

AUTOSTRADA A14: BOLOGNA-TARANTO  
TRATTA VASTO SUD-TERMOLI

REALIZZAZIONE DI UNA BRETELLA AUTOSTRADALE  
IN LOCALITÀ PETACCIATO  
TRA IL km 461+938 E IL km 463+576  
(VIADOTTI CACCHIONE E MARINELLA)

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA

SCALA: 1:5000

SEZIONE: **IDRAULICA**

ELABORATO N. **11.02**

4	PROGETTO DEFINITIVO	DICEMBRE 2010	GIUVA	BONIZZONI	ROCCHI
3	PROGETTO DEFINITIVO	MARZO 2009	GIUVA	BONIZZONI	ROCCHI
2	PROGETTO 2001	OTTOBRE 2001	-	-	-
1	PROGETTO 1996	APRILE 1996	-	-	-
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



**STUDIO GEOTECNICO ITALIANO** s.r.l.  
ingegneria geotecnica-geologia applicata-ingegneria sismica

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. GianFrancesco Rocchi  
Ord. Ingg. Milano N.16492

CODICE COMMESSA		PROGRESSIVO	ELABORATO	EMISSIONE	
0	7	6	2	2	-
0	4	1	R	0	1
			E	0	3
					MARZO 2009

**AUTOSTRADE // per l'ITALIA S.p.A.**  
**Roma**

**A14**

**BOLOGNA-TARANTO**

**Tratta Vasto Sud-Termoli**

**Bretella autostradale in località Petacciato**  
**tra il km 461+938 e il km 463+576**  
**(viadotti Cacchione e Marinella)**

**Progetto Definitivo**

**Relazione Idraulica**

## I N D I C E

1.	INTRODUZIONE .....	1
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	2
3.	ELABORATI DEL PROGETTO IDRAULICO .....	3
4.	DESCRIZIONE DEL SISTEMA ATTUALE DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI E DI QUELLO IN PROGETTO.....	5
4.1	Sistema attuale .....	5
4.2	Sistema in progetto .....	6
4.2.1	Caratteristiche generali.....	6
4.2.2	Sistemazione idraulica delle canalette esistenti in destra viadotto Marinella6	
4.2.3	Sotto-sistema di raccolta delle acque di piattaforma.....	7
4.2.4	Deflusso delle acque sotterranee.....	7
4.2.5	Interferenze con opere idrauliche esistenti .....	8
4.2.6	Altri vincoli alla progettazione .....	9
4.2.7	Manutenzione del sistema di regimazione in progetto .....	9
5.	INDIVIDUAZIONE DEI BACINI IDROLOGICI .....	10
6.	ACQUE DI PIATTAFORMA.....	12
7.	FRONTE IDRAULICO 1 .....	13
7.1	Bacino di riferimento.....	13
7.2	Descrizione della canalizzazione in progetto.....	13
7.3	Verifica della canalizzazione in progetto .....	13
8.	FRONTE IDRAULICO 2 .....	15
8.1	Bacino di riferimento.....	15
8.2	Descrizione del sistema di convogliamento acque al di sotto del rilevato della bretella in corrispondenza del fosso Cacchione.....	15
8.3	Verifica del collettore $\phi 1670\text{mm}$ .....	16
8.4	Verifica dei profili idraulici C e PROFILO DX EST (strada interpodereale) .....	17
9.	FRONTE IDRAULICO 3 .....	19
9.1	Bacino di riferimento e ripartizione delle portate di versante .....	19

9.2	Descrizione del sistema di canalizzazione del fronte idraulico 3.....	21
9.3	Progettazione e verifica di collettori e canali.....	23
10.	ATTRAVERSAMENTI.....	27
10.1	Descrizione degli attraversamenti .....	27
10.2	Progettazione e verifica dei collettori.....	28
11.	ULTERIORI VERIFICHE IDRAULICHE.....	29
11.1	Profilo idraulico A.....	29
11.2	Profilo idraulico P .....	30
11.3	Profilo idraulico O .....	30
11.4	Profilo idraulico N.....	30
11.5	Profili idraulici della strada interpodereale .....	31
11.5.1	PROFILO SX INT .....	31
11.5.2	PROFILO DX INT .....	31
11.5.3	PROFILO SX INT .....	32
11.5.4	Tubazione $\phi$ 300mm tra i pozzetti P57 e P58 .....	32
12.	VARIAZIONI NELLE PORTATE SMALTITE AI PUNTI DI RECAPITO A SEGUITO DELLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO .....	33

## **1. INTRODUZIONE**

Il presente documento ha come oggetto le opere di regimazione idraulica da eseguire nell'ambito del progetto per la realizzazione di una bretella autostradale in località Petacciato tra il km 461+938 e il km 463+576 dell'autostrada A14 Bologna-Taranto.

Il progetto definitivo prevede la realizzazione dei sistemi idraulici necessari ad intercettare le acque di versante e convogliare queste ultime a valle della bretella in modo da rendere la bretella "trasparente" (dal punto di vista idraulico) ai normali deflussi superficiali.

Si è cercato di rispettare tale principio di "trasparenza idraulica" anche nei confronti delle acque sotterranee; le opere stradali e di fondazione sono state pertanto progettate in modo tale da garantire i deflussi sotterranei senza creare barriere fisiche.

Il presente documento tiene conto delle istanze presentate, in sede della Conferenza dei Servizi del 21/07/2009, da parte di alcuni dei soggetti coinvolti.

## **2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

Nella stesura della relazione si è fatto riferimento alla seguente documentazione:

### **Elaborati di progetto 2009**

1. Corografia generale – **Elaborato: 1.01**
2. Relazione tecnica generale – **Elaborato 1.02**
3. Documentazione sullo stato di fatto – **Elaborato 1.06 – Allegato D**
4. Planimetria dello stato di fatto, Tavv. 1, 2 e 3 – **Elaborati 1.07 - 1.08 - 1.09**
5. Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica – **Elaborato 3.01**
6. Bretella autostradale – Sezioni trasversali – **Elaborati da 5.12 a 5.17**
7. Strada interpoderale – Sezioni trasversali – Dalla n. 1 alla n.17 – **Elaborato 5.23**
8. Planimetria idraulica – Individuazione dei bacini idrologici – **Elaborato 11.02**
9. Planimetria idraulica – Stato di fatto e di progetto, Tavv. 1, 2 e 3 – **Elaborati 11.03 – 11.04 – 11.05**
10. Profili idraulici. Tavv. 1, 2 e 3 – **Elaborati 11.07 – 11.08 – 11.09**
11. Strada interpoderale al km. 0+619.42 – Perforazione guidata per collettore  $\phi 355$  – **Elaborato 11.14**
12. Fosso Cacchione – Ritombamento e stabilizzazione rilevato – Profilo longitudinale e piante – **Elaborato 9.08**

### **Altri Documenti - Bibliografia**

13. Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino regionale del fiume Biferno e minori – Delibera Comitato Istituzionale N. 87 del 28/10/2005 – Normativa di attuazione - Autorità di bacino dei fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore.
14. Sito internet dell'Univeristà degli Studi di Padova – Materiale didattico.
15. "Esercitazioni di costruzioni idrauliche" - Becciu Gianfranco - Paoletti Alessandro – Ed. Cedam – 1999.
16. Dati pluviometrici della stazione di San Salvo - Piogge intense di durata inferiore alle 24 ore per gli anni dal 1942 al 1973

### **3. ELABORATI DEL PROGETTO IDRAULICO**

Il progetto idraulico contiene, oltre alla presente relazione, gli elaborati grafici di seguito riportati.

- Elaborato n.11.02.** Planimetria idraulica - Individuazione dei bacini idrologici
- Elaborato n.11.03.** Planimetria idraulica - Stato di fatto e di progetto - Tav.1/3
- Elaborato n.11.04.** Planimetria idraulica - Stato di fatto e di progetto - Tav.2/3
- Elaborato n.11.05.** Planimetria idraulica - Stato di fatto e di progetto - Tav.3/3
- Elaborato n.11.06.** Planimetria idraulica - Tracciamento opere idrauliche
- Elaborato n.11.07.** Profili idraulici - Tav.1/3
- Elaborato n.11.08.** Profili idraulici - Tav.2/3
- Elaborato n.11.09.** Profili idraulici - Tav.3/3
- Elaborato n.11.10.** Bretella autostradale - Rilevati e trincee stradali - Dettagli opere idrauliche - Tav.1/3
- Elaborato n.11.11.** Bretella autostradale - Rilevati e trincee stradali - Dettagli opere idrauliche - Tav.2/3
- Elaborato n.11.12.** Bretella autostradale - Rilevati e trincee stradali - Dettagli opere idrauliche - Tav.3/3
- Elaborato n.11.13.** Strada interpoderale al km.0+619.42 - Dettagli opere idrauliche
- Elaborato n.11.14.** Strada interpoderale al km.0+619.42 - Perforazione guidata per collettore  $\phi 355$
- Elaborato n.11.15.** Strada interpoderale al km.0+619.42 - Trincea drenante esistente - Intercettazione collettore  $\phi 355$

L'Elaborato n. 11.02 costituisce la planimetria di riferimento dei bacini idrologici che hanno fornito, con riferimento anche al Doc. Rif. 2, le aree per il calcolo delle portate di piena con un tempo di ritorno di 200 anni. Su questa planimetria sono riportate tutte le informazioni di carattere geometrico dei bacini idrologici ed altri elementi essenziali per l'inquadramento dell'area oggetto di studio.

Gli elaborati n. 11.03, 11.04 ed 11.05 rappresentano le planimetrie di riferimento per la realizzazione del sistema in progetto di regimazione delle acque. Ogni tavola

riporta sia la planimetria dello stato attuale dei luoghi che quella di progetto. Nella planimetria di progetto sono riportate le tipologie di opere idrauliche da realizzare (canali, collettori e pozzetti) e la loro ubicazione.

L'elaborato n. 11.06 riporta informazioni relative al sistema di regimazione delle acque con riferimento alle tipologie di canalizzazioni e collettamenti, alle sigle dei pozzetti ed ai profili idraulici.

Gli elaborati n. 11.07, 11.08 e 11.09 riportano i profili idraulici dei vari tratti di canalizzazione e collettamento: le prime due tavole riguardano rispettivamente il lato destro e sinistro della bretella autostradale mentre la terza tavola riguarda la strada interpoderale. In questi elaborati sono riportate le lunghezze di canali e collettori, le loro quote assolute e le pendenze con riferimento alle tracce delle sezioni trasversali della bretella (cfr. Doc. Rif. 6, 7 e 9).

Gli elaborati n. 11.10, 11.11, 11.12 ed 11.13 contengono le informazioni geometriche per le opere idrauliche quali pozzetti e canali da realizzarsi gettati in opera: le prime tre tavole riguardano la bretella autostradale mentre l'ultima riguarda la strada interpoderale. Sono riportati i disegni tipologici completati da una tabella contenente le reali misure e le quote assolute di ciascun pozzetto.

L'elaborato n. 11.14 riporta le informazioni plano-altimetriche e le fasi esecutive per la posa in opera del collettore  $\phi 355\text{mm}$  che congiunge i pozzetti P59 e P44 mediante perforazione sub-orizzontale guidata; la tavola riporta anche informazioni relative all'approntamento dell'area di cantiere.

L'elaborato n. 11.15 riporta le informazioni plano-altimetriche e le fasi esecutive delle opere finalizzate all'intercettazione del collettore  $\phi 300\text{mm}$  dell'esistente trincea drenante in destra del rilevato della bretella.

#### **4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA ATTUALE DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI E DI QUELLO IN PROGETTO**

##### **4.1 Sistema attuale**

Attualmente le acque scolanti dai bacini idrografici in corrispondenza del fronte che verrà occupato dalla bretella autostradale sono in buona parte raccolte dal fosso Cacchione e dai fossi minori ad esso affluenti. Il tratto finale del fosso Cacchione, in corrispondenza dell'omonimo viadotto è incanalato e, poco oltre, intubato per consentire il superamento delle infrastrutture stradali e ferroviarie e lo sfogo al mare. A tale proposito è utile ricordare che la linea di costa dista dalle opere in progetto mediamente 300m.

Le acque non raccolte dal fosso Cacchione pervengono al mare tramite canalizzazioni minori che raccolgono e convogliano tali acque verso due distinti punti di recapito costituiti da tombini. Il primo, posto in sinistra del viadotto Marinella al km 462+950 ca., convoglia direttamente le acque oltre il rilevato ferroviario e la Strada Statale n. 16 fino alla costa tramite uno scatolare. Il secondo tombino, posto in destra dell'autostrada al km 463+240 ca., convoglia le acque tramite un collettore  $\phi 800\text{mm}$  ad un secondo pozzetto in asse all'autostrada e da qui, mediante un collettore  $\phi 1000\text{mm}$  (anch'esso in asse all'autostrada) le acque arrivano ad un sistema di canalette ed infine al poco lontano Fosso dei Lupi.

Attualmente le canalizzazioni di cui sopra non risultano adeguate a garantire lo smaltimento delle portate raccolte causando, in occasione di forti precipitazioni, allagamenti nell'area del sottopasso della strada interpodereale in corrispondenza del viadotto Marinella.

A completamento della descrizione delle opere idrauliche esistenti va segnalata la presenza di trincee drenanti in destra del tracciato autostradale (cfr. Doc. Rif. 3). Tali opere intercettano le acque di falda a monte dell'autostrada e le convogliano, tramite collettori fessurati di diametro  $\phi 300\text{mm}$ , verso il fosso Cacchione.

## **4.2 Sistema in progetto**

### **4.2.1 Caratteristiche generali**

Le opere idrauliche in progetto recepiscono le indicazioni riportate all'art. 10 del Doc. Rif. 13 in cui gli indirizzi generali richiedono di utilizzare, in sede progettuale di opere definitive, portate di piena con tempi di ritorno di 200 anni assumendo i valori di riferimento di cui all'All. 1 del medesimo documento.

Il sistema di regimazione delle acque del progetto della nuova bretella autostradale ha, come detto, lo scopo di rendere la bretella "trasparente" ai normali deflussi delle acque superficiali (ma anche sotterranee) creando una linea di intercettazione delle acque di versante (costituita da un sistema di canali di guardia a sezione rettangolare o trapezoidale) che raccoglie e convoglia queste ultime oltre la bretella (assieme alle acque di piattaforma) verso i 3 recapiti esistenti già citati nel paragrafo 4.1. In tal modo verrà evitato l'accumulo di acqua a monte del rilevato autostradale della bretella.

Nel dettaglio sono stati progettati n.3 attraversamenti trasversali rispetto alla bretella mediante collettori  $\phi 1000\text{mm}$  ubicati alle seguenti progressive della bretella: km.0+640 ca., km. 0+920 ca. e Km. 1+030 ca..

Inoltre, in corrispondenza del fosso Cacchione, è stata progettata una vasca di raccolta acque da ubicarsi a monte del futuro rilevato della bretella. Tale vasca permetterà il collettamento delle acque in un tubo di acciaio liscio ( $\phi 1670\text{mm}$ , passante al di sotto del rilevato) ed il loro convogliamento nuovamente nella sede esistente del fosso Cacchione a valle del rilevato stesso.

Per le pendenze e le tipologie di canali e collettori adottati in ciascun tratto del sistema di regimazione delle acque si faccia riferimento alla tavola dei profili idraulici (Doc. Rif. 10).

### **4.2.2 Sistemazione idraulica delle canalette esistenti in destra viadotto Marinella**

Nel presente progetto è inoltre prevista la sistemazione idraulica dei tratti di canalizzazione esistenti che, in destra del viadotto Marinella convogliano le acque

superficiali verso l'attuale sottopasso della strada interpodereale e da qui verso il tombino in sinistra del viadotto stesso ed infine alla costa.

Si sottolinea la necessità di tale adeguamento al fine di poter sfruttare a pieno le potenzialità dei recapiti finali. A tal fine si prevede di eseguire la pulizia delle aree limitrofe ai canali esistenti ed il rifacimento delle canalizzazioni indicate nel Doc. Rif. 9.

#### **4.2.3 Sotto-sistema di raccolta delle acque di piattaforma**

Il sistema idraulico in progetto per la gestione delle acque superficiali si completa con la realizzazione del sotto-sistema di raccolta delle acque di piattaforma costituito da canali e cunette superficiali intervallati da pozzetti; tale sottosistema si immette nel sistema di regimazione delle acque superficiali di cui al Paragrafo 4.2.1. Per il dimensionamento di questo sotto-sistema si è considerato un tempo di ritorno di 50 anni.

Considerata la funzione provvisoria della bretella in progetto, il sistema idraulico complessivo è stato, quindi, concepito come un sistema misto, ossia le acque di piattaforma e di versante vengono raccolte in un comune sistema di canalette e collettori che le trasporta fino ai punti di recapito presenti a valle della nuova bretella. Non sono stati previsti in progetto sistemi di trattamento delle acque miste di versante e di piattaforma prima della loro immissione nei punti di recapito finali individuati.

#### **4.2.4 Deflusso delle acque sotterranee**

Le opere di stabilizzazione dei rilevati nella zona del Fosso Cacchione e del viadotto Marinella sono state progettate in modo tale da rispettare il principio di "trasparenza idraulica" dell'opera anche per i deflussi delle acque sotterranee. Tali opere di stabilizzazione sono costituite da setti di diaframma disposti a coltello rispetto alla nuova sede autostradale; tale disposizione, allineata secondo la pendenza del versante, non costituisce una barriera fisica al deflusso delle acque sotterranee.

#### **4.2.5 Interferenze con opere idrauliche esistenti**

La realizzazione della nuova bretella autostradale ha interferenze con le trincee drenanti in destra della sede autostradale (cfr. Doc. Rif 3) durante la costruzione dell'A14. In particolare si hanno due punti di interferenza:

La prima interferenza si ha in corrispondenza del km.0+400 ca. della bretella, dove la realizzazione della paratia di pali  $\phi 1200\text{mm}$  a più ordini di tiranti intercetta la trincea drenante esistente (di larghezza pari a 1.2 m, cfr. Doc. Rif. 3). Pertanto, per ovviare all'interruzione della trincea drenante si è previsto in progetto quanto segue:

1. La realizzazione, a monte della paratia, di un pozzetto di intercettazione della trincea drenante, con posizionamento di un tubo collettore  $\phi 500\text{mm}$  all'interno di apposita trincea eseguita con scavo a sezione obbligata per il recapito delle acque nel tubo collettore presente a valle della paratia al di sotto del ciglio del piano stradale; sulla base delle quote riportate nella contabilità lavori dell'autostrada A14, tale soluzione dovrebbe poter intercettare le acque che si dovessero accumulare nella trincea drenante esistente per battenti d'acqua superiori a 2 m ca. (valutate rispetto al fondo trincea).
2. La realizzazione di microdreni sub-orizzontali nel primo tratto della paratia per intercettare la trincea drenante e dare sfogo all'eventuale accumulo di acque.

La seconda interferenza si ha in corrispondenza del km.0+619 ca. della bretella, dove i diaframmi della trincea di approccio al sottopasso scatolare della strada interpodereale intercettano la trincea drenante esistente (di larghezza pari a 1.5 m, cfr. Doc. Rif. 3). Il tubo collettore  $\phi 300\text{mm}$  microfessurato esistente verrebbe a trovarsi a 3 m ca. al di sotto del fondo scavo di progetto tra diaframmi; pertanto, per ovviare all'interruzione della trincea drenante a causa dell'esecuzione dei diaframmi si è previsto in progetto quanto segue:

1. L'esecuzione di perforazioni preliminari all'avvio di qualsiasi attività, al fine di individuare correttamente l'andamento plano-altimetrico della trincea drenante e del tubo collettore rispetto al tracciamento dei diaframmi in progetto.

2. La realizzazione dei diaframmi strutturali che interferiscono con il tubo collettore prevedendo, alla quota del tubo  $\phi 300\text{mm}$  (rilevata prima di dare inizio ai lavori attraverso le perforazioni di cui sopra), l'inserimento nella gabbia di armatura di un tubo in acciaio  $\phi 500\text{mm}$  dotato di tappi alle estremità per evitare l'ingresso di cls durante il getto del diaframma.
3. La realizzazione di uno scavo di approfondimento a sezione obbligata, sbatacchiato, all'interno della trincea di approccio al sottopasso scatolare al fine di intercettare la trincea drenante; la demolizione dei tappi inseriti nel tubo  $\phi 500\text{mm}$  inglobato nell'armatura dei diaframmi strutturali; il ripristino con tubo collettore  $\phi 300\text{mm}$  e materiale granulare selezionato della continuità della trincea drenante.

#### **4.2.6 Altri vincoli alla progettazione**

Infine il sistema idraulico è stato progettato cercando di contenere, per quanto possibile, l'entità degli scavi necessari alla posa dei tubi collettori; questo vincolo di carattere geotecnico ha condizionato le scelte tecniche che hanno portato alla configurazione finale del sistema idraulico stesso.

#### **4.2.7 Manutenzione del sistema di regimazione in progetto**

Solo il mantenimento delle condizioni di esercizio dei canali (sia di quelli risistemati che di quelli in progetto) può garantire il corretto deflusso delle acque di versante e di piattaforma raccolte dal sistema di regimazione idraulica in progetto.

Si prevede pertanto che sia eseguita una manutenzione periodica, con cadenza annuale, di tutte le canalizzazioni:

Tale manutenzione consisterà nella pulizia del fondo e delle pareti di canali e pozzetti da vegetazione e terreno e nel ripristino dei tratti di canalizzazioni eventualmente danneggiati.

## 5. INDIVIDUAZIONE DEI BACINI IDROLOGICI

I bacini idrologici principali considerati nel dimensionamento del sistema idraulico (bacini di livello 1) sono evidenziati nel Doc. Rif. 8. Nell'individuazione di tali bacini si è fatto riferimento alla parte del tracciato della nuova bretella per il quale è prevista la progettazione di opere idrauliche e dunque dal km 0+345 ca. al km 1+293 ca..

I bacini di livello 1 individuati sono dunque tre: BI1, BI2, BI3. Il loro perimetro è stato tracciato seguendo gli spartiacque topografici rilevabili dalla cartografia a disposizione o, nel caso dei bacini BI1 e BI3, partendo dal fronte di bretella di interesse e risalendo il prospiciente pendio con una linea ortogonale alle isoipse fino ad intercettare lo spartiacque topografico (si veda il Doc. Rif. 8).

Nella seguente Tabella 5.1 sono riportate le superfici piane dei tre bacini.

Bacino	Superficie
BI1	0.012 km <sup>2</sup> ca.
BI2	0.837 km <sup>2</sup> ca.
BI3	0.23 km <sup>2</sup> ca.

**Tabella 5.1: Superfici dei bacini idrologici di primo livello**

Il bacino idrologico BI3 è stato ulteriormente suddiviso in n.4 bacini idrologici di livello 2 a loro volta ulteriormente partizionati in aree più piccole (bacini di livello 3).

Per ciascuno dei bacini di livello 1 è stata calcolata la portata di progetto in base all'area del bacino stesso e ad un tempo di ritorno di 200 anni come richiesto dal Doc. Rif. 13 mediante la relazione:

$$Q=17*A^{0.72}$$

Essendo:

Q la portata di progetto espressa in m<sup>3</sup>/s.

A l'area piana del bacino considerato espressa in km<sup>2</sup>.

Tale relazione, non lineare, ha portato a stimare, per i tre bacini di livello 1, le portate di progetto indicate nella Tabella 5.2.

<b>Bacino</b>	<b>Portata di progetto</b>
BI1 (paratia di imbocco lato Vasto)	0.75 m <sup>3</sup> /s ca.
BI2 (Impluvio Fosso Cacchione)	14.86 m <sup>3</sup> /s ca.
BI3 (Fronte dei rilevati a mezza costa dall'intersezione con la strada interpodereale a fine bretella)	5.90 m <sup>3</sup> /s ca.

**Tabella 5.2: Portate di progetto dei bacini idrografici di livello 1**

Le portate ottenute sono state ripartite, nel caso del bacino BI3, per i sottobacini di livello 3 in modo proporzionale alla loro area. Il dettaglio sui valori di portata adottati per ciascun sotto bacino di livello 3 del bacino BI3 è riportata nei Capitolo 9.

I tre bacini di livello 1 descritti individuano tre "fronti idraulici" che verranno ripresi nel seguito (cfr. Capitoli. 7, 8 e 9).

## 6. ACQUE DI PIATTAFORMA

Le portate di progetto delle acque di piattaforma sono state ricavate dalla formula dell'invaso lineare (cfr. Doc. 15):

$$Q_c = S \cdot U = S \cdot 2.78 \cdot D(n') \cdot \varphi \cdot a' \cdot k^{(n'-1)}$$

essendo

- S la superficie del bacino
- $D(n')$  parametro funzione del parametro  $n'$  della curva di possibilità pluviometrica (assunto pari a 0.63)
- $\varphi$  il coefficiente di afflusso (assunto pari a 0.9)
- $a'$ ,  $n'$  coefficienti della curva di probabilità pluviometrica per un tempo di ritorno di 50 anni:  $a'=62.58$ ;  $n'=0.2885$  (si veda il Doc. Rif. 16)
- $k$  parametro dipendente dal tempo di ingresso alla rete e dal tempo di corrivazione di quest'ultima (in totale pari a 0.083h, cfr. Doc. 15)

Nel caso in cui, oltre alla piattaforma autostradale, si è dovuto tenere conto anche delle aree di scarpata del rilevato della nuova bretella si è cautelativamente incrementato del 30% il valore di portata calcolato con la formula di sopra.

La raccolta delle acque di piattaforma avviene sfruttando la pendenza di progetto del piano stradale (circa 2.5% per la bretella autostradale e 2% per la strada interpodereale) che indirizza le acque piovane verso il bordo strada dove la presenza di canalette di vario tipo (o embrici ad esse affluenti) consente il convogliamento delle acque raccolte al sistema principale.

Dove possibile si sono adottate, a bordo strada, cunette alla francese. Eventuali canalizzazioni di forma diversa sono state adottate solo in presenza di barriere protettive.

Nelle tabelle relative alle verifiche idrauliche presentate nei prossimi capitoli, le aliquote delle portate di progetto relative alle acque di piattaforma sono indicate tra parentesi. Nel caso in cui l'intera portata di progetto sia ascrivibile esclusivamente alle acque raccolte sui rilevati stradali, la portata di progetto indicata sarà contrassegnata da un asterisco (\*). In tutti gli altri casi le portate di progetto sono relative alle sole acque di versante.

## **7. FRONTE IDRAULICO 1**

### **7.1 Bacino di riferimento**

Per il fronte idraulico n. 1 il bacino di riferimento è B11. Si ricorda che per tale bacino (superficie pari a 0.012 km<sup>2</sup> ca.) è stata stimata una portata di piena (per un tempo di ritorno pari a 200 anni) di 0.75 m<sup>3</sup>/s ca (cfr. Doc. Rif. 13).

### **7.2 Descrizione della canalizzazione in progetto**

La linea di intercettazione delle acque di versante è costituita, in questo caso, dal canale rettangolare di tipo CR4 (cfr. Doc. Rif. 9), di dimensioni interne (larghezza \* altezza) 1.1m \*1m e dal canale di tipo CR5 di dimensioni interne 1.7m\*0.65m.

### **7.3 Verifica della canalizzazione in progetto**

La verifica idraulica è stata condotta (mediante la formula di *Gauckler-Strickler*) per ciascun canale in corrispondenza del tratto (o tratti) a minore pendenza, che costituisce (essendo i canali in questione a sezione costante) il tratto critico per il deflusso della portata di progetto. Si è imposta, in fase di progettazione, un'altezza massima di riempimento delle sezioni rettangolari pari all'80% dell'altezza della sezione stessa.

Per il tipo di canali considerati (gettati in opera) si è assunto un coefficiente di scabrezza ( $k_s$  di Strickler) pari a 75m<sup>1/3</sup>/s (calcestruzzo con superficie ruvida).

Nella Tabella 7.1 seguente sono riportati i dati relativi alla verifica idraulica (con riferimento a quanto riportato nel Doc. Rif. 10).

Profilo idraulico	Tratto	Tipologia	i (%)	L (m)	H (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>P</sub> (m <sup>3</sup> /s)
B	B13-B14	Canale rettangolare	0.37	1.1	1	1.9	0.75
B	Inserimento nel fosso Cacchione	Canale rettangolare	19.36	1.7	0.65	1.8	0.75

**Tabella 7.1: Tabella di verifica del fronte idraulico n. 1**

Dove

i = pendenza motrice

L = larghezza interna del canale

H = altezza interna del canale

Q = massima portata convogliata in condizioni di moto uniforme

Q<sub>P</sub> = portata di progetto

Per l'individuazione del tratto verificato si è fatto riferimento alle sigle delle sezioni trasversali della bretella (cfr. Doc. Rif. 6, 7 e 9).

## **8. FRONTE IDRAULICO 2**

### **8.1 Bacino di riferimento**

Per il fronte idraulico n. 2 i bacini di riferimento sono B11 e B12. Infatti le acque del bacino B11 sono convogliate all'interno dell'alveo del fosso Cacchione a monte della bretella. Si ricorda che per il bacino B12 (superficie pari a 0.837 km<sup>2</sup> ca.) è stata stimata una portata di piena (per un tempo di ritorno pari a 200 anni) pari a 14.86 m<sup>3</sup>/s ca. (cfr. Doc. Rif. 13).

La portata totale di progetto per questo fronte idraulico è dunque pari alla somma delle due portate di piena dei bacini B11 e B12, pertanto 15.61 m<sup>3</sup>/s ca. più un'ulteriore aliquota dovuta alla raccolta delle acque di piattaforma.

Come si può osservare nel Doc. Rif. 8, il bacino B12 condivide un'area con il bacino B13. Ciò è dovuto alla difficoltà oggettiva di associare in modo inequivocabile l'area condivisa ad uno dei due bacini; pertanto i sottobacini A1 ed A2 sono entrati a far parte, a vantaggio di sicurezza, del bacino B11.

Una quota parte delle acque scolanti del bacino B12 vengono raccolte dal canale trapezoidale che corre in destra alla strada interpoderale e dal canale trapezoidale compreso tra i pozzetti P8 e P10: resta dunque definito il bacino idrologico E, di livello 2, per il quale è stata adottata una portata di piena proporzionale alla propria area (0.195 m<sup>3</sup>/s).

### **8.2 Descrizione del sistema di convogliamento acque al di sotto del rilevato della bretella in corrispondenza del fosso Cacchione**

Le acque scolanti dai bacini B11 e B12 giungono alla vasca di raccolta delle acque di cui al paragrafo 4.2.1 mediante:

- il canale di guardia descritto nel Capitolo 7;
- l'esistente tratto di monte del fosso Cacchione;
- il tratto di canalizzazioni trapezoidali che drenano il bacino E.

come illustrato nel Doc. Rif. 10, al di sotto del canale trapezoidale che parte dal pozzetto P10 è collocato un collettore  $\phi$ 500mm in cls armato vibrato (CAV) che

convoglia le acque dai canali a monte (e quelle provenienti dalla contigua sede stradale) verso la vasca di raccolta di cui sopra attraversando la trincea drenante posta tra i pozzetti P9 e P8.

Tale trincea drenante ha lo scopo di intercettare i flussi di acque sotterranee ed evitare l'accumulo all'interno del materiale di rilevato della bretella che, in questo punto, viene ad impostarsi in un'area morfologicamente depressa.

Come anticipato le acque raccolte nella vasca saranno direttamente convogliate al tratto di alveo del fosso Cacchione oltre il rilevato della bretella mediante una tubazione in acciaio di diametro  $\phi 1670\text{mm}$ . Tale tubazione avrà una pendenza pari a circa il 5% (cfr. Doc. Rif. 12).

### 8.3 Verifica del collettore $\phi 1670\text{mm}$

La verifica idraulica è stata condotta (mediante la formula di *Gauckler-Strickler*) per la tubazione in acciaio zincato  $\phi 1670\text{mm}$ . Si è imposta, in fase di progettazione, un'altezza massima di riempimento della sezione circolare pari all'80% dell'altezza della sezione stessa.

Per il tipo di tubazione considerato si è assunto un coefficiente di scabrezza ( $k_s$  di Strickler) pari a  $95\text{m}^{1/3}/\text{s}$ .

Nella Tabella 8.1 sono riportati i dati relativi alla verifica idraulica (con riferimento a quanto riportato nel Doc. Rif. 12).

Tratto	Tipologia	i (%)	D (m)	Q ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Q <sub>P</sub> ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
Al di sotto del rilevato, alveo del fosso Cacchione	Tubazione in acciaio zincato	5	1.67	25.4	15.89 (0.28)

**Tabella 8.1: Tabella di verifica del fronte idraulico n. 2. Sono segnate tra parentesi le aliquote relative alle acque di piattaforma.**

Dove

i = pendenza motrice

D = diametro della tubazione

Q = massima portata convogliata in condizioni di moto uniforme

$Q_P$  = portata di progetto

La portata di progetto viene smaltita attraverso la tubazione in oggetto con un'altezza di 0.95m.

#### **8.4 Verifica dei profili idraulici C e PROFILO DX EST (strada interpoderale)**

Le acque provenienti dal bacino E vengono raccolte in parte dal canale trapezoidale che corre sul lato esterno destro della strada interpoderale ed in parte dal canale trapezoidale compreso tra i pozzetti P8 e P10. Quest'ultimo è preposto anche alla raccolta delle acque di piattaforma (per le quali si è stimata una portata di 0.052m<sup>3</sup>/s ca.).

Il canale trapezoidale parallelo alla strada interpoderale è caratterizzato da pendenze variabili dal 10% ca. (a monte) al 5% ca. (in prossimità del pozzetto P10, cfr. Doc. Rif.10); si prevede che esso debba smaltire una portata pari a 0.098 m<sup>3</sup>/s ca., mentre il successivo tratto di canale dovrà smaltire una portata pari a 0.245 m<sup>3</sup>/s ca..

La verifica idraulica è stata effettuata mediante la formula di Gauckler-Strickler per ciascun tratto di canale o collettore in corrispondenza del tratto (o tratti) a minore pendenza. Si è imposta, in fase di progettazione, un'altezza massima di riempimento delle sezioni di progetto pari all'80% dell'altezza della sezione stessa. Per i collettori in CAV si è assunto un coefficiente di scabrezza ( $k_s$  di Strickler) pari a 95m<sup>1/3</sup>/s, mentre per i canali gettati in opera si è adottato un coefficiente di scabrezza pari a 75 m<sup>1/3</sup>/s. Nella Tabella 8.2 sono riportati i dati relativi alla verifica idraulica (con riferimento a quanto riportato nel Doc. Rif.10).

PROFILO IDRAULICO	TRATTO VERIFICATO	TIPOLOGIA	i (%)	L (m)	H (m)	D (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Qp (m <sup>3</sup> /s)
PROFILO DX EST.	S9-P10	CT	5,5	1,1	0,3	-	0,88	0,098
C	B25-P9bis	CT	2,34	1,1	0,3	-	0,57	0,15 (0.052)
C	P8-P9	φ500	5,23	-	-	0,5	1,04	0,247 (0.052)

**Tabella 8.2: Tabella di verifica dei profili idraulici C e PROFILO DX EST. Sono segnate tra parentesi le aliquote relative alle acque di piattaforma.**

Dove

$i$  = pendenza motrice

$L$  = larghezza interna del canale

$H$  = altezza interna del canale

$D$  = diametro della tubazione

$Q$  = massima portata convogliata in condizioni di moto uniforme

$Q_P$  = portata di progetto

Per l'individuazione del tratto verificato si è fatto riferimento alle sigle delle sezioni trasversali della bretella (cfr. Doc. Rif. 6, 7 e 9)

## **9. FRONTE IDRAULICO 3**

### **9.1 Bacino di riferimento e ripartizione delle portate di versante**

Per il fronte idraulico n. 3 il bacino di riferimento è B13. Per questo bacino (superficie pari a 0.23 km<sup>2</sup> ca.) è stata stimata una portata di piena (per un tempo di ritorno pari a 200 anni) pari a 5.95 m<sup>3</sup>/s ca. (cfr. Doc. Rif. 13).

Come anticipato nel Capitolo 5, il bacino idrografico B13 è stato suddiviso in quattro sottobacini definiti di secondo livello (bacini idrografici A, B, C, D) e questi ultimi, a loro volta, suddivisi in ulteriori sottobacini definiti di terzo livello. A ciascun sottobacino è stata assegnata una quota parte della portata di piena calcolata per B13 proporzionale alla propria area.

Fanno eccezione i sottobacini di livello 3 del bacino C a cui è stata assegnata una portata proporzionale al fronte di recapito. Tale scelta è dovuta alla particolare morfologia del bacino B13 il cui pendio non mostra impluvi ben definiti, pertanto la suddivisione è stata fatta in relazione alla partizione idraulica del fronte di recapito. Anche se le portate assegnate non sono proporzionali alle aree calcolate per i sottobacini di livello 3, si verifica che la somma delle portate di progetto assegnate supera la quota di portata di piena proporzionale all'area del bacino C, ciò a vantaggio di sicurezza.

La *Tabella 9.1* riportata una sintesi delle aree dei bacini fino al livello 3 e delle portate assegnate.

Bacino livello 1		Bacino livello 2		Bacino livello 3		
Codice	Area (km <sup>2</sup> )	Codice	Area (km <sup>2</sup> )	Codice	Area (km <sup>2</sup> )	Portata di progetto (m <sup>3</sup> /s)
BI3	0,23	A	0,0678	A1	0,0418	1,060
				A2	0,0090	0,230
				A3	0,0170	0,410
		B	0,0425	B1	0,0105	0,210
				B2	0,0300	0,832
				B3	0,0020	0,048
		C	0,0796	C1	0,0168	0,381
				C2	0,0168	0,381
				C3	0,0120	0,262
				C4	0,0110	0,262
				C5	0,0120	0,381
				C6	0,0110	0,381
		D	0,0432			1,110

**Tabella 9.1: Dettaglio della parzializzazione del bacino BI3 e indicazione delle relative portate di progetto**

## **9.2 Descrizione del sistema di canalizzazione del fronte idraulico 3**

Il sistema di canalizzazioni del fronte idraulico 3 è stato suddiviso in base alla suddivisione in bacini di livello 2; restano definiti i seguenti tratti di canalizzazioni che afferiscono agli attraversamenti idraulici della bretella (con riferimento al Doc. Rif. 2):

1. Tratto relativo ai profili idraulici D, E, F e PROFILO SX EST.
2. Tratto relativo ai profili G, H ed I
3. Tratto relativo ai profili M ed L

Fanno parte del tratto n.1:

- Il canale rettangolare esterno (CR3) che corre in sinistra della strada interpodereale. Questo scarica le acque di versante raccolte all'interno del pozzetto P11 e da qui, mediante un collettore  $\phi 800\text{mm}$  in CAV, al pozzetto P12.
- I canali trapezoidali che costituiscono il canale di guardia del versante e che immettono, tramite i pozzetti da P12 a P17, in un collettore  $\phi 600\text{mm}$  in CAV che convoglia le acque al pozzetto P12. I canali trapezoidali compresi tra i pozzetti P11 e P13 sono preposti a raccogliere anche le acque provenienti dall'attiguo rilevato della bretella (ciò comporta di considerare, per questo tratto, un'ulteriore aliquota di portata).
- Il canale rettangolare (CR1, posizionato oltre le barriere stradali) che raccoglie, a partire dal pozzetto P18, le acque di piattaforma della bretella nel tratto attiguo, scaricandole via via nei pozzetti da P13 a P18.

Le acque raccolte convergono tutte verso il pozzetto P12 che ospita la testata di monte del collettore  $\phi 1000\text{mm}$  che costituisce il primo attraversamento idraulico della bretella.

Fanno parte del tratto n. 2:

- Il canale trapezoidale compreso tra i pozzetti P19 e P21 che costituisce parte del canale di guardia del versante.

- Il manufatto in calcestruzzo (canale rettangolare) compreso tra il pozzetto P21 e la sezione B42 (circa) che costituisce parte del canale di guardia del versante. Tale canale è preposto alla raccolta delle acque provenienti dal canale trapezoidale e dalla piattaforma stradale ad esso contigua.
- Il manufatto un calcestruzzo (canale rettangolare) compreso tra la sezione B42 (circa) e la sezione B50 (circa) che costituisce parte del canale di guardia del versante ed è preposto a raccogliere, tramite caditoie, le acque provenienti dalla piattaforma stradale. In particolare questo tratto di canalizzazione risulta essere simmetrico rispetto al pozzetto P23, per cui in seguito verrà verificato solo il tratto compreso tra la sezione B42 (circa) ed il pozzetto P23.

In particolare le acque raccolte nel settore compreso tra il pozzetto P19 e la sezione B42 (circa) confluiscono tutte al pozzetto P22 che ospita la testa di monte del collettore  $\phi 1000\text{mm}$  che costituisce il secondo attraversamento idraulico trasversale della bretella. Le acque raccolte nel settore compreso tra la sezione B42 (circa) e la sezione B50 (circa) confluiscono nel pozzetto P23 che ospita la testata di monte del collettore  $\phi 1000\text{mm}$  che costituisce il terzo attraversamento idraulico della bretella.

Fanno parte del tratto n. 3:

- Il canale rettangolare (CR2) compreso tra la sezione B50 (circa) ed il pozzetto esistente in corrispondenza della sezione B60 che costituisce il canale di guardia del versante.
- La cunetta alla francese compresa tra la sezione B50 (circa) ed il pozzetto P28bis. Questa raccoglie le acque di piattaforma, scaricandole via via nei pozzetti da P24 a P28bis dove è alloggiato un collettore  $\phi 300\text{mm}$  in CAV che convoglia le acque al pozzetto P28bis e da qui al canale rettangolare menzionato al punto precedente.

Le acque raccolte nel pozzetto esistente vengono scaricate all'interno del collettore esistente  $\phi 800\text{mm}$  che costituisce il quarto attraversamento idraulico della bretella.

### **9.3 Progettazione e verifica di collettori e canali**

La verifica idraulica è stata effettuata mediante la formula di Gauckler-Strickler per ciascun tratto di canale o collettore indipendente in corrispondenza del tratto (o tratti) a minore pendenza. Si è imposta, in fase di progettazione, un'altezza massima di riempimento delle sezioni di progetto pari all'80% dell'altezza della sezione stessa. Per i collettori in CAV si è assunto un coefficiente di scabrezza ( $k_s$  di Strickler) pari a  $95\text{m}^{1/3}/\text{s}$ , mentre per i canali gettati in opera si è adottato un coefficiente di scabrezza pari a  $75\text{m}^{1/3}/\text{s}$ .

La verifica è stata eseguita sempre sui tratti indipendenti maggiormente critici e cioè quelli a minore pendenza e minore sezione di deflusso. In particolare per la verifica dei singoli tratti indipendenti si sono assegnate portate proporzionali al tratto indagato. Per i canali ad altezza variabile è stata calcolata un'altezza media della sezione nel tratto verificato.

Nella Tabella 9.2, Tabella 9.3 e Tabella 9.4 sono riportati i dati relativi alla verifica idraulica dei tratti n. 1, 2 e 3 (con riferimento a quanto riportato nei Doc. Rif. 8 e 9).

Dove

$i$  = pendenza motrice

$L$  = larghezza interna del canale

$H$  = altezza interna del canale

$D$  = diametro della tubazione

$Q$  = massima portata convogliata in condizioni di moto uniforme

$Q_P$  = portata di progetto

Per l'individuazione del tratto verificato si è fatto riferimento alle sigle delle sezioni trasversali della bretella (cfr. Doc. Rif. 6, 7 e 9)

PROFILO IDRAULICO	TRATTO VERIFICATO	TIPOLOGIA	i (%)	L (m)	H (m)	D (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Qp (m <sup>3</sup> /s)
PROFILO SX EST.	S10-P11	CR3	5,5	0,9	0,65	-	3,1	1,06
D	P11-P12	CT	1,93	1,1-0.5	0,3	-	0,51	0,0087 (*)
D	B30-P13	CT	5,88	1,1-0.5	0,3	-	0,91	0,0174 (*)
E	B31-B32	CT	3,69	1,1-0.5	0,3	-	0,72	0,1205
E	B32-B33	CT	1,23	1,1-0.5	0,3	-	0,414	0,1025
F	B36-B37	CT	2,95	1,1-0.5	0,3	-	0,64	0,1025
F	B37-P21	CT	1,68	1,1-0.5	0,3	-	0,48	0,1025
D	P13-P14	CR1	0,5	0,8	0,15	-	0,1	0,015 (*)
D	P14-P15	CR1	0,5	0,8	0,15	-	0,1	0,015 (*)
D	P15-P16	CR1	0,5	0,8	0,15	-	0,1	0,01 (*)
D	P16-P18	CR1	0,5	0,8	0,15	-	0,1	0,012 (*)
D	P13-P18	φ600mm	0,5	-	-	0,6	0,524	0,462 (0.052)
D	P11-P12	φ800mm	3,65	-	-	0,8	3,04	1,06

**Tabella 9.2: Tabella di verifica del fronte idraulico n. 3 – Tratto n. 1. Sono segnate tra parentesi le aliquote relative alle acque di piattaforma. (\*) la portata di progetto indicata è ascrivibile alle acque di piattaforma.**

PROFILO IDRAULICO	TRATTO VERIFICATO	TIPOLOGIA	i (%)	L (m)	H (m)	D (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Qp (m <sup>3</sup> /s)
G	B35-B37	CT	1	1,1-0.5	0,3	-	0,37	0,14
G	P21-P22	CT	2,74	1,1-0.5	0,3	-	0,62	0,07
H	P21-P22	MC1	1	0,7	0,73	-	1,13	1,1 (0.06)
H	B42-P22	MC1	1	0,7	0,75	-	1,15	0.059 (0.011)
H	P19-P20	CF1	2	1	0,15	-	0,05	0,014 (*)
H	P20-P21	CF1	2,15	1	0,15	-	0,05	0,02 (*)
H	B36-P20	φ400mm	2	-	-	0,4	0,35	0.152 (0.012)
I	B42-B44	MC1	0,5	0,7	0,67	-	0,696	0,395 (0.015)
I	B44-B45	MC1	0,5	0,7	0,82	-	0,89	0,788 (0.01)
I	B45-P23	MC2	0,5	0,7	1,05	-	1,2	1,06 (0.011)

**Tabella 9.3: Tabella di verifica del fronte idraulico n. 3 – Tratto n. 2. Sono segnate tra parentesi le aliquote relative alle acque di piattaforma. (\*) la portata di progetto indicata è ascrivibile alle acque di piattaforma.**

PROFILO IDRAULICO	TRATTO VERIFICATO	TIPOLOGIA	i (%)	L (m)	H (m)	D (m)	Q (m3/s)	Qp (m3/s)
M	B50-B51	CR2	2	1,3	0,7	-	1,3	1,11
M	B59-B60	CR2	2	1,3	1,5	-	3,7	1,22 (0.11)
L	B50-P24	CF1	0,64	1	0,25	-	0,03	0,016 (*)
L	P24-P25	CF1	0,75	1	0,25	-	0,04	0,016 (*)
L	P25-P27	CF1	0,74	1	0,25	-	0,04	0,014 (*)
L	P27-P28	CF1	0,74	1	0,25	-	0,04	0,013 (*)
L	P28-P28bis	CF1	0,78	1	0,25	-	0,04	0,018 (*)
L	B55-B56	φ300mm	0,74	-	-	0,3	0,1	0,077 (*)

**Tabella 9.4: Tabella di verifica del fronte idraulico n. 3 – Tratto n. 3. Sono segnate tra parentesi le aliquote relative alle acque di piattaforma. (\*) la portata di progetto indicata è ascrivibile alle acque di piattaforma.**

## **10. ATTRAVERSAMENTI**

### **10.1 Descrizione degli attraversamenti**

Come anticipato nei Capitoli 4 e 9 le acque dei versanti, raccolte dai canali di guardia, sono convogliate a valle del rilevato della bretella attraverso quattro attraversamenti di cui tre appartengono al sistema di regimazione delle acque in progetto, il quarto è esistente.

Tali attraversamenti trasversali sono costituiti da tubazioni  $\phi 1000\text{mm}$  in CAV.

Si ricorda che gli attraversamenti convogliano al di là della bretella non solo le acque di versante ma le acque di piattaforma.

Il primo attraversamento parte dal pozzetto P12 e, dopo aver attraversato il rilevato con una pendenza del 3.43%, passa sotto la strada interpodereale per poi seguire il tracciato dell'esistente canale rettangolare che immette nel fosso Cacchione e di cui è prevista la demolizione. La pendenza minima richiesta è dell'1%. La portata di progetto per la quale è stato dimensionato questo collettore è pari alla somma della portata proveniente dal bacino A e di quella relativa a circa 170m di piattaforma stradale.

Il secondo attraversamento parte dal pozzetto P22 e, dopo aver superato il rilevato della bretella con una pendenza di oltre il 15%, si congiunge con il canale esistente in corrispondenza del sottopasso del viadotto Marinella. Il canale esistente sarà oggetto di sistemazione idraulica ed adeguamento al nuovo sistema di regimazione delle acque. La portata di progetto per la quale è stato dimensionato questo collettore è pari alla somma della portata proveniente dal bacino B e di quella relativa a circa 163m di piattaforma stradale.

Il terzo attraversamento parte dal pozzetto P23 e, similmente al secondo, si immette sul canale esistente in destra del viadotto Marinella opportunamente sistemato. La portata di progetto per la quale è stato dimensionato questo collettore è pari alla somma della portata proveniente dal bacino C e di quella relativa a circa 162m di piattaforma stradale.

Per ulteriori informazioni sulle caratteristiche geometriche degli attraversamenti trasversali in progetto si faccia riferimento al Doc. Rif. 10.

## 10.2 Progettazione e verifica dei collettori

La verifica idraulica è stata effettuata mediante la formula di Gauckler-Strickler per ciascun collettore in corrispondenza del tratto (o tratti) a minore pendenza. Si è imposta, in fase di progettazione, un'altezza massima di riempimento delle sezioni di progetto pari all'80% dell'altezza della sezione stessa. Per i collettori in CAV si è assunto un coefficiente di scabrezza ( $k_s$  di Strickler) pari a  $95\text{m}^{1/3}/\text{s}$ . Nella Tabella 10.1 sono riportati i dati relativi alla verifica idraulica dei profili idraulici X1, X2 ed X3.

PROFILO IDRAULICO	TRATTO VERIFICATO	TIPOLOGIA	i (%)	L (m)	H (m)	D (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Qp (m <sup>3</sup> /s)
X1	P37-P38	φ1000mm	1	-	-	1	2,9	1,802 (0.1)
X2	P30-P31	φ1000mm	15,86	-	-	1	11,5	1.185 (0.095)
X3	P29-P29bis	φ1000mm	1,05	-	-	1	2,9	2.142 (0.094)

**Tabella 10.1: Tabella di verifica degli attraversamenti trasversali alla bretella in progetto. Sono segnate tra parentesi le aliquote relative alle acque di piattaforma.**

## 11. ULTERIORI VERIFICHE IDRAULICHE

Nel seguito vengono riportate le verifiche idrauliche dei restanti tratti di canalizzazioni e collettori del sistema di regimazione idraulica in progetto relativi alle sole acque di piattaforma.

Per ciascun profilo idraulico, come in precedenza, la verifica idraulica è stata effettuata mediante la formula di Gauckler-Strickler per ciascun tratto di canale o collettore in corrispondenza del tratto (o tratti) a minore pendenza. Si è imposta, in fase di progettazione, un'altezza massima di riempimento delle sezioni di progetto pari all'80% dell'altezza della sezione stessa. Per i collettori in CAV si è assunto un coefficiente di scabrezza ( $k_s$  di Strickler) pari a  $95\text{m}^{1/3}/\text{s}$ , mentre per i canali gettati in opera si è adottato un coefficiente di scabrezza pari a  $75\text{m}^{1/3}/\text{s}$ .

Per ogni profilo idraulico, con riferimento alle tavole del Doc. Rif. 10, è riportata una tabella di sintesi delle verifiche effettuate.

Per l'individuazione del tratto verificato si è fatto riferimento alle sigle delle sezioni trasversali della bretella (cfr. Doc. Rif. 6, 7 e 9).

### 11.1 Profilo idraulico A

TRATTO VERIFICATO	TIPOLOGIA	i (%)	L (m)	H (m)	D (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Qp (m <sup>3</sup> /s)
B17-B18	φ500mm	0,53	-	-	0,5	0,33	0,17 (*)
B10-B11	CF1	3,23	1	0,15	-	0,08	0,045 (*)
B12-B13	CF1	2,76	1	0,15	-	0,08	0,04 (*)
B14-B15	CF1	1,6	1	0,15	-	0,06	0,035 (*)
B16-B17	CF1	0,36	1	0,15	-	0,028	0,025 (*)
P6-B18	CT	1,31	1,1	0,3	-	0,43	0,03 (*)
P7-fosso Cacchione	CT	7,23	1,1	0,3	-	1,01	0,17 (*)

**Tabella 11.1: Verifica del profilo idraulico A. (\*) la portata di progetto indicata è ascrivibile alle acque di piattaforma.**

## 11.2 Profilo idraulico P

TRATTO VERIFICATO	TIPOLOGIA	i (%)	L (m)	H (m)	D (m)	Q (m3/s)	Qp (m3/s)
B17-B18	CR7	5.12	0.7	0.6	-	1.9	0.085 (*)
B24-B25	CT	0.84	1.1-0.5	0.3	-	0.34	0.052 (*)

**Tabella 11.2: Verifica del profilo idraulico P. (\*) la portata di progetto indicata è ascrivibile alle acque di piattaforma.**

## 11.3 Profilo idraulico O

TRATTO VERIFICATO	TIPOLOGIA	i (%)	L (m)	H (m)	D (m)	Q (m3/s)	Qp (m3/s)
P59-P44	φ300mm	5.22	-	-	0.3	0.26	0.132 (*)

**11.3: Verifica del profilo idraulico O. (\*) la portata di progetto indicata è ascrivibile alle acque di piattaforma.**

## 11.4 Profilo idraulico N

TRATTO VERIFICATO	TIPOLOGIA	i (%)	L (m)	H (m)	D (m)	Q (m3/s)	Qp (m3/s)
P35-P36	φ300mm	22.15	-	-	0.3	0.54	0.032 (*)
B36-B37	CR7	0.16	0.7	0.6	-	0.34	0.101 (*)
B39-P30	CR8	0.2	0.8	0.8	-	0.674	0.139 (*)
P30-B52	CR8	0.2	0.8	0.8	-	0.674	0.109 (*)

**Tabella 11.4: Verifica del profilo idraulico N. (\*) la portata di progetto indicata è ascrivibile alle acque di piattaforma.**

## 11.5 Profili idraulici della strada interpoderale

### 11.5.1 PROFILO SX INT

A commento, si evidenzia che per tale profilo si sono verificati i tratti a minor pendenza in quanto più critici. Nella verifica, a favore di sicurezza, sono state considerate le portate relative all'intero tratto di strada in progetto.

TRATTO VERIFICATO	TIPOLOGIA	i (%)	L (m)	H (m)	D (m)	Q (m3/s)	Qp (m3/s)
P58-B28	φ300mm	1,38	-	-	0,3	0,13	0,06 (*)
S8-P58	φ300mm	1,61	-	-	0,3	0,14	0,075 (*)

**11.5: Verifica del profilo PROFILO SX INT. (\*) la portata di progetto indicata è ascrivibile alle acque di piattaforma.**

### 11.5.2 PROFILO DX INT

TRATTO VERIFICATO	TIPOLOGIA	i (%)	L (m)	H (m)	D (m)	Q (m3/s)	Qp (m3/s)
S17-P47	CF2	6,79	0,38	0,07	-	0,02	0,005 (*)
P47-P49	CF2	6,47	0,38	0,07	-	0,02	0,01 (*)
P49-P51	CF2	10	0,38	0,07	-	0,03	0,006 (*)
P51-P53	CF2	10,4	0,38	0,07	-	0,03	0,007 (*)
P53-P55	CF2	4,22	0,38	0,07	-	0,02	0,007 (*)
P55-P57	CF2	1,34	0,38	0,07	-	0,01	0,004 (*)
P57-P59	CF2	1,34	0,38	0,07	-	0,01	0,001 (*)
P59-P60	CF2	0,84	0,38	0,07	-	0,009	0,008 (*)
P60-S1	CF2	0,6	0,38	0,07	-	0,008	0,006 (*)

**11.6: Verifica del profilo PROFILO DX INT. (\*) la portata di progetto indicata è ascrivibile alle acque di piattaforma.**

### 11.5.3 PROFILO SX INT

TRATTO VERIFICATO	TIPOLOGIA	i (%)	L (m)	H (m)	D (m)	Q (m3/s)	Qp (m3/s)
S17-P48	CF2	6,4	0,38	0,07	-	0,02	0,005 (*)
P48-P50	CF2	6,4	0,38	0,07	-	0,02	0,01 (*)
P50-P52	CF2	10,7	0,38	0,07	-	0,03	0,006 (*)
P52-P54	CF2	10,4	0,38	0,07	-	0,03	0,007 (*)
P54-P56	CF2	4,6	0,38	0,07	-	0,02	0,007 (*)
P56-P58	CF2	1,72	0,38	0,07	-	0,01	0,004 (*)
P58-P36	CF2	1,11	0,38	0,07	-	0,01	0,004 (*)
P36-P61	CF2	3,89	0,38	0,07	-	0,02	0,006 (*)
P61-S1	CF2	0,69	0,38	0,07	-	0,008	0,006 (*)

**11.7: Verifica del profilo PROFILO SX INT. (\*) la portata di progetto indicata è ascrivibile alle acque di piattaforma.**

Viene infine proposta la verifica della tubazione  $\phi 300$  che collega i pozzetti P57 e P58:

### 11.5.4 Tubazione $\phi 300$ mm tra i pozzetti P57 e P58

TRATTO VERIFICATO	TIPOLOGIA	i (%)	L (m)	H (m)	D (m)	Q (m3/s)	Qp (m3/s)
P57-P58	$\phi 300$ mm	1.75	-	-	0.3	0.15	0.135 (*)

**11.8: Verifica della tubazione  $\phi 300$ mm tra i pozzetti P57 e P58. (\*) la portata di progetto indicata è ascrivibile alle acque di piattaforma.**

## **12. VARIAZIONI NELLE PORTATE SMALTITE AI PUNTI DI RECAPITO A SEGUITO DELLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO**

Con riferimento ai chiarimenti richiesti nella Conferenza dei Servizi del 21/07/2009 in merito alle variazioni delle portate immesse ai tre punti di recapito esistenti, in Figura 12.1 viene riportato uno schema di confronto tra l'estensione dei fronti di raccolta delle acque di versante relativo ai tre punti di recapito esistenti (Fosso Cacchione, Pozzetto F.F.S.S. e Pozzetto Autostrade ). L'estensione ed i limiti dei fronti sono riportati in rosso per lo stato attuale ed in verde per lo stato post-operam. Come è possibile osservare le opere in progetto variano l'estensione dei fronti di competenza di ciascun recapito. Nella stessa figura sono riportate le aree relative alle porzioni di superficie della futura bretella le cui acque di piattaforma saranno indirizzate ai diversi recapiti (in blu l'area di competenza del Fosso Cacchione, in magenta per il Pozzetto F.F.S.S. ed arancio per il Pozzetto Autostrade). Lungo i versanti, infine, sono indicate le aree le cui acque saranno indirizzare a recapiti diversi (il colore è relativo al nuovo recapito).

Per ciascun recapito è stato stimato l'aumento di portata dovuto all'immissione delle acque di piattaforma della bretella in progetto (con riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni) e delle acque di versante convogliate secondo lo schema idraulico relativo alle opere in progetto (con riferimento ad un tempo di ritorno di 200 anni).

In Tabella 12.1 sono riportate le stime effettuate ed i valori di portata di progetto da sommarsi alle portate attualmente scaricate ai diversi recapiti.

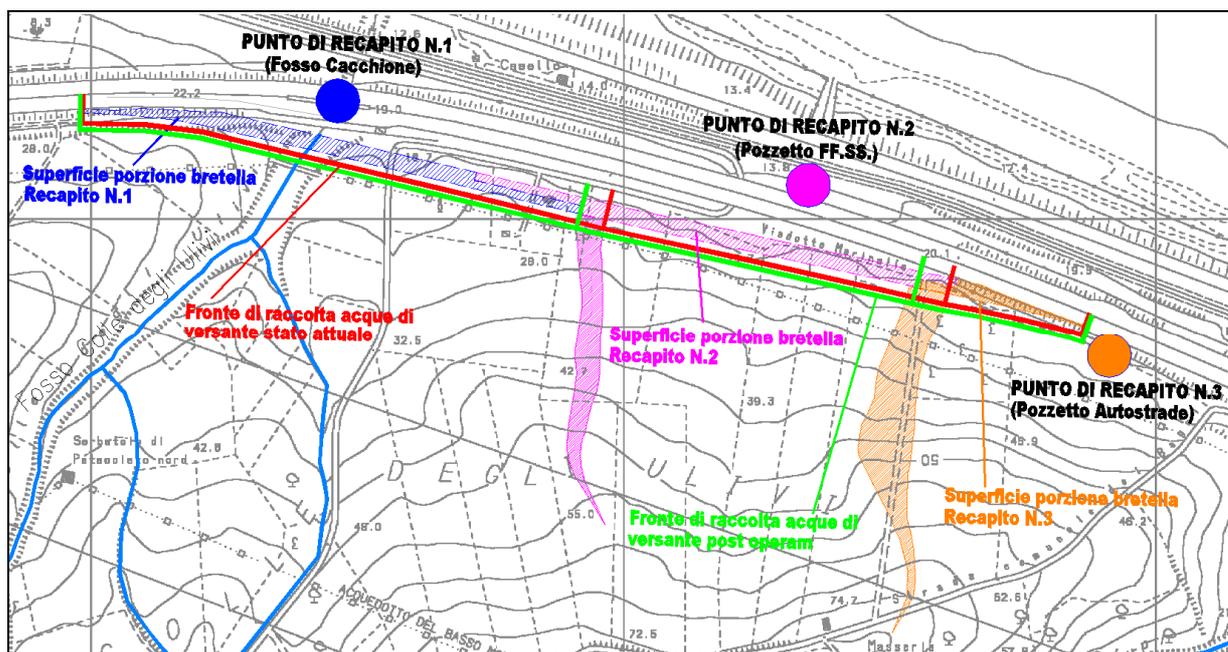


Figura 12.1. individuazione dei punti di recapito e dei bacini ad essi afferenti in condizioni attuali

PUNTO DI RECAPITO	PORTATA DI PROGETTO - ACQUE DI PIATTAFORMA	VARIAZIONE DI PORTATA - ACQUE DI VERSANTE	TOTALE
Fosso Cacchione	+0.388 m <sup>3</sup> /s	-0.1 m <sup>3</sup> /s	+0.288 m <sup>3</sup> /s
Pozzetto F.F.S.S.	0.43 m <sup>3</sup> /s	+0.1 m <sup>3</sup> /s -0.236 m <sup>3</sup> /s	+0.294 m <sup>3</sup> /s
Pozzetto Autostrade	0.08 m <sup>3</sup> /s	+0.236 m <sup>3</sup> /s	+0.316 m <sup>3</sup> /s

Tabella 12.1. Stima degli incrementi di portata ai punti di recapito esistenti a seguito della realizzazione delle opere in progetto.

In Tabella 12.2 sono riportati i valori delle portate di versante afferenti ai punti di recapito esistenti relative al fronte indicato Figura 12.1 e ad un tempo di ritorno di 200 anni). Come è possibile osservare gli incrementi di portata di progetto ai recapiti esistenti sono minimi e pari a circa il 2% per il recapito del Fosso Cacchione, circa l'8% per il Pozzetto F.F.S.S. e circa il 18% per il Pozzetto Autorstrade.

<b>PUNTO DI RECAPITO</b>	<b>PORTATA - ACQUE DI VERSANTE</b>
Fosso Cacchione	15.39 m <sup>3</sup> /s
Pozzetto F.F.S.S.	3.72m <sup>3</sup> /s
Pozzetto Autostrade	1.76m <sup>3</sup> /s

**Tabella 12.2. Stima delle portate di versante (con riferimento ad un tempo di ritorno di 200 anni) afferenti ai punti di recapito esistenti**

Si ribadisce la necessità di provvedere periodicamente alla manutenzione dei canali e delle opere idrauliche dell'area al fine di evitare allagamenti tipo quello documentato in corrispondenza dell'attuale sottopasso autostradale della strada interpodereale in occasione di piogge intense.