ nel calcolo di $T_{C_{med}}$ non sono stati considerati i valori determinati con la formulazione di Giandotti.

7.4.2. Analisi dei bacini idrografici

Per lo studio delle caratteristiche plano altimetriche dei singoli bacini si è fatto riferimento ai seguenti dati:

- Rilievo celerimetrico in campo;
- DEM (*Digital Elevation Model*) di tutta la porzione di territorio alla risoluzione di 20 m, disponibile presso il sito SINANET.isprambiente.it;
- Rilievo Lidar 1x1 e 2x2 m effettuato dal Ministero dell'Ambiente.

Il rilievo Lidar è stato fondamentale per la ricostruzione dei bacini e soprattutto per le simulazioni idrauliche, in quanto il rilievo di dettaglio è limitato ad una fascia a cavallo della nuova tratta ferroviaria da realizzare.

Nella figura seguente è riportata una sovrapposizione del DTM e del Lidar,

Figura 16 – DTM dell'area di intervento

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORCIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione Idrologica	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RI	OPERA 7 DISCIPLINA ID 00 01			PROGR 002

Sono state verificate le perimetrazioni dei bacini idrografici con conseguente tracciamento ex novo dei bacini sottesi dalle interferenze con identificativo IN08, IN23 e IN24, con lo studio delle loro caratteristiche geomorfologiche ai fini del calcolo dei tempi di corrivazione. Di seguito è riportato uno stralcio cartografico in cui sono perimetrati i 3 bacini oggetto di integrazione.

Figura 17 – Perimetrazione dei bacini sottesi dalle interferenze IN08, IN23 e IN24

Nella tabella 3, sono riportati per ogni interferenza la progressiva a cui fare riferimento, la superficie del bacino sotteso ed i tempi di corrivazione medio e massimo.

Sezione di chiusura ID	Pk	Superficie bacino sotteso [km ²]	Tempi di corrivazione [h]	
			T _{cm_{ed}}	T _{cm_{ax}}
IN08	4+695	0.25	0.32	0.52
IN10	7+150	3.67	1.26	1.52
IN12	8+675	8.30	2.19	2.62
IN13	9+900	15.54	3.25	3.80
IN23	15+357	0,12	0,55	0,65
IN24	15+500	238.00	10.45	12.97
IN25	15+725	3.36	1.55	1.75
IN28	17+550	2.71	1.01	1.13
IN30	18+075	3.40	1.53	1.71
IN31	18+620	12.74	3.12	3.56
IN36	20+600	0.67	0.28	0.32
IN37	21+150	1.57	0.74	0.78
IN38	21+580	1.06	0.64	0.73
IN41	22+975	1.49	1.98	2.95
IN44	16+500	20.41	4.14	4.94

Tabella 20 Tempi di corrivazione

7.5. Calcolo delle portate

Nel presente paragrafo sono riportati i valori delle portate calcolati secondo il metodo cinematico.

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	52

La valutazione delle portate è stata eseguita utilizzando le altezze di pioggia corrispondenti ad un tempo di ritorno di 5 anni, per la verifica delle opere idrauliche provvisionali per come indicato da normativa.

È da precisare che per bacini con tempo di corrivazione superiore all'ora è stata utilizzata la corrispondente CPP con T_r di 5 anni descritta al paragrafo 2.1, mentre, per bacini con tempo di corrivazione inferiore all'ora è stata utilizzata la CPP con T_r di 5 anni descritta al paragrafo 2.2.

Nella trattazione che segue, vengono riportati i calcoli eseguiti considerando come durata critica sia il valore massimo (T_{Cmax}) ed il valore medio (T_{Cmed}) tra quelli di Giandotti, Ventura, Pasini e Viparelli. Per bacini di superficie minore a 10 km^2 nel calcolo di T_{Cmed} non sono stati considerati i valori determinati con la formulazione di Giandotti.

Nella tabella 4 sono riportati i valori delle altezze di pioggia e di portata al colmo ottenuti per T_{Cmed} .

Sezione di chiusura ID	Pk	Superficie bacino sotteso [km^2]	Durata Critica T_{Cmed} [h]	h_s [mm]	Q [m^3/s]
IN08	4+695	0.25	0.32	25.87	3.37
IN10	7+150	3.67	1.26	35.76	17.37
IN12	8+675	8.30	2.19	41.77	26.40
IN13	9+900	15.54	3.25	46.67	37.22
IN23	15+357	0,12	0,55	29.26	1.06
IN24	15+500	238.00	10.45	64.80	246.00
IN25	15+725	3.36	1.55	37.90	13.71
IN28	17+550	2.71	1.01	33.60	15.04
IN30	18+075	3.40	1.53	37.76	13.99
IN31	18+620	12.74	3.12	46.14	31.42
IN36	20+600	0.67	0.28	25.09	10.02
IN37	21+150	1.57	0.74	31.30	11.08
IN38	21+580	1.06	0.64	30.28	8.37
IN41	22+975	1.49	1.98	40.60	5.10
IN44	16+500	20.41	4.14	49.95	41.08

Tabella 21 Altezza di pioggia e portata con T_{Cmed}

Nella tabella 5 sono riportati i valori delle altezze di pioggia e di portata al colmo ottenuti per T_{Cmax} .

Sezione di chiusura ID	Pk	Superficie bacino sotteso [km^2]	Durata Critica T_{Cmax} [h]	h_s [mm]	Q [m^3/s]
IN08	4+695	0.25	0.52	28.89	2.32

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	53

Sezione di chiusura ID	Pk	Superficie bacino sotteso [km ²]	Durata Critica T_{cmax} [h]	h_s [mm]	Q [m ³ /s]
IN10	7+150	3.67	1.52	37.69	15.18
IN12	8+675	8.30	2.62	43.93	23.21
IN13	9+900	15.54	3.80	48.76	33.26
IN23	15+357	0,12	0,65	30.39	0.94
IN24	15+500	238.00	12.97	68.85	211
IN25	15+725	3.36	1.75	39.22	12.56
IN28	17+550	2.71	1.13	34.68	13.87
IN30	18+075	3.40	1.71	38.96	12.92
IN31	18+620	12.74	3.56	47.88	28.58
IN36	20+600	0.67	0.32	25.87	9.04
IN37	21+150	1.57	0.78	31.67	10.63
IN38	21+580	1.06	0.73	31.20	7.56
IN41	22+975	1.49	2.95	45.42	3.83
IN44	16+500	20.41	4.94	52.50	36.18

Tabella 22 Altezza di pioggia e portata con T_{cmax}

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	54

Allegato A Dati di pioggia Stazione di Termoli

ANNO	1 ORA		3 ORE		6 ORE		12 ORE		24 ORE	
	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data
1938	15.6	27-ott	18.2	27-ott	33.8	16-feb	56.4	16-feb	80.6	16-feb
1939	12.2	5-mag	22.4	5-mag	31.8	7-dic	44.2	7-dic	46.0	7-dic
1940	18.6	14-ago	23.2	14-ago	31.0	11-gen	41.2	13-ago	46.6	13-ago
1941	7.8	27-ott	17.8	27-ott	29.8	27-ott	36.0	27-ott	38.0	27-ott
1942	19.2	28-giu	23.6	28-giu	41.6	9-nov	53.4	9-nov	54.6	9-nov
1945	15.0	7-set	21.4	7-set	26.6	10-gen	48.8	10-gen	75.8	10-gen
1946	8.0	23-dic	13.2	6-dic	23.2	6-dic	32.0	6-dic	35.0	6-dic
1947	9.6	17-mag	15.2	5-mag	24.2	5-mag	36.2	5-mag	39.2	5-mag
1949	42.0	29-ott	51.6	29-ott	51.6	29-ott	53.4	29-ott	53.6	29-ott
1951	18.0	25-ago	46.0	25-ago	50.6	25-ago	55.8	21-mar	59.8	24-ago
1952	14.4	6-set	18.0	6-set	20.0	6-set	25.4	9-dic	28.6	9-dic
1953	24.4	22-mag	33.4	20-ott	41.2	20-ott	53.8	19-ott	60.6	19-ott
1954	39.0	8-ott	41.2	8-ott	51.6	12-dic	65.0	12-dic	76.8	16-apr
1955	37.8	15-ago	46.2	15-ago	50.2	15-ago	64.8	23-ott	66.0	23-ott
1956	27.8	6-apr	41.6	6-apr	45.2	6-apr	57.2	6-apr	63.0	6-apr
1957	21.0	21-mag	26.6	21-mag	28.6	21-mag	35.6	16-dic	47.5	16-dic
1959	22.2	16-mag	34.6	16-mag	35.6	16-mag	40.8	16-mag	55.0	13-giu
1960	20.2	18-dic	20.2	18-dic	24.8	13-nov	33.0	13-nov	42.6	7-feb
1961	25.2	3-ott	25.6	8-ott	35.0	3-ott	47.8	3-ott	62.8	3-ott
1962	21.0	8-nov	40.0	8-nov	60.0	8-nov	67.6	8-nov	68.0	8-nov
1964	21.2	24-ott	24.4	24-ott	31.2	24-ott	41.4	7-ott	60.5	17-giu
1965	12.0	15-nov	22.4	11-dic	30.6	11-dic	36.8	21-gen	39.8	21-gen
1966	14.0	19-set	18.4	4-nov	19.4	18-ott	25.4	27-mag	29.6	19-set
1967	42.0	29-lug	53.4	29-lug	55.0	29-lug	73.0	28-lug	73.6	28-lug
1967	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>
1968	14.4	24-dic	20.6	24-dic	23.2	24-ago	30.0	24-ago	34.0	19-dic
1969	42.6	2-ago	78.0	2-ago	79.2	2-ago	79.6	2-ago	88.6	1-dic
1970	42.8	19-set	43.6	19-set	69.8	19-set	78.6	19-set	110.0	18-set
1971	26.2	1-lug	40.0	13-nov	51.0	13-nov	51.2	13-nov	51.2	13-nov
1972	59.8	16-lug	83.0	16-lug	96.4	15-lug	102.4	15-lug	102.4	15-lug
1973	19.8	1-set	22.4	1-set	30.4	1-set	33.0	1-set	56.6	31-ago
1974	>>	>>	>>	>>	>>	>>	31.2	30-dic	38.6	20-feb
1975	70.8	27-ago	101.4	27-ago	105.2	27-ago	107.4	27-ago	108.0	27-ago
1976	34.2	28-lug	49.0	27-lug	82.4	24-lug	104.2	24-lug	108.0	24-lug
1977	33.8	3-set	43.0	3-set	51.0	3-set	52.8	3-set	58.0	2-set
1978	19.0	8-set	24.2	7-set	30.6	7-set	36.4	21-ott	46.8	7-set
1979	33.8	11-ago	35.2	11-ago	54.6	11-ago	54.6	11-ago	54.6	11-ago
1980	20.0	19-giu	41.8	19-giu	45.8	19-giu	46.0	19-giu	46.0	19-giu
1981	54.0	7-set	108.2	7-set	112.2	7-set	112.2	7-set	121.6	6-set
1982	20.0	9-ago	35.2	9-ago	36.0	8-ago	36.0	8-ago	37.0	8-ago
1983	16.0	19-ott	29.6	19-ott	37.6	19-ott	55.0	18-ott	77.4	18-ott
1984	28.6	29-ott	30.0	29-ott	41.0	28-ott	59.8	28-ott	62.4	28-ott
1985	18.6	16-apr	23.0	16-apr	31.4	15-apr	38.6	15-apr	48.8	15-apr
1986	23.2	21-lug	33.6	21-lug	40.4	21-lug	47.2	4-nov	65.4	3-nov

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	55

ANNO 69	1 ORA		3 ORE		6 ORE		12 ORE		24 ORE	
	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data
1987	33.0	31-lug	35.4	31-lug	35.4	31-lug	45.4	31-lug	54.2	31-lug
1988	25.2	1-giu	29.4	13-feb	38.0	13-feb	38.4	13-feb	48.2	26-feb
1989	35.8	3-lug	36.0	3-lug	37.0	3-lug	42.6	7-nov	61.2	7-nov
1990	25.0	30-nov	37.8	30-nov	50.4	30-nov	60.8	30-nov	66.0	30-nov
1991	21.6	28-mar	30.4	28-mar	42.0	28-mar	42.6	28-mar	42.6	28-mar
1992	>>	>>	>>	>>	28.2	18-apr	36.6	18-nov	42.2	17-apr
1993	15.4	3-giu	21.6	3-giu	25.4	11-set	28.4	3-giu	28.4	3-giu
1994	44.2	13-giu	47.6	13-giu	48.4	13-giu	52.0	13-giu	76.2	19-set
1995	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	64.4	3-gen
1996	16.8	5-set	34.8	3-set	43.2	1-dic	62.8	1-dic	67.2	30-nov
1997	27.8	13-nov	43.0	13-nov	59.8	12-nov	62.6	12-nov	78.2	12-nov
1998	18.2	29-ago	22.6	3-ott	27.4	3-ott	28.4	17-nov	39.6	22-nov
1999	18.4	30-ago	24.0	16-giu	26.9	16-giu	30.4	26-lug	33.0	25-lug
2000	28.4	9-ott	31.8	9-ott	34.4	7-apr	42.0	4-apr	56.0	9-ott
2001	11.8	10-set	19.0	5-set	22.4	5-set	29.2	5-set	30.6	14-apr
2002	18.2	12-mag	23.6	12-mag	27.2	12-mag	40.0	4-apr	56.2	4-apr
2003	47.6	10-set	83.0	10-set	88.6	10-set	98.8	10-set	106.6	10-set
2004	38.4	12-ott	52.8	12-ott	55.8	14-nov	76.0	13-nov	94.2	13-nov
2005	30.6	6-mag	37.2	6-mag	38.4	6-mag	42.4	6-mag	61.8	14-feb
2006	33.8	9-ago	39.6	4-giu	64.4	4-giu	67.0	3-giu	72.2	3-giu
2007	13.8	26-ott	19.8	26-ott	23.8	23-ott	34.8	16-nov	45.2	16-nov
2008	20.2	22-lug	20.2	22-lug	25.8	17-dic	32.6	3-dic	43.2	3-dic
2009	44.2	24-ott	44.6	24-ott	50.6	24-ott	66.6	24-ott	76.8	21-giu
2010	27.8	14-set	31.2	1-nov	36.2	10-set	50.2	10-set	63.4	10-set
2011	18.2	26-set	24.2	26-set	41.6	18-feb	54.6	18-feb	77.2	22-gen
2012	22.6	4-set	27.8	4-set	27.8	4-set	44.6	21-nov	73.2	20-nov

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	56

Allegato B Dati di pioggia Stazione di Lesina

ANNO	1 ORA		3 ORE		6 ORE		12 ORE		24 ORE	
	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data
69										
1938	15.6	27-ott	18.2	27-ott	33.8	16-feb	56.4	16-feb	80.6	16-feb
1939	12.2	5-mag	22.4	5-mag	31.8	7-dic	44.2	7-dic	46.0	7-dic
1940	18.6	14-ago	23.2	14-ago	31.0	11-gen	41.2	13-ago	46.6	13-ago
1941	7.8	27-ott	17.8	27-ott	29.8	27-ott	36.0	27-ott	38.0	27-ott
1942	19.2	28-giu	23.6	28-giu	41.6	9-nov	53.4	9-nov	54.6	9-nov
1945	15.0	7-set	21.4	7-set	26.6	10-gen	48.8	10-gen	75.8	10-gen
1946	8.0	23-dic	13.2	6-dic	23.2	6-dic	32.0	6-dic	35.0	6-dic
1947	9.6	17-mag	15.2	5-mag	24.2	5-mag	36.2	5-mag	39.2	5-mag
1949	42.0	29-ott	51.6	29-ott	51.6	29-ott	53.4	29-ott	53.6	29-ott
1951	18.0	25-ago	46.0	25-ago	50.6	25-ago	55.8	21-mar	59.8	24-ago
1952	14.4	6-set	18.0	6-set	20.0	6-set	25.4	9-dic	28.6	9-dic
1953	24.4	22-mag	33.4	20-ott	41.2	20-ott	53.8	19-ott	60.6	19-ott
1954	39.0	8-ott	41.2	8-ott	51.6	12-dic	65.0	12-dic	76.8	16-apr
1955	37.8	15-ago	46.2	15-ago	50.2	15-ago	64.8	23-ott	66.0	23-ott
1956	27.8	6-apr	41.6	6-apr	45.2	6-apr	57.2	6-apr	63.0	6-apr
1957	21.0	21-mag	26.6	21-mag	28.6	21-mag	35.6	16-dic	47.5	16-dic
1959	22.2	16-mag	34.6	16-mag	35.6	16-mag	40.8	16-mag	55.0	13-giu
1960	20.2	18-dic	20.2	18-dic	24.8	13-nov	33.0	13-nov	42.6	7-feb
1961	25.2	3-ott	25.6	8-ott	35.0	3-ott	47.8	3-ott	62.8	3-ott
1962	21.0	8-nov	40.0	8-nov	60.0	8-nov	67.6	8-nov	68.0	8-nov
1964	21.2	24-ott	24.4	24-ott	31.2	24-ott	41.4	7-ott	60.5	17-giu
1965	12.0	15-nov	22.4	11-dic	30.6	11-dic	36.8	21-gen	39.8	21-gen
1966	14.0	19-set	18.4	4-nov	19.4	18-ott	25.4	27-mag	29.6	19-set
1967	42.0	29-lug	53.4	29-lug	55.0	29-lug	73.0	28-lug	73.6	28-lug
1967	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>
1968	14.4	24-dic	20.6	24-dic	23.2	24-ago	30.0	24-ago	34.0	19-dic
1969	42.6	2-ago	78.0	2-ago	79.2	2-ago	79.6	2-ago	88.6	1-dic
1970	42.8	19-set	43.6	19-set	69.8	19-set	78.6	19-set	110.0	18-set
1971	26.2	1-lug	40.0	13-nov	51.0	13-nov	51.2	13-nov	51.2	13-nov
1972	59.8	16-lug	83.0	16-lug	96.4	15-lug	102.4	15-lug	102.4	15-lug
1973	19.8	1-set	22.4	1-set	30.4	1-set	33.0	1-set	56.6	31-ago
1974	>>	>>	>>	>>	>>	>>	31.2	30-dic	38.6	20-feb
1975	70.8	27-ago	101.4	27-ago	105.2	27-ago	107.4	27-ago	108.0	27-ago
1976	34.2	28-lug	49.0	27-lug	82.4	24-lug	104.2	24-lug	108.0	24-lug
1977	33.8	3-set	43.0	3-set	51.0	3-set	52.8	3-set	58.0	2-set
1978	19.0	8-set	24.2	7-set	30.6	7-set	36.4	21-ott	46.8	7-set
1979	33.8	11-ago	35.2	11-ago	54.6	11-ago	54.6	11-ago	54.6	11-ago
1980	20.0	19-giu	41.8	19-giu	45.8	19-giu	46.0	19-giu	46.0	19-giu
1981	54.0	7-set	108.2	7-set	112.2	7-set	112.2	7-set	121.6	6-set
1982	20.0	9-ago	35.2	9-ago	36.0	8-ago	36.0	8-ago	37.0	8-ago
1983	16.0	19-ott	29.6	19-ott	37.6	19-ott	55.0	18-ott	77.4	18-ott
1984	28.6	29-ott	30.0	29-ott	41.0	28-ott	59.8	28-ott	62.4	28-ott
1985	18.6	16-apr	23.0	16-apr	31.4	15-apr	38.6	15-apr	48.8	15-apr
1986	23.2	21-lug	33.6	21-lug	40.4	21-lug	47.2	4-nov	65.4	3-nov

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	002	C	57

ANNO 69	1 ORA		3 ORE		6 ORE		12 ORE		24 ORE	
	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data
1987	33.0	31-lug	35.4	31-lug	35.4	31-lug	45.4	31-lug	54.2	31-lug
1988	25.2	1-giu	29.4	13-feb	38.0	13-feb	38.4	13-feb	48.2	26-feb
1989	35.8	3-lug	36.0	3-lug	37.0	3-lug	42.6	7-nov	61.2	7-nov
1990	25.0	30-nov	37.8	30-nov	50.4	30-nov	60.8	30-nov	66.0	30-nov
1991	21.6	28-mar	30.4	28-mar	42.0	28-mar	42.6	28-mar	42.6	28-mar
1992	>>	>>	>>	>>	28.2	18-apr	36.6	18-nov	42.2	17-apr
1993	15.4	3-giu	21.6	3-giu	25.4	11-set	28.4	3-giu	28.4	3-giu
1994	44.2	13-giu	47.6	13-giu	48.4	13-giu	52.0	13-giu	76.2	19-set
1995	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	64.4	3-gen
1996	16.8	5-set	34.8	3-set	43.2	1-dic	62.8	1-dic	67.2	30-nov
1997	27.8	13-nov	43.0	13-nov	59.8	12-nov	62.6	12-nov	78.2	12-nov
1998	18.2	29-ago	22.6	3-ott	27.4	3-ott	28.4	17-nov	39.6	22-nov
1999	18.4	30-ago	24.0	16-giu	26.9	16-giu	30.4	26-lug	33.0	25-lug
2000	28.4	9-ott	31.8	9-ott	34.4	7-apr	42.0	4-apr	56.0	9-ott
2001	11.8	10-set	19.0	5-set	22.4	5-set	29.2	5-set	30.6	14-apr
2002	18.2	12-mag	23.6	12-mag	27.2	12-mag	40.0	4-apr	56.2	4-apr
2003	47.6	10-set	83.0	10-set	88.6	10-set	98.8	10-set	106.6	10-set
2004	38.4	12-ott	52.8	12-ott	55.8	14-nov	76.0	13-nov	94.2	13-nov
2005	30.6	6-mag	37.2	6-mag	38.4	6-mag	42.4	6-mag	61.8	14-feb
2006	33.8	9-ago	39.6	4-giu	64.4	4-giu	67.0	3-giu	72.2	3-giu
2007	13.8	26-ott	19.8	26-ott	23.8	23-ott	34.8	16-nov	45.2	16-nov
2008	20.2	22-lug	20.2	22-lug	25.8	17-dic	32.6	3-dic	43.2	3-dic
2009	44.2	24-ott	44.6	24-ott	50.6	24-ott	66.6	24-ott	76.8	21-giu
2010	27.8	14-set	31.2	1-nov	36.2	10-set	50.2	10-set	63.4	10-set
2011	18.2	26-set	24.2	26-set	41.6	18-feb	54.6	18-feb	77.2	22-gen
2012	22.6	4-set	27.8	4-set	27.8	4-set	44.6	21-nov	73.2	20-nov