

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
UO CORPO STRADALE GEOTECNICA

PROGETTO DEFINITIVO
ITINERARIO NAPOLI-BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO
I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO – FRASSO TEESINO E VARIANTE
ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI

FV00 – FERMATE E STAZIONI

RELAZIONE IDROLOGICA

SCALA:



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

I F 0 F 0 1 D 1 1 R I F V 0 0 0 1 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione esecutiva	A. Ingletti	06/2015	E. Elia	06/2015	F. Cerrone	06/2015		

File: IF0F01D11RIFV0001001A.doc

n. Elab. 0

ITALFERR
CORPO STRADALE GEOTECNICA
Dott. FRANCESCO S. CCHI
Via Provinciale di Roma
A2-72

914
BIS

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE				
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IF0F	LOTTO 01	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO FV 00 01 001

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	LIMITI TERRITORIALI – AREA DI PROGETTO	4
3.	Studio idrologico	13
3.1	<i>Premessa</i>	<i>13</i>
3.2	<i>Il modello probabilistico</i>	<i>15</i>
3.3	<i>Rette di probabilità pluviometrica</i>	<i>19</i>
4.	STIMA DELLE PORTATE DI PIENA	22
4.1	<i>Tempo di corrivazione</i>	<i>23</i>
4.2	<i>Coefficiente di deflusso</i>	<i>24</i>

1. PREMESSA

La presente relazione riassume i risultati delle indagini sviluppate, le metodologie applicate ed i risultati dello studio idrologico delle aree interessate dai parcheggi e dalle sistemazioni superficiali relative alle fermate del tracciato del 1° Lotto funzionale, che prevede la variante della linea storica Roma-Napoli, via Cassino, nel territorio di Maddaloni (nel seguito, per brevità, definito "Shunt di Maddaloni") ed il proseguo con la tratta Canello – Frasso Telesino.

L'area oggetto dello studio idrologico, ovvero quella sottesa dal raddoppio della linea ferroviaria, è ubicata nella Regione Campania, tra le province di Caserta e Benevento.

In particolare, si è fatto riferimento alle risultanze degli studi condotti dell'AdB regionale della Campania Centrale che si estende su una vasta area regionale, comprendente i territori delle ex AdB regionali Nord Occidentale della Campania e del Fiume Sarno, situata tra le province di Napoli, Avellino, Benevento, Caserta e Salerno nell'ambito del Piano di Assetto Idrogeologico, della U.O. 1.9 del CNR-GNDICI nell'ambito della "Valutazione delle piene in Campania" (VAPI - Rossi e Villani 1994).

Per quanto riguarda la tratta Canello – Frasso Telesino oltre alla documentazione emanata (indicata nella bibliografia) dall'**Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno**, come i *Piani Stralcio Difesa Alluvioni* (Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico – Rischio Idraulico) e *Difesa Aree in frana* (Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico - Rischio Frana), si è effettuato anche uno studio idrologico dedicato.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IF0F	LOTTO 01	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO FV 00 01 001	REV. A

2. LIMITI TERRITORIALI – AREA DI PROGETTO

Il Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno è l'unico di rilievo nazionale presente nel Mezzogiorno del nostro Paese.

L'unità fisiografica si colloca nell'Italia centro-meridionale ed è interessata dall'Appennino Abruzzese, Laziale e Campano, percorsa dai tre fiumi e dai loro numerosi affluenti, bagnata dal mar Tirreno, comprende principalmente 5 Regioni (Abruzzo, Lazio, Campania, Molise, Puglia), 11 Province (L'Aquila, Benevento, Caserta, Avellino, Salerno, Frosinone, Latina, Roma, Campobasso, Isernia, Foggia) e 450 Comuni, per una superficie di circa 11.484 Km². La delimitazione di tutti i bacini nazionali ed interregionali è stata fissata dal D.P.C.M. 22 dicembre 1977 e sulla base di questa perimetrazione sono state fino ad ora individuate le ripartizioni delle risorse finanziarie attribuite alla legge 183/89. Tale perimetrazione però, tiene conto esclusivamente degli spartiacque naturali, trascurando tutti gli altri aspetti indicati dalla legge sulla difesa del suolo; inoltre lo spartiacque naturale risulta di difficile identificazione nelle zone pianeggianti rendendo comunque approssimativa la delimitazione.

In relazione al D.P.R. 14/04/94 "atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale e interregionale" è stata definita la delimitazione del Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno, adottata dal Comitato Istituzionale con deliberazione n. 3 del 29 gennaio 1996, approvata con DPR 1/06/98 e pubblicata sulla G.U. n. 247 del 22 ottobre 1998.

Successivamente a tale normativa l'Autorità di Bacino, al fine di snellire e rendere celermente usufruibile il processo di pianificazione in quelle aree ricadenti in più bacini ha intrapreso un'attività di ripermimetrazione, d'intesa con gli Enti interessati, sulla base di valutazioni e specifiche a carattere tecnico-amministrativo e gestionale.

Nelle seguenti figure si evidenzia con riferimento al bacino idrografico dei Fiumi Liri Garigliano e Fiume Volturno:

- 1) Il territorio di competenza;



ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO

I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E
VARIANTE

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	FV 00 01 001	A	5 di 26

- 2) Il limite di bacino Liri Garigliano e Volturno – Reticolo idrografico principale e secondario;
- 3) il limite sottobacino idrografico;
- 4) Limite Comunale.

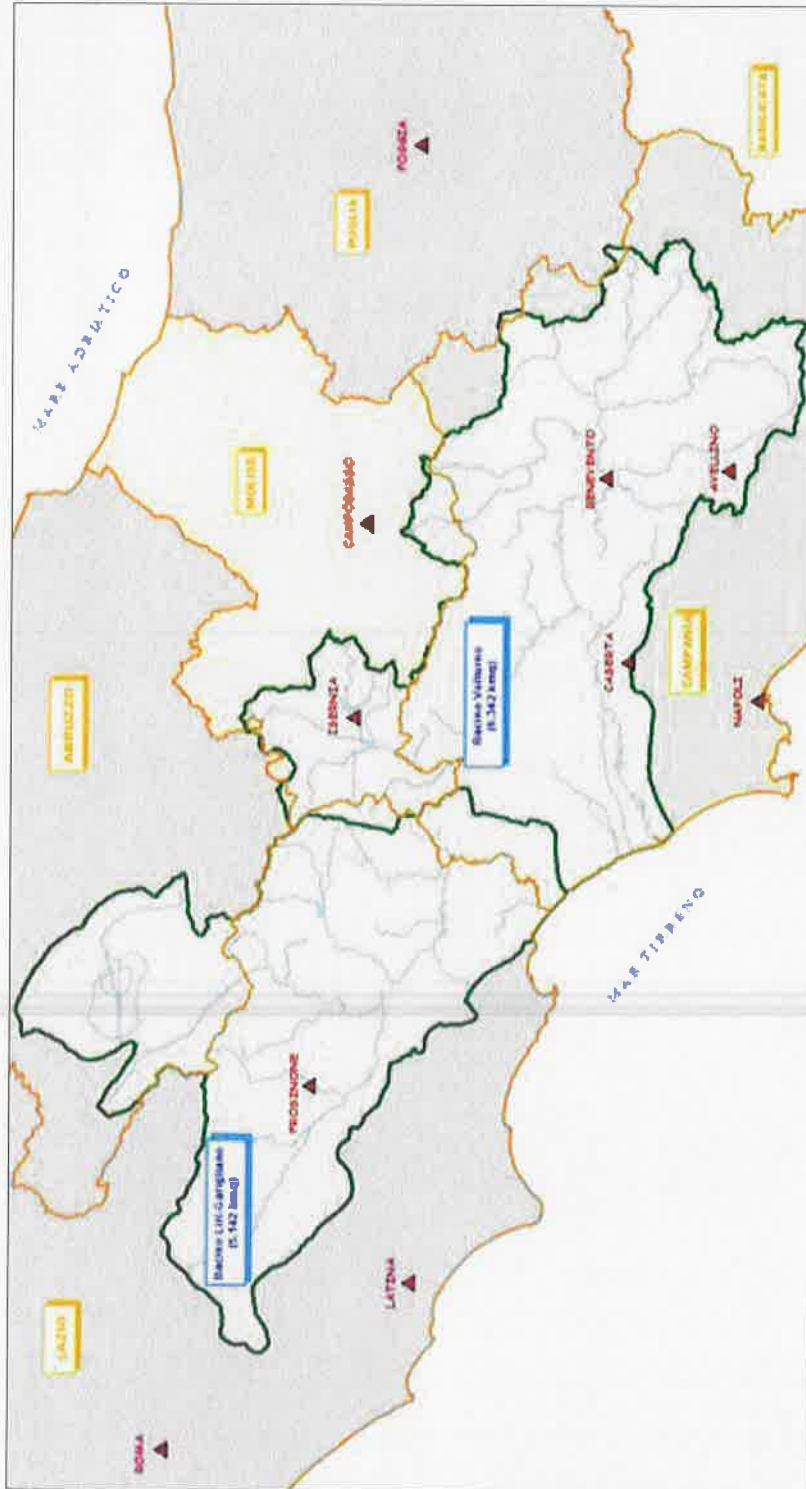


Figura 1 : Territorio di competenza AB Liri-Garigliano e Volturno

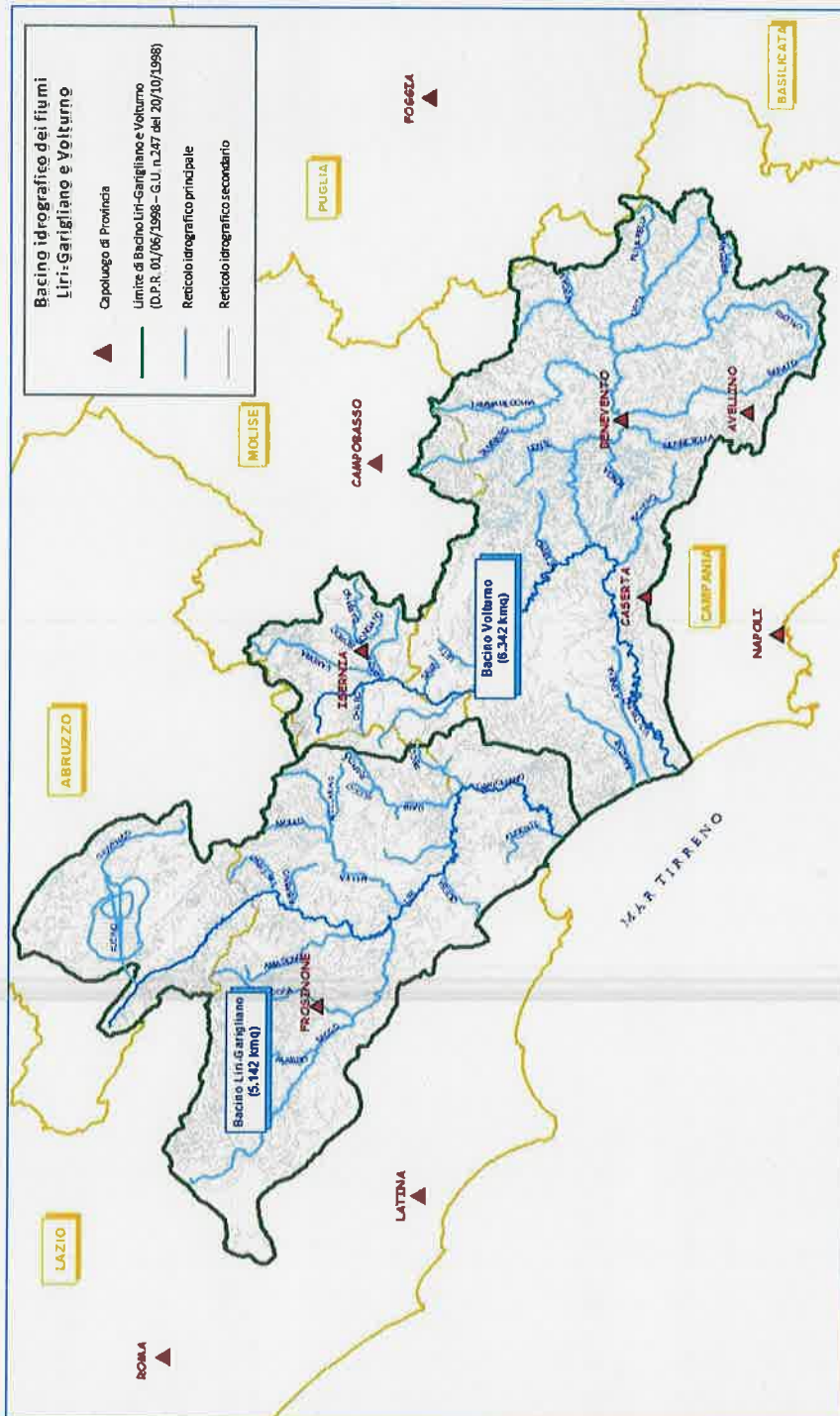


Figura 2 : Liri Garigliano e Volturno – Reticolo idrografico principale e secondario

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0F	01	D 11 RI	FV 00 01 001	A	8 di 26

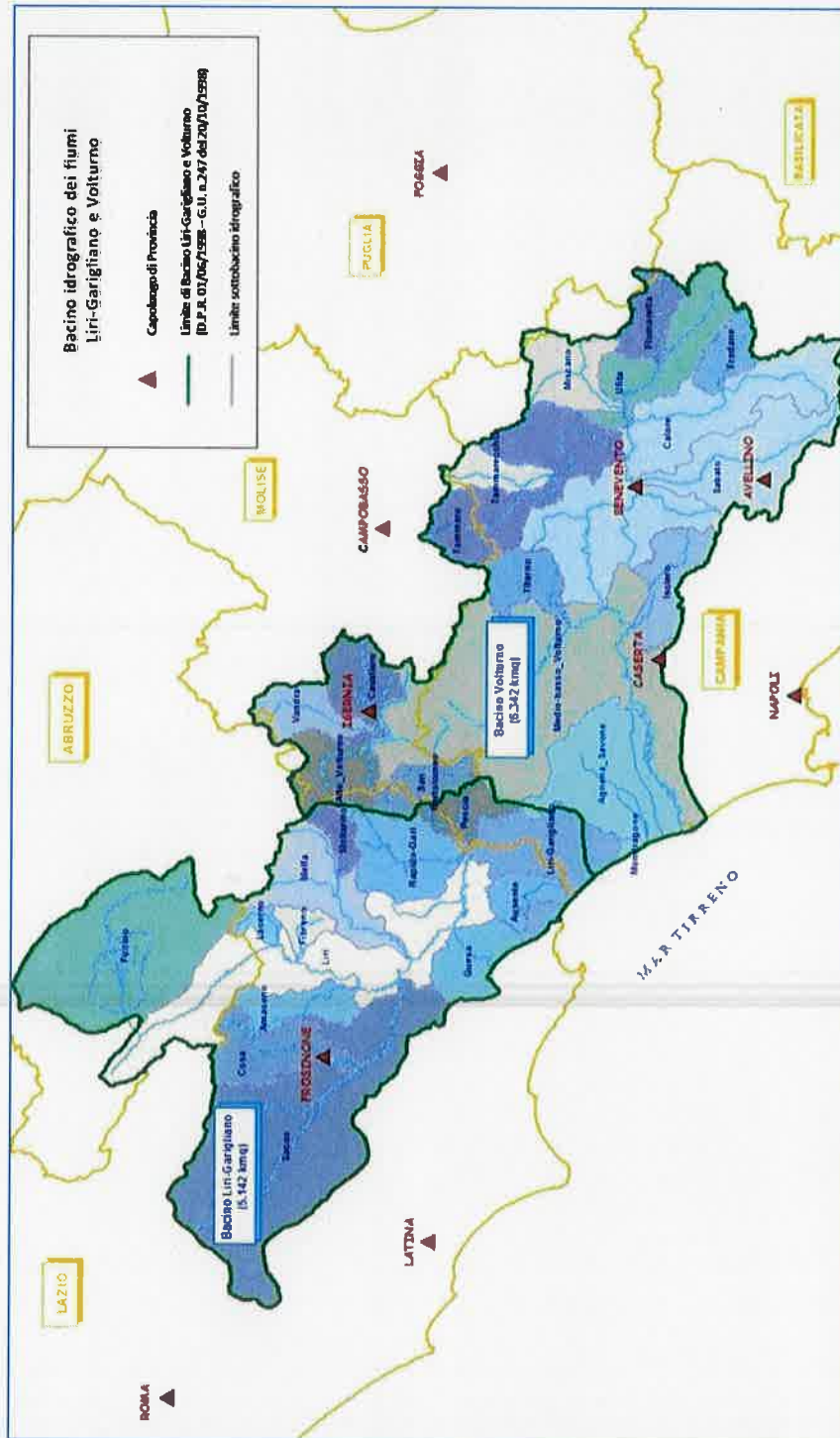


Figura 3 : Liri, Garigliano e Volturno- limite sottobacino idrografico

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	FV 00 01 001	A	9 di 26

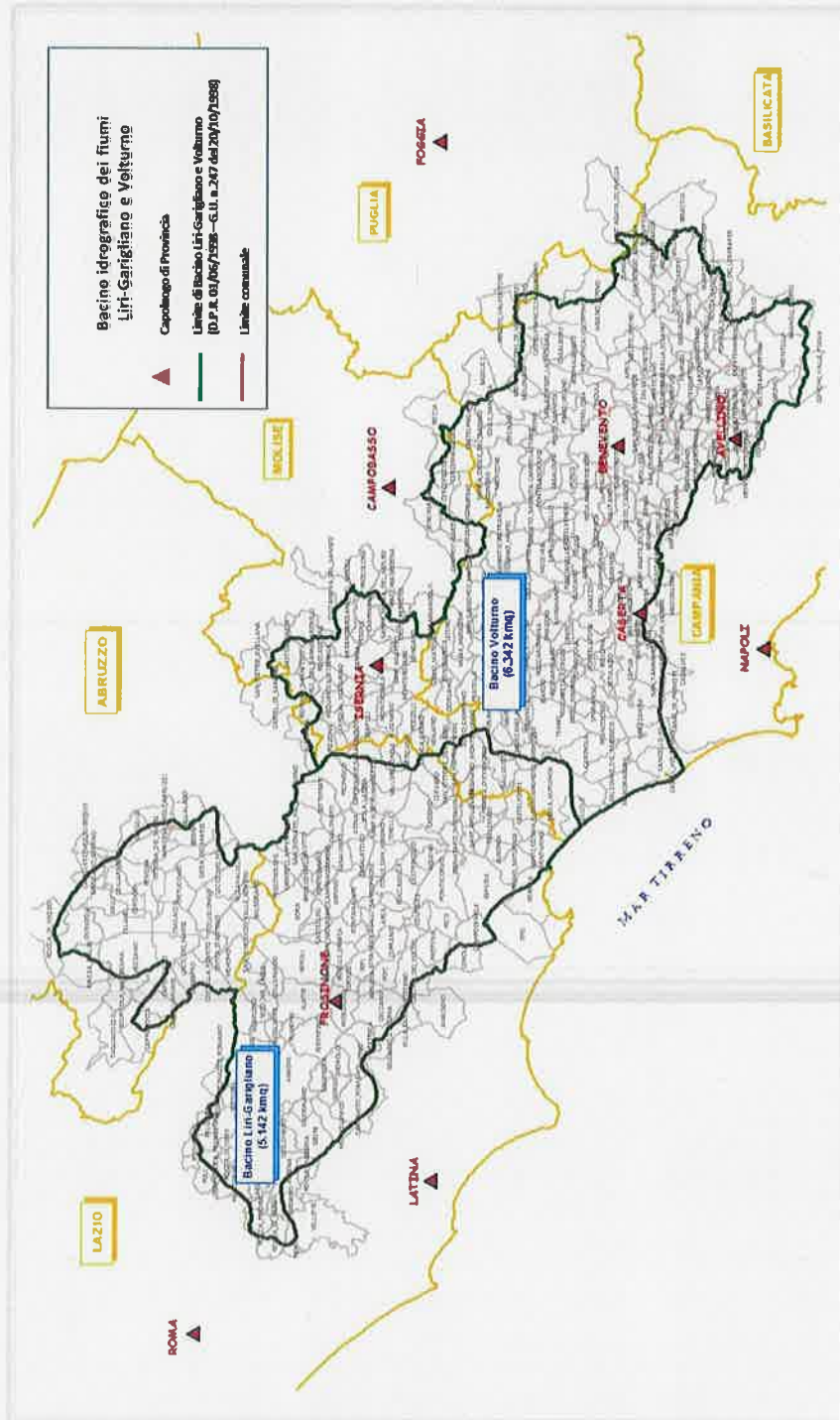


Figura 4 : Liri, Garigliano e Volturno-Limite comunale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	FV 00 01 001	A	10 di 26

Figura 5 : limite territoriale autorità bacino della Campania centrale che unifica quella della nord-occidentale e del Sarno



I comuni dell'AiB

COMUNE	PROV.	COMUNE	PROV.	COMUNE	PROV.
AGEROLA*	NA	FORIO D'ISCHIA	NA	IAVELLO*	SA
ACERRA	NA	FRATTAMAGGIORE	NA	RECALE	CE
AFRAGOLA	NA	FRATTAMINORE	NA	ROCCAPIEMONTE	SA
AIRDIA*	BN	FRIGLIANO	CE	ROCCARATHOLA	NA
AHACAPRI	NA	GIUGLIANO IN CAMPANIA	NA	ROTONDI*	AV
AIGRI	SA	GRAGNANO	NA	S. AGNELLO*	NA
ARIELHO	CE	GRICIGNANO DI AVERSA	CE	S. ABASTASIA	NA
ARPAIA	BN	GRUNO NEVANO	NA	S. ANTONIO	NA
ARZANO	NA	ISCHIA	NA	S. ANTONIO ABBATE	NA
AVELLA	AV	LACCO AMENO	NA	S. ARPINO	CE
AVERSA	CE	LAURO*	AV	S. CIPRIANO D'AVERSA	CE
BACOLI	NA	LETTERE	NA	S. EGIIDIO DEL MONTE ALMINO	SA
BAIANO	AV	LIVERNI	NA	S. EULICE A CANCELLO	CE
BARANO D'ISCHIA	NA	LUSCIANO	CE	S. GERARDO VESUVIARO	NA
BOSCOREALE	NA	MACERATA CAMPANIA	CE	S. GIORGIO A CREMARE	NA
BOSCO TRECASE	NA	MADDALONI	CE	S. GIUSEPPE VESUVIARO	NA
BRACIGLIANO	SA	MAIANO DI NAPOLI	NA	S. MARCELLINO	CE
BRUSCIANO	NA	MARCIANESE	CE	S. MARCO EVANGELISTA	CE
CAIVANO	NA	MARIGLIANELLA	NA	S. MARIA A VICO	CE
CAIVARICO	SA	MARIGLIANO	NA	S. MARIA CARLA VETERE	CE
CAIVIZZANO	NA	MARZANO DI NOLA	AV	S. MARIA LA CARTA'	NA
CAMPESANO	NA	MASSA DI SOMMA	NA	S. MARIA LA FOSSA*	CE
CANCELLO ED ARNONE	CE	MASSA LUBRESE*	NA	S. MARZANO SUL SARNO	SA
CAPODRISE	CE	MELITO DI NAPOLI	NA	S. NICOLA LA STRADA	CE
CAPRI	NA	MERCATO S. SEVERINO	SA	S. PAOLO BELL'ITO	NA
CARBOARA DI NOLA	NA	MERCOGLIANO*	AV	S. SEBASTIANO AL VESUVIO	NA
CARDITO	NA	META	NA	S. TAMMARO*	CE
CARTARANO	CE	MUTANO*	BN	S. VALENTINO TORIO	SA
CASAGDIVE	CE	RIIETE DI PROCIDA	NA	S. VITALIANO	NA
CASAL DI PRINCIPE	CE	RIIETE FORTI IMPRO*	AV	S. AGATA DE' GOTI*	BN
CASALNUOVO DI NAPOLI	NA	MONTEORO INFERIORE	AV	SARNO	SA
CASALUCE	CE	MONTEORO SUPERIORE	AV	SAVIANO	NA
CASABARCIANO	NA	MOSCHIANO	AV	SCAFATI	SA
CASARICCIOLA TERME	NA	MUGHANO DEL CARDINALE	AV	SCALA*	SA
CASABRINO	NA	MUGHANO DI NAPOLI	NA	SCISCIANO	NA
CASAPESERNA	CE	NAPOLI	NA	SERRARA FONTANA	NA
CASAPULLA	CE	NOCIERA INFERIORE	SA	SIANO	SA
CASAVATORE	NA	NOCIERA SUPERIORE	SA	STRIGNANO	AV
CASERTA	CE	NOLA	NA	SOLOFRA	AV
CASOLA DI NAPOLI	NA	ORTA DI ATELLA	CE	SOMMA VESUVIARA	NA
CASORIA	NA	OTTAVIANO	NA	SORRENTO*	NA
CASTEL S. GIORGIO	SA	PAGANI	SA	SPIROBE	AV
CASTELLAMARE DI STABIA	NA	PAGO DEL VAIO DI LAURO	AV	STRIANO	NA
CASTEL VOLTURNO	CE	PALMA CAMPANIA	NA	SUCCIVO	CE
CASTELLO DI CISTERNA	NA	PARRANO	BN	SUMMONTE*	AV
CAVA DE' TIRRENTI*	SA	PAOLISI*	BN	TALURANO	AV
CERCOLA	NA	PARTE	CE	TEZZIGNO	NA
CERVINO	CE	PIANO DI SORRENTO*	CE	TEVEROLA	CE
CESA	CE	PIEMONTE	NA	TORRE ANNUNZIATA	NA
CICCIANO	NA	POGGIOMARINO	NA	TORRE DEL GRECO	NA
CITRILLE	NA	PULLENA TROCCHIA	NA	TRECASE	NA
CRISPANO	NA	POMIGLIANO D'ARCO	NA	TRENTOLA-DUCEITA	CE
COZZANO	NA	POMPETI	NA	TUFINO	NA
CONTRADA*	AV	PORTICI	NA	VALLE DI MADDALONI*	CE
CORBARA	SA	PORTICO DI CASERTA	CE	VILLA DI BRIANO	CE
CURTI*	CE	POZZUOLI	NA	VILLA LITERNO	CE
DOMICELLA	AV	PROCIDA	NA	VILLARICCA	NA
DURAZZANO*	BN	QUADRELLE	AV	VISCIANO	NA
EROLANO	NA	QUALIANO	NA	VICO EQUERSE*	NA
FISCIANO*	SA	QUARTO	NA	VOLLA	NA
FORCHIA	BN	QUINDICI*	AV		
FORTINO	AV				

*Comuni ricadenti parzialmente nel territorio di competenza dell'AiB.

Figura 6 : Carta della pericolosità idraulica

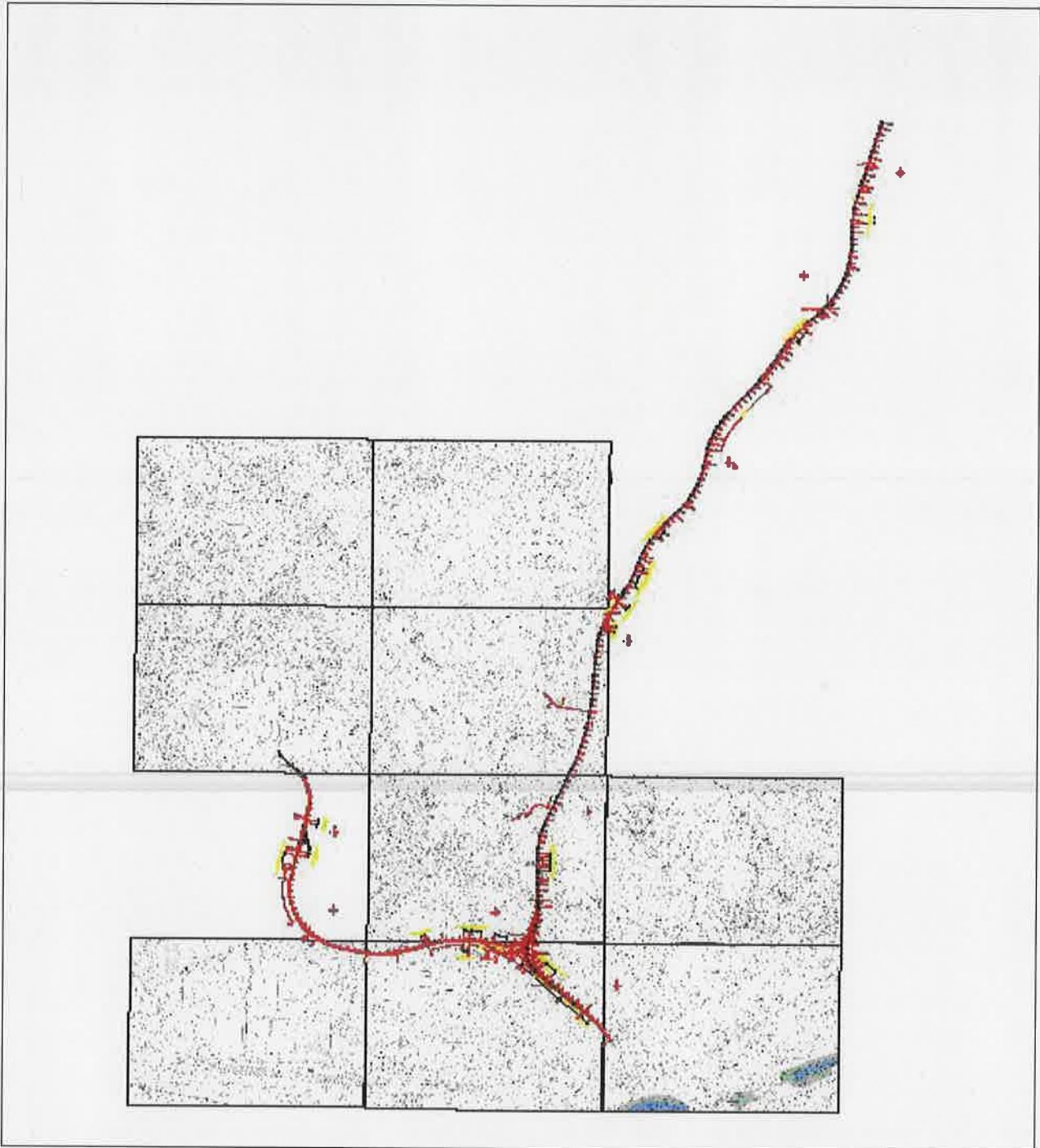
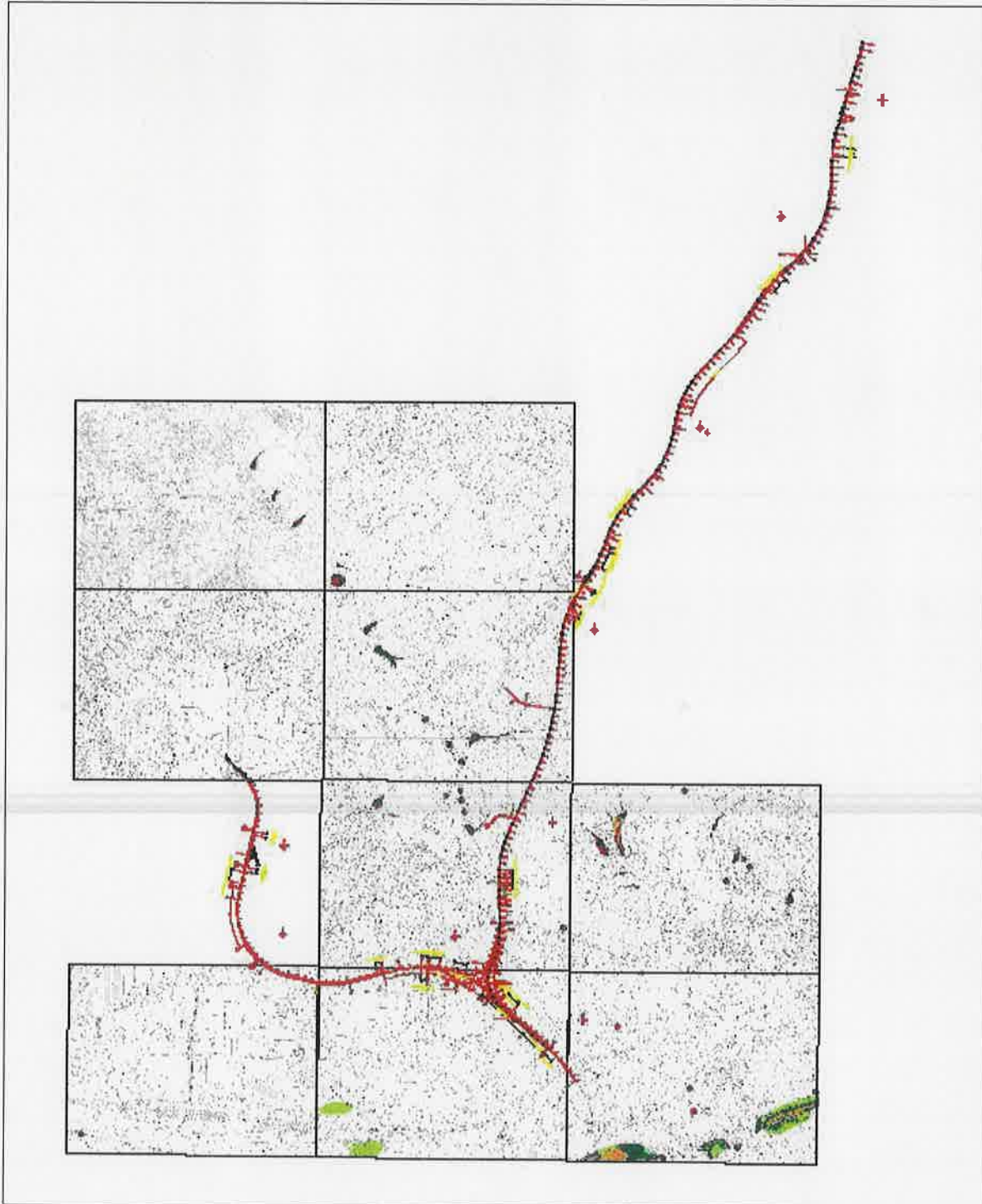


Figura 7 : Carta del rischio idraulico



	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IF0F	LOTTO 01	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO FV 00 01 001	REV. A

3. Studio idrologico

3.1 Premessa

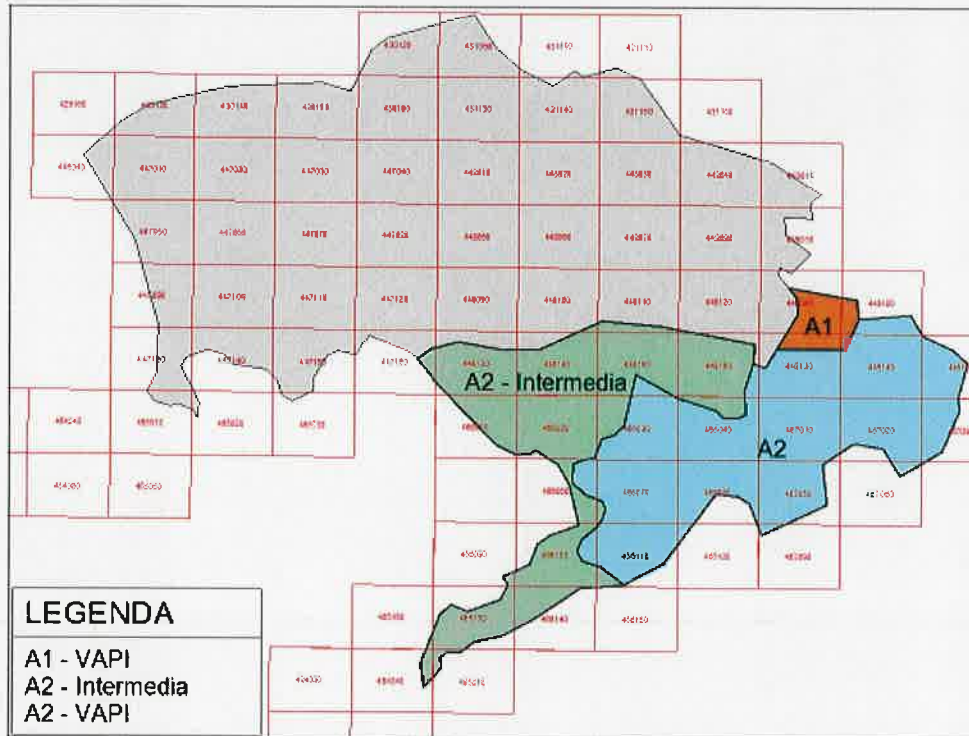
Il territorio di pertinenza dell'Autorità di Bacino della Campania Centrale nasce dall'accorpamento delle ex Autorità di Bacino Regionali Nord Campania e Sarno, costituite ai sensi della L.R. n. 8/1994.

Con riferimento al territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Nord della Campania si sono sostanzialmente confermate le modellazioni idrologiche definite in sede di redazione del PSAI 2002, opportunamente modificate con gli aggiornamenti del PSAI del 2010.

Per detto territorio è stata eseguita una nuova modellazione delle curve di probabilità pluviometriche partendo dalle risultanze del progetto VAPI Campania ed individuando tre aree omogenee definite come:

- 1) litoranea;
- 2) pedemontana;
- 3) entroterra.

Similmente, per il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino del fiume Sarno, si è ripresa la relazione idrologica dei PSAI 2002 che ha particolarizzato il progetto VAPI Campania individuando una nuova sottozona pluviometrica definita "2 intermedia".



Nelle pagine che seguono si descriverà la metodologia utilizzata per addivenire ad una legge di pioggia univoca sull'intero territorio dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale, valida quindi per il tratto ferroviario in progetto.

La metodologia utilizzata fa riferimento a quella proposta su scala nazionale dal progetto VAPI del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI). In particolare viene adottato un modello probabilistico a doppia componente (TCEV) che interpreta gli eventi massimi annuali come il risultato di una miscela di due popolazioni distinte di eventi (eventi massimi ordinari ed eventi massimi straordinari).

Le elaborazioni relative alla applicazione di tale modello fanno riferimento ad una procedura di regionalizzazione gerarchica in cui i parametri vengono valutati a scale regionali differenti, in funzione dell'ordine statistico.

3.2 Il modello probabilistico

La stima dei massimi istantanei di una variabile aleatoria (altezza di pioggia, intensità' di pioggia, portata di piena, etc.) corrispondenti ad assegnati valori del periodo di ritorno T può essere effettuata attraverso una metodologia di tipo probabilistico con diversi tipi di approcci.

Tra questi, vengono spesso utilizzati il modello di Gumbel e il modello *T.C.E.V.*

Il modello di Gumbel, molto diffuso in campo tecnico, quando applicato all'analisi dei massimi annuali delle altezze di pioggia o delle portate al colmo di piena tende a sottostimare i valori più elevati osservati nel passato (valori corrispondenti ai periodi di ritorno più elevati).

Il modello *T.C.E.V.* (Two Components Extreme Value) risulta maggiormente rispondente alle esigenze di un'attenta valutazione delle altezze di pioggia o delle portate al colmo di piena che possono defluire nei tronchi di un corso d'acqua.

Di fatto, il modello *T.C.E.V.* costituisce una generalizzazione del modello di Gumbel.

Esso risulta, infatti, costituito dal prodotto di due leggi di Gumbel, la prima delle quali destinata ad interpretare e descrivere, in chiave probabilistica, i massimi valori *ordinari* e, la seconda, quelli *straordinari* (aventi, secondo il classico modello di Gumbel, una probabilità di superamento inferiore del 5% e, quindi, tali da potersi ritenere *eccezionali*).

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IFOF	LOTTO 01	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO FV 00 01 001	REV. A

Per definire le curve di possibilità climatica, nell'espressione probabilistica di Gumbel è stato inserito il parametro K_t (fattore di crescita), definito come il rapporto tra la variabile $T X$ corrispondente all'assegnato periodo di ritorno T e la media X^* della distribuzione di probabilità della variabile X .

Con riferimento al modello probabilistico T.C.E.V. il fattore di crescita dipende per una data regione omogenea rispetto ai massimi annuali delle altezze di pioggia, dal modello probabilistico adottato e dal parametro h_d (massimo annuale della altezza di pioggia in assegnata durata) preso a riferimento.

Nella seguente tabella si mostrano i fattori di crescita delle piogge per differenti valori del periodo di ritorno T

Tr anni	2	10	20	50	100	200	300
K_T	0.87	1.38	1.64	2.03	2.36	2.66	2.9

A partire da tali dati, si è innanzitutto individuato il tipo di modello di regressione in base al quale caratterizzare il legame esistente tra i valori dell'intensità media di pioggia

$\mu_{id} = \mu h_d / d$, le durate d prese a riferimento e le quote Z sul livello del mare delle singole stazioni di misura considerate; successivamente, si è passati a stimare i parametri in esso contenuti eseguendo una analisi di gruppo (cluster a massimizzazione del coefficiente di determinazione della regressione multipla).

In definitiva, l'espressione del legame $\mu_{id} = \mu_{id}(d)$ è stata specializzata per le rispettive sottozone ed ha consentito di tracciare le "curve di probabilità pluviometrica".



ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO

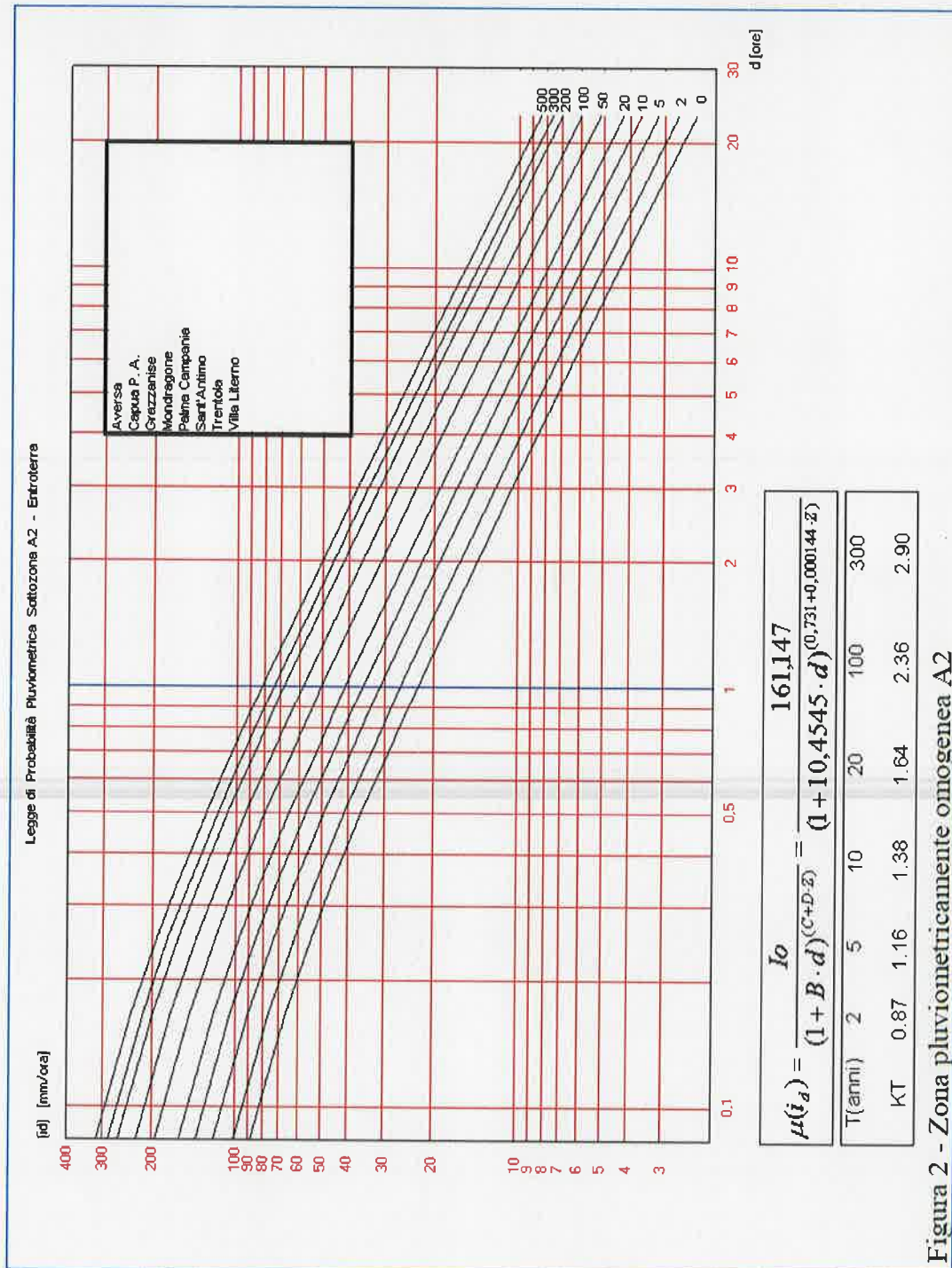
I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E
VARIANTE

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0F	01	D 11 RI	FV 00 01 001	A	17 di 26

Nella seguente figura si riporta in particolare le precipitazioni della la zona A2 (entroterra) pluviometricamente omogenea in cui ricade il progetto ferroviario in esame.

Fig. 6-CURVE PLUVIOMETRICHE RELATIVE ALLA ZONA A2 (entroterra)



3.3. Rette di probabilità pluviometrica

In base ai dati di precipitazione della zona omogenea A2 si è calcolata la curva di probabilità pluviometrica per tempi di pioggia inferiori l'ora e superiori l'ora.

Il legame funzionale tra l'altezza h_t della precipitazione e la sua durata T_p per un determinato tempo di ritorno (Tr) è espressa mediante una equazione del tipo:

$$h_{t,Tr} = a \times T_p^n$$

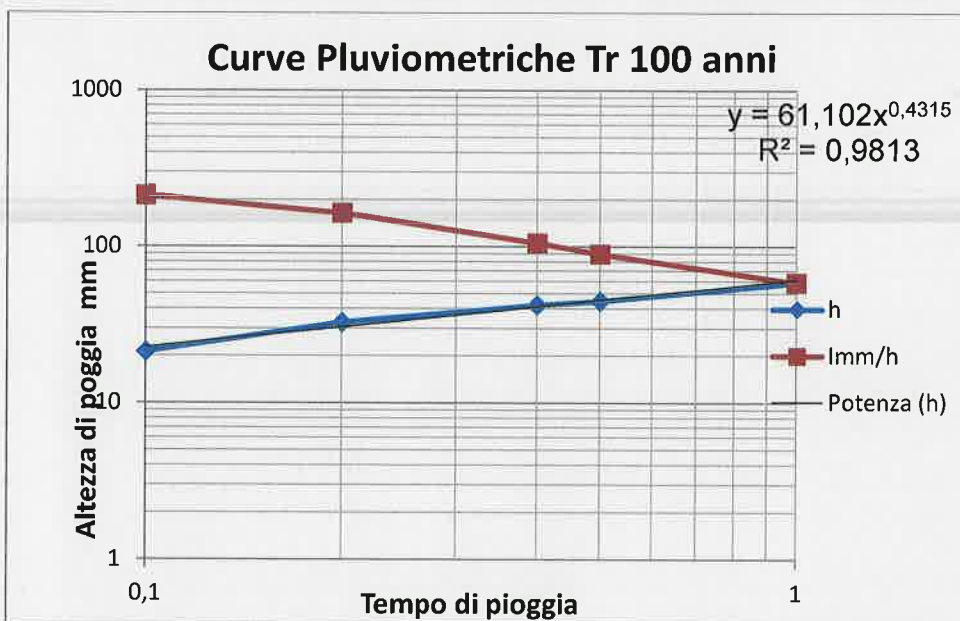
dove:

a = altezza di precipitazione oraria in mm.

T_p = tempo di pioggia in ore

In particolare si sono assunti due diversi intervalli di durata delle precipitazioni (da 0.1h a 1h e da 1h a 24h), per ognuno dei quali, è possibile individuare la corrispondente curva di possibilità climatica.

In grafica si mostrano i dati di precipitazione base assunti (zona A2) < l'ora





ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO

I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E
VARIANTE

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	FV 00 01 001	A	20 di 26

La curva di probabilità climatica è stata definita con un'interpolazione e involucro dei dati di massima piovosità, ottenuti per estrapolazione con la legge di regolarizzazione che meglio adatta la distribuzione probabilistica dei dati.

Nella seguente tabella si mostrano i dati di precipitazione assunti, relativi al grafico della zona A2 (entroterra) e quelli ottenuti dall'equazione di progetto:

CALCOLO CURVA PLUVIOMETRICA NAPOLI-BARI

Per tempo di ritorno di 100 anni				
Dati grafico zona A2			Equazione di progetto	
Tempo ore	I mm/h	h	a T ⁿ	a T ⁽ⁿ⁻¹⁾
0.1	213	21.3	22.60	225.97
0.2	164	32.8	30.48	152.42
0.4	106	42.4	41.13	102.82
0.5	90	45.00	45.29	90.58
1	59	59.00	61.10	61.10

La seguente tabella riporta in funzione dei tempi di ritorno e del corrispondente coefficiente di crescita K_t , i valori dei parametri a e n delle equazioni monomie di probabilità pluviometrica ($h(t) = a \times T_p^n$), relativi a tempi di ritorno di 20, 50, 100, 200 e 300 anni.

Inoltre sono state calcolate le corrispondenti altezze di precipitazione per tempi di pioggia di 10' e 15'.

Per differenti tempo di ritorno (f) coeff. di crescita					
Tr	Coeff. crescita	Intensità oraria 'mm/h	esponente	Tc ore	Tc ore
anni	Kt	a	'n < ora	0.166	0.25
20	1.64	42.46	0.432	117.75	93.31
50	2.03	52.56	0.432	145.75	115.50
100	2.36	61.10	0.432	169.44	134.28
200	2.66	68.87	0.432	190.98	151.35
300	2.90	75.08	0.432	208.21	165.01

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IF0F	LOTTO 01	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO FV 00 01 001	REV. A

Nella seguente tabella si riportano inoltre le equazioni monomie di probabilità pluviometrica, espresse dall'equazione ($h(t) = a \times T_p^n$), che verranno utilizzate per la determinazione delle portate massime istantanee di piena in funzione del tempo di ritorno (colonne 1 e 2).

La colonna 3 riporta invece le opere in progetto ed il corrispondente T_r (colonna1) così come previsto nel manuale Italferr.

Tempo di ritorno (anni)	$h = a * t^n$ altezza di precipitazione (mm)	Opera di riferimento
(1)	(2)	(3)
25	$47.00 \times T_p^{0.432}$	Viabilità interconnessa

4. STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

Le portate relative ai bacini di area inferiore ai 10 Km² sono state valutate con il metodo Razionale, che tiene conto dei fattori morfologici, pluviometrici e del tempo di corrivazione del bacino (T_c), tramite la formula:

$$Q = 0.278 \times C \times (h/T_c) \times A$$

dove

- Q = portata di massima piena in m³/s
- C = coefficiente di deflusso adimensionale
- h = altezza di pioggia critica in mm relativa al tempo di ritorno considerato
- T_c = tempo di corrivazione in ore
- A = area del bacino in km²
- 0.278 = fattore di conversione (1/3.6)

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IFOF	LOTTO 01	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO FV 00 01 001	REV. A

Di seguito si descrivono i metodi assunti per la definizione del coefficiente di deflusso (C) e del tempo di corrivazione (Tc).

- Tempo di corrivazione
- Coefficiente di deflusso

4.1. Tempo di corrivazione

Per verificare e determinare il tempo di corrivazione dei bacini, dato di notevole importanza al fine della stima delle massime portate di piena, sono state prese in esame le seguenti formule:

- **Formula del Kirpich:**

che esprime il tempo di corrivazione in base al rapporto tra la lunghezza dell'asta principale (dalla sezione di chiusura al punto più elevato) e la sua pendenza media.

Tale metodo è adatto a bacini di modesta estensione ($< 3 \text{ km}^2$) e, come nei bacini in esame, con pendenze elevate del corso d'acqua.

$$T_c = 0.0195 \times (L / i^{0.5})^{0.77}$$

dove:

- Tc = tempo di corrivazione in minuti
 L = lunghezza dell'asta principale del bacino (m)
 i = pendenza media dell'asta (m/m) data da H/L dove H è il dislivello tra la quota più alta del bacino e quella della sezione di chiusura considerata.

- **Formula di Viparelli:**

che considera, per bacini di media pendenza sia il tempo di percorrenza nel moto per veli delle acque sulle pendici, sia il tempo di percorrenza nel moto d'avanzamento delle acque una volta inalveate. Tale metodo si ritiene indicativo per bacini di estensione $> 3 \text{ km}^2$ m,

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IF0F	LOTTO 01	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO FV 00 01 001	REV. A

poiché per minori estensioni risulta non cautelativo in rapporto alla formula, sopra descritta del Kirpich.

$$T = L/V$$

dove:

- L = lunghezza dell'asta principale (m)
 V = velocità fittizia di avanzamento, funzione della pendenza media del corso d'acqua (m/s) e dei caratteri morfometrici e colturali del bacino.

Per la determinazione della velocità (V m/s) si è adottata la seguente relazione:

$$V = 0.4 \times i^{0.5}$$

nella quale con (i) espresso in [%], fornisce V in [m/s]

Ai fini del calcolo del Tc è stata adottata la formula del **Kirpich** che, a parità di condizioni, fornisce valori inferiori del Tc e quindi più cautelativi.

4.2. Coefficiente di deflusso

La determinazione della precipitazione di progetto è stata condotta secondo i criteri illustrati nei paragrafi precedenti nel quale è stata ricavata la curva di probabilità pluviometrica. E' opportuno evidenziare che, per la determinazione della pioggia efficace (pioggia netta) afferente i bacini naturali è necessario sottrarre alcune aliquote (perdite idrologiche) dovute ad intercettazione, evapotraspirazione, infiltrazione nei suoli a differente permeabilità.

Nel caso specifico il modello di pioggia netta utilizzato è quello del coefficiente di afflusso ϕ costante e dipendente dalle caratteristiche di permeabilità del suolo della zona di interesse.

Dalla recente bibliografia, attraverso l'elaborazione di numerosi dati sperimentali, è in uso la seguente espressione per il calcolo del coefficiente di afflusso:

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IFOF	LOTTO 01	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO FV 00 01 001	REV. A

$$\varphi = \varphi_{imp} \cdot I_{imp} + \varphi_{per} \cdot (1 - I_{imp})$$

dove:

- I_{imp} rapporto tra l'area impermeabile (A_{imp}) e l'area totale (A_{tot}) del bacino;
- A_{imp} area scolante impermeabile effettivamente afferente alle opere idrauliche di progetto;
- φ_{imp} è il coefficiente di afflusso delle sole aree impermeabili A_{imp} ;
- φ_{per} è il coefficiente di afflusso delle sole aree permeabili ($A_{tot} - A_{imp}$).

Ai fini della valutazione delle portate di pioggia, si è fatto riferimento ai valori di coefficiente di afflusso riportati nella seguente tabella.

Valori del coefficiente di deflusso-aree esterne al corpo ferroviario

Tipo di pavimentazione	Coefficiente di deflusso φ
Tetti con coperture metalliche o in ardesia	0,85
Tetti con coperture in tegole	0,85-0,90
Lastricato in asfalto ben sistemato piano	0,85-0,90
Lastricato ben connesso	0,70-0,90
Lastricato comune	0,50-0,70
Massicciata o pavimentazione a mosaico	0,40-0,60
Passeggi pubblici	0,15-0,30
Aree agricole	0,10-0,20
Parchi e giardini	0-0,10

Per ciò che si riferisce alla natura geologica limo-sabbiosa delle formazioni interessanti i bacini idrografici in studio, dette formazioni possono considerarsi mediamente permeabili.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IF0F	LOTTO 01	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO FV 00 01 001	REV. A

Per quel che si riferisce più specificatamente alle opere di drenaggio a corredo del corpo ferroviario (fossi di guardia, cunetta rettangolare di piattaforma in scavo ed embrici) sono stati assunti i seguenti coefficienti di deflusso:

Ubicazione	Coefficiente C
Piattaforma ferroviaria	0.90
Rilevato ferroviario e scarpata in scavo	0.40