

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
U.O. CORPO STRADALE E GEOTECNICA

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI-BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE
ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI
MADDALONI

Titolo: Idrologia e Idraulica

Relazione Idrologica

SCALA:

-

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

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

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzazione
A	Emissione Definitiva	A. Tosiani	Lug.. 2015	F. Elisei	Mag. 2015	E. Carrone	Mag. 2015	

INDICE

1	PREMESSA	3
2	LIMITI TERRITORIALI – AREA DI PROGETTO	4
3	IL RISCHIO IDRAULICO	11
4	STUDIO IDROLOGICO.....	14
4.1	PREMESSA 14	
4.2	IL MODELLO PROBABILISTICO 16	
4.3	RETTE DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA 19	
5	STIMA DELLE PORTATE DI PIENA	26
5.1	VALUTAZIONE DELLE PORTATE BACINI CONTRIBUENTI 26	
5.2	TEMPO DI CORRIVAZIONE 29	
5.3	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO 30	

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IFOF	LOTTO 01	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO ID 00 01 001	REV. A	FOGLIO 3 di 31

1 **PREMESSA**

La presente relazione riassume i risultati delle indagini sviluppate, le metodologie applicate ed i risultati dello studio idrologico – idraulico dei bacini idrografici principali e secondari interessati il 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 e comprende in particolar modo i bacini di corsi d’acqua affluenti in sinistra del fiume Garigliano con esclusione del Carmignano affluente in destra dei Regi Lagni. Pertanto lo studio si è concentrato su questi corsi d’acqua ed i loro affluenti.

Nella relazione idraulica è stata poi verificata la compatibilità idraulica dell’infrastruttura in progetto con l’assetto idraulico e con le condizioni di rischio idraulico del territorio attuali e successive alla realizzazione dell’intervento.

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 (Fig. 2.5), 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 e Benevento nell’ambito del Piano di Assetto Idrogeologico, della U.O. 1.9 del CNR-GNDCI e 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 ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IFOF	LOTTO 01	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO ID 00 01 001	REV. A	FOGLIO 4 di 31

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.

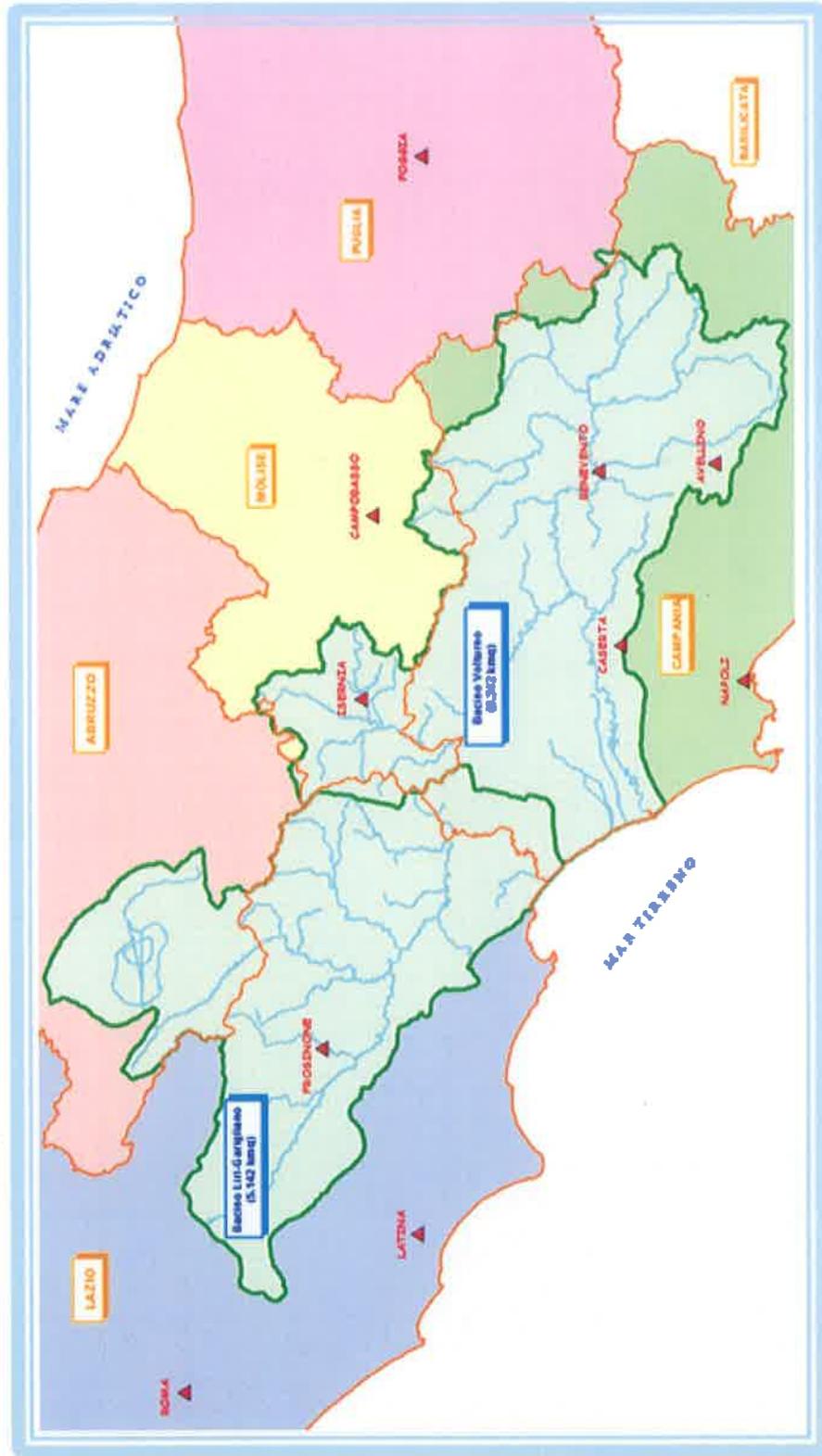
Successivamente a tale normativa l'Autorità di Bacino, al fine di snellire e rendere celermente usufruibile il processo di pianificazione in quelle aree ricadenti in più bacini ha intrapreso un'attività di ripermimetrazione, d'intesa con gli Enti interessati, sulla base di valutazioni e specifiche a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

Nelle seguenti figure si evidenzia il Bacino idrografico dei Fiumi Liri Garigliano e Fiume Volturno:

- 1) Territorio di competenza (Fig. 2.1)
- 2)
- 3) Limite di bacino Liri Garigliano e Volturno – Reticolo idrografico principale e secondario (Fig. 2.2)
- 4) Limite sottobacino idrografico (Fig. 2.3)
- 5) Limite Comunale (Fig. 2.4)

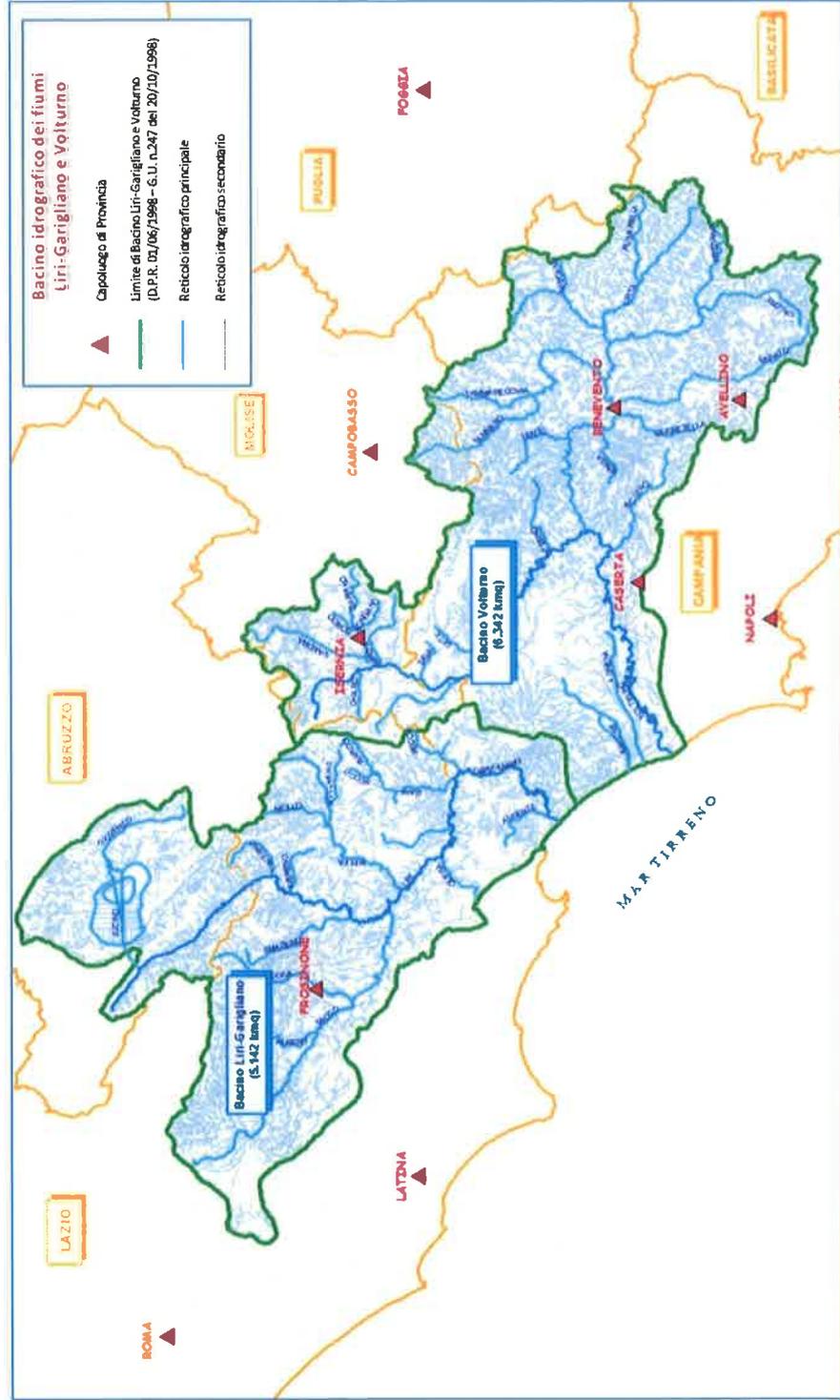
RELAZIONE IDROLOGICA		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	A	6 di 31

Fig. 2.1 Territorio bacino idrografico Liri-Garigliano e Volturno



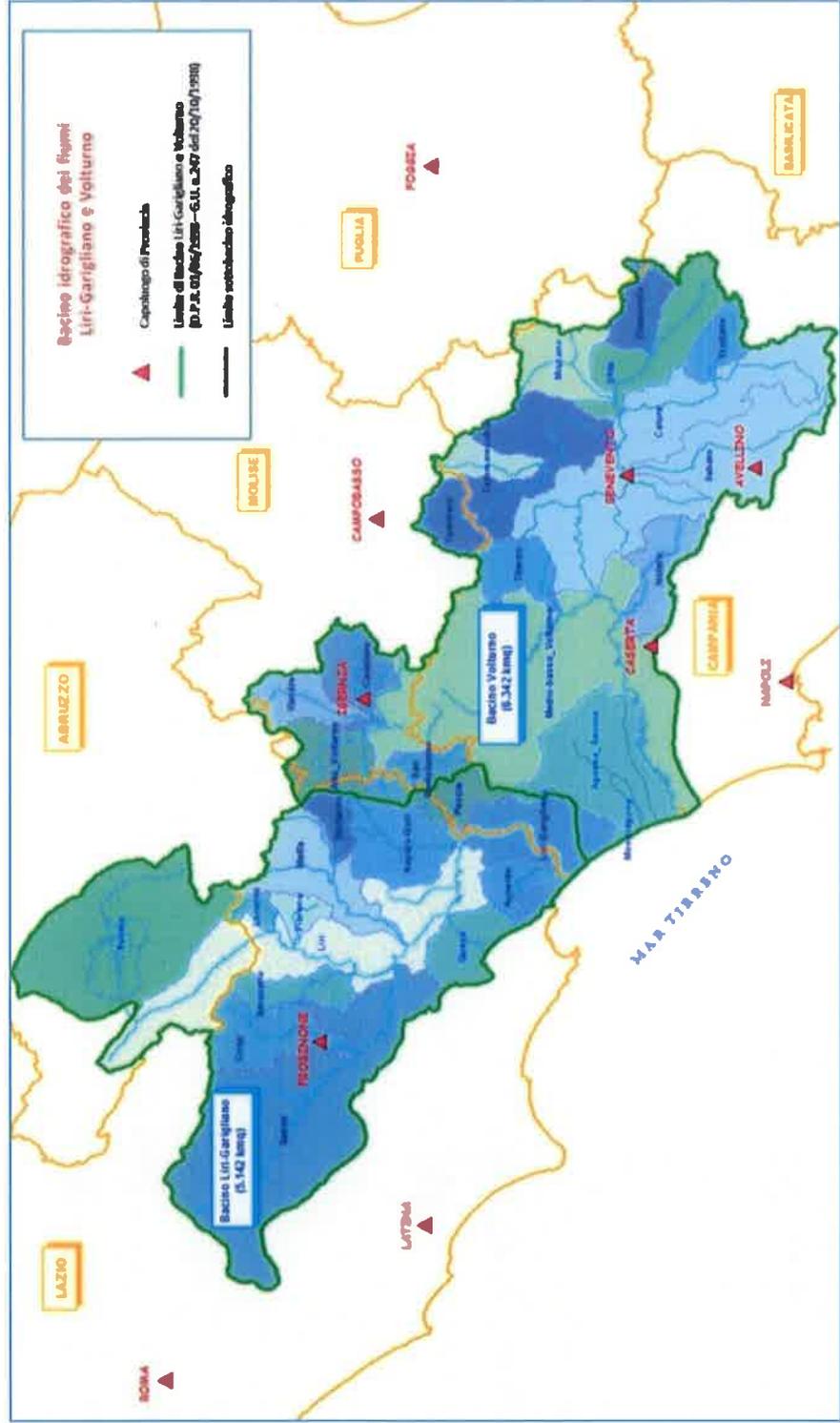
RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	A	7 di 31

Fig. 2.2 Reticolo idrografico principale bacino Liri, Garigliano e Volturno



RELAZIONE IDROLOGICA		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	A	8 di 31

Fig. 2.3 Limite bacino idrografico dei Fiumi Liri, Garigliano e Volturno



COMMESSA		LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
I FOF		01	D 11 RI	ID 00 01 001	A	9 di 31

RELAZIONE IDROLOGICA

Fig. 2.4 Limiti comunali Bacino Liri, Garigliano e Volturno

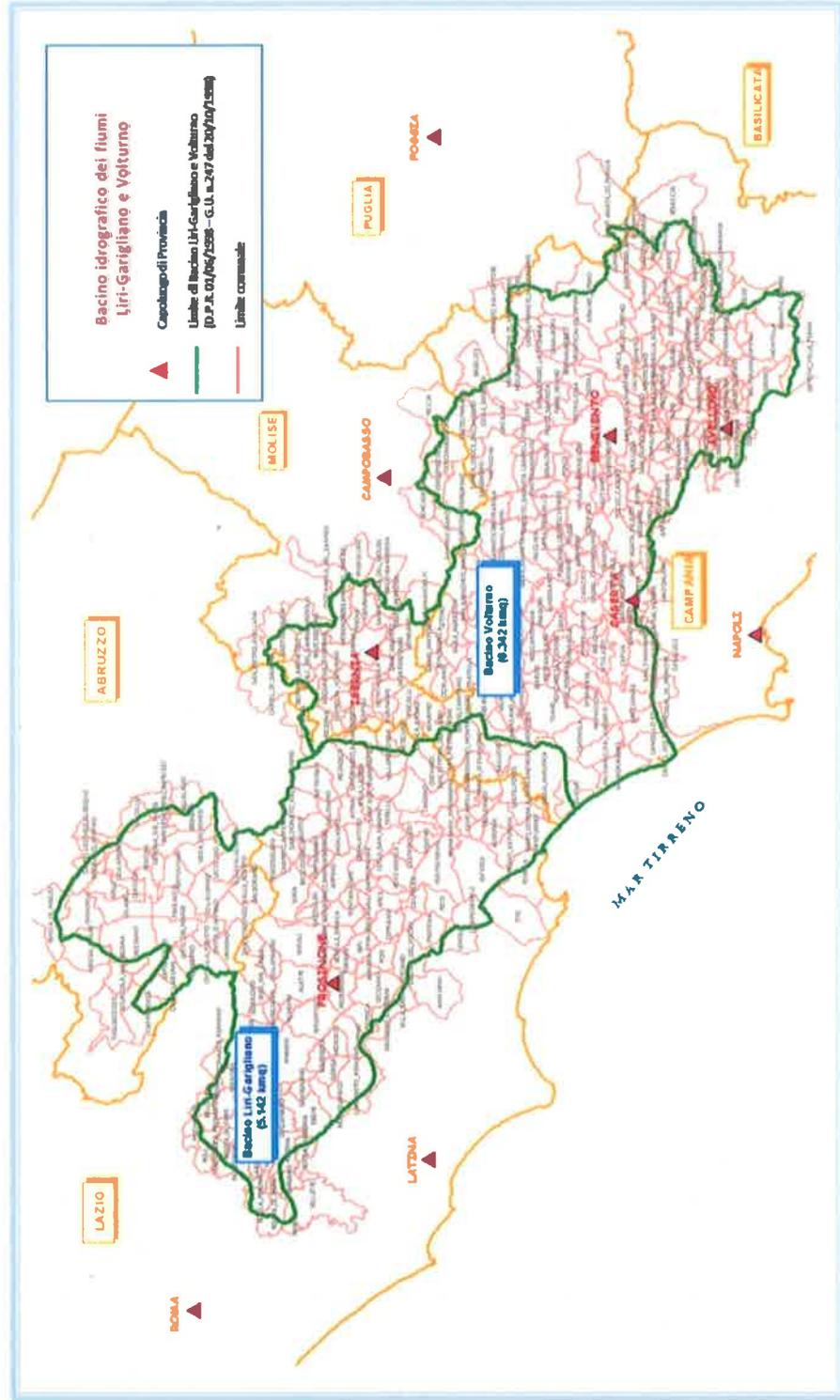
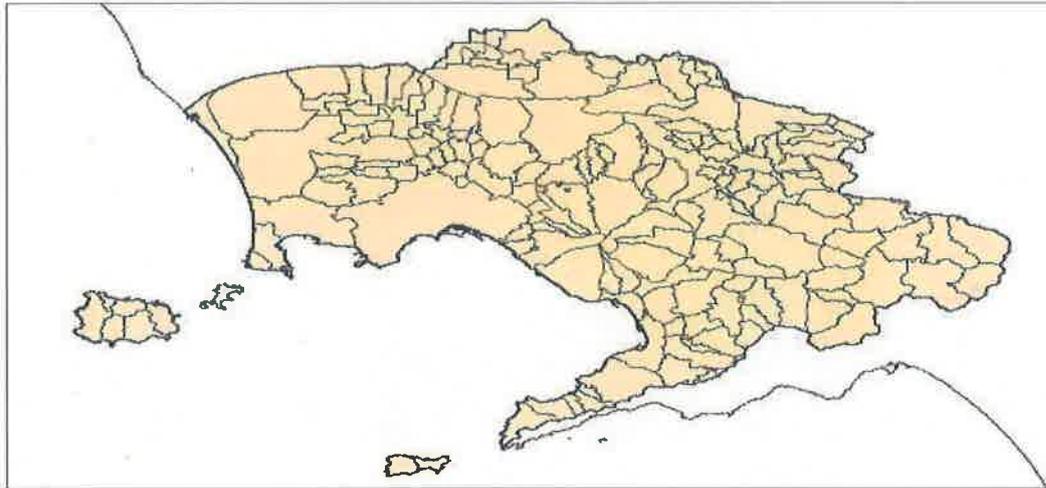


Fig. 2.5 LIMITE TERRITORIALE AUTORITA BACINO DELLA CAMPANIA CENTRALE CHE UNIFICA QUELLA DELLA NORD-OCCIDENTALE E DEL SARNO



I comuni dell'AdB

COMUNE	PROV.	COMUNE	PROV.	COMUNE	PROV.
AGEROLA*	NA	FORIO D'ISCHIA	NA	RAVELLO*	SA
ACERRA	NA	FRATTAMAGGIORE	NA	RECALE	CE
AFRAGOLA	NA	FRATTAMINORE	NA	ROCCAPIEMONTE	SA
AIROLI*	BN	FRIGLIARO	CE	ROCCASTIBOLA	NA
ANACAPRI	NA	GIUGLIANO IN CAMPANIA	NA	ROTONDI*	AV
ANGRI	SA	GRAGNANO	NA	S. AGNELLO*	NA
ARENZO	CE	GRICIGNANO DI AVERSA	CE	S. ANASTASIA	NA
ARPAIA	BN	GRUMO NEVANO	NA	S. ANTIMO	NA
ARZANO	NA	ISCHIA	NA	S. ANTONIO ABATE	NA
AVELLA	AV	LACCO AMERO	NA	S. ARPINO	CE
AVERSA	CE	LAURO*	AV	S. CIPRIANO D'AVERSA	CE
BACOLI	NA	LETTERE	NA	S. EGIDIO DEL MONTE ALBINO	SA
BATIANO	AV	LIVRI	NA	S. FELICE A CANCELLO	CE
BARANO D'ISCHIA	NA	LUSCIANO	CE	S. GENNARO VESUVIANO	NA
BOSCOREALE	NA	MACERATA CAMPANIA	CE	S. GIORGIO A CREMANO	NA
BOSCOTRECASE	NA	MADDALONI	CE	S. GIUSEPPE VESUVIANO	NA
BRACIGLIANO	SA	MARANO DI NAPOLI	NA	S. MARCELLINO	CE
BRUSCIANO	NA	MARCIANISE	CE	S. MARCO EVANGELISTA	CE
CALVARO	NA	MARIGLIANELLA	NA	S. MARIA A VICO	CE
CALVANICO	SA	MARIGNANO	NA	S. MARIA CARIA VETERE	CE
CALVEZZANO	NA	MARZANO DI NOLA	AV	S. MARIA LA CARITA'	NA
CAMPOSANO	NA	MASSA DI SOMMA	NA	S. MARIA LA FOSSA*	CE
CANCELLO ED ARNITTE	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 BEL SITO	NA
CARBORARA DI NOLA	NA	MERCOGLIANO*	AV	S. SEBASTIANO AL VESUVIO	NA
CARDITO	NA	META	NA	S. TAMMARO*	CE
CARINARO	CE	MOIANO*	BN	S. VALENTINO TORTO	SA
CASAGIOVE	CE	MONTE DI PROCIDA	NA	S. VITALIANO	NA
CASAL DI PRINCIPE	CE	MONTEFORTE IRPINO*	AV	S. AGATA DE' GOTI*	BN
CASALNUOVO DI NAPOLI	NA	MONTEORO INFERIORE	AV	SARNO	SA
CASALUCE	CE	MONTEORO SUPERIORE	AV	SAVIANO	NA
CASARCIANO	NA	MOSCHIARO	AV	SCAFATI	SA
CASAMICCIOLA TERME	NA	MUGNANO DEL CARDINALE	AV	SCALA*	SA
CASANDRINO	NA	MUGNANO DI NAPOLI	NA	SCISCIANO	NA
CASAPESENNA	CE	NAPOLI	NA	SERRARA FONTANA	NA
CASAPULIA	CE	NOCERA INFERIORE	SA	SIANO	SA
CASAVATORE	NA	NOCERA SUPERIORE	SA	SIRIGNANO	AV
CASERTA	CE	NOLA	NA	SOLFARA	AV
CASOLA DI NAPOLI	NA	ORTA DI ATELLA	CE	SOMMA VESUVIANA	NA
CASORIA	NA	OTTAVIANO	NA	SORRENTO*	NA
CASTEL S. GIORGIO	SA	PAGANI	SA	SPERONE	AV
CASTELLAMMARE DI STABIA	NA	PAGO DEL VALLO DI LAURO	AV	STRIANO	NA
CASTELVOLTURNO	CE	PALMA CAMPANIA	NA	SUCCIVO	CE
CASTELLO DI CISTERNA	NA	PANMARANO	BN	SUMMONTE*	AV
CAVA DE' TIRRENTI*	SA	PAOLISI*	BN	TAJURAO	AV
CERCHIOLA	NA	PARTICOLI	CE	TERZIGNO	NA
CERVINO	CE	PIANO DI SORRENTO*	NA	TEVEROLA	CE
CESA	CE	PIMONTE	NA	TORRE ANNUNZIATA	NA
CICCIANO	NA	POGGIOMARINO	NA	TORRE DEL GRECO	NA
CIMITILE	NA	POLLENA TROCCHIA	NA	TRECASE	NA
CRISPIANO	NA	POMIGLIANO D'ARCO	NA	TRENTOLA-DUCENTA	CE
CONIZIANO	NA	POMPEI	NA	TUPIRO	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
ERCOLANO	NA	QUALIANO	NA	VICO EQUENSE*	NA
FISCIANO*	SA	QUARTO	AV	VOLLA	NA
FORCHIA	BN	QUINDICI*	AV		
FORINO	AV				

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

RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	A	11 di 31

3 IL RISCHIO IDRAULICO

Il rischio idraulico, da intendersi come rischio di inondazione da parte di acque provenienti da corsi d'acqua naturali o artificiali, risulta essere, anche secondo l'approccio dettato anche dalla normativa nazionale (L.267/98) in materia, il prodotto di due fattori: la **pericolosità** (ovvero la probabilità di accadimento di un evento calamitoso di una certa entità) e il **danno atteso** (inteso come perdita di vite umane o di beni economici pubblici e privati).

La pericolosità è un fattore legato sia alle caratteristiche fisiche del corso d'acqua e del suo bacino idrografico, sia alle caratteristiche idrologiche, ovvero intensità, durata, frequenza e tipologia delle precipitazioni, nel bacino imbrifero dal quale si alimenta ogni corso d'acqua. Con il termine di **pericolosità idraulica**, in idrologia, si definisce la probabilità che un fenomeno naturale potenzialmente distruttivo si verifichi in un dato tempo ed in una data area.

La pericolosità di evento naturale è definita sulla base del tempo di ritorno oppure del rischio idraulico.

La pericolosità idraulica si differenzia in quattro classi.

- Classe P4: a pericolosità molto elevata, in corrispondenza delle aree allagate per piena con tempo di ritorno $T = 50$ anni;
- Classe P3: a pericolosità elevata, in corrispondenza delle aree allagate per piena con tempo di ritorno $T = 200$ anni, con altezza d'acqua $h > 0,9$ m per qualunque velocità della corrente, con altezza d'acqua $h < 0,9$ m per velocità $v \geq 2 \text{ ms}^{-1}$;
- Classe P2: a pericolosità media, in corrispondenza delle aree allagate per piena con $T = 200$ anni, altezza d'acqua $h < 0,9$ m, se la velocità della corrente è $v < 2 \text{ ms}^{-1}$,
- Classe P1: a pericolosità moderata, in corrispondenza delle aree allagate per piena con tempo di ritorno $T = 500$ anni.

La carta della pericolosità idraulica e del rischio idraulico sono state predisposte dall'Autorità di Bacino della Campania Centrale e prendono in esame la parte di tracciato relativa allo shunt di Maddaloni e al tratto della linea Canello-Frasso sino progressiva 2+774 km (imbocco galleria Aglio lato sud). Da tali carte si evince che le aree interessate da tale porzione di tracciato ferroviario sono esenti da qualsiasi pericolosità o rischio idraulico.

Per la rimanente per la parte del tracciato compresa tra la progressiva 6+970 (imbocco galleria Aglio lato nord) e 16+500 non è stato possibile fare analogha verifica in quanto l'Autorità di Bacino del Liri, Garigliano e Volturno non ha redatto le relative carte del rischio, considerando prioritaria la valutazione per le aree direttamente interessate da tali corsi d'acqua principali. In mancanza di valutazioni specifiche da parte dell'Autorità di bacino anche tale tratto deve pertanto considerarsi esente da particolari rischi. Le fig. 3.1 e 3.2 mostrano il tracciato riportato sulle suddette carte con la mancanza di copertura per le aree di Competenza dell'Autorità del Liri, Garigliano e Volturno.

Fig. 3.1 Carta della pericolosità idraulica

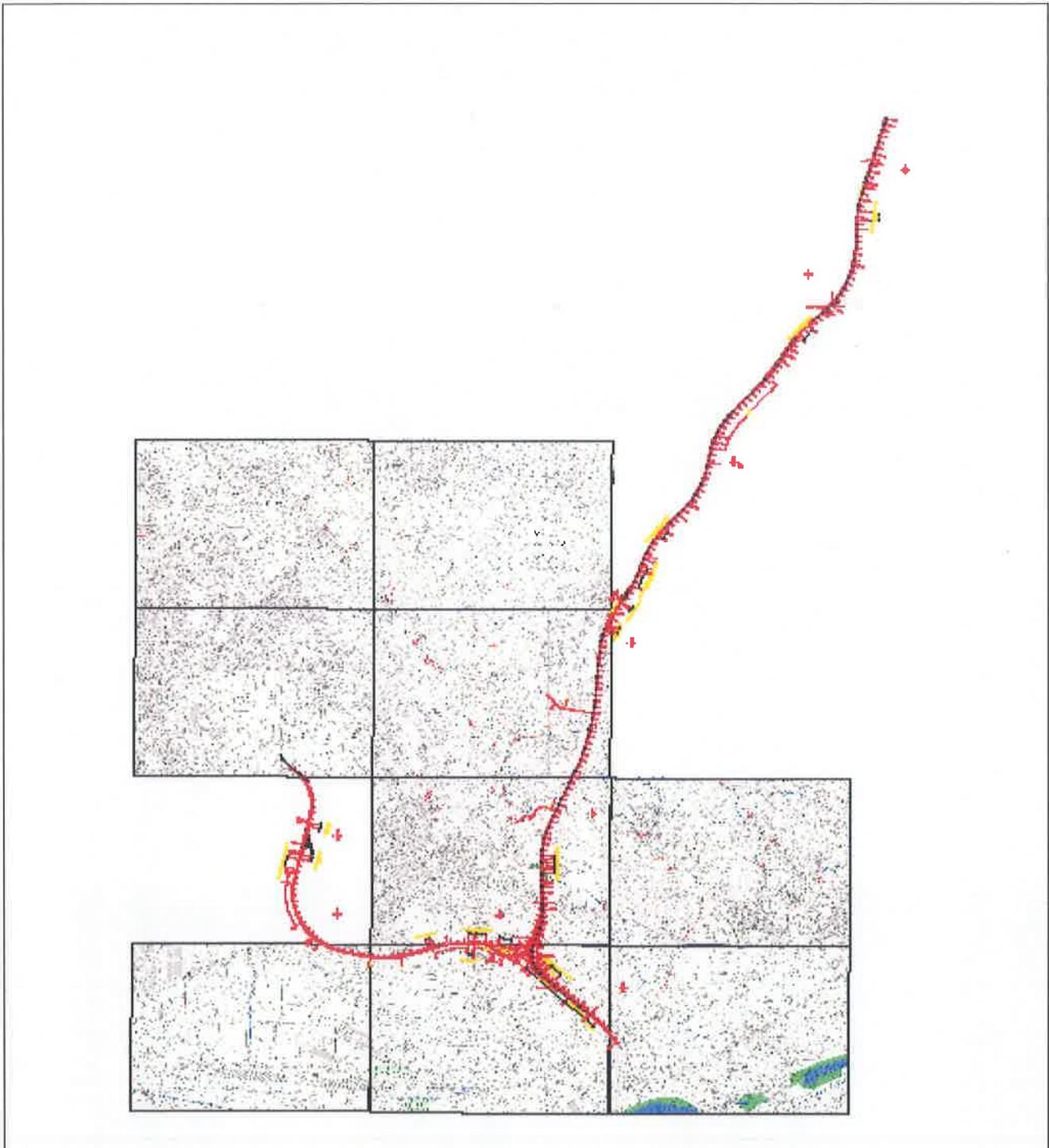
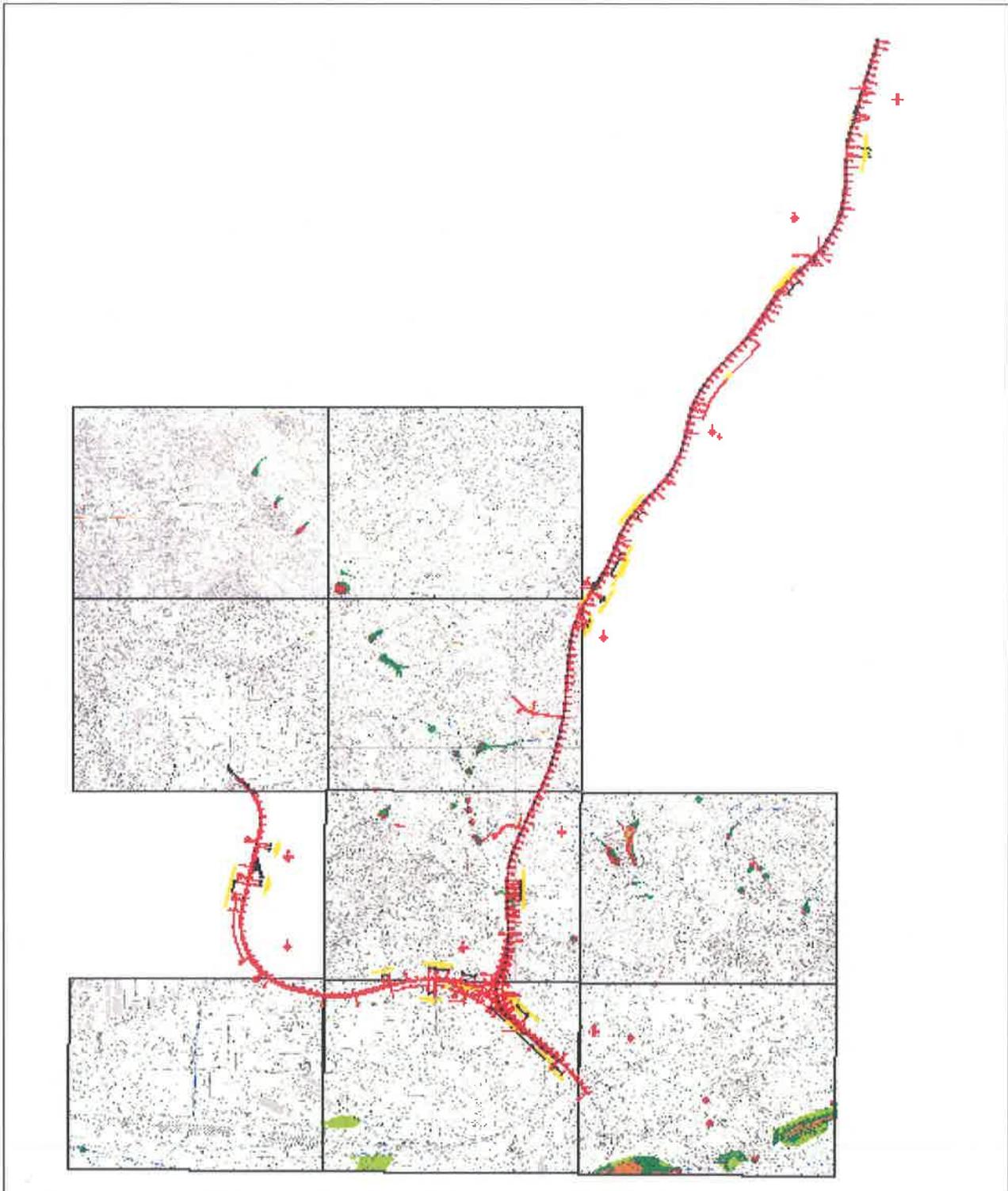


Fig. 3.2 Carta del rischio idraulico



4 STUDIO IDROLOGICO

4.1 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:

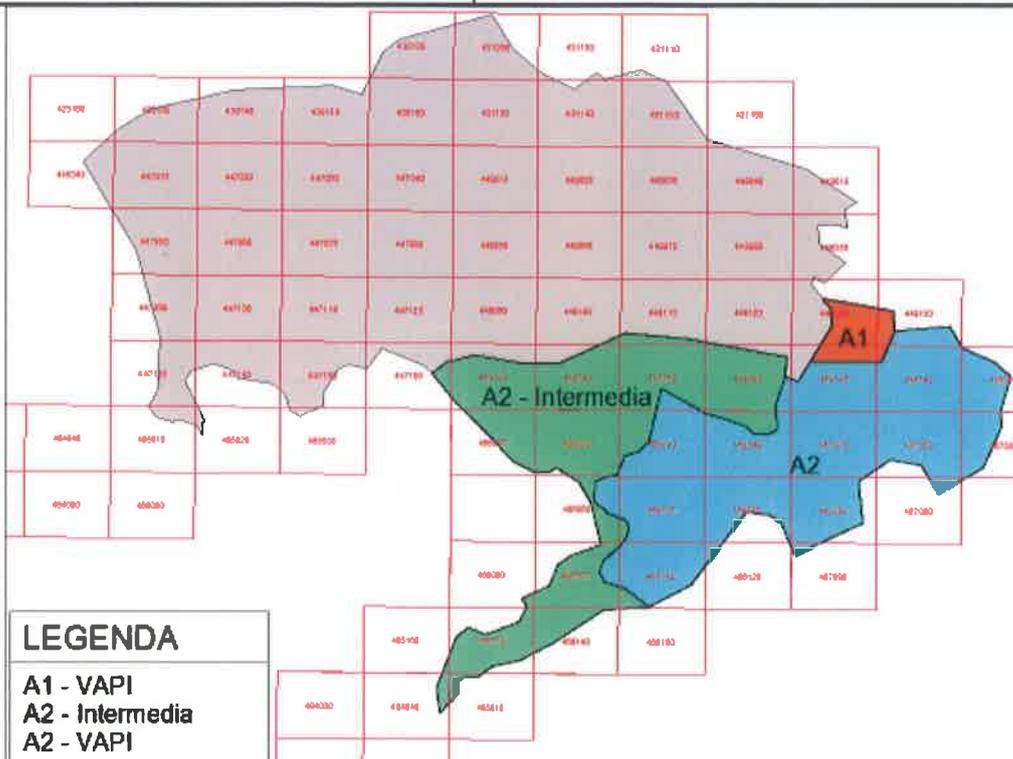
- 1) litoranea;
- 2) pedemontana;
- 3) entroterra.

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".

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	A	15 di 31



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.

La metodologia utilizzata fa riferimento a quella proposta su scala nazionale dal progetto VAPI del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDICI). 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.

4.2 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.

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	A	17 di 31

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*).

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

τX 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 hd (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

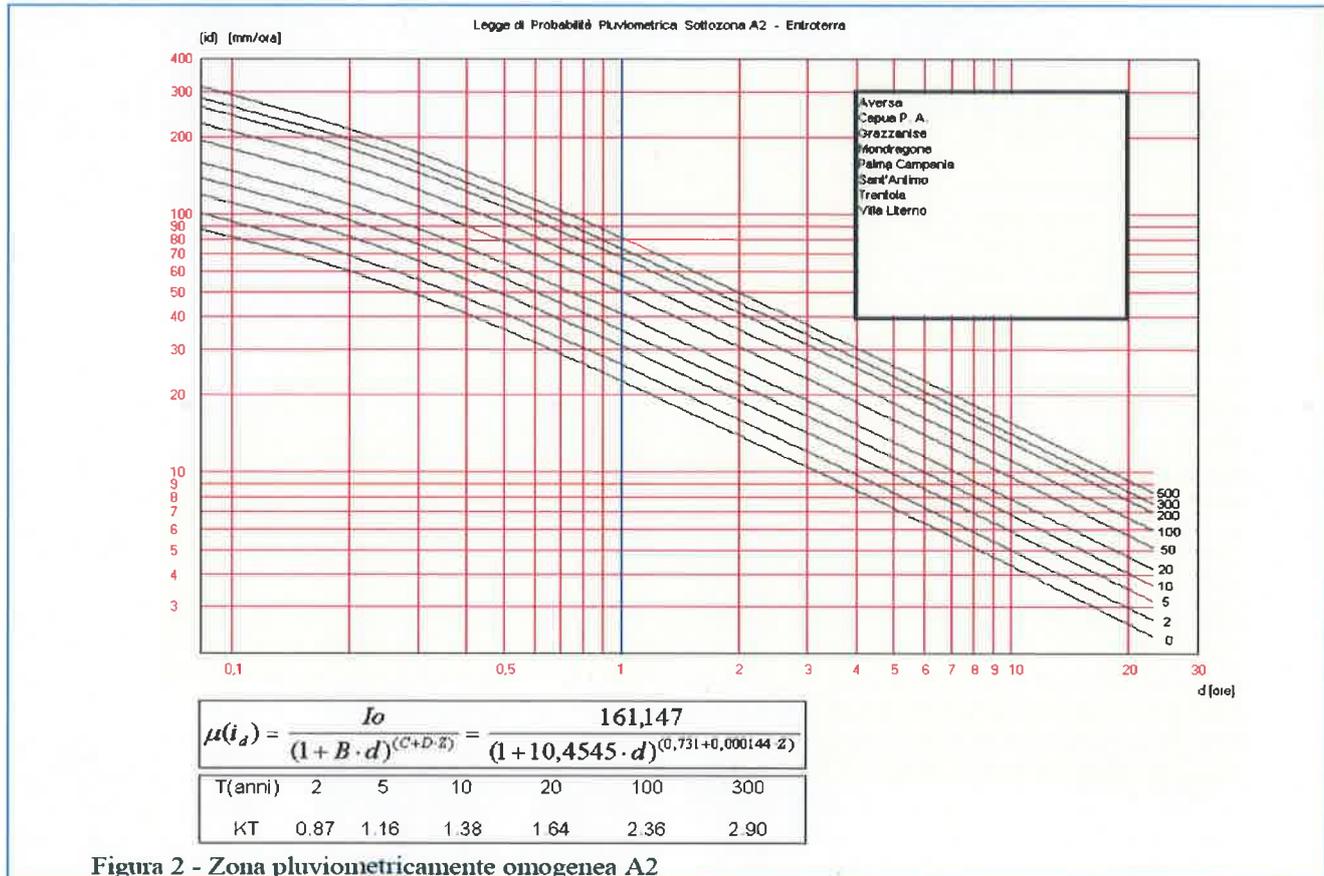
A partire da tali dati, si è innanzitutto individuato il tipo di modello di regressione in base al quale caratterizzare il legame esistente tra i valori dell'intensità media di pioggia

$mid = mhd / d$, .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 $mid = mid(d)$ è stata specializzata per le rispettive sottozone ed ha consentito di tracciare le "curve di probabilità pluviometrica.

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

CURVE PLUVIOMETRICHE RELATIVE ALLA ZONA A2 (entroterra)



4.3 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 (T_r) è espressa mediante una equazione del tipo:

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

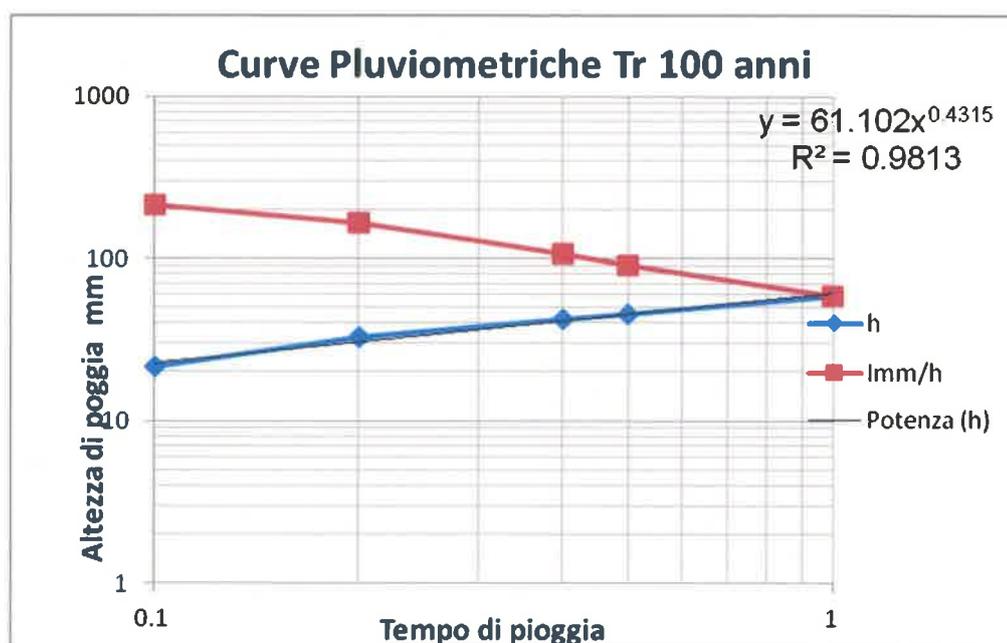
dove:

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) < 1'ora



La curva di probabilità climatica è stata definita con un'interpolazione e involuppo 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

Mentre nella seguente tabella, in funzione dei tempi di ritorno e del coefficiente di crescita K_t si mostrano 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	esponente	Tc ore	Tc ore
anni	K_t	'mm/h	'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	61.1	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

Nella seguente tabella si riportano le equazioni monomie di probabilità pluviometrica, espresse dall'equazione ($h(t) = a \times T_p^n$), da utilizzare ai fini della determinazione delle portate massime istantanee di piena in funzione del tempo di ritorno.

In funzione dell'importanza dell'opera idraulica, si mostra inoltre il tempo di ritorno da assumere per il calcolo delle massime portate di piena.

Tempo di ritorno (anni)	$h = a * t^n$ altezza di precipitazione (mm)	Opere idrauliche
25	$47.00 \times T_p^{0.432}$	Viabilità
100	$61.10 \times T_p^{0.432}$	Drenaggi di piattaforma Tombini-Fossi di guardia
200	$68.87 \times T_p^{0.432}$	bacini idrografici $A < 10 \text{ km}^2$
300	$75.08 \times T_p^{0.432}$	bacini idrografici $A > 10 \text{ km}^2$

Nella seguente tabella si evidenziano i bacini idrografici interessanti il tracciato ferroviario di estensione minore e maggiore di 10 km^2 , il relativo tempo di ritorno, le portate di piena, i massimi livelli idrici e le dimensioni dell'inalveazione proposta.

RELAZIONE IDROLOGICA

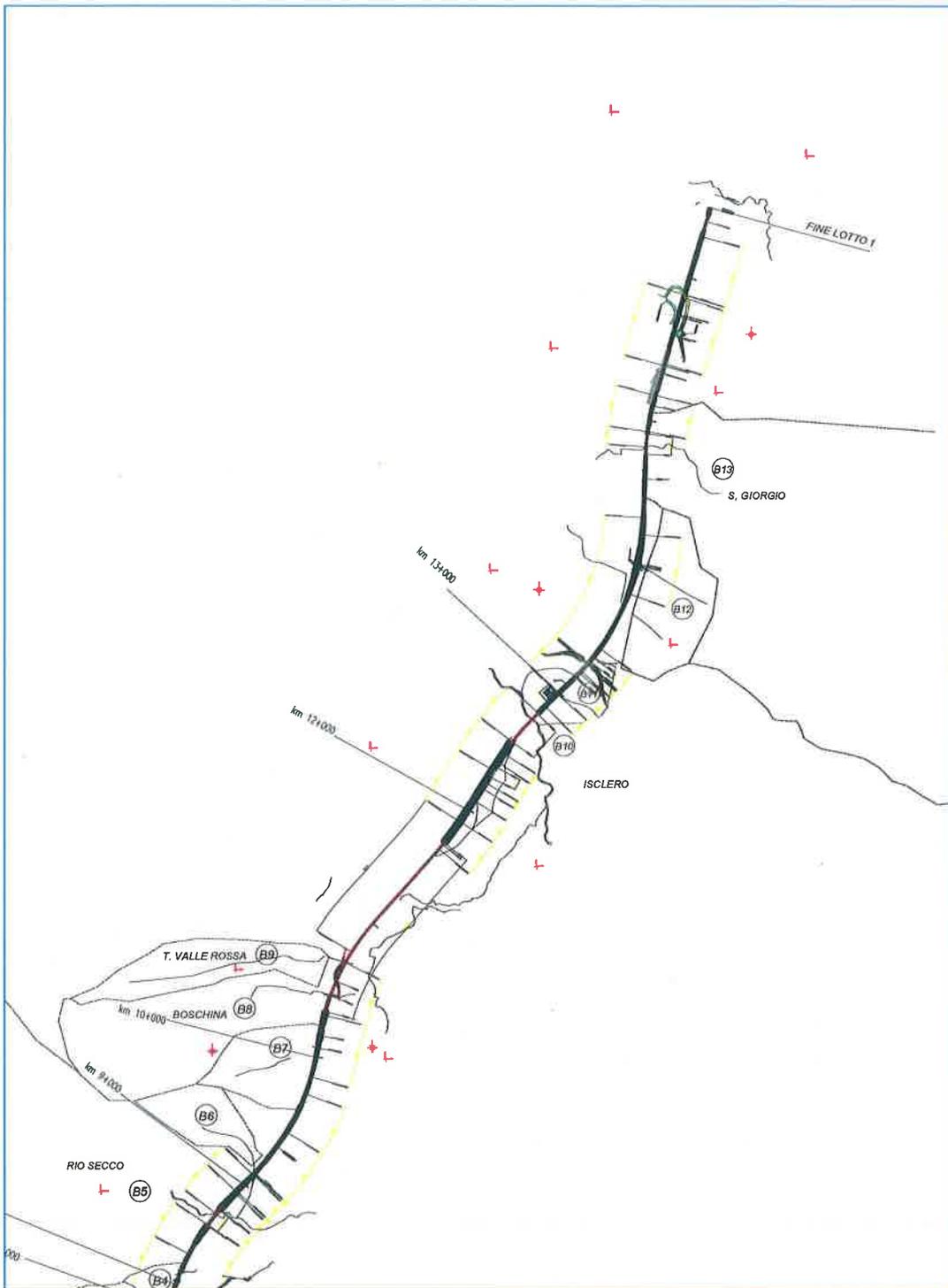
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	A	23 di 31

LOTTO N°1 Bacini idrografici							
Nome	Pk	Area km ²	Tr anni	Q m ³ /s	Max livello idrico (ml.m.)	Sezione idraulica base altezza	
Fosso Carmignano	2+800				h = x.xxm	5.00	2.00
Deviazione fosso	7+100	0.46	200	7.74	h = 1.60m	3.00	2.00
Vallone Votta	7+385	2.83	200	47.63	h = 1.60m	8.00	2.00
Rio Secco	8+730	8.31	200	111.02	96.60	Viadotto	
Valle Boschina	10+432	1.54	200	28.72	h = 1.50m	5.00	2.00
Torrente Capitone	10+700	0.45	200	6.0 ca.	h = 1.00m	Tmb strada + Viadotto	
Torrente Isclero	12+749	188.97	300	892.11	49.00	Viadotto	
Torrente S. Giorgio	14+839	23.33	300	243.96	46.00	Viadotto	

Mentre nelle seguenti figure 4.1 e 4.2 si mostra la delimitazione dei bacini idrografici come anche riportato nell'elaborato di progetto 'Corografia dei bacini dei corsi d'acqua interferenti'.

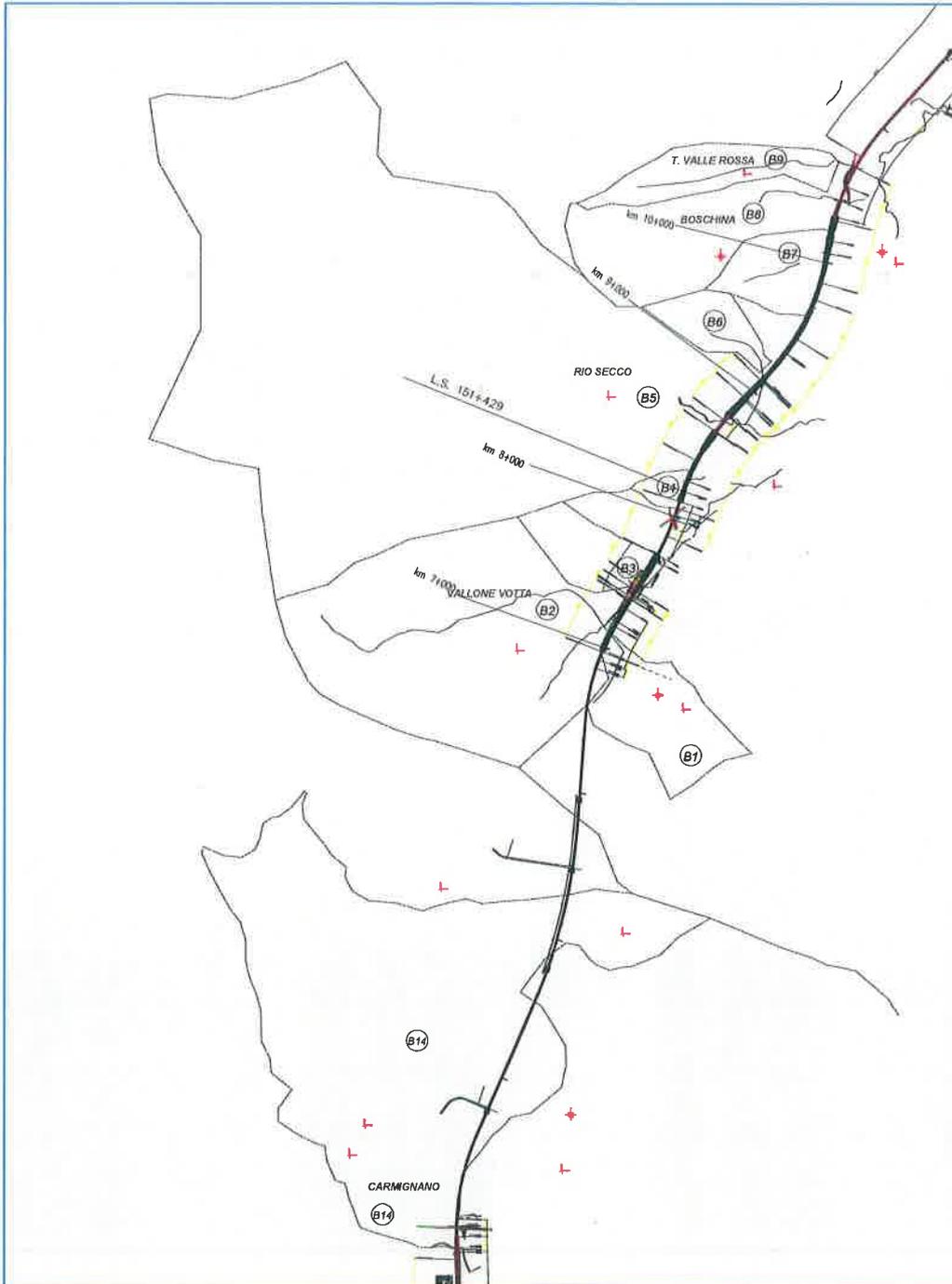
Planimetria bacini idrografici da B1 a B14

Fig. 4.1



Planimetria bacini idrografici da B1 a B14

Fig. 4.2



5 STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

5.1 VALUTAZIONE DELLE PORTATE BACINI CONTRIBUENTI

I bacini già considerati nel progetto preliminare sono stati quelli del Carmignano, Vallone Votta, Rio Secco, Valle Boschina, Fiume Isclero e Fiume San Giorgio di superficie compresa tra i 1,54 Km² e 188,97 Km² le cui portate sono state già stimate per Tr = 300 anni con il metodo del VAPI applicando tutte e tre le formule proposte dal VAPI (vedi paragrafo 4.1.4) e considerando come portata indice $\mu(Q)$ il valore massimo restituito.

Moltiplicando infine tale portata indice per il relativo coefficiente di crescita K_T , ottenuto numericamente dalla (1) per alcuni valori del tempo di ritorno e così come suggerito dal VAPI, è stata ottenuta la portata di piena Q_T in funzione dei diversi tempi di ritorno:

$$Q_T = K_T \cdot \mu(Q) \text{ [mc/s]}$$

con i seguenti risultati

1) Fosso Carmignano – pk 2+770 – p=0.1%

$$S = 4.6 \text{ kmq (A1)}$$

$$Z = 100 \text{ m. s.l.m.}$$

	Tr = 50	Tr = 100	Tr = 200	Tr = 300	Tr = 500
S (kmq) =	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
tr (ore) =	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29
$\mu(Q)$ =	11.77	11.77	11.77	11.77	11.77
Q (m ³ /s) =	23.31	26.60	30.02	34.27	37.38

2) Vallone Votta – pk 7+316 – p=2.3%

$$S = 2.83 \text{ kmq (A1)}$$

$$Z = 250 \text{ m. s.l.m.}$$

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	A	27 di 31

	Tr = 50	Tr = 100	Tr = 200	Tr = 300	Tr = 500
S (kmq) =	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83
tr (ore) =	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
$\mu(Q)$ =	13.49	13.49	13.49	13.49	13.49
Q (m ³ /s) =	35.22	41.42	47.63	51.47	56.00

3) Rio Secco – pk 8+729 – p=3.1%

S = 8.31 kmq (A1)

Z = 270 m. s.l.m.

	Tr = 50	Tr = 100	Tr = 200	Tr = 300	Tr = 500
S (kmq) =	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31
tr (ore) =	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
$\mu(Q)$ =	31.45	31.45	31.45	31.45	31.45
Q (m ³ /s) =	82.08	96.55	111.02	119.97	130.52

4) Valle Boschina – pk 10+432 – p=8%

S = 1.54 kmq (A1)

Z = 190 m. s.l.m.

	Tr = 50	Tr = 100	Tr = 200	Tr = 300	Tr = 500
S (kmq) =	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54
tr (ore) =	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
$\mu(Q)$ =	8.13	8.13	8.13	8.13	8.13
Q (m ³ /s) =	21.23	24.97	28.72	31.03	33.76

5) Fiume Isclero – pk 12+749 – p=0.2%

S = 188.97 kmq (A1)

Z = 185 m. s.l.m.

	Tr = 50	Tr = 100	Tr = 200	Tr = 300	Tr = 500
S (kmq) =	188.97	188.97	188.97	188.97	188.97
tr (ore) =	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55
$\mu(Q)$ =	233.87	233.87	233.87	233.87	233.87
Q (m ³ /s) =	610.40	717.98	825.56	892.11	970.56

6) Fiume S. Giorgio – pk 14+839 – p=0.65%

S = 23.33 kmq (A6)

Z = 295 m. s.l.m.

	Tr = 50	Tr = 100	Tr = 200	Tr = 300	Tr = 500
S (kmq) =	23.33	23.33	23.33	23.33	23.33
tr (ore) =	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
$\mu(Q)$ =	63.93	63.93	63.93	63.93	63.93
Q (m ³ /s) =	166.85	196.26	225.67	243.86	265.30

Nelle presente fase progettuale sono stati individuati ulteriori bacini e fossi interferiti dal tracciato ferroviario per cui il numero di bacini è passato da 5 a 14 così come riportato evidenziato nella figura 1 e nella tabella 4.1 seguente. Il calcolo della portata di massima piena degli ulteriori bacini individuati è stato eseguito tramite il metodo Razionale, adatto per bacini idrografici di modesta

estensione e che considera i fattori morfologici, pluviometrici e principalmente del tempo di corrivazione del bacino (T_c).

Il metodo Razionale si esprime con la seguente formula:

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

dove

Q = portata di massima piena in m^3/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 km^2

0.278 = fattore di conversione (1/3.6)

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

- Tempo di corrivazione
- Coefficiente di deflusso

5.2 TEMPO DI CORRIVAZIONE

Per determinare il tempo di corrivazione dei bacini è stata assunta la **formula del Kirpich** che valuta 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 ben si adatta a bacini di modesta estensione (qualche chilometro quadrato) 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:

T_c = 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.

5.3 COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

La valutazione del coefficiente di deflusso per ciascuno dei bacini interessati dal tracciato è stato compiuto valutando per ciascun bacino la percentuale di superficie a differente destinazione: boschiva, agricola e urbana e attribuendo a ciascuna di tali superfici un differente coefficiente di deflusso rispettivamente 0,4 per le prime due e 0,9 per la terza. In tal modo è stato possibile ricavare il coefficiente di deflusso C dell'intero bacino come media ponderale dei diversi sottobacini (vedi tabella 4.1).

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IFOF 01 D 11 RI ID 00 01 001 A 31 di 31

Tab.4.1-Stima del coefficiente di deflusso

STIMA DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO												
Bacino n°	Denominazione	Progressiva km	Area Totale km ²	TIPOLOGIA COPERTURA			CALCOLO				Q max (mc/s)	Opera
				Boschiva %	Agricola %	Urbana %	Area Boschiva km ²	Area Agricola km ²	Area Urbana km ²	Coefficiente C		
							0,40	0,40	0,9	adim	m3	
B1	Deviazione	7+100,00	0,46	60	30	10	0,110	0,055	0,041	0,450	8,70	Canale 3x2
B2	Vallone Votta	7+385,00	2,83									Votta
B3	Spingitubo 1500	7+730,00	0,057	30	10	60	0,007	0,002	0,031	0,700	1,49	1500 Spingitubo
B4	Nuovo Tombino	8+255,00	0,055	40	10	50	0,009	0,002	0,025	0,650	1,50	2.0x2.0
B5	Rio Secco	8+730,00	8,310									Viadotto
B6	Nuovo Tombino	9+100,00	0,228	85	10	5	0,078	0,009	0,010	0,425	4,07	4.0x3.0
B7	Nuovo Tombino	10+150,00	0,06	70	20	0	0,017	0,005	0,000	0,360	0,91	2.0x2.0
B8	Valle Boschina	10+432,00	1,540									Inalveazione
B9	T. Capitone	10+700,00	0,42	90	10	0	0,151	0,017	0,000	0,400	7,06	3.0x2.0
B10	F. Isclero	12+749,00	188,970									Viadotto
B11	Tombino	13+160,00	0,08	5	90	5	0,002	0,027	0,003	0,425	1,34	2.0x2.0
B12	Sottovia esistente	14+023,00	0,31	10	85	5	0,012	0,105	0,014	0,425	5,54	2.0x2.0
B13	Torrente S. Giorgio	14+839,00	23,33									Viadotto
B14	Fosso Carmignano	2+800,00	0,11	75	20	5	0,033	0,009	0,005	0,425	1,97	Canale 5x2m

La seguente tabella 4.2 riporta le portate calcolate con il metodo razionale e assunte per le verifiche idrauliche delle opere di attraversamento ferroviario.

Tab. 4.2 - Calcolo delle portate di massima piena

CALCOLO PORTATE BACINI IDROGRAFICI																
Bacino n°	Denominazione	Progressiva km	Area km ²	Lungh. asta (m)	Quota max ml.m.	Quota min. ml.m.	Pendenza m/m	Tc ore	Tr anni	a (h mm)	n (espon.)	Imm/h	C	qs m ³ /s	Q m ³ /s	Opera
B1	Deviazione	7+100,00	0,46	1300	350	125	0,173	0,250	200	75,08	0,432	165,01	0,45	20,63	9,49	Canale 3x2
B2	Vallone Votta	7+385,00	2,83									da Progetto Preliminare			47,63	Votta
B3	Fosso di guardia	7+730,00	0,057	400	124	112	0,030	0,250	100	68,87	0,432	151,35	0,40	16,82	0,96	1500 Spingitubo
B4	Nuovo Tombino	8+255,00	0,055	250	150	112	0,152	0,250	200	75,08	0,432	165,01	0,65	29,79	1,64	2.0x2.0
B5	Rio Secco	8+730,00	8,310						200			da Progetto Preliminare			111,02	Viadotto
B6	Nuovo Tombino	9+100,00	0,228	1100	400	106	0,267	0,250	200	75,08	0,432	165,01	0,43	19,48	4,44	4.0x3.0
B7	Nuovo Tombino	10+150,00	0,06	400	96	84	0,030	0,250	200	75,08	0,432	165,01	0,36	16,50	0,99	2.0x2.0
B8	Valle Boschina	10+432,00	1,540						200			da Progetto Preliminare			28,72	Inalveazione
B9	T. Capitone	10+700,00	0,42	1800	400	80	0,178	0,250	200	75,08	0,432	165,01	0,40	18,33	7,70	3.0x2.0
B10	F. Isclero	12+749,00	188,970						300			da Progetto Preliminare			892,11	Viadotto
B11	Tombino	13+160,00	0,08	300	60	54	0,020	0,250	200	75,08	0,432	165,01	0,425	19,48	1,46	2.0x2.0
B12	Sottovia esistente	14+023,00	0,31	700	100	56	0,063	0,250	200	75,08	0,432	165,01	0,425	19,48	6,04	2.0x2.0
B13	Torrente S. Giorgio	14+839,00	23,33						300			da Progetto Preliminare			243,86	Viadotto
B14	Fosso Carmignano	2+800,00	0,110	500	120	71	0,098	0,250	200	75,08	0,432	165,01	0,425	19,48	2,14	Canale

Nota: La verifica idraulica del fosso Carmignano è stata effettuata considerando una portata totale di 8,72 m³/s, in considerazione che dal tombino esistente, ubicato a monte del progetto ferroviario può defluire, attraverso una luce idraulica non superiore a 2,25 m2, una portata massima di 6,75 m³/s. Qmax = 6,75 + 1,97 = 8,72 m³/s