

A	DICEMBRE 2011	EMISSIONE				A.PARIS	A.CACCIATORI	F.MATTAROLO													
REV.	DATA	DESCRIZIONE				ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO													
SOSTITUISCE L'ELABORATO N°					SOSTITUITO DALL'ELABORATO N°																
CONSORZIO PER LE AUTOSTRADE SICILIANE AUTOSTRADA SIRACUSA – GELA 2° TRONCO: ROSOLINI – RAGUSA LOTTO 10/11 PROGETTO ESECUTIVO IDENTIFICAZIONE ELABORATO																					
E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A
PROG.	STRADA	LOTTO	MACRO OPERA	OPERA		PARTE DI OPERA		TIPOLOGIA ELABORATO	N. ELABORATO	REV.											
RELAZIONE IDRAULICA																					
DATA	DICEMBRE 2011				PROGETTAZIONE																
CODICE CAD-FILE	EA181011T00ID00IDRRE002A.doc				IL RESPONSABILE : DOTT. ING. F. BUSOLA																
OPERA PROTETTA AI SENSI DELLA LEGGE 22 APRILE 1941 N. 633 TUTTI I DIRITTI RISERVATI QUALSIASI RIPRODUZIONE ED UTILIZZAZIONE NON AUTORIZZATE SARANNO PERSEGUITE A RIGORE DI LEGGE																					

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	1						

AUTOSTRADA SIRACUSA-GELA

2° TRONCO ROSOLINI - RAGUSA

PROGETTO ESECUTIVO

LOTTO 10 "IRMINIO" E LOTTO 11 "RAGUSA"

RELAZIONE IDRAULICA

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev					2		

INDICE

1.	INTRODUZIONE	5
2.	PRINCIPALI CORSI D'ACQUA E BACINI CONTRIBUENTI INTERESSATI DAL TRACCIATO AUTOSTRADALE	7
3.	DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO	11
3.1.	Piogge di progetto	11
3.2.	Calcolo della portata di progetto dei corsi d'acqua intercettati	11
3.2.1.	Metodo di calcolo utilizzato	11
3.2.2.	Risultati ottenuti	13
3.3.	Rete scolante per le acque meteoriche di piattaforma	15
4.	OPERE DI ATTRAVERSAMENTO E SISTEMAZIONI IDRAULICHE	16
4.1.	Criteri progettuali	16
4.2.	Descrizione delle opere	16
4.2.1.	Attraversamenti e sistemazioni idrauliche del lotto 10	17
4.2.2.	Attraversamenti e sistemazioni idrauliche del lotto 11	19
4.3.	Portate meteoriche dalla piattaforma autostradale e vasche di prima pioggia	27
4.4.	Verifica idraulica	29
5.	VIADOTTO SUL FIUME IRMINIO	34
5.1.	Descrizione del bacino e dell'opera	34
5.2.	Verifica di compatibilità idraulica dell'opera	34
5.2.1.	Descrizione degli algoritmi di calcolo	35
5.2.2.	Profilo di piena del fiume Irminio	37
5.2.3.	Osservazioni sulla stabilità delle pile	45
6.	VIADOTTO PULCE	46
6.1.	Briglia in c.a.	46
6.2.	Protezione delle pile con massi	47
7.	SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE TARDARITA NEL SUO TRATTO TERMINALE	48
7.1.	Compatibilità idraulica del ponte esistente	50
7.2.	Descrizione dell'opera di diversione	50
7.3.	Immissione nel fiume Irminio	53
8.	VASCA DI LAMINAZIONE SUL TORRENTE GATTO CORVINO	55
8.1.	Criteri progettuali	55
8.2.	L'opera di laminazione	55
8.3.	Verifiche idrauliche	56
8.3.1.	Vasca di laminazione	56
8.3.2.	Scatolare a valle	57

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	3					

8.3.3.	Inalveazione a valle	58
9.	COLLETTAMENTO E RECAPITO DELLE ACQUE METEORICHE	59
9.1.	Acque meteoriche di piattaforma	59
9.1.1.	Tratti in rilevato	60
9.1.2.	Tratti in trincea	61
9.1.3.	Tratti in viadotto	62
9.2.	Acque meteoriche provenienti dai versanti	63
9.3.	Verifica idraulica	63
9.3.1.	Collettori acque di piattaforma	63
9.3.2.	Cunette con sede autostradale in rilevato	64
9.3.3.	Cunettone con sede autostradale in trincea	65
10.	GESTIONE DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA	66
10.1.	Contenuti normativi	66
10.2.	Criteri di progetto	68
10.3.	Caratterizzazione della acque di prima pioggia	69
10.4.	Vasche di trattamento delle acque di pioggia: dimensionamento e funzionamento	71
10.4.1.	Schema generale dell'impianto	72
10.4.2.	Descrizione del sistema	74
10.4.3.	Controllo e manutenzione	75
10.4.4.	Raccolta degli oli	76
11.	RETE DI APPROVVIGIONAMENTO IDRICO	77
11.1.	Premessa	77
11.2.	Approvvigionamento	77
11.3.	Gestione dei pozzi	78
11.4.	Serbatoio di compenso	79
11.5.	Rete di adduzione e distribuzione nella sede autostradale	79
11.6.	Rete fuorisede	80

 INGEGNERIA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev					4		

INDICE DELLE FIGURE

Fig. 2.1 - Tracciato autostradale del lotto 10 e 11 e principali corpi idrici	7
Fig. 4.1 Rete di scolo delle acque provenienti dal versante a monte dell'autostrada dal Km 5 alla valle del Gatto Corvino	26
Fig. 5.1 - Schema planimetrico delle sezioni usate per il calcolo e posizione delle pile del viadotto in progetto (tratti in nero)	38
Fig. 5.2 - Stato di fatto – Profilo di moto permanente $Q=786 \text{ m}^3/\text{s}$ ($T_r=200$ anni)	39
Fig. 5.3 - Stato di progetto – Profilo di moto permanente $Q=786 \text{ m}^3/\text{s}$ ($T_r=200$ anni)	39
Fig. 5.4 - Stato di progetto a moto permanente $Q=786 \text{ m}^3/\text{s}$ ($T_r=200$ anni)	40
Fig. 5.5 - Stato di progetto – Schematizzazione dell'ubicazione delle pile del Viadotto Irminio nel modello Hec-Ras)	41
Fig. 5.6 - Stato di Progetto - Sezione trasversale in corrispondenza della pila in alveo	41
Fig. 7.1 - Bacino contribuente del torrente Tardarita al ponte della comunale (alveo inciso a monte e alveo non inciso a valle)	48
Fig. 7.2 - Schema planimetrico dell'opera 81	52
Fig. 9.1 - Particolare sistema di drenaggio in rilevato – Particolare pozzetto	60
Fig. 9.2 – Particolare del sistema di collettamento delle acque meteoriche in trincea	62
Fig. 9.3 - Particolare sistema di drenaggio in viadotto	62

INDICE DELLE TABELLE

Tab. 3.1 - Opere idrauliche del lotto10. Portate duecentennali di dimensionamento e verifica	13
Tab.3.2 Opere idrauliche del lotto11. Portate di dimensionamento e verifica con $T_r=200$	13
Tab. 4.1 - Sistemazioni idrauliche del lotto 10	18
Tab. 5.1 - Risultati ottenuti per lo stato di fatto	42
Tab. 5.2 - Risultati ottenuti per lo stato di progetto	43
Tab. 5.3 - Confronto stato di fatto- stato di progetto	44
Tab. 7.1 - Caratteristiche del bacino del torrente Tardarita	49
Tab. 7.2 - Verifica di compatibilità idraulica dell'attraversamento	50
Tab. 7.3 - Verifica del canale di derivazione	51

 FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	5						

1. INTRODUZIONE

Le opere da realizzare nell'ambito del lotto 10 "Irminio" e del lotto 11 "Ragusa", in prosecuzione al lotto 9 "Scicli", riguardano i tratti autostradali successivi, dello sviluppo rispettivamente di 5.050 m e di 6.950 m;

Il tracciato autostradale intercetta un solo corso d'acqua di una certa importanza, il fiume Irminio, e alcuni corsi d'acqua di dimensioni minori affluenti o subaffluenti del torrente Modica, dell'Irminio stesso e di altri torrenti minori quali il Tardarita o il Gatto Corvino.

Le soluzioni adottate per dare continuità ai corsi d'acqua e risolvere la loro interferenza con il tracciato stradale sono state di due tipi:

- per i corsi d'acqua minori, si prevede il convogliamento delle portate, talvolta attraverso canali di gronda, in tombini circolari o manufatti scatolari di opportune dimensioni che sottopassano il corpo autostradale;
- per il corso d'acqua maggiore, ossia l'Irminio, si prevede il superamento dell'alveo con un viadotto, curando che le pile non vengano ad interessare ed ostacolare il deflusso delle acque e siano dimensionate e protette opportunamente per evitarne lo scalzamento.

La rete di collettamento e smaltimento delle acque meteoriche provenienti dalla piattaforma autostradale prevede l'utilizzo di vasche di prima pioggia e la realizzazione di una adeguata rete di scarico delle acque trattate nei corpi idrici recettori. Si è verificato che questi avessero capacità di deflusso in grado di sostenere l'incremento di portata; in caso contrario sono stati previsti interventi di sistemazione dell'alveo.

È da rilevare che nelle analisi idrologiche e nelle verifiche idrauliche sono stati adottati i criteri e metodologie già approvati per i lotti precedenti; si è peraltro considerato un tempo di ritorno di 25 anni per la verifica della rete di collettamento delle acque meteoriche dalla piattaforma autostradale, adeguandosi al Capitolato ANAS, e un tempo di ritorno di 200 anni per la verifica delle opere idrauliche di attraversamento e di collettamento ai corsi d'acqua principali.

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	6						

Il presente progetto prevede anche la realizzazione di una rete di approvvigionamento idrico per le vasche di accumulo destinate all'irrigazione delle opere in verde e antincendio, nonché per i servizi del casello di Ragusa.

Nella presente relazione vengono descritti i principali corsi d'acqua e i bacini imbriferi interessati dal tracciato autostradale (cap. 2), esposti i criteri e le metodologie di calcolo adottate per la determinazione delle portate di progetto (cap. 3), illustrato il dimensionamento e la verifica delle opere idrauliche di attraversamento e di collettamento (cap. 4), descritto e verificato il superamento del fiume Irminio (cap. 5), illustrate le caratteristiche della briglia in corrispondenza del viadotto Pulce (cap.6), progettata e verificata la sistemazione idraulica del Tardarita nel tratto terminale di sbocco nel fiume Irminio (cap.7) e la vasca di laminazione sul torrente Gatto Corvino (cap. 8), descritta, dimensionata e verificata la rete di scolo delle acque meteoriche provenienti dalla piattaforma autostradale (cap. 9), descritta la gestione delle acque di prima pioggia (cap. 10), e descritta infine la rete di approvvigionamento idrico (cap.11) per l'irrigazione delle opere a verde.

2. PRINCIPALI CORSI D'ACQUA E BACINI CONTRIBUENTI INTERESSATI DAL TRACCIATO AUTOSTRADALE

Il tratto autostradale relativo ai lotti 10 e 11 interferisce direttamente con i bacini imbriferi dei seguenti corsi d'acqua principali (Fig. 2.1):

- inciso Piano Grande
- fiume Irminio
- torrente Tardarita

ed indirettamente il torrente Modica e il torrente Gattocorvino quali recapiti delle portate provenienti dai versanti scolanti verso l'autostrada stessa. L'unico corso d'acqua a regime fluviale è l'Irminio, gli altri due hanno carattere torrentizio. Il torrente Modica e il torrente Gatto Corvino non sono interessati direttamente dal tracciato e sono, come detto, recapiti del deflusso superficiale dei bacini intercettati dal tracciato autostradale.



Fig. 2.1 - Tracciato autostradale del lotto 10 e 11 e principali corpi idrici
(foto 2010 da satellite Google Earth)

Sulla base della morfologia del territorio sono stati individuati e numerati progressivamente un totale di 18 bacini imbriferi (A1, A2, ...), con i relativi impluvi (L1, L2, ...), che interferiscono con il tracciato autostradale, riportati negli elaborati grafici relativi

 MINISTERO DEI TRASPORTI E INFRASTRUTTURE	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev						8

Il tracciato autostradale relativo al lotto 10 interseca i bacini indicati con la sigla dall'A1 all'A5. I bacini A1 e A2, che si trovano a est della galleria Truncafila, non presentano un reticolo idrografico definito, trattandosi di versanti che sgrondano verso il tracciato autostradale. Sull'impluvio L2, appena a monte del tracciato autostradale, è realizzato un piccolo invaso artificiale che ha per emissario l'inciso Piano Grande. Il bacino A3, di dimensioni minori rispetto agli altri due, ha un andamento parallelo al rilevato "Cottonari" tra la galleria Truncafila e la galleria artificiale Cottonari. A ovest di quest'ultima galleria il tracciato sovrappassa con un viadotto il fiume Irminio (bacino A5).

Il tracciato autostradale relativo al lotto 11 inizia al termine del viadotto Irminio e interseca, nel suo tratto iniziale, il torrente Tardarita e due suoi affluenti tra le gallerie Cad-dame e Occhipinti. Sono stati individuati in questo tratto 3 bacini (A6, A7, A8) e i relativi impluvi, caratterizzati da pendenze più elevate nella parte più a monte, e da pendenze più dolci in corrispondenza dell'intersezione con l'asse autostradale. A est della galleria Occhipinti sono stati individuati quattro impluvi principali con i relativi bacini: A9, A10, A11 e A12 appartenenti al bacino del Tardarita. La peculiarità di questi bacini è la pendenze piuttosto elevata a ridosso del tracciato autostradale.

I bacini A13, A14, A15 e A16 non presentano impluvi particolarmente definiti e hanno pendenze poco accentuate. Sono stati individuati e presi in considerazione anche i bacini A17 e A18 sebbene si trovino oltre il termine del lotto 11, dal momento che interferiscono idraulicamente con il tracciato del lotto 11, (le portate di piena dei bacini dall'A11 all'A15 vengono recapitati nel torrente Gatto Corvino) e con il tracciato del lotto 12 di successiva realizzazione.

Nelle tabelle 2.1 e 2.2, relative rispettivamente al lotto 10 e 11, sono riportati per ogni bacino individuato: codice identificativo, estensione della superficie, lunghezza dell'asta principale, intesa come lunghezza massima del percorso della particella d'acqua defluente, e quota media del bacino rispetto alla sezione di chiusura considerata.

Oltre ai singoli bacini sono riportate anche le caratteristiche delle aree contribuenti alle sezioni di chiusura costituite dai manufatti e dalle opere di sistemazione idraulica, dal momento che in più di un'occasione ad un stessa opera confluiscono più bacini.

Tab. 2.1: Caratteristiche geometriche bacini interessati dal tracciato del lotto 10

N° bacino	N° opera	Corso d'acqua, o progressiva	A (km ²)	L (km)	H (m)
A1		Prog da 0+000 a 2+360	0.793	2.76	48.5
A2	15	Inciso Piano Grande	1.508	2.47	44.8
A3	41	Prog. 2+676,51	0,100	0,25	9,0
A4	26	Prog. 4+159,53	0.197	0.48	25,0
A5	35	Fiume Irminio	217,88	48,55	446,0

Tab. 2.2: Caratteristiche geometriche dei bacini interessati dal tracciato del lotto 11

N° bacino	N° opera	Corso d'acqua, o progressiva	A (km ²)	L (km)	H (m)
A6	13	Torrente Tardarita	1,78	1,97	118,5
A7	17	Prog. 2+549,38	0,22	1,33	99,0
A8	19	Prog. 2+618,56	0,29	0,97	84,0
A7+A8	20	Prog. 2+618,56	0,51	1,33	99,0
A9	29	Prog. 4+876,22	0,28	1,28	54,0
A10	36	Prog. 5+353,03	0,07	0,53	39,0
A11	40	Torrente Pulce	0,21	1,17	50,3
A12	43	Canale di gronda	0,20	0,66	32,5
A10+A12	36	Prog. 5+353,03	0,27	0,66	39,0
A13	48	Prog. 6+485,00	1,35	3,65	69,5
A14	57	da 6+607,45 a 7+089,25 uscita da Siracusa	0,19	0,820	18,5
A15	59	Da a 7+089,25 uscita da Siracusa	0,19	1,100	23,0
A14+A15	58	7+089,25 uscita da Siracusa	0,38	1,100	23,0
A16	62	7+36,70 uscita da Siracusa	0,56	2,150	42,0
A14÷A16	60	1+363,04 del futuro lotto12	1,00	2,15	42,0
A13÷A16	64	Canale verso torrente Gatto Corvino	1,06	3,65	69,5
A17	65	Canale verso torrente Gatto Corvino	0,40	1,240	38,5
A13÷A17	65	Canale verso torrente Gatto Corvino	2,69	3,390	80,5

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	10					

A18	67	Affluente Torrente Gatto Corvino	0,26	1,240	41,0
A13÷A18	67	Affluente Torrente Gatto Corvino	2,95	3,800	87,5
	86	Torrente Gatto Corvino	5,90	6,25	141,0

I corsi d'acqua, o i semplici impluvi che interessano il tracciato autostradale presentano, come già evidenziato anche nei lotti precedenti, un regime idraulico tipicamente torrentizio, caratterizzato cioè da:

- un bacino imbrifero d'estensione relativamente piccola (mai superiore a un paio di chilometri quadrati);
- portate mediamente modeste ma rapidamente variabili, con valori nulli o quasi nella stagione estiva, e contributi specifici elevati in corrispondenza di piogge particolarmente intense (e di breve durata) nei mesi invernali.

Nella fascia più settentrionale dei bacini imbriferi si è in presenza di formazioni a comportamento carsico, con coefficiente di deflusso estremamente ridotto; per quanto riguarda l'uso del territorio i terreni sono caratterizzati da ulivi o carrubi e, nelle zone a pendenza più dolce, da ortaggi o frutteto.

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	11					

3. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO

3.1. Piogge di progetto

Nella relazione idrologica è illustrato il metodo utilizzato per la definizione degli eventi meteorici di progetto e come sono state ricavate le curve di possibilità pluviometrica utilizzate per la valutazione delle portate di piena:

$$- h = 62,04 \cdot t^{0,45} \quad (\text{Tr} = 25 \text{ anni})$$

per il dimensionamento e la verifica della rete di collettamento delle acque meteoriche provenienti dalla piattaforma autostradale

$$- h = 83,8 \cdot t^{0,45} \quad (\text{Tr} = 200 \text{ anni})$$

per il dimensionamento e la verifica degli attraversamenti idraulici del tracciato autostradale e delle opere di sistemazione della rete idrografica.

3.2. Calcolo della portata di progetto dei corsi d'acqua intercettati

3.2.1. Metodo di calcolo utilizzato

Poiché non esistono misure dirette di portata per i corsi d'acqua intercettati, nel determinare la portata di progetto relativa ai bacini con sezione di chiusura in corrispondenza dell'attraversamento autostradale il calcolo della portata di piena è stato eseguito applicando le relazioni proposte da Giandotti, con le quali si può risalire al tempo di corrivazione t_c (espresso in ore) e alla portata Q (espressa in m^3/s) mediante le seguenti espressioni:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8\sqrt{H}} \quad (\text{ore})$$

$$Q = \frac{166Ah}{0,8t_c} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

dove:

 INGEGNERIA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	12						

A = superficie del bacino sotteso dalla sezione di chiusura considerata all'intersezione del corso d'acqua con il tracciato autostradale(km²);

L = lunghezza dell'asta principale (km);

H = quota media del bacino rispetto alla sezione di chiusura considerata (m);

h = altezza di pioggia (m), corrispondente all'evento meteorico avente tempo di ritorno prefissato e durata pari al tempo di corrivazione t_c del bacino.

t_c = tempo di corrivazione inteso come intervallo di tempo necessario perché la particella d'acqua giunga alla sezione di chiusura dal punto idraulicamente più lontano del bacino

Nella valutazione delle portate di piena è possibile procedere anche utilizzando il metodo razionale, secondo il quale la portata determinata da una pioggia di intensità:

$$i = h/t \text{ (mm/ora)}$$

(con t tempo di corrivazione e h altezza di precipitazione corrispondente con un prefissato tempo di ritorno), è data da:

$$Q = \frac{CiA}{3,6} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

con:

C = coefficiente di deflusso

A = superficie del bacino contribuente (km²)

Confrontando i risultati che si ottengono con le formule di Giandotti con quelli del metodo razionale si rileva che il metodo di Giandotti porta a calcolare le portate di piena considerando un coefficiente di deflusso pari a 0,75 rispetto a un coefficiente che nell'area considerata si può considerare decisamente inferiore.

Per questo motivo si è fatto riferimento al metodo razionale e il coefficiente di deflusso è stato considerato variabile da 0,75 a 0,5 in funzione delle caratteristiche plano-altimetriche e, soprattutto, morfologiche del bacino cui si riferisce. In particolare è stato considerato pari a 0,75 per tutti i bacini tranne che per quelli del fiume Irminio e del torrente Tardarita assunti pari a 0,48 e per il bacino A1 privo di impluvio, assunto pari a 0,25.

3.2.2. Risultati ottenuti

La portata di progetto relativa a ciascun attraversamento è stata determinata mediante l'applicazione dei metodi precedentemente descritti adottando la curva di possibilità pluviometrica corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 200 anni.

Nelle tabelle 3.1 e 3.2, relative rispettivamente al lotto 10 e 11, sono indicate: estensione della superficie del bacino contribuente (A), lunghezza dell'asta principale (L) e quota media del bacino rispetto alla sezione di chiusura considerata (H) ed i risultati ottenuti in termini di tempo di corrivazione (t_c) e portata di progetto (Q) per ciascun attraversamento in corrispondenza del tracciato autostradale.

E' opportuno notare che in diversi casi, particolarmente nel tratto finale del lotto 11 le opere convogliano le portate di più bacini, allacciati a quello direttamente contribuente.

Nel capitolo 4 è descritta e verificata idraulicamente ogni singola sistemazione idraulica considerando tutto il tratto interessato dalle opere per ciascun corso d'acqua.

Tab. 3.1 - Opere idrauliche del lotto10. Portate duecentennali di dimensionamento e verifica

Codice bacino	N° opera	Opera di attraversamento	A (km²)	L (km)	H (m)	t_c (ore)	Q (m³/s)
A1		Canale di gronda con tombino Ø 1500 della S.P. N.95	0.79	2.76	48.5	1.38	3.9
A2	15	Scatolare 3,00x2.50 m (progr. km 2+643.24)	1.51	2.47	44.8	1.61	20.2
A3	41	Tombino Ø 1000 (progr. km 2+676.51)	0,10	0,25	9,0	0,68	2,1
A4	26	Tombino Ø 2000 (progr. km 4+159.53)	0.20	0.48	25	0.80	5,9
A5	35	Viadotto "Irmínio"	217,88	48,55	446	7.63	786

Tab.3.2 Opere idrauliche del lotto11. Portate di dimensionamento e verifica con $T_r=200$

Codice bacino	N° opera	Opera di attraversamento o di sistemazione	A (km ²)	L (km)	H (m)	t _c (ore)	Q (m ³ /s)
A6	13	Scotolare 4,00x3,00 m (progr. km 2+357.01)	1.78	1.97	118.5	0.95	31.9
A7	17	Scotolare 2,00x2,00 m (progr. km 2+549.38)	0.22	1.33	99	0.49	5.7
A8	19	Scotolare 3,00x2,00 m (progr. km 2+618.56)	0,29	0,97	84	0,49	7,5
A7+A8	20	Scotolare 3,00 x 2,00 m	0,51	1,33	99	0,61	11,6
A9	29	Tombino Ø 1500 (progr. km 4+876.22)	0.28	1.28	54	0.69	6.0
A10	36	Canale di gronda	0.07	0.53	39	0.37	2.0
A11	40	viadotto "Pulce"	0.21	1.17	50.3	0.63	4.7
A12	43	Canale di gronda e tombino Ø 1500	0.20	0.66	32.5	0.61	4.6
A10+A12	37	Scotolare 2,00 x 2,00 m (prog. 5+353,03) canale gronda	0,27	0,66	39,0	0,61	6,1
A13	48	Canale di gronda e sezione a U (progr. km 6+487.23)	1.35	3.65	69.5	1.52	18,7
A14	57	Canale di gronda	0,19	0,82	18,5	0,86	3,6
A15	59	Canale di gronda	0.19	1.10	23	0.89	3.5
A14+A15	58	Scotolare 3,00x1,50 m (progr. km 7+089,25)	0,38	1,10	23	1,07	6,4
A16	62	Scotolare 3,00x1,50 m (progr. km 7+386,70)	0.56	2.15	42	1,20	8,8
A14÷A16	60	Canale di scarico	1,00	2,15	42	1,39	14,5
A13÷A16	64	Scotolare 3,50x3,00 m	1,06	3,65	69,5	1,44	15,2
A17	65	Canale di scarico	0.40	1.24	38.5	0.23	5.6
A18	67	Sistemazione affluente sinistro del torrente Gatto Corvino	0.26	1.24	41	0.76	5.2
A13÷A17	65	Canale di scarico e scotolare 4,00x 3,00	2,69	3,39	80,5	1,62	36,0
A13÷A18	67	Sistemazione affluente sinistro del torrente Gatto Corvino	2,95	3,80	87,5	1,68	38,7
		Gatto Corvino	5,90	6,25	141,0	2,01	46,8
A13÷A18	86	Opera di laminazione con le portate del Gatto corvino					65,9

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	15					

3.3. Rete scolante per le acque meteoriche di piattaforma

Per determinare il valore delle portate affluenti dalla piattaforma autostradale si è utilizzato il Metodo Razionale che, come si è visto precedentemente, fornisce la seguente formula per il calcolo della portata:

$$Q = \frac{\varphi \cdot h}{t} A \quad (m^3/s)$$

dove:

- φ coefficiente di deflusso;
- h altezza di precipitazione con prefissato tempo di ritorno;
- t durata della precipitazione.
- A area della superficie contribuyente.

La precedente relazione può essere riscritta anche come:

$$Q = \varphi \cdot a \cdot t^{n-1} A$$

dove:

- φ coefficiente di deflusso;
- a, n coefficienti della curva di possibilità pluviometrica;
- t durata della precipitazione;
- A area della superficie contribuyente.

e nella quale l'intensità di precipitazione è data da:

$$j = a \cdot t^{n-1}$$

Per la valutazione delle portate di prima pioggia e per il dimensionamento dei collettori si è considerata la durata della precipitazione pari al tempo di corrivazione, assumendo un tempo di ritorno di 25 anni; si è verificata peraltro la sufficienza della rete anche per il periodo di ritorno di 200 anni. Il tempo di corrivazione è stato stimato sulla base di una velocità media di deflusso dalla piattaforma autostradale pavimentata e lungo i collettori di 1,00 m/s.

Nei capitoli successivi viene illustrato il criterio di smaltimento delle acque di prima pioggia, con vasche di trattamento in linea e bypass per le portate di supero.

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	16					

4. OPERE DI ATTRAVERSAMENTO E SISTEMAZIONI IDRAULICHE

4.1. Criteri progettuali

Gli obiettivi principali perseguiti nella sistemazione della rete idrografica esistente interferente con il tracciato autostradale sono stati:

- dare continuità a tutta la rete idrografica naturale e di scolo superficiale evitando di concentrare i deflussi e conservando, per quanto possibile, l’originaria morfologia dei corsi d’acqua;
- impedire che le eventuali modifiche al regime dei corsi d’acqua, create a valle delle opere progettate, inneschino fenomeni di erosione e di dissesto degli alvei esistenti, inserendo, ove necessario, vasche di dissipazione;
- difendere le opere autostradali e le relative opere di sostegno dall’azione erosiva delle acque provenienti da monte;
- assicurare il deflusso delle acque meteoriche provenienti dalle aree pavimentate per quanto possibile nei torrenti demaniali.

4.2. Descrizione delle opere

Le opere previste per il convogliamento delle portate di piena dei corsi d’acqua intercettati dal tracciato autostradale sono presentate seguendo lo sviluppo del tracciato del lotto e l’andamento del corso d’acqua interessato. Per ciascun manufatto sono state indicate nel paragrafo precedente le caratteristiche del bacino contribuente e calcolata la portata duecentennale di progetto

I dettagli di ciascuna opera sono riportati nei relativi elaborati grafici; mentre le verifiche idrauliche dell’attraversamento del fiume Irminio sono riportate nel successivo capitolo 5.

È da rilevare che spesso, soprattutto nel tratto finale del lotto 11 la mancanza di impluvi ben definiti ha imposto di convogliare le portate dei bacini intercettati verso gli impluvi più incisi e perciò più officiosi.

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	17					

4.2.1. Attraversamenti e sistemazioni idrauliche del lotto 10

- Opere relative al bacino A1: Il bacino non presenta una incisione definita; è piuttosto un versante che scola verso l'autostrada e verso sud. Le acque vengono intercettate e convogliate con un canale di gronda, in terra a sezione trapezoidale, di dimensioni via via crescenti, e avviate verso il lotto 9. Nel tratto finale la canaletta ha dimensioni 1,00 x 1,00 x 1,00 e sottopassa la SP 95 con un tombino Ø1500 in PEAD spiralato.
- Opera 15 (prog. 2+643,24): è alla sezione di chiusura del bacino A2 dell'Inciso Piano Grande ed è costituita da uno scatolare 3,00 x 2,50 m con una vasca all'imbocco, che raccoglie gli sfiori dell'accumulo privato realizzato sull'impluvio, e una di dissipazione allo sbocco
- Opera 41 (prog. 2+676,51): alla sezione di chiusura del bacino A3, è costituita da un tombino Ø1000 in PEAD spiralato. A valle dell'autostrada le acque provenienti dal tombino sono convogliate con un canale trapezio in terra allo sbocco dell'opera 15.
- Opera 26 e opera 27 (prog 4+159,53): l'opera 26 convoglia oltre il rilevato fra le gallerie Truncafila e Cottonari le portate del bacino A4. E' costituita da un tombino Ø2000 che attraversa il corpo del rilevato; a valle è prevista (opera 27) una sistemazione in gabbioni a sezione trapezia (base 2,00 m) con salti di fondo, che nel tratto finale della sistemazione è rettangolare (sempre con base 2,00 m) e prevede un ulteriore tombino Ø2000 per l'attraversamento di una strada vicinale.
- Opera 35: viadotto sul torrente Irminio della lunghezza di 280 m su quattro campate; le problematiche idrauliche derivanti dalle interazioni con il torrente sono esaminate nel successivo capitolo 5.

Nella tabella 4.1. sono riportate schematicamente le sistemazioni idrauliche previste nel lotto 10.

Tab. 4.1 - Sistemazioni idrauliche del lotto 10

Bacino	N° opera	Caratteristiche della sistemazione		i (m/m)	Portata (m³/s)
		Tipo di opera	Dimensioni		
A1		Canale di gronda lato Nord a sezione trapezia in terra	1.00x1,00x1,00 m Sponda 3/2	0,01	3,9
		Attraversamento S.P.95	Ø 1500	0,01	3,9
A2	15	Attraversamento autostrada alla progr. km 2+643.24	Manufatto scatolare 3,00x2,50 m	0,01	20,2
A3	41	Attraversamento autostrada alla prog. 2+676,51	Tombino Ø 1000	0,01	2,1
A4	26	Attraversamento autostrada alla progr. km 4+159.53	Tombino Ø 2000	0,01	5,9
	26	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo "reno"	2,00x2,00x2,00. m Sponda 3/2 Salti da 1,00m	0,01	5,9
	26	Canale a sezione rettangolare con gabbioni e materassi tipo "reno"	2,00x2,00 m	0,01	5,9
	27	Canale a sezione rettangolare con gabbioni e materassi tipo "reno"	2,00 x 2,00 m	0,01	5,9
	27	Attraversamento S.P.37	Tombino Ø2000	0,013	5,9
	27	Canale a sezione rettangolare con gabbioni e materassi tipo "reno"	2,00 x 2,00 m	0,01	5,9
A5	35	Viadotto Irminio			786,3

 MUNICIPALITÀ TARDARITA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	19						

4.2.2. Attraversamenti e sistemazioni idrauliche del lotto 11

- Opera 13 (prog. 2+357,01): sistemazione idraulica del torrente Tardarita alla sezione di chiusura del bacino A6 costituita a monte dell'autostrada da un canale a sezione trapezia 2,00 x 4,00 x 2,00 con salti di fondo da 0,50 m, l'attraversamento da uno scatolare 4,00 x 3,00m e a valle da un canale trapezoidale 1,65 x 4,00 x 1,65m con salti di fondo da 1,00 m
- Opera 17 (prog. 2+549,38): sistemazione idraulica di un affluente del torrente Tardarita alla sezione di chiusura del bacino A7: è costituita a monte dell'autostrada da una sezione trapezia (base 2,00 m) con salti di fondo e da un manufatto 2,00 x 2,00 m che attraversa il corpo autostradale. Allo sbocco è prevista una vasca di dissipazione nella quale sbocca anche lo scatolare che raccoglie i deflussi del bacino A8.
- Opera 19 (prog. 2+618,56): sistemazione di due impluvi che confluiscono a monte del rilevato autostradale, entrambi con sezione trapezia di base 2,00 m con salti di fondo di altezza 1,36 m il primo, e 1,75 m e 0,70 m il secondo. Il rilevato autostradale è attraversato con uno scatolare di dimensioni 3,00 x 2,00 m, che a valle confluisce nella vasca di dissipazione che raccoglie anche i deflussi del bacino A7.
- Opera 20: alla confluenza degli scotalari che convogliano i deflussi dei bacini A7 e A8 è costituita dallo scatolare 3,00 x 2,00 m che sottopassa la strada vicinale "Caddame" e da un tratto di sezione trapezia in gabbioni e materassi che avvia il deflusso verso il torrente Tardarita
- Opere 29 30, 31 e 32 (prog. 4+876,22): l'opera 29 è costituita da un tombino Ø1500 ubicato in corrispondenza della fine della galleria "Occhipinti. L'imbocco del tombino è costituito da un pozzo data la elevata pendenza del versante; allo sbocco è prevista una vasca di dissipazione. Nella vasca di dissipazione confluisce anche un canale trapezio (opera 37) che convoglia le portate dei bacini A10 e A12. A valle della vasca la sistemazione dell'impluvio è a sezione trapezia con gabbioni e materassi reno con base variabile da 1,50 m a 6,00 m e salti di fondo da 1,50 m fino alla confluenza con il torrente Tardarita. La strada comunale viene sottopassata con uno scatolare di 6,00 x 3,00 m

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev					20		

- Opera 36: è costituita dal canale di gronda sul versante nord del rilevato autostradale, che intercetta i deflussi del versante, identificato come il bacino A10, e li convoglia all'imbocco dello scatolare 2,00 x 2,00 m che sottopassa l'autostrada. Il canale, in gabbioni e materassi ha base di 1,00 m e altezza variabile, nel suo tratto finale presenta salti di fondo di 1,00 m.
- Opera 37 (prog. 5+353,02) riguarda l'attraversamento del corpo autostradale delle portate provenienti dai bacini A10 (diretto) e A12 (allacciato) con uno scatolare 2,00 x 2,00 m che termina in una vasca di dissipazione. Le portate sono quindi convogliate con un canale trapezio in materassi di base 1,50 m, parallelo alla sede autostradale, nella vasca di dissipazione a valle dell'opera 29 (tombino Ø1500).
- Opera 43: consta di un canale di gronda con base 1,00 m, in materassi, che raccoglie le acque di versante del bacino A12 e di un tombino Ø1500 che sovrappassa la briglia sul Pulce e confluisce a monte dello scatolare (opera 37) sezione di chiusura del bacino A10.
- Opera 48 (prog.6+487,23) comprende il canale di gronda a sezione trapezia, con base di 3,00 m, in materassi tipo "reno", che colletta le acque di versante del bacino A13, e il superamento dell'asse autostradale con un canale in c.a. ad U di dimensioni 3,00 x 3,00 m appoggiato sul "cielo" della galleria artificiale "Camemi". E' opportuno notare che la destinazione finale delle portate del bacino A13, come pure di tutti i bacini che insistono sul tracciato autostradale, hanno quale destinazione finale il torrente gatto Corvino. Le portate convogliate dall'opera 48 transitano poi, senza ulteriori contributi di altri bacini nelle opere 54 (manufatto scatolare 3,00 x 3,00 m), 55 (canale a sezione trapezia o a U di base 3,00 m) e 63 (manufatto scatolare 3,00 x 2,50 m o sezione a U 3,00 x 3,00 m). Nell'ultimo tratto dell'opera 63 confluiscono le portate dei bacini A14, A15 e A16.
- Opera 57: è costituita da una canaletta di guardia a sezione trapezia, in materassi reno con base 1,00 m che raccoglie le acque del bacino A14 e le convoglia alla testata dello scatolare opera 58 che sottopassa le piste di accesso/uscita del casello.

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev					21		

- Opera 59: è costituita da una canaletta di guardia a sezione trapezia, in gabbioni e materassi reno con base 1,00 m, con salti di fondo di 1,00 m, che raccoglie le acque del bacino A15 e le convoglia alla testata dello scatolare opera 58 che sottopassa le piste di accesso/uscita del casello.
- Opera 58: ha origine dall'unione delle canalette rispettivamente dell'opera 57 e 59 e colletta quindi i deflussi dei bacini A14 e A15 e sottopassa con uno scatolare di dimensioni 3,00 x 1,50 m il tratto terminale provvisorio del lotto; la sistemazione prosegue quindi (opera 60) a sezione trapezia di base 3,00 m, in materassi "reno", riceve i deflussi del bacino A16 e confluisce nell'opera 63, dal bacino A13.
- Opera 61: canaletta di guardia a sezione trapezia, in materassi e gabbioni, con base 2,00 m e salti di fondo, che raccoglie le acque del bacino A16 e le convoglia allo scatolare 3,00 x 1,50 (opera62) che sottopassa il piazzale di termine provvisorio del lotto 11. La sistemazione relativa ai deflussi del bacino A16 continua con un canale a sezione trapezia con base 2,00 m in materassi che corre lungo il piazzale sul lato nord adiacente al campo fotovoltaico. L'inalveazione confluisce nell'opera 60.
- Opera 60: come già illustrato sopra, l'opera 60 convoglia per un primo tratto le portate provenienti dai bacini A14 e A15, prima di attraversare il futuro tracciato del lotto 12 riceve in sinistra le acque del bacino A16 per confluire nell'opera 63. La sezione è trapezia con base 3,00 m senza salti, e quindi in soli materassi nel primo tratto, e in materassi e gabbioni nel tratto immediatamente monte della confluenza nell'opera 63
- Opera 63:convoglia, come illustrato nella descrizione dell'opera 48, le portate provenienti dal bacino A13, tranne che nel suo tratto finale, dopo la immissione delle portate dei bacini A14, a15 e A16 con l'opera 60. A valle di questa immissione la sezione corrente, di base 3,00 m passa ad una base di 3,50m
- Opera 64:in continuazione dell'opera 63 sottopassa la SP 25 con uno scatolare di base 3,50 m senza ricevere ulteriori apporti di portata

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev					22		

- Opera 65: la sistemazione idraulica che recapita le portate provenienti dai bacini dal A13 al A18 al torrente Gatto Corvino prevede nel primo tratto, a valle dell'opera 64, una inalveazione a sezione trapezia con salti di fondo, con base 3,5 m, in materassi e gabbioni. L'inalveazione colletta anche le portate affluenti dal versante (bacino A17). Il tracciato dell'inalveazione è parallelo ed adiacente sul lato sud a quello del lotto12.
- Opera 66: è il tratto successivo della inalveazione che attraversa con un tratto a U e con uno scatolare, entrambi con base 4,00 m, il futuro tracciato del lotto12, per poi confluire con una sezione trapezia, con salti di fondo, in gabbioni e materassi, nella nuova inalveazione dell'affluente di sinistra del Gatto Corvino (bacino A18)
- Opera 67 :riguarda il sottopasso della strada vicinale e la sistemazione dell'alveo dell'affluente fino alla sua confluenza nel Gatto Corvino. Comprende la vasca di dissipazione alla confluenza con le portate provenienti dall'opera 66 a monte del sottopasso della strada vicinale, che avviene con uno scatolare 4,00 x 6,0 m. A valle dalla strada la sistemazione è a sezione trapezia con materassi e gabbioni, di base 4,00 m e salti di fondo
- opera 86: bacino di laminazione delle portate. Realizzato alla confluenza del Gatto Corvino regola le portate di piena provenienti dai bacini dall A13 al A18 che vanno a sommarsi a quelle del Gatto Corvino. E' da notare che attualmente i bacini A13 e A14 non sono contribuenti del Gatto Corvino; si è quindi intervenuti in modo da rilasciare a valle del bacino di laminazione le portate di piena che attualmente si possono verificare nel bacino del torrente. E' prevista una vasca di accumulo e laminazione con una capacità "morta" da utilizzare per usi irrigui, uno scarico a battente che funziona come una bocca tarata e non permette un deflusso maggiore della portata duecentennale del bacino attuale del gatto Corvino; uno scarico di superficie di sicurezza. L'opera viene illustrata più esaurientemente nel paragrafo successivo, relativo alle verifiche idrauliche (portata duecentennale del Gatto Corvino di $Q_{200}=46,78 \text{ m}^3/\text{s}$; contributi da bacini esterni allacciati $Q_{200}= 18,31 \text{ m}^3/\text{s}$)

Tab. 4.2 - Sistemazioni idrauliche del lotto 11

Bacino	N° opera	Caratteristiche della sistemazione		i (m/m)	Portata (m ³ /s)
		Tipo di opera	Dimensioni		
A6	13	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo "reno"	2,00x4,00x2,00 m Sponda 3/2 Salti da 0,50 m	0,01	31,9
	13	Attraversamento autostrada alla progr. km 2+357,01	Manufatto scatolare 4,00 x 3,00 m	0,01	31,9
	13	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo "reno"	1,65x4,00x1,65 m Sponda 3/2 Salti da 0,50 m	0,01	31,9
A7	17	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo "reno"	2,20x2,00x2,20 m Sponda 3/2 Salti: 1,85 e 0,85 m	0,01	5,7
	17	Attraversamento autostrada alla progr. km 2+549,38	Manufatto scatolare 2,00x2,00 m	0,01	5,7
A8	19	Canale in sin. a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi	2,00x2,00x2,00 m Sponda 3/2 Salti: 1,36 m	0,01	2,5
	19	Canale in dx. a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi	2,00x2,00x2,00 m Sponda 3/2 Salti: 1,75 e 0,7 m	0,01	5,0
	19	Attraversamento autostrada alla progr. km 2+618,56	Manufatto scatolare 3,00x2,00 m	0,01	7,5
A7+A8	20	Attraversamento strada vicinale Caddame	Manufatto scatolare 3,00x2,00 m	0,01	11,6
	20	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo "reno"	Base b=3,00 m Sponde variabili	0,01	11,6
A9	29	Attraversamento autostrada alla progr. km 4+876,22	Ø1500	0,015	6,0
A9+ A10+ A12	30	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo "reno"	Base 1,50 ÷ 6,00 m Sponda 3/2 Salti 1,50 m	0,01	12,1
	31	Attraversamento strada Comunale Ferrante Ficzza	Manufatto scatolare 6,00x3,00 m	0,01	12,1
	32	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo "reno"	Base 1,50 ÷ 6,00 m Sponda 3/2 Salti 1,50 m	0,01	12,1

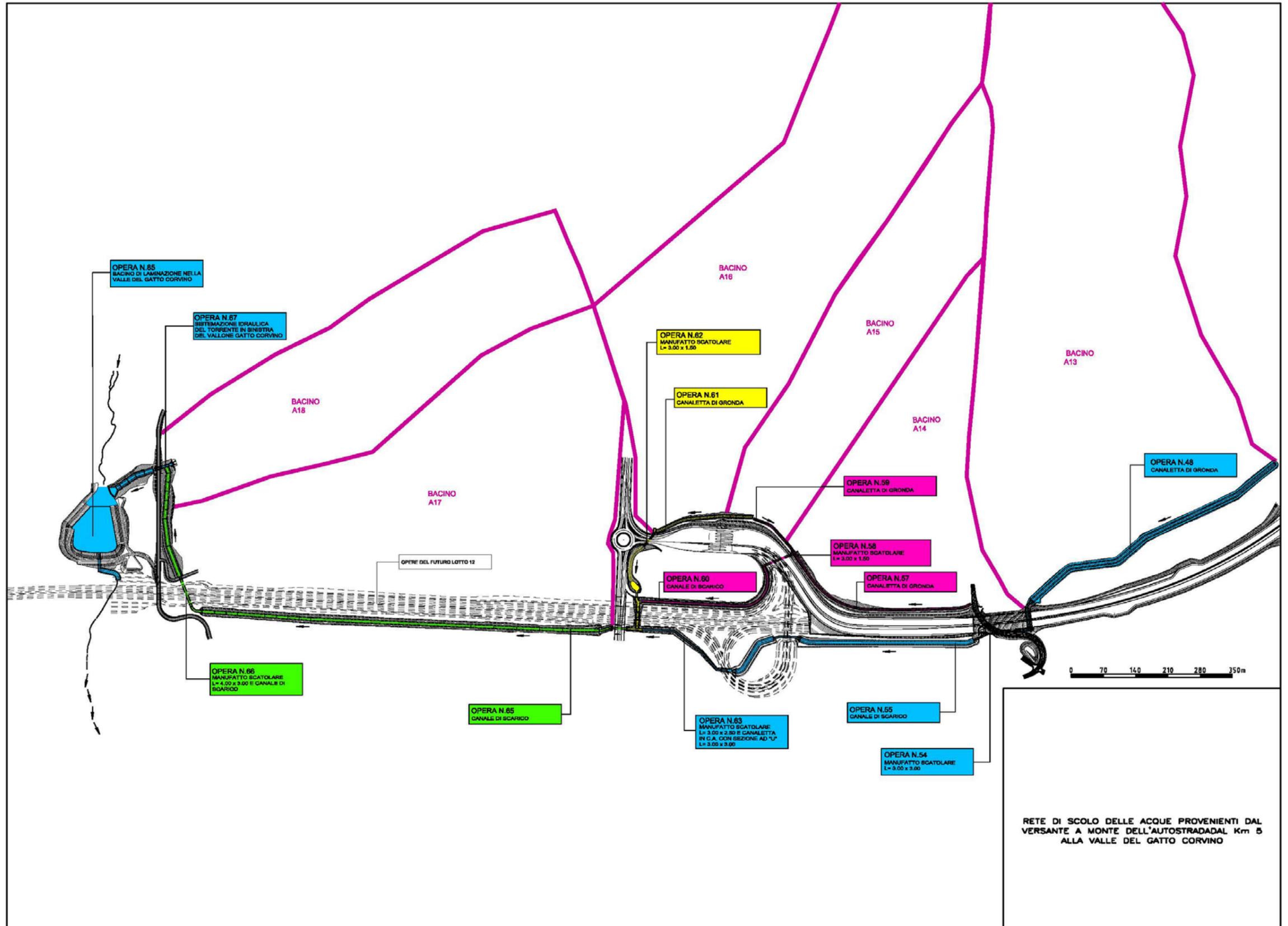
Bacino	N° opera	Caratteristiche della sistemazione		i (m/m)	Portata (m³/s)
		Tipo di opera	Dimensioni		
A10	36	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo "reno	Base 1,00 m Sponda 1/1	0,01	2,0
A10+ A12	37	Attraversamento autostrada alla progr. km 5+353,03	Manufatto scatolare 2,00x2,00 m	0,015	6,1
	37	Canale a sezione trapezia in gabbioni e materassi tipo "reno	Base 1,50 m Sponda 3/2	0,01	6,1
A11	39	Viadotto Pulce			4,7
A12	43	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo "reno	1,50 x 1,00x1,50 m Sponda 3/2 Salti 1,00 m	0,01	4,6
	43	Superamento briglia sul torrente Pulce	Ø1500	0,01	4,6
A13	48	Canale a sezione trapezia in materassi tipo "reno	Base 3,00 m Sponda 3/2	0,005	18,7
	55	Canale a sezione trapezia in materassi tipo "reno"	3,00x3,00x3,00 m Sponda 3/2	0,01	18,7
	55	Tracciato parallelo al futuro lotto12	Canale a U in c.a.3,00 x 3,00 m	0,01	18,7
	63	Attraversamento futura rampa svincolo stazione lotto12	Manufatto scatolare 3,00 x 2,50 m	0,005	18,7
	63	Tracciato parallelo al futuro lotto12	Canale a U in c.a.3,00 x 3,00 m	0,005	18,7
A14	57	Canale a sezione trapezia in materassi tipo "reno	Base 1,00 m Sponda 3/2	0,0049	3,6
A15	59	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo "reno	1,00 x 1,00x1,00 m Sponda 3/2 o 3/1 Salti 1,00 m	0,01	3,5
A14+ A15	58	Attraversamento piste termine provvisorio km 7+089,25	Manufatto scatolare 3,00 x 1,50 m	0,005	6,4
	60	Canale a sezione trapezia in materassi tipo "reno in adiacenza al piazzale casello	Base 3,00 m Sponda 3/2	0,0048	6,4
A16	61	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo "reno	Base 2,00 m Sponda 3/2 Salti 1,00 m	0,01	8,8

Bacino	N° opera	Caratteristiche della sistemazione		i (m/m)	Portata (m ³ /s)
		Tipo di opera	Dimensioni		
A16	62	Attraversamento termine provvisorio km 7+398,70	Manufatto scatolare 3,00 x 1,50 m	0,005	8,8
	62	Canale a sezione trapezia in materassi tipo "reno in adiacenza al piazzale casello	Base 2,00 m Sponda 3/2	0,0051	8,8
A14+ A15+ A16	60	Attraversamento futuro lotto 12 a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo "reno	Base 3,00m Sponda 3/2 Salti 1,64 m	0,005	14,5
A13÷ A16	63	Tracciato parallelo al futuro lotto12	Manufatto scatolare 3,50 x 4,00 m	0,005	15,2
	64	Tracciato parallelo al futuro lotto12	Manufatto scatolare 3,50 x 3,00 m	0,005	15,2
A13÷ A17	65	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo "reno	Base 3,00m Sponda 3/2 Salti 0,5 m e 1,0 m	0,01	36,0
	66	Intersezione con futuro tracciato lotto12	Manufatto scatolare 4,00 x 3,00 m	0,01	36,0
	66	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo "reno	Base 4,00m Sponda 3/2 Salti 1,0 m	0,01	36,0
A13÷ A18	67	Canale a U	Canale a U in c.a.4,00 x 4,00 m	0,01	38,7
	67	Sottopasso strada vicinale	Manufatto scatolare 4,00 x 6,00 m	0,01	38,7
	67	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo "reno	Base 4,00m Sponda 3/2 Salti 0,5 m e 1,0 m	0,01	38,7
A13÷ A18	86	Opera di laminazione per le portate del Gatto Corvino	Bocca a battente 4,00 x 2,00 m		65,09

Tab. 4.2 - Sistemazioni idrauliche del lotto 11

Per una più facile comprensione del reticolo idrografico interferente con il tracciato della parte finale del lotto 11 e delle opere previste si rimanda alla fig. 4.1 che riporta schematicamente collegamenti e interventi.

Fig. 4.1 Rete di scolo delle acque provenienti dal versante a monte dell'autostrada dal Km 5 alla valle del Gatto Corvino



 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev					27		

4.3. Portate meteoriche dalla piattaforma autostradale e vasche di prima pioggia

Mentre si rimanda ai paragrafi successivi per la descrizione della rete di collettamento delle acque meteoriche dalla piattaforma autostradale, si descrivono di seguito, sinteticamente i punti di scarico nei corpi idrici ricettori e l'entità delle portate scaricate. Si è fatto riferimento sia alla portata con tempo di ritorno di 25 anni, verificando l'efficienza della rete anche per a quella duecentennale.

Come descritto precedentemente nella valutazione delle portate si è utilizzato il metodo razionale: il tempo di corrivazione è stato calcolato ipotizzando una velocità di deflusso di 1,00 m/s sia sulla superficie pavimentata che all'interno dei collettori.; il coefficiente di deflusso considerato pari a $C_d = 0,9$, facendo riferimento ad una larghezza media della superficie pavimentata di 28,00 m.

I tratti considerati sono stati identificati dalle vasche all'inizio e alla fine di ciascun collettore principale, ciascuna delle quali tratta in continuo le portate di prima pioggia, mentre le portate in eccesso bypassano la vasca stessa.

- Lotto 10
 - Le portate meteoriche di piattaforma, comprendenti le portate di prima pioggia uscenti dalle vasche dalla n° 68 alla n° 74, per una lunghezza in asse autostrada di circa 2400 m, defluiscono in una tubazione in PEAD spiralato Ø1200 mm che scarica nel fosso di guardia del lotto 9. (situazione peraltro considerata nella verifica idraulica del lotto9)
 - Le portate di prima pioggia provenienti dalla vasca 75 e dal tratto di piattaforma contribuente, della lunghezza di circa 370 m sono convogliate con un Ø1200 in PEAD spiralato allo sbocco dell'opera 41 e quindi allo sbocco dell'opera 15
 - Le portate provenienti dalle vasche 76 e 77 e dal tratto di piattaforma corrispondente, della lunghezza di circa 680 m sono convogliate con un Ø1200 in PEAD spiralato nell'opera 26
 - Le portate provenienti dalle vasche 78 e 79 a dalla relativa piattaforma contribuente sono scaricate direttamente nel fiume Irminio con tubazioni in PEAD spiralato Ø630 mm

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev					28		

- Lotto 11

- Le vasche n° 80 e 81 intercettano le acque di prima pioggia ciascuna di un tratto di circa 200 m di piattaforma. Acque di prima pioggia e acque meteoriche bypassanti le vasche sono scaricate con una tubazione in PEAD spiraleto Ø630 mm rispettivamente allo sbocco delle sistemazioni opera 13 e opera 20.
- La vasca 83 e la relativa superficie di piattaforma scaricano con un Ø630 in PEAD spiraleto nell'opera 37, in corrispondenza del tratto finale con sezione trapezia di base 1,50 m
- Le portate provenienti dalle vasche dalla 84 alla 89 e dalla relativa piattaforma contribuente sono convogliate in una tubazione Ø1200 mm in PEAD spiraleto che confluisce nel Ø1500 collettore terminale del bacino A12 e quindi nell'opera 37 (manufatto scatolare 2,00 x 2,00 e quindi canaletta trapezia di base 1,50m)
- Le portate provenienti dal piazzale al termine del lotto sono recapitate in parte dalle vasche 90 e 91 con un Ø1200 mm in PEAD spiraleto nel tratto iniziale del canale trapezio di base 3,00 m (opera 60) e in parte dalle vasche 91 e 92, sempre con un Ø1200 mm in PEAD spiraleto, nel tratto terminale del canale stesso.

Nella tabella 4.3. seguente sono riportati: i tratti identificati, la portata venticinquennale e duecentennale proveniente dalla piattaforma corrispondente con le vasche di prima pioggia previste, l'opera – recapito e le caratteristiche del collettore finale.

E' opportuno notare che le portate provenienti dal piazzale del casello nel tratto terminale del lotto 11 e fatte defluire nel canale trapezio di base 3,00 m presentano un idrogramma di piena con un tempo di corruzione dell'ordine di qualche minuto, a fronte di un tempo di corruzione del bacino idrografico contribuente dell'opera 60 di durata superiore all'ora.

Questa considerazione ha portato a non considerare la portata scaricata dalla rete di collettamento delle acque meteoriche sommata a quella del bacino contribuente nella verifica delle opere.

LOTTO	TRATTO		PORTATA (m ³ /s)		VASCHE	RECAPITO	SCARICO
	n°	Da prog.	A prog.	T _r =25	T _r = 200	n°	opera n°
10	0+000	2+400	1,31	1,76	68÷74	lotto 9	Ø 1200
10	2+400	2+770	0,57	0,77	75	41 e 15	Ø 630
10	3+600	4+280	0,74	0,99	76 e 77	26	Ø 1200
10	4+680	4+880	0,47	0,63	78	fiume Irminio	Ø 1200
10 e 11	4+880	0+080	0,49	0,67	79	fiume Irminio	Ø 1200
11	2+200	2+400	0,47	0,63	81	13	Ø 630
11	2+400	2+600	0,47	0,63	80	13	Ø 630
11	2+600	2+800	0,46	0,63	82	20	Ø 630
11	4+800	5+000	0,46	0,63	83	37	Ø 630
11	5+000	6+800	1,14	1,54	84÷89	43 e 37	Ø 1200
11	piazzale		1,53	2,07	90 e 91	60	Ø 1200
11	piazzale		0,74	1,00	91 e 92	60	Ø 1200

Tab. 4.3. Portate defluenti dalla piattaforma autostradale

4.4. Verifica idraulica

La verifica idraulica ha riguardato la valutazione della correttezza delle dimensioni e delle caratteristiche delle opere e delle sistemazioni idrauliche. La verifica è stata effettuata a moto uniforme per le opere secondarie verificando anche che il deflusso dall'opera non sia rigurgitato, mentre si è utilizzato un modello di calcolo a moto permanente per quelle più significative. Si è utilizzata a tal fine la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q = K_s R^{2/3} i^{1/2} A \text{ (m}^3/\text{s)}$$

essendo:

K_s = coefficiente di scabrezza (m^{1/3} s⁻¹)

A = area della sezione liquida (m²)

R= raggio idraulico, inteso come rapporto fra sezione liquida e perimetro bagnato (m)

i = pendenza del fondo

Il coefficiente di scabrezza è stato considerato pari a 80 m^{1/3} s⁻¹ per i tombini circolari in PEAD spiralato, 70 m^{1/3} s⁻¹ per i manufatti scatolari e i tombini circolari in c.a. e pari a 30 m^{1/3} s⁻¹ per le sistemazioni dei canali di gronda o di scarico con gabbioni o materassi

di tipo “reno”. Nella tabella si indica anche il franco, inteso come la differenza tra l'altezza utile dell'opera e il tirante di moto uniforme. Le portate riferite a ciascuna opera sono state ricavate tenendo conto del bacino affluente (si veda Tab. 4.1 e 4.2), degli scarichi delle vasche di prima pioggia e delle canalette di gronda (Tab. 4.3.).Più in particolare all'opera 26 e conseguentemente alla 27 del lotto 10 affluiscono 0,99 m³/s; per il lotto 11 all'opera 30, e conseguentemente alle opere 31 e 32 e al canale in materassi e gabbioni a sezione trapezia dell'opera 37 affluiscono 2,17 m³/s. Alla prima parte dell'opera 37 e al Ø 1500 dell'opera 43 affluiscono 1,54 m³/s.

Il tempo di ritorno considerato per il dimensionamento e la verifica delle opere idrauliche, come già detto precedentemente, è stato di 200 anni. Anche se la rete di collettamento e scarico delle acque meteoriche è stata dimensionata per eventi con tempo di ritorno 25 anni, nella verifica, per omogeneità, si è considerato un tempo di ritorno di 200 anni. Nelle Tabelle. 4.4.e 4.5. sono riportati i risultati ottenuti

Tab. 4.4 - Risultati delle verifiche per le sistemazioni idrauliche del lotto 10

N° opera	Caratteristiche della sistemazione	i (m/m)	portata (m ³ /s)	h (m)	v (m/s)	franco (m)	Fr
	Canale di gronda lato Nord a sezione trapezia in terra B= 1,00 m sponda 3/2 H variabile	0,01	3,9	0,82	1,79	>0,50 ≥	0,65
	Attraversamento S.P.95 Ø 1500	0,01	3,9	0,78	4,25	0,72	1,71
15	Attraversamento autostrada alla prog. 2+643.24 Manufatto scatolare 3,00x2,50 m	0,01	20,2	1,24	5,40	1,26	1,55.
41	Attraversamento autostrada alla prog. 2+676,51 Tombino Ø 1000	0,01	2,1	0,70	3,56	0,30	1,42
26	Attraversamento autostrada alla progr. 4+159.53 Tombino Ø 2000	0,01	6,9	0,85	4,68	1,15	1,86
26	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo “reno“ 2,00x2,00x2,00 m Sponda 3/2 Salti da 1,00m	0,01	6,9	0,89	2,03	>1,11	0,70
26	Canale a sezione rettangolare con gabbioni e materassi tipo “reno 2,00x2,00 m	0,01	6,9	1,35	1,95	0,65	0,53
27	Canale a sezione rettangolare con gabbioni e materassi tipo “reno 2,00 x 2,00 m	0,01	6,9	1,35	1,95	0,65	0,53
27	Attraversamento S.P.37 Tombino Ø2000	0,013	6,9	0,84	5,34	1,16	2,13
27	Canale a sezione rettangolare con gabbioni e materassi tipo “reno 2,00 x 2,00 m	0,01	6,9	1,35	1,95	0,65	0,53

Tab. 4.5 - Risultati delle verifiche per le sistemazioni idrauliche del lotto 11

N° opera	Caratteristiche della sistemazione	i (m/m)	portata (m ³ /s)	h (m)	v (m/s)	franco (m)	Fr
13	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo "reno 2,00x4,00x2,00 m Sponda 3/2 Salti da 0,50 m	0,04	31,9	1,52	2,98	≥0,48	0,85
13	Attraversamento autostrada alla progr. 2+357,01 Manufatto scatolare 4,00 x 3,00 m	0,01	31,9	1,33	6,02	2,67	1,66
13	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo "reno 1,65x4,00x1,65 m Sponda 3/2 Salti da 0,50 m	0,01	31,9	1,52	2,98		0,85.
17	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo "reno 2,20x2,00x2,20 m Sponda 3/2 Salti 1,85 e 0,85m	0,01	5,7	0,81	1,94	≥1,19	0,69
17	Attraversamento autostrada alla progr.2+549,38 Manufatto scatolare 2,00x2,00 m	0,01	5,7	0,72	3,92	1,28	1,47
19	Canale in sin. a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi 2,00x2,00x2,00 m Sponda 3/2 Salti:1,36 m	0,01	2,5	0,53	1,55	≥1,47	0,62
19	Canale in dx. a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi 2,00x2,00x2,00 m Sponda 3/2 Salti:1,75 e 0,7 m	0,01	5,0	0,76	1,87	≥1,24	0,68
19	Attraversamento autostrada alla progr.2+618,56 Manufatto scatolare 3,00x2,00 m	0,01	7,5	0,93	2,09	1,07	0,71
20	Attraversamento strada vicinale Caddame Manufatto scatolare 3,00x2,00 m	0,01	11,6	0,84	4,63	1,16	1,93
20	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo "reno Base b=3,00 m Sponde variabili	0,01	11,6	1,01	2,31	≥0,99	0,75
29	Attraversamento autostrada alla progr 4+876,22 Ø1500	0,015	6,0	0,9	5,46	0,6	2,01
30	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo reno.Sponda 3/2 Salti 1,50 m.Base 1,50÷6,00m	0,01	14,3	1,36 0,83	2,49 2,26	≥0,64	0,76 0,76
31	Attraversamento strada Comunale Manufatto scatolare 6,00x3,00 m	0,01	14,3	0,56	4,24	2,44	1,81
32	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo reno Base 1,50÷6,00m Sponda 3/2 Salti 1,50 m	0,01	14,3	1,36 0,83	2,49 2,26	≥0,64	0,76 0,76
36	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo reno Base 1,00 m Sponda 1/1	0,01	2,0	0,72	1,65	≥0,78	0,55
37	Attraversamento autostrada alla progr.5+353,03 Manufatto scatolare 2,00x2,00 m	0,015	7,5	0,77	4,92	1,23	2,07

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	32					

N° opera	Caratteristiche della sistemazione	i (m/m)	portata (m ³ /s)	h (m)	v (m/s)	franco (m)	Fr
37	Canale a sezione trapezia in gabbioni e materassi tipo reno Base 1,50 m Sponda 3/2	0,01	8,3	1,06	2,17	≥0,44	0,72
43	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo reno 1,50x1,00x1,50 m Sponda 3/2 Salti 1,00 m	0,01	4,6	0,88	0,62	≥0,62	0,66
43	Superamento brigliasul torrente Pulce Ø1500	0,01	6,14	1,05	4,66	0,45	1,52
48	Canale a sezione trapezia in materassi tipo reno Base 3,00 m Sponda 3/2	0,005	18,7	1,52	2,03	≥0,98	0,42
55	Canale a sezione trapezia in materassi tipo reno 3,00x3,00x3,00 m Sponda 3/2	0,01	18,7	1,28	2,62	≥1,72	0,80
55	Tracciato parallelo al futuro lotto 12 Canale a U in c.a. 3,00 x 3,00 m	0,01	18,7	1,17	5,29	1,83	2,60
63	Attraversamento futura rampa svincolo stazione lotto 12 Manufatto scatolare 3,00 x 2,50 m	0,005	18,7	1,52	4,10	0,98	2,38
63	Tracciato parallelo al futuro lotto 12 Canale a U in c.a. 3,00 x 3,00 m	0,005	18,7	1,52	4,10	1,48	2,38
57	Canale a sezione trapezia in materassi tipo reno Base 1,00 m Sponda 3/2	0,0049	3,6	0,93	1,35	≥0,57	0,33
59	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo reno 1,00x1,00x1,00 m Sponda 3/2 o 3/1 Salti 1,00 m	0,01	3,5	0,78	1,75	≥1,22	0,64
58	Attraversamento piste termine provvisorio km 7+089,25 Manufatto scatolare 3,00 x 1,50 m	0,005	6,4	0,71	1,35	0,79	1,81
60	Canale a sezione trapezia in materassi tipo reno in adiacenza al piazzale casello Base 3,00 m Sponda 3/2	0,0048	6,4	0,84	1,49	1,16	0,35
61	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo reno Base 2,00 m Sponda 3/2 Salti 1,00 m	0,01	8,8	1,01	2,19	≥0,99	0,73
62	Attraversamento termine provvisorio km 7+398,70 Manufatto scatolare 3,00 x 1,50 m	0,01	8,8	0,88	2,19	0,62	1,45
62	Canale a sezione trapezia in materassi tipo reno in adiacenza al piazzale casello Base 2,00 m Sponda 3/2	0,005	8,8	1,18	1,70	≥0,82	0,38
60	Attraversamento futuro lotto 12 a sezione trapezia con salti di fondo in gabbioni e materassi tipo reno Base 3,00m Sponda 3/2 Salti 1,64 m	0,0051	14,5	1,34	1,90	≥1,16	0,40
63	Tracciato parallelo al futuro lotto 12 Manufatto scatolare 3,50 x 4,00 m	0,005	15,2	1,13	3,85	2,87	1,89
64	Tracciato parallelo al futuro lotto 12 Manufatto scatolare 3,50 x 3,00 m	0,005	15,2	1,13	3,85	1,87	1,89

N° opera	Caratteristiche della sistemazione	i (m/m)	portata (m ³ /s)	h (m)	v (m/s)	franco (m)	Fr
65	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gab-bioni e materassi tipo "reno Base 3,00m Sponda 3/2 Salti 0,5 m e 1,0 m	0,01	36,0	1,77	3,12	≥1,23	0,86
66	Intersezione con futuro tracciato lotto12 Manufatto scatolare 4,00 x 3,00 m	0,01	36,0	1,45	6,23	1,55	3,43
66	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gab-bioni e materassi tipo "reno Base 4,00m Sponda 3/2 Salti 1,0 m	0,01	36,0	1,62	3,08	≥1,38	0,87
67	Canale a U in c.a.4,00 x 4,00 m	0,01	38,7	1,54	6,36	1,46	3,59
67	Sottopasso strada vicinale Manufatto scatolare 4,00 x 6,00 m	0,01	38,7	1,54	6,36	4,46	3,59
67	Canale a sezione trapezia con salti di fondo in gab-bioni e materassi tipo "reno Base 4,00m Sponda 3/2 Salti 0,5 m e 1,0 m	0,01	38,7	1,67	3,13	≥1,33	0,87
86	Opera di laminazione Bocca a battente 4,00 x 2,00 m		65,1				

Tab. 4.5 Risultati delle verifiche per le sistemazioni idrauliche del lotto 11

Nei capitoli seguenti vengono descritte e verificate le sistemazioni idrauliche relative:

- alla interferenza delle pile del viadotto Irminio con il deflusso del fiume omonimo
- all'impluvio in corrispondenza del viadotto Pulce
- al recapito nel torrente Tardarita dei deflussi dei Bacini A6, A7 e A8 e di quelli provenienti dalla piattaforma pavimentata nel tratto corrispondente di autostrada;
- alla creazione di un volume di laminazione sul torrente Gatto Corvino.

 INGEGNERIA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	34						

5. VIADOTTO SUL FIUME IRMINIO

5.1. Descrizione del bacino e dell'opera

L'autostrada supera l'incisione del fiume Irminio con un viadotto (opera 35-lotto 10) su quattro campate della lunghezza rispettivamente di 90,00 m le due centrali e di 50,05 quelle iniziali e finali. Delle sei pile (delle dimensioni di 5x5 m.) solo una interessa in misura marginale la gola del fiume.

Data l'importanza del corso d'acqua, che alla sezione di chiusura considerata presenta un bacino contribuente di 217,88 km² e una portata duecentennale al colmo di 786 m³/s, è risultato opportuno studiare il deflusso delle portate di piena determinando il profilo di moto permanente nella situazione attuale (ante operam) e dopo la realizzazione del viadotto (post operam) per un tratto di circa 1140 m in corrispondenza del viadotto, sufficienti per analizzarne l'impatto sul deflusso delle portate di piena.

5.2. Verifica di compatibilità idraulica dell'opera

La verifica di compatibilità idraulica dell'opera è stata effettuata verificando come il deflusso della piena nella configurazione post operam non induca situazioni di rischio idraulico maggiori o diverse rispetto alla situazione ante operam.

A tal fine sono stati quindi posti a confronto i profili liquidi di piena ante e post operam calcolati a moto permanente con un modello di calcolo monodimensionale.

Nella schematizzazione della situazione attuale sono stati utilizzati un rilievo a terra e ad un rilievo aerofotogrammetrico che hanno consentito di rappresentare la morfologia esistente con sezioni con interasse 30 m.

Per la verifica è stata considerata la portata con tempo di ritorno di 200 anni e come condizioni al contorno una situazione idrometrica "mista", cioè a monte il livello di moto uniforme e a valle quello corrispondente alle condizioni di corrente critica. Un'analisi di sensibilità sul modello ha mostrato come solo nelle prime due sezioni di monte e/o di

 INGEGNERIA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	35					

valle del tratto studiato il profilo liquido sia influenzato dalle condizioni al contorno; non la parte centrale dove sono presenti le pile del viadotto.

L'analisi e le verifiche idrauliche sono state condotte con un modello matematico idrodinamico monodimensionale utilizzato a moto permanente. In particolare il codice di calcolo utilizzato è l'Hec-Ras (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) sviluppato all'Hydrologic Engineering Center dall'U.S. Army Corps of Engineers.

5.2.1. Descrizione degli algoritmi di calcolo

Il software Hec-Ras è un sistema integrato di software, progettato per uso iterativo in un ambiente multi utente, che risulta costituito dai seguenti moduli:

- interfaccia grafica;
- routines per l'analisi idraulica;
- routines di memorizzazione e gestione dati;
- routines di graficizzazione e presentazione dei risultati.

Il programma può gestire un'intera rete di canali, un sistema ad albero o un singolo ramo; ed è in grado di modellare il moto permanente in regime di corrente lenta (subcritica), rapida (supercritica) o mista.

La procedura utilizzata nei calcoli si basa sulla soluzione dell'equazione monodimensionale dell'energia, ove sono valutate sia le perdite di carico distribuite (con l'equazione di Manning) che quelle localizzate determinate dalla contrazione o espansione della vena liquida (ed espresse come frazione del carico cinetico).

L'equazione della quantità di moto è utilizzata nei punti dove il profilo del pelo libero subisce brusche variazioni in condizione di regime misto: nei punti di passaggio tra corrente veloce e lenta, in corrispondenza dei ponti e degli scatolari (o tombini) oppure alla confluenza tra corsi d'acqua.

Nei calcoli possono essere considerati gli effetti di situazioni singolari quali la presenza di ponti, tombini di varia forma e con aperture singole o multiple, soglie sfioranti e pa-

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	36					

ratoie; inoltre si possono confrontare e valutare direttamente gli effetti indotti da una sistemazione idraulica (riprofilatura o arginatura) ottenendo sulle stesse sezioni trasversali del corso d'acqua l'andamento del pelo libero nelle condizioni ante-operam e post-operam.

Utilizzando il procedimento iterativo il programma di calcolo determina il profilo di moto permanente risolvendo l'equazione:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

Dove, indicando con 1 e 2 le sezioni considerate:

Y_1, Y_2 = tirante d'acqua (m)

Z_1, Z_2 = quota del fondo (m)

V_1, V_2 = velocità media

α_1, α_2 = coefficienti di Coriolis

g = accelerazione di gravità

h_e = perdita di carico totale tra le sezioni 1 e 2

Le perdite di carico tra due sezioni comprendono sia la dissipazione localizzata che quella distribuita, e l'equazione che le rappresenta è la seguente:

$$h_e = LS_f - C \left| \frac{\alpha V_2^2}{2g} + \frac{\alpha V_1^2}{2g} \right|$$

con:

L = distanza tra le due sezioni contigue 1 e 2

S_f = pendenza della linea dell'energia

C = coefficiente per le perdite di carico localizzate

Per la determinazione delle perdite di carico localizzate il programma valuta la variazione del termine cinetico tra due sezione contigue e lo moltiplica per il coefficiente di contrazione/espansione della vena liquida.

La procedura seguita dal programma per la definizione del profilo idrico risulta quindi così schematizzabile:

- definizione della quota del pelo libero nella sezione di monte o valle a seconda che si operi in regime di corrente lenta o rapida;

 INGEGNERIA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	37					

- calcolo della velocità media nella sezione e della portata totale in base all'altezza d'acqua assunta;
- calcolo del valore di S_f e risoluzione dell'equazione del moto con i valori così ottenuti;
- valutazione della quota del pelo libero risolvendo l'equazione con i valori ottenuti nel passo 2 e 3;
- confronto della quota del pelo libero assunto nel passo 1 con quella derivante dal passo 4 e se la differenza non è superiore alla tolleranza imposta si riprende dal passo 1 imponendo una quota di pelo libero pari alla quota dell'iterazione precedente +70% della differenza quota calcolata meno quota assunta.

A calcolo completato l'attuale versione del software permette di visualizzare i risultati in forma grafica o tabellare relativamente a: altezza del pelo libero, altezza critica, linea dell'energia, distribuzione della velocità, e in generale a tutte le principali grandezze idrauliche.

5.2.2. Profilo di piena del fiume Irminio

Il tratto di alveo studiato ha uno sviluppo, come detto, di 1140 m, con la quota di fondo che varia da 85.00 m s.m.m. a 73.56 m s.m.m., e quindi con una pendenza media di circa 0,01. Il tracciato autostradale attraversa obliquamente l'incisione del fiume Irminio; e l'interferenza della struttura autostradale con l'alveo del fiume si limita a una pila ubicata in golenata.

Il tratto di alveo studiato ha delle caratteristiche morfologiche sostanzialmente omogenee, con un alveo piuttosto incassato. La schematizzazione riportata di seguito in Fig. 5.1. riporta le sezioni utilizzate nel modello di calcolo, numerate da valle verso monte, l'ubicazione delle pile e la delimitazione dell'alveo di piena in ciascuna sezione.

Il risultato del calcolo è riassunto nelle tabelle e nelle figure seguenti. In sintesi le elaborazioni mostrano che la portata di piena defluisce in corrente lenta o rapida in funzione della pendenza del fondo; in particolare si presenta rapida nel tratto in corrispondenza del viadotto ove la pendenza è maggiore.

Dal confronto tra i profili di moto permanente, ante e post operam, si osserva che la corrente mantiene le stesse condizioni idrodinamiche; in particolare non c'è rigurgito verso monte, piuttosto vi è un ulteriore riduzione del livello idrico in prossimità della pila, dovuto al leggero restringimento.

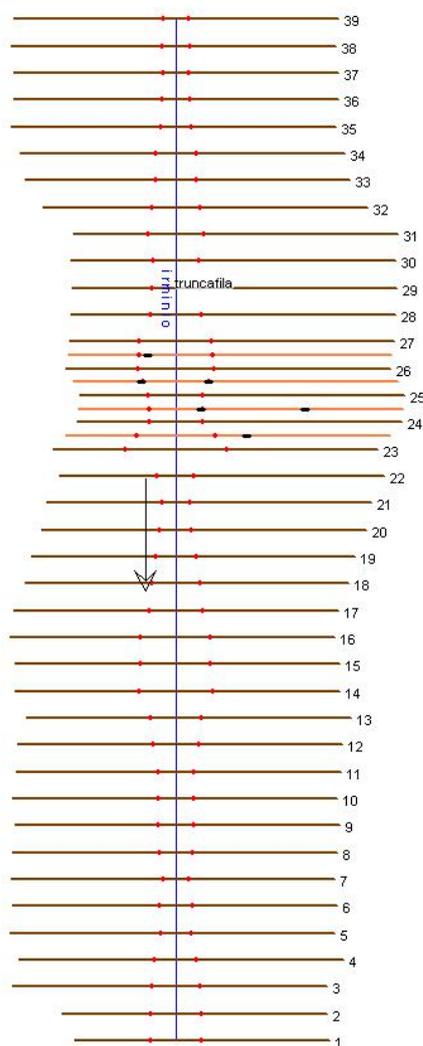


Fig. 5.1 - Schema planimetrico delle sezioni usate per il calcolo e posizione delle pile del viadotto in progetto (tratti in nero)

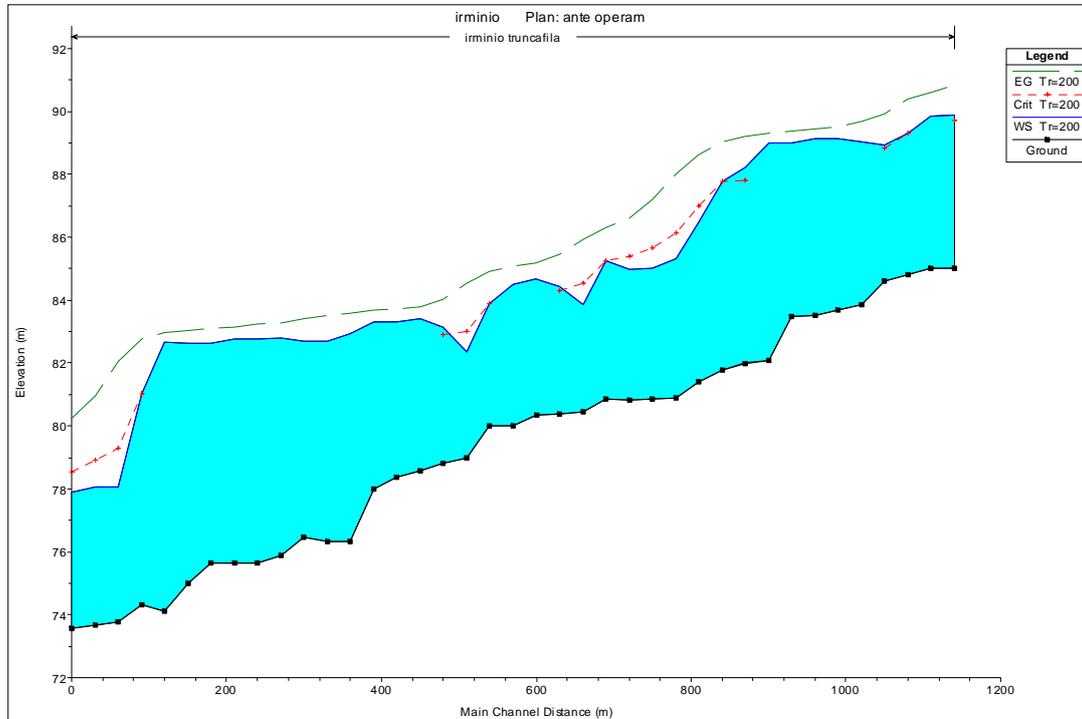


Fig. 5.2 - Stato di fatto – Profilo di moto permanente $Q=786 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Tr=200$ anni)

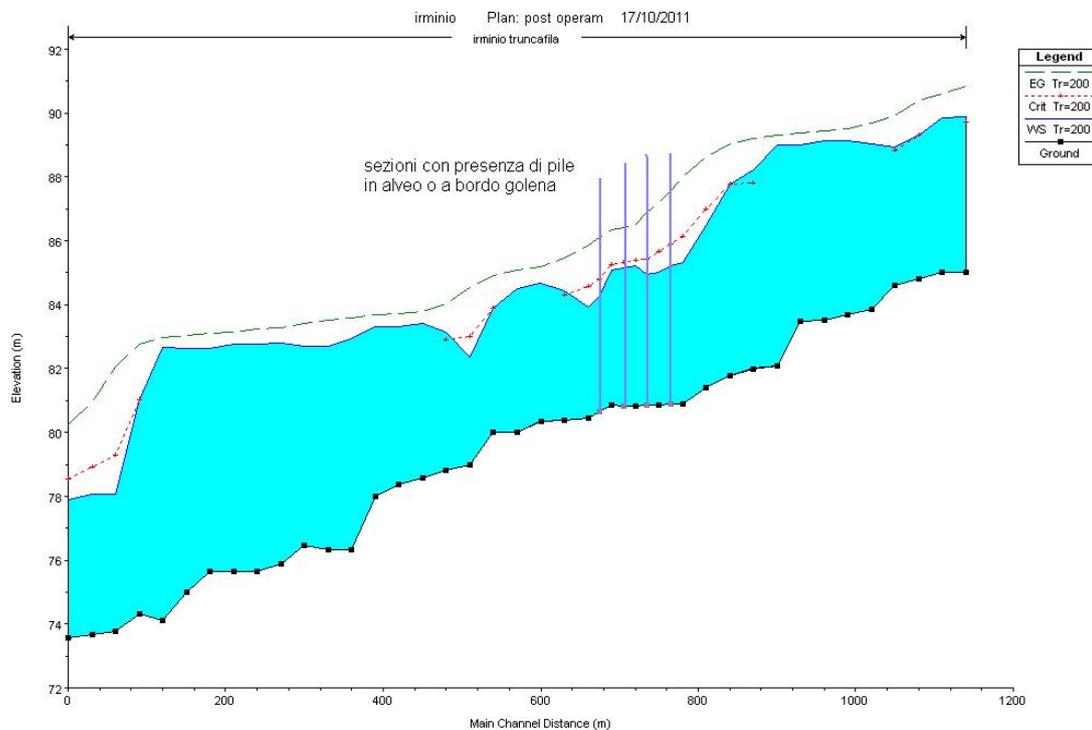


Fig. 5.3 - Stato di progetto – Profilo di moto permanente $Q=786 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Tr=200$ anni)

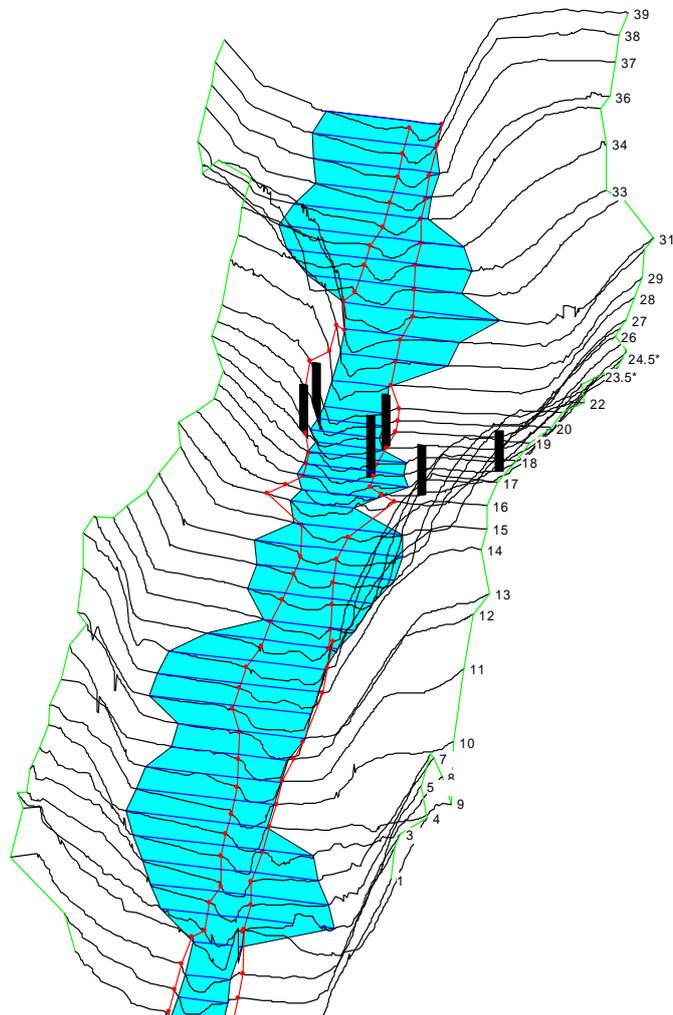


Fig. 5.4 - Stato di progetto a moto permanente $Q=786 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Tr=200$ anni)

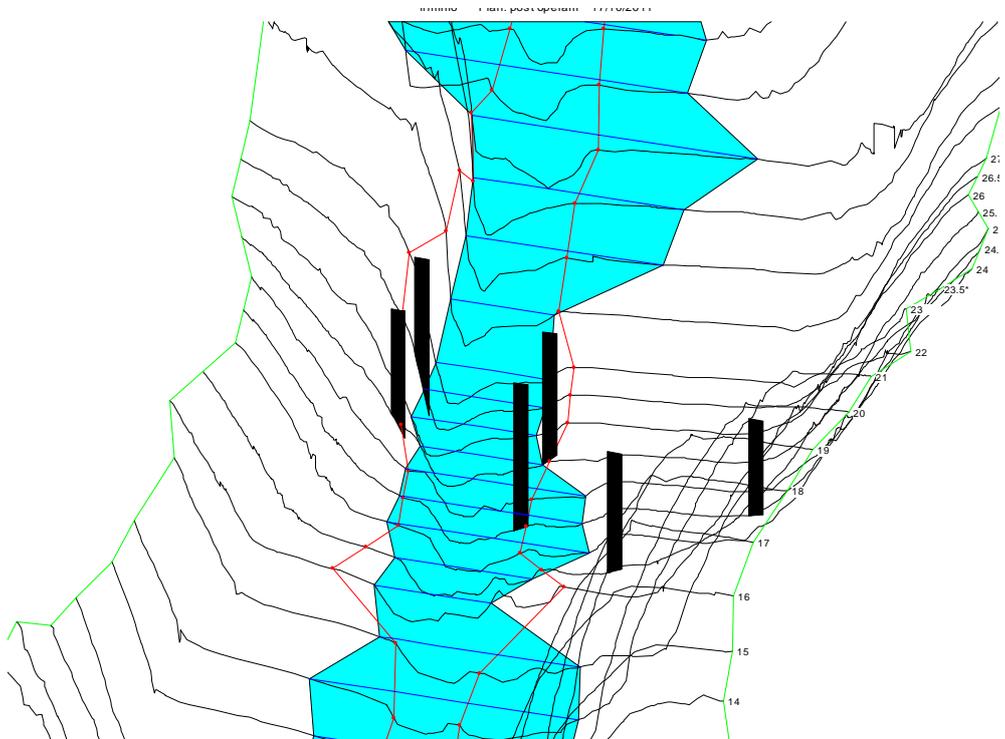


Fig. 5.5 - Stato di progetto – Schematizzazione dell’ubicazione delle pile del Viadotto Irminio nel modello Hec-Ras)

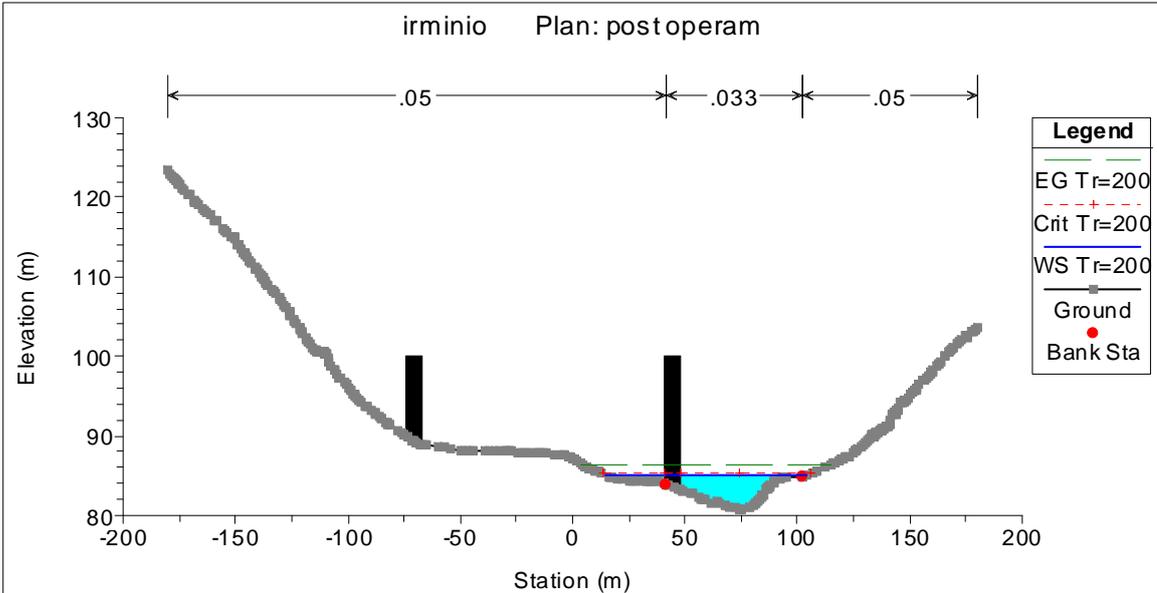


Fig. 5.6 - Stato di Progetto - Sezione trasversale in corrispondenza della pila in alveo

Tab. 5.1 - Risultati ottenuti per lo stato di fatto

Reach	Sezione	Profilo	Q (m ³ /s)	Quota Talweg (m)	Livello Idrico (m)	Livello Critico (m)	Livello Energia (m)	Numero di Froude
Truncafila	39	Tr=200	786	85	89.89	89.73	90.84	0.91
Truncafila	38	Tr=200	786	85	89.86		90.6	0.82
Truncafila	37	Tr=200	786	84.82	89.31	89.31	90.39	0.95
Truncafila	36	Tr=200	786	84.62	88.93	88.83	89.94	0.93
Truncafila	35	Tr=200	786	83.86	89.05		89.68	0.71
Truncafila	34	Tr=200	786	83.7	89.13		89.52	0.56
Truncafila	33	Tr=200	786	83.5	89.12		89.44	0.51
Truncafila	32	Tr=200	786	83.48	89		89.37	0.51
Truncafila	31	Tr=200	786	82.08	89		89.32	0.37
Truncafila	30	Tr=200	786	82	88.23	87.8	89.2	0.76
Truncafila	29	Tr=200	786	81.77	87.78	87.78	89.02	0.9
Truncafila	28	Tr=200	786	81.4	86.5	87	88.63	1.33
Truncafila	27	Tr=200	786	80.9	85.34	86.14	88	1.66
Truncafila	26	Tr=200	786	80.87	85.02	85.68	87.2	1.49
Truncafila	25	Tr=200	786	80.82	84.97	85.39	86.63	1.13
Truncafila	24	Tr=200	786	80.85	85.27	85.27	86.31	0.91
Truncafila	23	Tr=200	786	80.46	83.85	84.55	85.92	1.37
Truncafila	22	Tr=200	786	80.38	84.43	84.31	85.45	0.9
Truncafila	21	Tr=200	786	80.35	84.68		85.17	0.63
Truncafila	20	Tr=200	786	80.02	84.51		85.08	0.64
Truncafila	19	Tr=200	786	79.99	83.9	83.9	84.92	0.88
Truncafila	18	Tr=200	786	78.98	82.34	83	84.52	1.46
Truncafila	17	Tr=200	786	78.82	83.13	82.9	84.02	0.82
Truncafila	16	Tr=200	786	78.56	83.43		83.79	0.44
Truncafila	15	Tr=200	786	78.37	83.32		83.74	0.49
Truncafila	14	Tr=200	786	78	83.33		83.67	0.41
Truncafila	13	Tr=200	786	76.34	82.95		83.59	0.58
Truncafila	12	Tr=200	786	76.34	82.71		83.5	0.6
Truncafila	11	Tr=200	786	76.45	82.69		83.41	0.58
Truncafila	10	Tr=200	786	75.88	82.81		83.28	0.47
Truncafila	9	Tr=200	786	75.66	82.75		83.23	0.47
Truncafila	8	Tr=200	786	75.64	82.78		83.15	0.48
Truncafila	7	Tr=200	786	75.65	82.62		83.09	0.46
Truncafila	6	Tr=200	786	75	82.64		83.03	0.44
Truncafila	5	Tr=200	786	74.12	82.65		82.98	0.36
Truncafila	4	Tr=200	786	74.3	81.02	81.02	82.77	1
Truncafila	3	Tr=200	786	73.76	78.05	79.28	82.05	1.9
Truncafila	2	Tr=200	786	73.67	78.06	78.91	80.96	1.57
Truncafila	1	Tr=200	786	73.56	77.89	78.54	80.26	1.38

Tab. 5.2 - Risultati ottenuti per lo stato di progetto

Reach	Sezione	Profilo	Q (m³/s)	Quota Talweg (m)	Livello Idrico (m)	Livello Critico (m)	Livello Energia (m)	Numero di Froude
Truncafila	39	Tr=200	786	85	89.89	89.73	90.84	0.91
Truncafila	38	Tr=200	786	85	89.86		90.6	0.82
Truncafila	37	Tr=200	786	84.82	89.31	89.31	90.39	0.95
Truncafila	36	Tr=200	786	84.62	88.93	88.83	89.94	0.93
Truncafila	35	Tr=200	786	83.86	89.05		89.68	0.71
Truncafila	34	Tr=200	786	83.7	89.13		89.52	0.56
Truncafila	33	Tr=200	786	83.5	89.12		89.44	0.51
Truncafila	32	Tr=200	786	83.48	89		89.37	0.51
Truncafila	31	Tr=200	786	82.08	89		89.32	0.37
Truncafila	30	Tr=200	786	82	88.23	87.8	89.2	0.76
Truncafila	29	Tr=200	786	81.77	87.78	87.78	89.02	0.9
Truncafila	28	Tr=200	786	81.4	86.5	87	88.63	1.33
Truncafila	27	Tr=200	786	80.9	85.34	86.14	88	1.66
Truncafila	26.5*	Tr=200	786	80.89	85.22	85.91	87.55	1.54
Truncafila	26	Tr=200	786	80.87	85.01	85.68	87.21	1.5
Truncafila	25.5*	Tr=200	786	80.85	84.94	85.43	86.87	1.35
Truncafila	25	Tr=200	786	80.82	85.23	85.39	86.52	1.04
Truncafila	24.5*	Tr=200	786	80.84	85.15	85.31	86.43	1.03
Truncafila	24	Tr=200	786	80.85	85.08	85.27	86.33	1.02
Truncafila	23.5*	Tr=200	786	80.65	84.28	84.8	86.1	1.36
Truncafila	23	Tr=200	786	80.46	83.94	84.56	85.85	1.3
Truncafila	22	Tr=200	786	80.38	84.43	84.31	85.45	0.9
Truncafila	21	Tr=200	786	80.35	84.68		85.17	0.63
Truncafila	20	Tr=200	786	80.02	84.51		85.08	0.64
Truncafila	19	Tr=200	786	79.99	83.9	83.9	84.92	0.88
Truncafila	18	Tr=200	786	78.98	82.34	83	84.52	1.46
Truncafila	17	Tr=200	786	78.82	83.13	82.9	84.02	0.82
Truncafila	16	Tr=200	786	78.56	83.43		83.79	0.44
Truncafila	15	Tr=200	786	78.37	83.32		83.74	0.49
Truncafila	14	Tr=200	786	78	83.33		83.67	0.41
Truncafila	13	Tr=200	786	76.34	82.95		83.59	0.58
Truncafila	12	Tr=200	786	76.34	82.71		83.5	0.6
Truncafila	11	Tr=200	786	76.45	82.69		83.41	0.58
Truncafila	10	Tr=200	786	75.88	82.81		83.28	0.47
Truncafila	9	Tr=200	786	75.66	82.75		83.23	0.47
Truncafila	8	Tr=200	786	75.64	82.78		83.15	0.48
Truncafila	7	Tr=200	786	75.65	82.62		83.09	0.46
Truncafila	6	Tr=200	786	75	82.64		83.03	0.44
Truncafila	5	Tr=200	786	74.12	82.65		82.98	0.36
Truncafila	4	Tr=200	786	74.3	81.02	81.02	82.77	1
Truncafila	3	Tr=200	786	73.76	78.05	79.28	82.05	1.9
Truncafila	2	Tr=200	786	73.67	78.06	78.91	80.96	1.57
Truncafila	1	Tr=200	786	73.56	77.89	78.54	80.26	1.38

Tab. 5.3 - Confronto stato di fatto- stato di progetto

Reach	Sezione	Profilo	Q	Livello Idrico	Livello Idrico	Differenza
			(m ³ /s)	Ante Operam	Post Operam	(Post-Ante)
			(m)	(m)	(m)	(m)
Truncafila	39	Tr=200	786	89.89	89.89	0
Truncafila	38	Tr=200	786	89.86	89.86	0
Truncafila	37	Tr=200	786	89.31	89.31	0
Truncafila	36	Tr=200	786	88.93	88.93	0
Truncafila	35	Tr=200	786	89.05	89.05	0
Truncafila	34	Tr=200	786	89.13	89.13	0
Truncafila	33	Tr=200	786	89.12	89.12	0
Truncafila	32	Tr=200	786	89	89	0
Truncafila	31	Tr=200	786	89	89	0
Truncafila	30	Tr=200	786	88.23	88.23	0
Truncafila	29	Tr=200	786	87.78	87.78	0
Truncafila	28	Tr=200	786	86.5	86.5	0
Truncafila	27	Tr=200	786	85.34	85.34	0
Truncafila	26	Tr=200	786	85.01	85.02	0.01
Truncafila	25	Tr=200	786	85.23	84.97	-0.26
Truncafila	24	Tr=200	786	85.08	85.27	0.19
Truncafila	23	Tr=200	786	83.94	83.85	-0.09
Truncafila	22	Tr=200	786	84.43	84.43	0
Truncafila	21	Tr=200	786	84.68	84.68	0
Truncafila	20	Tr=200	786	84.51	84.51	0
Truncafila	19	Tr=200	786	83.9	83.9	0
Truncafila	18	Tr=200	786	82.34	82.34	0
Truncafila	17	Tr=200	786	83.13	83.13	0
Truncafila	16	Tr=200	786	83.43	83.43	0
Truncafila	15	Tr=200	786	83.32	83.32	0
Truncafila	14	Tr=200	786	83.33	83.33	0
Truncafila	13	Tr=200	786	82.95	82.95	0
Truncafila	12	Tr=200	786	82.71	82.71	0
Truncafila	11	Tr=200	786	82.69	82.69	0
Truncafila	10	Tr=200	786	82.81	82.81	0
Truncafila	9	Tr=200	786	82.75	82.75	0
Truncafila	8	Tr=200	786	82.78	82.78	0
Truncafila	7	Tr=200	786	82.62	82.62	0
Truncafila	6	Tr=200	786	82.64	82.64	0
Truncafila	5	Tr=200	786	82.65	82.65	0
Truncafila	4	Tr=200	786	81.02	81.02	0
Truncafila	3	Tr=200	786	78.05	78.05	0
Truncafila	2	Tr=200	786	78.06	78.06	0
Truncafila	1	Tr=200	786	77.89	77.89	0

 INGEGNERIA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	45						

Il significato delle grandezze riportate nelle colonne è il seguente:

Sezione: Sezione di calcolo (numerata da valle verso monte)

Quota Talweg (m s.m.m.): Quota di fondo alveo della sezione (Talweg)

Livello idrico (m s.m.m.): Quota della superficie liquida

Livello critico (m s.m.m.): Quota dell'altezza critica nella sezione considerata

Livello dell'energia (m s.m.m.): Quota della linea dell'energia

Numero di Froude: se maggiore di 1 indica corrente rapida, se inferiore corrente lenta.

Dai risultati ottenuti, e riportati nelle figure e nelle tabelle, appare evidente che la presenza delle pile causa una lieve variazione dei livelli idrici in vicinanza della pila, ma non altera di fatto le caratteristiche del deflusso delle piene, anche al verificarsi di eventi estremi con tempi di ritorno di 200 anni.

5.2.3. Osservazioni sulla stabilità delle pile

Per quanto riguarda la stabilità delle pile in relazione ad un loro possibile scalzamento, si nota che l'eventuale erosione può interessare solo uno strato superficiale di piccolo spessore, raggiungendo di fatto subito il sottostante strato roccioso. Dal momento che la base dei pozzi sui quali sono impostate le pile, è intestata sullo strato duro roccioso, si può affermare che è assicurata la stabilità delle pile e della struttura sovrastante.

 PROGETTAZIONE	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev					46		

6. VIADOTTO PULCE

Il viadotto Pulce, opera 39 del Lotto 11, sovrappassa l'incisione del bacino A11 a monte della contrada Pulce. Il corso d'acqua ha una pendenza piuttosto elevata nella zona del viadotto; si è pertanto ritenuto opportuno prevedere una briglia che permetta di dissipare energia e incanalare il flusso sotto il viadotto, rendendo in tal modo la portata duecentennale compatibile con la configurazione dell'impluvio; come spesso si verifica infatti, la situazione esistente non garantisce il deflusso delle piene con elevati tempi di ritorno.

E' stata quindi prevista una briglia con vasca di dissipazione a valle tale da consentire alla piena il superamento del forte dislivello senza indurre erosioni o dissesti; inoltre, anche se le pile che sorreggono l'impalcato sono state posizionate ai lati dell'incisione si è scelto di proteggere il piede delle due pile a ridosso dell'impluvio con massi a riempimento degli scavi che si eseguono per la loro costruzione. Questo per evitare che in caso di piena duecentennale, con una portata valutata in $4.7 \text{ m}^3/\text{s}$, si creino scavi localizzati che possano compromettere la stabilità dell'opera o indurre danni a valle.

6.1. Briglia in c.a.

La briglia ha un'altezza totale 5,70m con un salto utile di 4,50 m. A monte della briglia è prevista una regolarizzazione e sistemazione dell'impluvio con materassi tipo reno che si raccorda con la sede stradale che è utilizzata quale deviazione provvisoria durante la costruzione dell'impalcato.

Quest'ultima ha una pendenza trasversale dell'1% e presenta un fondo costituito da una piastra armata in c.a. con rivestimento in pietrame sigillato con malta; sul lato verso monte profili IPE ad interasse di circa 0,90 m conferiscono alla struttura le caratteristiche di una briglia selettiva. A questo contribuiscono anche i quattro fornici verso valle, di dimensioni 0,80 x 0,70 m che convogliano a valle la portata di piena con un tirante di 0,60 m.

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	47					

Al di sotto del riempimento a monte del paramento verticale della briglia, peraltro drenato sia longitudinalmente che trasversalmente, è collocato il Ø 1500 che colletta le acque del bacino A12 verso il bacino A10.

La vasca di dissipazione, realizzata con gabbioni in pietrame è di dimensioni tali da contenere al suo interno il getto proveniente dai fornicelli sulla sommità della briglia. Lo sfioratore che delimita verso valle la vasca ha uno sviluppo di 8,00 m, e questo comporta un tirante d'acqua sfiorante con la portata duecentennale di 0,32 m.

6.2. Protezione delle pile con massi

La dimensione dei massi è stata calcolata utilizzando la formula di Shields che permette di individuare la cosiddetta condizione di moto incipiente dei sedimenti dato un certo deflusso:

$$\theta_{cr} = \frac{s \cdot y}{\Delta \cdot d}$$

Dove:

θ_{cr} è il parametro di Shields relativo alla condizione critica di moto incipiente, pari a 0.047;

s è la pendenza dell'impluvio, (in questo caso 4%)

y è il tirante di moto uniforme, (m) assunto cautelativamente pari a 0.5 m;

Δ è la densità relativa ridotta dei sedimenti, pari a 1.65 (t/m³);

d è il diametro dei sedimenti in condizione di moto incipiente.(m)

Il diametro risultante è di circa 0.3 m; sono stati quindi cautelativamente previsti massi con $D_{50} \geq 0,50$ m e peso 0,3 tonnellate.

7. SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE TARDARITA NEL SUO TRATTO TERMINALE

Il torrente Tardarita è un affluente in destra del fiume Irminio, nel quale confluisce a circa 2,00 km dallo sbocco a mare. L'alveo del torrente è ben inciso fino al ponte della comunale collocato a circa 800 m dalla confluenza, a valle del quale, invece, non si riscontra alcun alveo inciso (Fig.7.1).

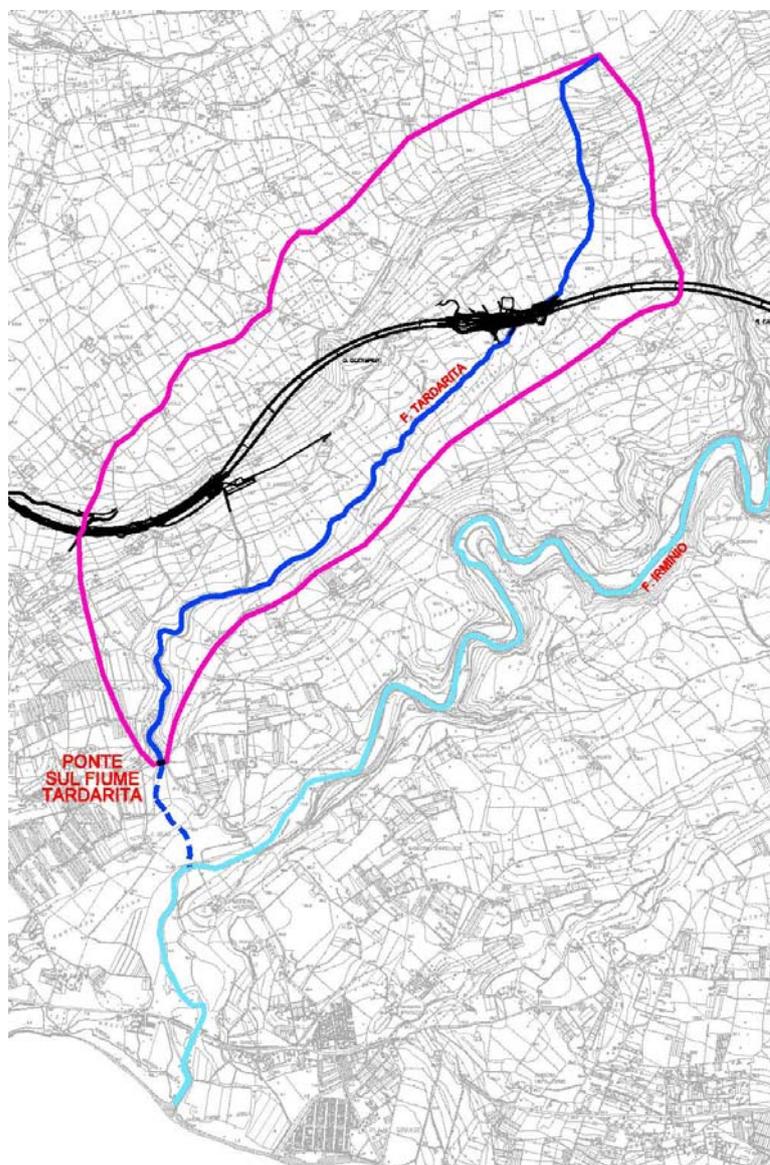


Fig. 7.1 - Bacino contribuyente del torrente Tardarita al ponte della comunale (alveo inciso a monte e alveo non inciso a valle)

Alla sezione di chiusura del ponte il bacino contribuente del torrente Tardarita ha una superficie di 8,09 km² e l'asta principale ha una lunghezza di 6.6 km .

In tabella sono riportati i dati e le portate calcolate per tempi di ritorno di 200 anni tempi di ritorno.

Tab. 7.1 - Caratteristiche del bacino del torrente Tardarita

A (km²)	L (km)	H (m)	t_c (min)	Q (Tr=200) (m³/s)
8.09	6.6	192.5	50.7	63.2

Le portate di piena che defluiscono dal torrente Tardarita post operam differiscono da quelle ante operam per il diverso coefficiente di deflusso attribuibile alle aree pavimentate rispetto alla situazione attuale; non ci sono infatti contributi da bacini esterni.

Se si considera che le aree pavimentate contribuenti del torrente Tardarita hanno una superficie di 7,4 ettari a fronte di 8,09 chilometri quadrati del bacino idrografico l'incremento di portata dovuto alla presenza del tracciato autostradale è valutabile in 1,0 m³/s per tempi di ritorno di 200 anni e costituisce quindi una percentuale non significativa della portata totale.

Le modalità di deflusso della piena sono state analizzate nel dettaglio in quanto mentre per portate con tempi di ritorno ridotti la geomorfologia del luogo favorisce l'infiltrazione delle portate, per portate maggiori possono insorgere problemi di alluvionamento nel tratto compreso tra il ponte e lo sbocco del torrente nell'Irminio.

Per questo motivo, verificata la compatibilità idraulica del ponte, è prevista a valle una vasca di accumulo e derivazione tale da mantenere nell'impluvio esistente una portata con tempo di ritorno ridotto (dell'ordine dei due anni) e di derivare in un canale in materalassi e gabbioni, fino alla confluenza con l'Irminio, la portata eccedente.

7.1. Compatibilità idraulica del ponte esistente

La compatibilità idraulica del ponte è stata verificata sulla base delle portate ; il ponte ha una luce di 6 m e una altezza rispetto al fondo alveo di 4 m.

La pendenza dell'asta in prossimità del ponte è circa del 3%, l'impluvio è vegetato e pertanto si è assunto un valore del coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Il tirante che ne risulta schematizzando il deflusso a moto uniforme è di 2.10 m in corrispondenza del ponte. I dati utilizzati per il calcolo ed i risultati ottenuti sono riportati nella tabella sottostante.

Tab. 7.2 - Verifica di compatibilità idraulica dell'attraversamento

Q (Tr=200) (m³/s)	Larghezza (m)	Pendenza (%)	Scabrezza alveo (K) (m^{1/3}/s)	Tirante (m)	Franco (m)
63.2	6,00	3,0	25	2.10	1,90

Le dimensioni del ponte risultano pertanto sufficienti a consentire il deflusso della piena due centennale con un franco di sicurezza.

7.2. Descrizione dell'opera di diversione

La vasca di accumulo è collocata appena a valle del ponte (Fig. 7.2.). Le dimensioni planimetriche sono circa 35 x 20 m con un volume di invaso utile di almeno 1580 m³.

Per portate fino a 4,40 m³/s, il Tardarita defluisce a valle della vasca attraverso lo sfioratore di altezza 0.8 m, lungo 7,30 m e sottopassa la strada di accesso ai terreni agricoli attraverso tre manufatti scatolari delle dimensioni di 2x1 m, quindi si distribuisce e infiltra nel suolo così come avviene attualmente.

Per portate superiori a 4,40 m³/s il livello idrico aumenta e gli scatolari fanno defluire la portata a battente. Contemporaneamente il livello idrico raggiunge la quota di sfioro per alimentare il canale con uno stramazzo a soglia larga alto 1.5 m e lungo 16 m: la portata

sfiolata viene convogliata in un canale a sezione trapezia con sponde a pendenza molto dolce fino al fiume Irminio. La portata di progetto di tale canale, corrispondente alla differenza tra la portata duecentennale del Tardarita e la portata massima transitante attraverso i tre scatolari, è di 39,04 m³/s.

L'altezza idrica che si instaura sullo sfioratore per far defluire una portata di 39,04 m³/s, si è calcolato essere $h_0=1.27$ m con la seguente formula:

$$h_0 = \sqrt[3]{\frac{Q}{C_q B \sqrt{2g}}}$$

Dove:

Q è la portata in m³/s,

B è la lunghezza dello sfioratore in m,

C_q è il coefficiente di deflusso, pari a 0.385 nel caso di sfioratore a soglia larga.

Pertanto l'altezza minima della vasca di accumulo deve essere di circa 3 metri.

Il canale di derivazione ha una larghezza di 8 m, profondità di circa 2 m e una pendenza di progetto dello 0.5% con salti di fondo costituiti da gabbioni; è rivestito di materassi tipo "reno" per agevolare l'infiltrazione e quindi convogliare minore portata all'Irminio. Nella tabella sottostante è riportata la verifica idraulica del canale.

Tab. 7.3 - Verifica del canale di derivazione

Q (Tr=200) (m³/s)	Larghezza (m)	Pendenza (%)	Scabrezza alveo (m^{1/3}/s)	Tirante (m)	Franco (m)
39.1	8	0.5	30	1.54	0.46

Si nota che la portata che viene convogliata a valle attraverso gli scatolari nell'impluvio esistente è di 24,38 m³/s, praticamente coincidente con la portata con tempo di ritorno 2 anni del Tardarita.

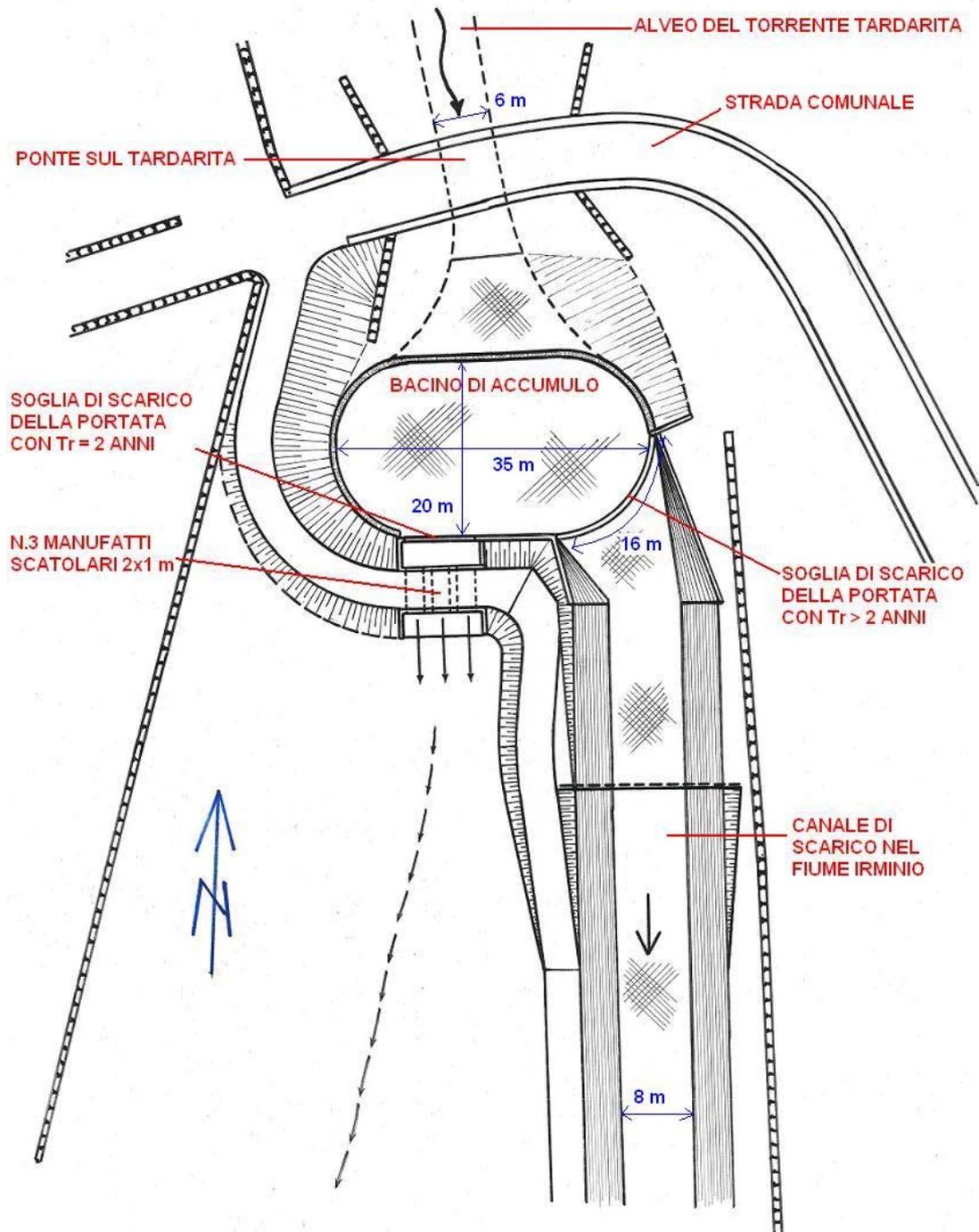


Fig. 7.2 - Schema planimetrico dell'opera 81

7.3. Immissione nel fiume Irminio

Nei paragrafi precedenti è stato illustrato come l'assenza di un impluvio definito abbia portato alla realizzazione di un diversivo del torrente Tartarita che, in caso di evento duecentennale, convoglia al fiume Irminio una portata $Q = 39,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

La zona del fiume in corrispondenza della prevista confluenza presenta un'abbondante vegetazione nell'alveo di magra con una sezione idraulicamente insufficiente per convogliare a valle la portata di piena duecentennale dell'ordine di $810 \text{ m}^3/\text{s}$.

L'immissione della portata proveniente dal Tardarita non altera il regime dell'Irminio in quanto l'incremento è estremamente ridotto (inferiore al 5%) ma soprattutto perché la differente estensione dei bacini contribuenti dei due corsi d'acqua fa sì che i colmi di piena siano completamente sfalsati nel tempo, cioè che l'incremento avvenga quando l'Irminio non è ai massimi livelli.

Per completare l'intervento, soprattutto dal punto di vista della sicurezza e della compatibilità idraulica, si è comunque progettata la sistemazione del Tardarita allo sbocco nell'Irminio; a tal fine si è adeguato idraulicamente un tratto del fiume alla portata duecentennale prevedendo una sezione corrente di forma trapezia, di base 17,80 m, altezza 5,40 m con sponde arginali con inclinazione 2/3.

Nella tabella sottostante è riportata la verifica idraulica del tratto sistemato.

Tab. 7.4 - Verifica del tratto sistemato del fiume Irminio

Q (Tr=200) (m³/s)	Larghezza (m)	Pendenza (%)	Scabrezza alveo (m^{1/3}/s)	Tirante (m)	Franco (m)
810	17,80	0.9	30	4.92	0.48

Il tratto sistemato, della lunghezza di circa 90 m, è limitato sia a monte che a valle da una soglia di fondo a stabilizzazione del fondo stesso. L'argine destro del diversivo è previsto ad una quota tale da contenere i massimi livelli idrometrici del fiume, mentre in sponda destra l'argine del diversivo è mantenuto a quota poco superiore a quella esistente del terreno per consentire l'espansione dei flussi di piena.

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	54						

La sezione di risagomatura dell'Irminio è rivestita in materassi, mentre le portate del diversivo confluiscono nel fiume con una soglia in gabbioni.

L'intervento è concepito in modo da avere una sua validità e completezza anche in assenza di un'ulteriore profilatura del'Irminio, profilatura che potrà collegarsi direttamente alle due soglie previste.

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	55						

8. VASCA DI LAMINAZIONE SUL TORRENTE GATTO CORVINO

8.1. Criteri progettuali

Si è visto come la configurazione del territorio e le caratteristiche degli impluvi interessati dal tracciato autostradale hanno condizionato le sistemazioni idrauliche dei lotti in esame; in particolare hanno comportato l'allacciamento di bacini a corsi d'acqua che non sarebbero la destinazione naturale delle loro portate.

Questo ha comportato, soprattutto nel tratto finale del lotto 11, di prevedere lo scarico nel Torrente Gatto Corvino di superfici originariamente appartenenti al bacino del Tardarita, con un contributo aggiuntivo che, per tempo di ritorno di 200 anni, risulta essere di $Q_{200} = 18,31 \text{ m}^3/\text{s}$.

Per non intervenire lungo tutta l'asta del torrente per garantire la compatibilità idraulica della sezione fino allo sbocco a mare, è previsto un bacino di laminazione tale da fare defluire a valle portate di piena della stessa entità ante operam.

Il bacino di laminazione realizzato alla confluenza del Gatto Corvino regola quindi le portate di piena che derivano dalla somma di quelle provenienti dai bacini dal A13 al A18, con quelle del Gatto Corvino.

È opportuno rilevare che la necessità del bacino di laminazione è tale solamente al verificarsi di eventi di piena eccezionali; nelle situazioni "normali" fornisce l'opportunità di costituire una preziosa riserva idrica soprattutto in considerazione del fatto che si è garantito un volume utile "morto" al di sotto della quota di sfioro e deflusso.

8.2. L'opera di laminazione

Mentre si rimanda agli elaborati grafici di progetto per una dettagliata illustrazione dell'opera, si richiamano nel presente paragrafo gli elementi principali e il metodo di calcolo assunto a base del dimensionamento e della verifica della vasca di accumulo e laminazione.

L'opera è costituita sostanzialmente da:

- un bacino di invaso, con una capacità “morta” da utilizzare per usi irrigui,
- uno scarico a battente che consente di controllare la portata defluente all'aumentare del livello idrico nell'invaso
- uno scarico di superficie di sicurezza.

Il bacino di invaso ha le caratteristiche geometriche riportate nella tab. 8.1; presenta quale bocca tarata uno scatolare 4,00 m x 4,00 m e uno sfioratore di sicurezza di sviluppo 16 m.

ELEMENTI	QUOTA (ms.m.m.)	AREA (m ²)	VOLUME (m ³)
fondo	144,20		
soglia fondo scatolare	145,51	9.115	13.212
quota sfioratore	151,70	13.800	68.190
quota sicurezza	152,20	14.150	75.300

Tab. 8.1. Elementi geometrici dell'invaso

A valle dello scatolare 4,00 x 2,00 m la sezione libera si amplia a 4,00 x 4,50 m e al termine dello scatolare è prevista una sistemazione con pendenza 0,01 e salti di fondo di 0,30 m, con base in materassi di 6,0 m e tre ordini di gabbioni a formare le sponde.

La capacità “morta” da destinare all'irrigazione è di 13.200 m³

8.3. Verifiche idrauliche

8.3.1. Vasca di laminazione

Per valutare l'efficacia della laminazione si è preso in considerazione l'idrogramma di piena con un tempo di corrivazione pari a quello del bacino del Torrente Gatto Corvino; è già stato indicato che il contributo dei bacini allacciati (con tempo di ritorno 200 anni) viene ad essere di $Q_{all} = 18,31 \text{ m}^3/\text{s}$.

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	57						

Utilizzando l'equazione nota come equazione dei serbatoi si è simulato il comportamento dell'invaso considerando, con intervallo temporale 2 minuti, il bilancio fra portata entrante, volume invasato e portata uscente.

E' evidente che il livello nell'invaso aumenta finché la portata entrante è maggiore di quella uscente; al picco di portata la portata uscente è inferiore della portata massima per la riduzione dovuta al volume invasato nel bacino.

I risultati ottenuti hanno mostrato che con il carico di $h=6,19$ m (151,70-145,51), cioè prima che entri in funzione lo sfioratore, viene convogliata a valle una portata di $Q=49,00$ m³/s, appena superiore alla portata duecentennale del Gatto Corvino; quando peraltro la portata uscente è inferiore di quella entrante.

La massima portata esitata a valle risulta di circa 51,00 m³/s, con un carico sullo sfioratore di 0,50 m.

E' comunque da osservare in merito alla sicurezza idraulica che il franco rispetto alla sommità arginale di 1,00 m è temporaneo, in quanto quando verrà realizzato il 12° lotto, nel tracciato del quale si colloca lo scatolare; è previsto un rilevato che consentirebbe livelli idrici nettamente superiori.

8.3.2. Scatolare a valle

In uscita dalla "bocca tarata costituita dallo scatolare 4,00 x 2,00 m il deflusso avviene in uno scatolare di dimensioni 4,50 x 4,00 m rivestito in pietrame cementato (rivestimento necessario date le alte velocità del flusso).

Con la pendenza è di 0,004, a moto uniforme e considerando la portata massima non laminata le caratteristiche del deflusso valutate con la più volte citata formula di Gauskler – Strikler e assumendo una scabrezza pari a $K = 70$ m^{1/3}s⁻¹ sono:

$h = 3,20$ m (tirante a moto uniforme)

$v = 5,08$ m/s (il moto è decisamente supercritico)

con un franco di 1,30 m.

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	58					

8.3.3. Inalveazione a valle

Lo scatolare è raccordato alla inalveazione a valle con uno scatolare 6,00 x 3,00 m con parete curvilinea.

Considerando le dimensioni della sezione, con base di 6,00 m, i tre ordini di gabbioni, e la pendenza longitudinale dell'1%, si ottiene, a moto uniforme, assumendo una scabrezza pari a $K = 30 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$:

$h = 2,47 \text{ m}$ (tirante a moto uniforme)

$v = 3,52 \text{ m/s}$ (il moto è lento)

con un franco di 0,48 m

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev					59		

9. COLLETTAMENTO E RECAPITO DELLE ACQUE METEORICHE

9.1. Acque meteoriche di piattaforma

Le metodologie utilizzate e lo schema costruttivo delle opere di drenaggio, sia longitudinali che trasversali, necessarie all'allontanamento delle acque meteoriche dalle superfici autostradali sono vincolate alle condizioni di sicurezza per l'esercizio della infrastruttura e per il territorio circostante.

In particolare, si è considerata l'esigenza di impedire lo sversamento diretto nei corsi d'acqua naturali delle acque di "prima pioggia" provenienti dalla piattaforma autostradale che contengono sostanze inquinanti e si è previsto un sistema di canalizzazioni di tipo chiuso che intercetta tutta l'acqua di pioggia ricadente sulla sede viaria e la convoglia in punti controllati, dove i volumi d'acqua vengono trattati e resi compatibili con lo scarico nella rete idrografica naturale.

Si è operata una separazione tra le acque meteoriche di versante e le acque meteoriche di piattaforma, prevedendo un doppio sistema di drenaggio: il primo, costituito essenzialmente da fossi di guardia rivestiti e/o inerbiti, è finalizzato alla raccolta ed allo smaltimento delle acque meteoriche interessanti i versanti adiacenti alla carreggiata, che vengono quindi recapitate negli impluvi naturali esistenti; il secondo che convoglia le acque meteoriche di piattaforma verso punti opportunamente presidiati dalle vasche di trattamento, con collettori:

- sempre a superficie libera, escludendo tratti a pressione e sifoni;
- sul ciglio stradale o, al più, in banchina;
- in PEAD di diametro non inferiore a 500 mm;
- che per i viadotti e cavalcavia sono di diametro minimo 400 mm, in acciaio.

Si ricorda che la rete scolante è stata dimensionata per eventi con tempo di ritorno di 25 anni.

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche dalla superficie stradale e dalle zone di versante presenta diverse tipologie, illustrate in sintesi nei paragrafi seguenti.

9.1.1. Tratti in rilevato

Il cordolo a filo del guard-rail presenta a opportuni intervalli l'imbocco per il deflusso delle acque provenienti dalla piattaforma che attraverso una griglia e il relativo pozzetto vengono recapitate nel collettore. La cunetta di raccolta a filo guard-rail ha una sezione trapezia, con altezza netta di 7 cm e una larghezza media di circa 25 cm. Per favorire le operazioni di manutenzione e pulizia delle tubazioni, si è previsto un interasse massimo dei pozzetti di 25 m ed un diametro minimo interno dei collettori di 500 mm.

Le tubazioni, in PEAD spiralato, sono normalmente ubicate in corrispondenza del margine esterno, oltre il guard-rail; con ricoprimento minimo di 0,8 m. Si è curato il profilo delle tubazioni normalmente compreso fra 1‰, e 0.5‰.

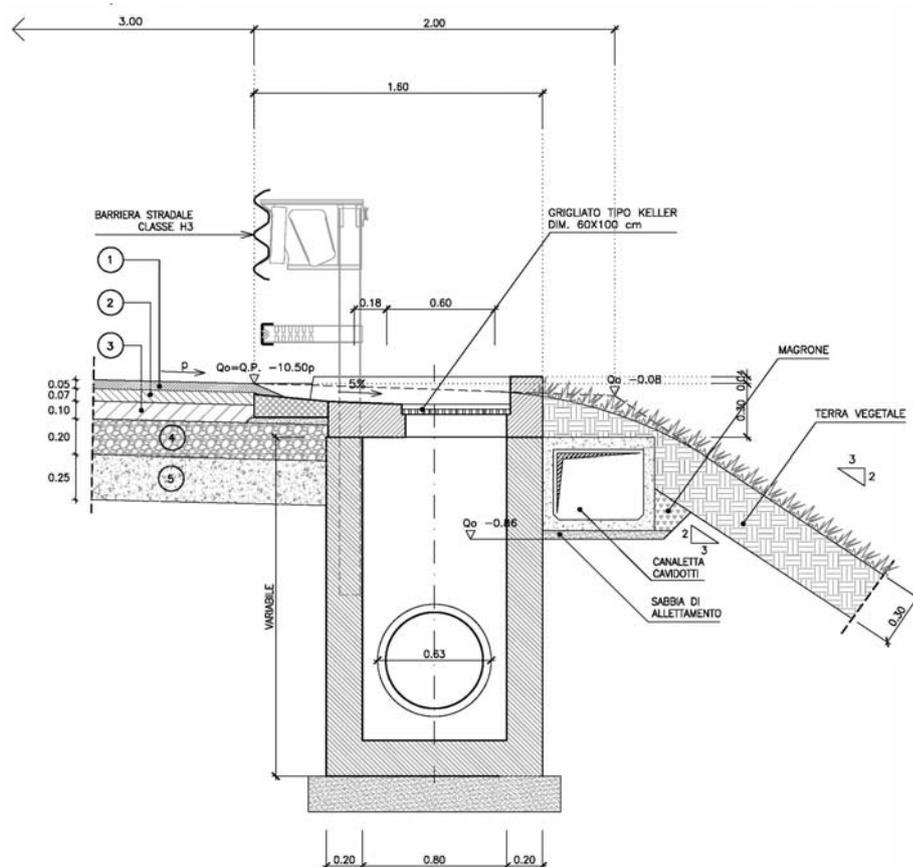


Fig. 9.1 - Particolare sistema di drenaggio in rilevato – Particolare pozzetto

Fig. 9.2 – Particolare del sistema di collettamento delle acque meteoriche in trincea

9.1.3. Tratti in viadotto

Per il collettamento delle acque meteoriche dai viadotti sono previste caditoie opportunamente distanziate, che scaricano in un collettore in acciaio; questo recapita le portate in corrispondenza delle spalle. Il diametro del collettore è evidentemente funzione della lunghezza del tratto contribuente e della pendenza della livelletta autostradale, e si è sempre mantenuto maggiore di 400 mm e con una pendenza minima pari a 0,5%.

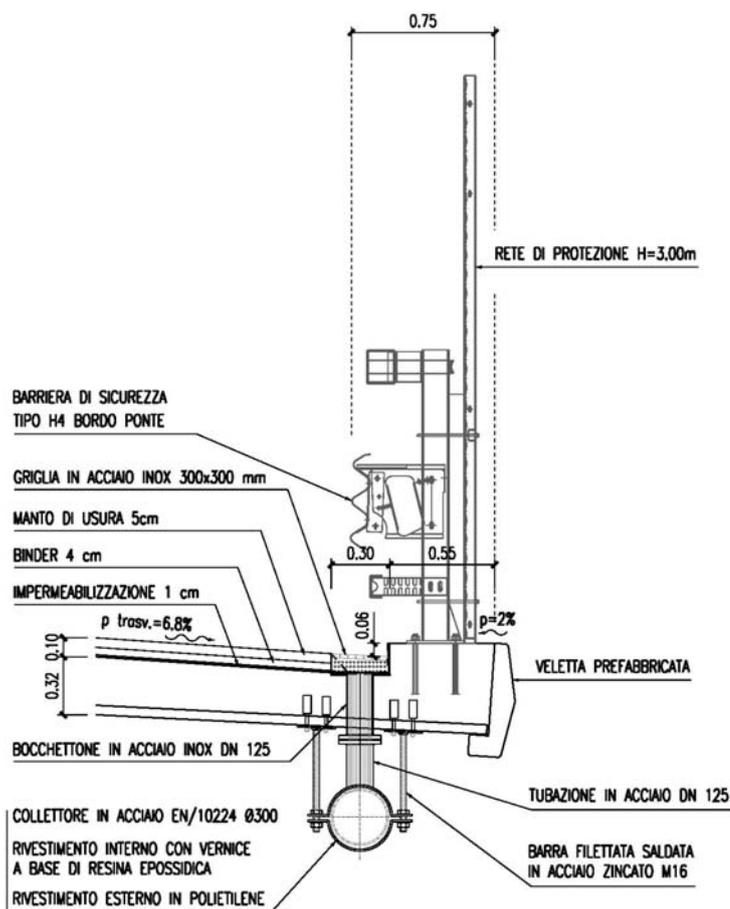


Fig. 9.3 - Particolare sistema di drenaggio in viadotto

In corrispondenza delle spalle il collettore viene collegato al collettore in PEAD spirale del tratto in scavo o in rilevato tramite un pozzetto. I punti di recapito, a valle delle vasche di trattamento delle acque, sono costituiti dalle incisioni naturali.

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	63					

9.2. Acque meteoriche provenienti dai versanti

Il drenaggio delle acque di versante è garantito da un sistema di collettori e canalette il cui recapito finale è costituito dalla rete idrografica naturale.

I fossi di guardia hanno normalmente sezione trapezia, rivestita o in terra con base e altezza pari a 0,50 m e inclinazione delle sponde di 1/1, oppure con base e altezza di 0,75 m e inclinazione delle sponde sempre 1/1.

9.3. Verifica idraulica

9.3.1. Collettori acque di piattaforma

La verifica idraulica dei collettori è stata effettuata a moto uniforme, utilizzando nella determinazione della portata la formula di Gauckler –Strickler:

$$Q = A \cdot K_s \cdot R_h^{3/2} \cdot i^{1/2} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

dove:

- Q portata (m³/s);
- A sezione liquida (m²);
- K_S coefficiente di Strickler (m^{1/3}/s⁻¹);
- R_H raggio idraulico (m);
- i pendenza longitudinale (m/m).

Il valore del coefficiente di scabrezza assunto è K_S=80 m^{1/3}/s, valore usuale per le tubazioni in PEAD, e assunto anche per la verifica dei collettori in acciaio che si trovano in corrispondenza dei viadotti.

Nella verifica si è posta attenzione nel rispettare le condizioni dettate dalla Circolare del Ministero dei LL.PP. n. 11633 del 07/01/1974 contenente le istruzioni per la progettazione delle reti fognarie mantenendo il grado di riempimento delle condotte minore di 0,70 e la velocità all'interno delle tubazioni inferiore a 5,00 m/s e superiore a 0,60 m/s (con il tempo e durante gli eventi di minore intensità le tubazioni possono essere soggette a fenomeni di deposito).

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	64					

9.3.2. Cunette con sede autostradale in rilevato

Con un pozzetto, e conseguente scarico nel collettore, ogni 25,0 m, considerando cautelativamente l'evento di durata di 15 minuti e tempo di ritorno 25 anni, la portata che affluisce ad ogni pozzetto risulta di $Q_{25}=11,20$ l/s.

La verifica della portata convogliabile dalle cunette è stata effettuata utilizzando le formule di moto uniforme con riferimento alla portata Q alla sezione terminale del tratto considerato; la portata massima Q_c convogliabile dalla cunetta è stata quindi calcolata con la formula di Gauckler-Strickler, più volte riportata, assumendo la scabrezza pari a $80\text{m}^{1/3}\text{ s}^{-1}$.

La cunetta con la sede autostradale in rilevato ha una sezione assimilabile ad un rettangolo di altezza 7 cm e larghezza 25 cm con un'area liquida utile quindi di 175 cm^2 .

Con:

- $K_s = 80\text{ m}^{1/3}\text{ s}^{-1}$;
- $A = 0.0175\text{ m}^2$;
- $i = 0.5\%$;

la portata convogliabile risulta essere:

$$Q_c = 11.15\text{ l/s}$$

Se si considera che si è fatto riferimento alla pendenza longitudinale minima presente nei lotti, che la cunetta ha una capacità d'invaso, ancorché limitata, e il fatto che la portata di 11,20 l/s si ha solo in corrispondenza del pozzetto, si può affermare che la cunetta riesce a garantire che la vena d'acqua non invada la sede viaria.

Nei tratti di strada dove si verifica un cambio di pendenza, per cui localmente si presentano pendenze inferiori allo 0.5%, il passo delle caditoie è stato dimezzato, passando da 25,0 m a 12.5m..

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	65						

9.3.3. Cunettone con sede autostradale in trincea

Per la verifica del cunettone in trincea e del passo delle caditoie da inserire nello stesso, si è utilizzata la medesima trattazione a moto uniforme di quella proposta per la cunetta in rilevato.

In questo caso la sezione liquida utile è triangolare, con base rivolta verso l'alto, di larghezza 180 cm, altezza massima 26 cm e quindi con l'area della sezione di 0.23 m².

Assumendo quindi:

- $K_s = 80 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$;
- $A = 0.23 \text{ m}^2$;
- $i = 0.5\%$;

nell'ipotesi di moto uniforme la portata convogliabile risulta essere:

$$Q_c = 32,01 \text{ l/s}$$

Ipotizzando di avere uno scarico ogni 25 m, considerando cautelativamente la precipitazione con tempo di ritorno 25 anni e della durata di 15 minuti, la portata che la cunetta è in grado di trasportare è superiore alla portata $Q_{25}=11.20 \text{ l/s}$ scolante dalla piattaforma autostradale. Il cunettone risulta quindi verificato riuscendo a garantire che la vena d'acqua non invada la sede viaria,

Nei tratti di strada dove si verifica un cambio di pendenza, per cui localmente si presentano pendenze inferiori allo 0.5%, il passo delle caditoie è dimezzato, passando da 25 m a 12.5m.

 MINISTERO DEI TRASPORTI E INFRASTRUTTURE	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.	
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev		66					

10. GESTIONE DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

Tra i principali criteri di progetto adottati per le opere idrauliche dell'autostrada, vi è il trattamento delle acque di prima pioggia e il successivo recapito in corpi idrici ricettori.

I paragrafi seguenti illustrano:

- i contenuti normativi che impongono il trattamento delle acque di pioggia provenienti dalla piattaforma autostradale e ne delineano i criteri (paragrafo 10.1);
- i criteri di progetto per la scelta della tipologia di vasca di trattamento (paragrafo 10.2);
- la caratterizzazione qualitativa e quantitativa delle acque di pioggia da superfici pavimentate basata sui più recenti dati di letteratura. (paragrafo 10.3);
- il dimensionamento delle vasche ed il funzionamento del sistema (paragrafo 10.4).

10.1. Contenuti normativi

La necessità di intercettare le acque meteoriche deriva dal recepimento di due direttive europee all'interno del seguente decreto legislativo nazionale:

Decreto Legislativo 11 Maggio 1999, N.152 e successive modificazioni

Disposizioni sulla Tutela delle Acque dall'Inquinamento e Recepimento della Direttiva 91/271/CEE Concernente il Trattamento delle Acque Reflue Urbane e della Direttiva 91/676/CEE Relativa alla Protezione delle Acque dall'Inquinamento Provocato dai Nitrati Provenienti da Fonti Agricole.

In particolare, l'Art.39 del citato decreto demanda alle regioni la disciplina di:

“i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate, siano sottoposte a particolari prescrizioni, ivi compresa l'eventuale autorizzazione”;

“i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne siano convogliate e opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari ipotesi nelle quali, in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento delle superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose o di sostanze che creano pregiudizio per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici.”

 REPUBBLICA ITALIANA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	67						

La medesima impostazione è stata ripresa con il D.Lgs. 152/06 “Norme in materia ambientale”.

Vi è inoltre una norma, la UNI EN 858 (Agosto 2005), che reca le definizioni, le dimensioni nominali, i principi di progettazione, le prestazioni, i requisiti, la marcatura e il controllo qualità per impianti di separazione per liquidi leggeri.

La **Regione Lombardia** si era già espressa prima del D.lgs.152/99 tramite la seguente legge regionale:

Legge della Regione Lombardia del 27 maggio 1985 N.62

Disciplina degli scarichi degli insediamenti civili delle fognature pubbliche e tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento.

Tale legge stabilisce che le acque di prima pioggia corrispondono ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio.

La **Regione Veneto** ha adottato il “Piano di Tutela delle Acque” con deliberazione della Giunta Regionale n. 4453 del 29/12/2004. Esso costituisce un piano stralcio di settore del Piano di Bacino di cui alla L. 183/89. In merito alle acque di prima pioggia si richiede di trattare un volume pari a 50 m³/ha.

La **Regione Emilia Romagna** ha adottato il “Piano di Tutela delle Acque” con deliberazione della Giunta Regionale n. 633 del 22/12/2004. In merito alle acque di prima pioggia si trovano le seguenti disposizioni:

Ai fini della valutazione e quantificazione delle “acque di prima pioggia” si ritiene coerente, in prima istanza, far riferimento a quella corrispondente ai primi 2,5 - 5 mm di acqua uniformemente distribuita su tutta la superficie scolante servita dalla fognatura. [...] A fronte dei predetti parametri e della prassi progettuale consolidata, il volume di “acque di prima pioggia” da contenere e da assoggettare al trattamento risulta essere compreso tra 25 - 50 m³ per ettaro, da riferirsi alla parte di superficie contribuente in ogni punto di scarico effettivamente soggetta ad emissione (ad esempio la pavimentazione soggetta a traffico veicolare).

 REGIONE EMILIA-ROMAGNA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	68						

Inoltre, per stimare la portata di progetto delle acque ‘di prima pioggia’ da trattare in continuo, si considera come riferimento la “*Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e lavaggio da aree esterne*” adottata con delibera della Giunta Regionale Emilia-Romagna n. 286 del 14 febbraio 2005 n. 286” e quanto indicato nelle relative “*Linee Guida di indirizzo per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione G.RN. 286 del 14/02/2005*”

In tali linee guida vengono specificatamente definiti due tipi di trattamento, in continuo e discontinuo, definendo un coefficiente idrometrico da utilizzare per la progettazione delle vasche in continuo, come quella in oggetto.

Infatti, mentre per le vasche in discontinuo, il calcolo del volume di prima pioggia da trattenere e trattare è contenuto in varie legislazioni Regionali, tra le quali viene prevalentemente scelta a riferimento quella della Regione Lombardia (L.R. Lombardia 62/1985), la portata da trattare negli impianti in continuo, non è mai stata enunciata in modo esplicito.

La scelta dei criteri con cui trattare le acque di prima pioggia nel presente progetto è derivata sia dall’analogia con i riferimenti normativi della Regione Emilia Romagna e dal riferimento alla norma UNI EN 858 e dal confronto tra i dati di letteratura sulla qualità di tali acque ed i limiti imposti dal D.lgs 152/99 per gli scarichi sui corpi idrici superficiali.

10.2. Criteri di progetto

Il piano normativo appena esposto focalizza l’attenzione del progettista su un tipo di trattamento della prima pioggia “in discontinuo. Questo tipo di soluzione comporta la necessità di organi elettromeccanici, come pompe e saracinesche, e un idoneo impianto di trattamento nelle vicinanze.

L’andamento plano-altimetrico di infrastrutture autostradali frequentemente si sviluppa in territori poco abitati, e lontani da centri urbani per cui spesso si preferisce adottare sistemi che richiedano minor manutenzione; in particolare nella scelta del sistema di trat-

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev					69		

tamento si è optato per un sistema “in continuo”, che prevede il passaggio di tutta la portata nelle vasche di trattamento

Il sistema funziona a gravità, senza l’ausilio di organi elettromeccanici, riducendo fortemente eventuali problemi dovuti a malfunzionamento, interruzione dell’alimentazione e scarsa manutenzione.

Seguendo pertanto quanto indicato nelle suddette linee guida al capitolo A.3.3 “Sistemi di trattamento in continuo delle acque di prima pioggia”, si è assunto a riferimento per la stima della portata ‘di prima pioggia’ da trattare un valore di 200 l/s*ha.

10.3. Caratterizzazione della acque di prima pioggia

Durante i periodi di tempo secco, sulle superfici stradali, si assiste al deposito di varie sostanze sotto forma di polveri, materiali a varia granulometria ed oli. Ad esse si sommano materiali grossolani legati alla specifica attività del sito e rifiuti vari abbandonati sul suolo.

In assenza di una pulizia frequente delle superfici, tali sostanze sono dilavate dagli eventi meteorici che, in relazione alla propria intensità, mobilitano i depositi trasportandoli fino alle caditoie ed alla rete di scarico delle acque meteoriche. Anche la rete di collettamento e scarico è sede di sedimentazione in assenza di portate consistenti pertanto, alle sostanze dilavate in superficie, si somma la risospensione delle sostanze depositate nelle condotte.

La caratterizzazione delle acque che pervengono in fognatura ed allo scarico, dopo il dilavamento delle superfici dipende dalle attività svolte su di esse.

A questo proposito si riporta in Tabella 10.1 una classificazione delle varie tipologie di inquinanti e le relative fonti proposta da *Ball et al. (1998)*¹ per siti stradali.

¹ Ball J.E., Wojcik A. & Tilley J., (2000) Stormwater Quality from Road Surfaces-Monitoring of the Hume Highway at South Strathfield. University of the South Wales, Report 204.

Tabella 10.1 – Principali inquinanti e relative fonti per strade e parcheggi, Ball et al. (1998)

Inquinante	Fonte Primaria
<i>Solidi</i>	Usura del manto stradale, veicoli, attività di manutenzione
<i>Azoto</i>	Utilizzo di fertilizzanti nelle aree verdi stradali
<i>Fosforo</i>	Utilizzo di fertilizzanti nelle aree verdi stradali
<i>Piombo</i>	Scarichi delle auto, usura dei pneumatici, oli e grassi lubrificanti, usura dei cuscinetti
<i>Zinco</i>	Usura dei pneumatici, oli e grassi del motore
<i>Ferro</i>	Ruggine dei veicoli, strutture stradali in acciaio, parti meccaniche in movimento
<i>Rame</i>	Corrosione della carrozzeria, usura dei cuscinetti e delle spazzole, parti meccaniche in movimento, fungicidi, insetticidi, pesticidi
<i>Cadmio</i>	Usura dei pneumatici, pesticidi
<i>Cromo</i>	Corrosione della carrozzeria, parti meccaniche in movimento, usura del rivestimento dei freni
<i>Nichel</i>	Scarico del diesel e della benzina, oli lubrificanti, corrosione della carrozzeria, usura dei freni, usura del rivestimento dei freni, superfici asfaltate
<i>Manganese</i>	Parti meccaniche in movimento, scarichi delle auto
<i>Cianuro</i>	Composti anti-gelo
<i>Cloruro di Sodio/Calcio</i>	Sali anti-gelo
<i>Solfati</i>	Superfici stradali, benzine, sali sgelanti
<i>Idrocarburi</i>	Perdite di lubrificanti, fluidi anti-gelo e idraulici, lisciviazione attraverso superfici asfaltate
<i>PCB</i>	Catalizzatori PCB in pneumatici sintetici, spray per segnaletica stradale
<i>PAH</i>	Lisciviazione attraverso superfici asfaltate

Una classificazione più ampia, proposta da *La Loggia et al.* (2004)², classifica i potenziali inquinanti associati alle attività industriali, commerciali, di movimentazione merci ecc.

In tutti i siti indagati si osserva un'elevata concentrazione di solidi sospesi che eccede il limite di legge, mentre non si osserva un particolare inquinamento da metalli pesanti. In una campagna ancora più recente (*Gnecco et al.*, 2004)³ sono stati indagati i parametri chimico-fisici delle acque di dilavamento di due tipologie di siti produttivi: una stazione di rifornimento carburanti a servizio dell'autostrada A12 GE-LI ed un impianto di auto-demolizione/rottamazione situato nel comune di Chiavari (GE) di materiali.

² La Loggia G., Viviani G., Freni G., Torregrossa M. (2004) Tecniche di mitigazione dell'impatto delle acque di dilavamento da aree industriali – Giornata di Studio "Acque di prima pioggia: insediamenti produttivi e infrastrutture" – Genova, 2004.

³ Gnecco I., Berretta C., Bruzzone M., (2004) – Caratterizzazione delle acque di dilavamento piazzali di due tipologie di insediamenti produttivi – Acque di prima pioggia, Insediamenti produttivi e Infrastrutture, Giornata di studio, Genova 2004.

Si osserva come le acque di dilavamento di questi siti presentino inquinanti in concentrazioni molto superiori al sito stradale a bassa densità. In particolare appaiono particolarmente critici i solidi sospesi, il COD, e gli idrocarburi totali.

I siti autostradali sono interessati principalmente da un forte traffico di mezzi e necessitano certamente di vasche che intercettino i primi volumi di pioggia prima che essi siano scaricati nei corpi idrici superficiali. Tale vasca dovrà essere sede di sedimentazione e separazione degli oli, fornendo un pre-trattamento alle acque che abbatta le concentrazioni dei solidi sospesi e delle sostanze flottanti.

Sulla base dei dati di letteratura e delle ricerche effettuate in merito, è stata quindi scelta una particolare tipologia di vasca di trattamento delle acque di pioggia che concentra il proprio effetto sulla sedimentazione iniziale e sulla cattura degli oli che, grazie ai filtri a coalescenza previsti, possono essere estratti dalle acque e raccolti a parte.

10.4. Vasche di trattamento delle acque di pioggia: dimensionamento e funzionamento

Le vasche previste per questo progetto sono dimensionate per trattare una portata massima di 200 l/s. Secondo la normativa Emilia Romagna presa a riferimento, tale portata risulta essere quella da trattare per una superficie pari ad 1 ettaro. Le vasche sono di tipo monolitico, che possono essere trasportate senza l'impiego di trasporto eccezionale. Per questa facilità di trasporto si è preferito aumentare il numero di vasche lungo il tracciato, e attribuire a ciascuna di esse un bacino di superficie non superiore all'ettaro. L'impianto di ciascuna vasca è realizzato secondo lo schema S-II-I-P della norma uni-en 858/1-2 ovvero con i seguenti comparti:

S	SEDIMENTATORE
I	SEPARATORE CLASSE II
I	DISEPARATORE CLASSE I
P	CONDOTTO DI CAMPIONAMENTO

L'impianto sarà certificato secondo la norma UNI EN 858/1-2 e collaudato secondo la norma b 5101 edizione settembre 1990 nonché conforme al D.lgs. 152/06, con partico-

 TECNOITAL	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.	Rev	72							

lare riferimento all' allegato 5 della parte III "Limiti di emissione degli scarichi idrici". La Tabella 3 prescrive che la quantità massima ammissibile di idrocarburi allo scarico che non deve superare i 5 mg/l.

Le vasche proposte nel progetto dello smaltimento della piattaforma dell'autostrada sono costituite da elementi prefabbricati giuntati con apposite bullonature e guarnizioni in materiale elastomerico, e collaudate a tenuta idraulica come previsto dalla norma.

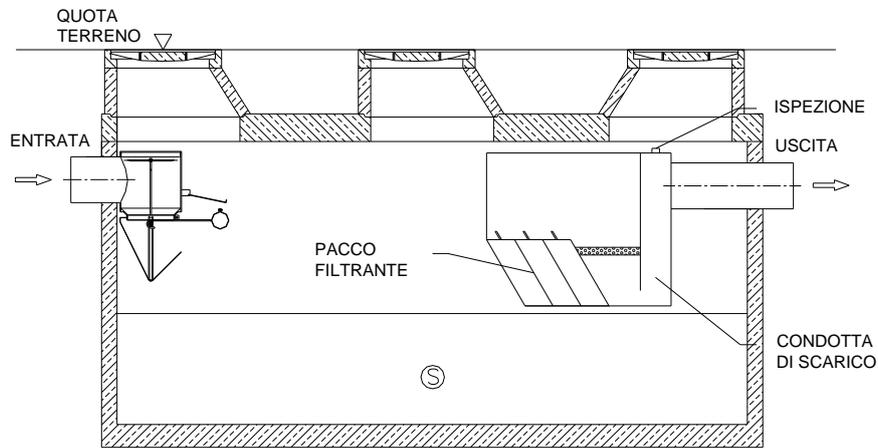


Figura 10.1 – Esempio di montaggio di vasca disoleatrice con sedimentatore primario e filtri a pacchi lamellari

10.4.1. Schema generale dell'impianto

Il separatore di oli previsto in progetto è un impianto monolitico con dispositivo di chiusura automatica, sedimentatore, separatore classe II e I e condotto di campionamento integrati. Viene utilizzato per la separazione di sostanze solide e oli minerali presenti nell'acqua.

SEZIONE 1-1



- S Sedimentatore
- I Separatore classe I
- II Separatore classe II
- P Condotto di campionamento
- 1 Chiusura automatica
- 2 Pacchi coalescenti
- 3 Vasca
- C.A (C 50/60 XA2T)

PIANTA

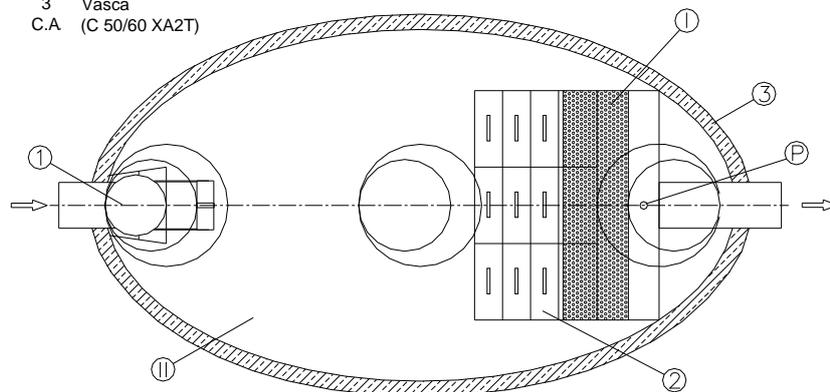


Figura 10.2 – Schema dell'impianto

Grazie alle speciali lastre liofile e resistenti alla corrosione installate diagonalmente all'interno del separatore classe I, sono raggiunti senza ulteriori trattamenti i valori in uscita secondo la vigente normativa, soprattutto per quanto riguarda il contenuto degli oli

Gli oli derivanti da emulsioni chimiche e particelle d'olio sciolte non possono essere separate e richiedono trattamenti depurativi spinti. Le acque con tali caratteristiche devono essere intercettate prima del loro rilascio sulle superfici pavimentate e trattate separatamente.

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	74					

La vasca è costituita da un comparto che funge da sedimentatore, presidiato a monte da una valvola di regolazione di portata in ingresso. Tale valvola è comandata da un apposito galleggiante che chiude l'ingresso in vasca quando il livello sale oltre una prefissata soglia.

Prima dell'uscita dalla vasca, si trova il pacchetto lamellare filtrante costituito da sottili lamelle plastiche che formano un pacchetto entro il quale il flusso avviene in regime laminare. Le particelle di olio si separano dall'acqua e raggiungono la superficie del pelo libero.

Il pacchetto lamellare richiede una manutenzione minima che comunque può essere facilmente eseguita, asportando i vari elementi del pacchetto, afferrandoli per l'apposita maniglia e lavandoli con un getto in pressione.

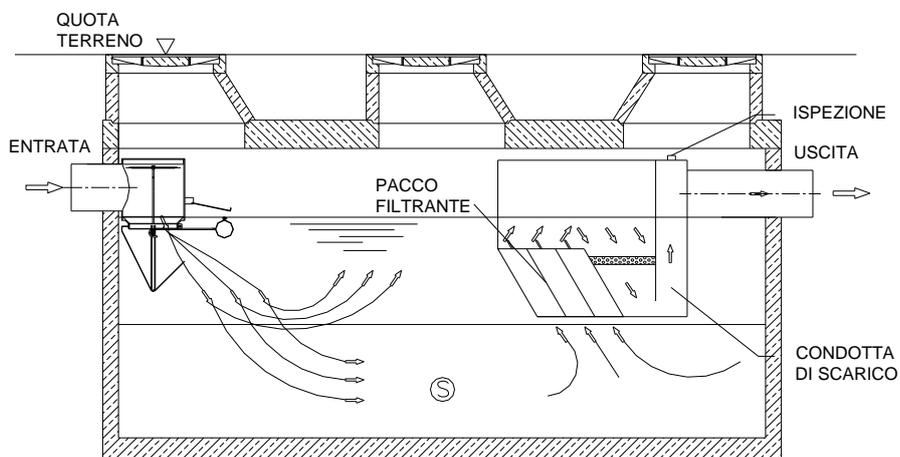
10.4.2. Descrizione del sistema

La portata in ingresso attraversa prima di tutto il sistema di limitazione e chiusura automatica a galleggiante che evita la fuoriuscita di oli in caso di mal funzionamento, quindi, per mezzo di uno speciale frangiflusso che distribuisce il carico in superficie, arriva nel sedimentatore. Grazie al basso carico superficiale ed al lungo percorso, il liquame passa da un moto turbolento ad un moto laminare permettendo così la separazione delle sostanze sedimentabili.

La velocità media del flusso internamente alle vasche, in corrispondenza del picco di portata calcolato è di qualche centimetro al secondo, velocità che normalmente è inferiore dato che la portata massima è associata ad un evento particolarmente intenso con un tempo di ritorno di 25 anni.

Successivamente, dopo il suo passaggio nel sedimentatore, il flusso grazie ad un percorso obbligato attraversa i pacchetti filtranti dove le gocce d'olio più grandi vengono rapidamente indirizzate verso la superficie. Gli oli ormai separati vengono trattenuti in superficie e l'acqua viene incanalata in un sifone per essere scaricata.

SEZIONE 1-1



PIANTA

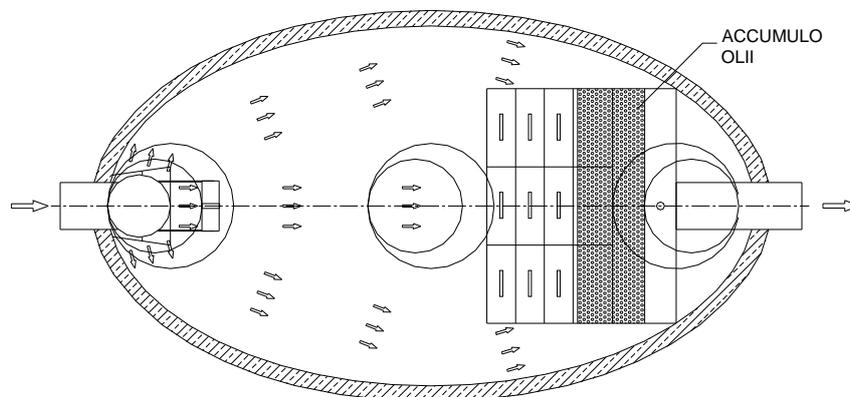


Figura 10.3 – Schema di flusso all'interno di una vasca

10.4.3. Controllo e manutenzione

L'impianto è opportuno sia controllato una volta al mese prevedendo le seguenti attività:

- Controllo del livello d'olio nella zona di separazione
- Controllo delle piastre filtranti ondulate
- Controllo del galleggiante nella chiusura automatica

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	76					

10.4.4. Raccolta degli oli

Secondo i dati di letteratura la concentrazione media di idrocarburi totali nelle acque meteoriche provenienti da una sede stradale pavimentata con traffico elevato può arrivare a punte di 25 mg/l (0.025 kg/m³), valore assunto per la verifica

Se si considera una vasca di raccolta oli di dimensione pari a $V = 20 \text{ m}^3$, la portata massima di 200 l/s (valore di dimensionamento massimo delle vasche adottate nel presente progetto), per un quarto d'ora, convoglia attraverso la vasca un volume d'acqua di 180 m³. Ipotizzando la concentrazione massima per tutto l'evento, il peso complessivo di oli trasportati in vasca in un evento come quello ipotizzato è pari a:

$$P_{HC} = C_{HC} \cdot V = 0,025 \cdot 180 = 4,5 \text{ Kg}$$

Il peso di volume degli idrocarburi è di circa 700 kg/m³ pertanto il volume di idrocarburi stimato nella vasca sarà pari a:

$$V_{HC} = \frac{P_{HC}}{\gamma_{HC}} = \frac{4,5}{700} = 0,006 \text{ m}^3 = 6 \text{ l}$$

Poiché la superficie della vasca di raccolta oli è di circa 6 m², lo strato di olio che vi si formerà è di circa di 1 mm, cioè estremamente sottile.

Il calcolo operato offre una indicazione abbastanza chiara della frequenza di rimozione richiesta per gli oli che come visto, anche per eventi piuttosto rari, producono un film molto sottile sulla superficie del comparto di raccolta oli, a valle del pacchetto filtrante lamellare.

	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	77					

11. RETE DI APPROVVIGIONAMENTO IDRICO

11.1. Premessa

La progettazione di un'infrastruttura come un'autostrada deve tenere in dovuto conto anche le esigenze di una corretta e facile gestione delle sue componenti. Tra queste s'include anche la necessità di assicurare all'ente gestore Consorzio Autostrade Siciliane (CAS) una sufficiente disponibilità idrica per soddisfare i seguenti fabbisogni:

- impianti antincendio delle gallerie
- vasche di accumulo per il funzionamento dei pozzetti tagliafuoco delle gallerie con possibile funzione anche di riserva idrica per l'irrigazione della vegetazione prevista del progetto di mitigazione ed anche per un servizio antincendio lungo i tratti autostradali in rilevato o in trincea;
- fornitura di acqua per i fabbisogni del casello stazione di Ragusa e nei parcheggi.

L'approvvigionamento idrico è una necessità che coinvolge anche la fase di realizzazione dell'opera stessa. A differenza dell'uso indefinito che si avrà in fase di operatività dell'autostrada, nel caso del cantiere l'uso della risorsa idrica si limiterà invece al periodo di costruzione.

L'impianto di approvvigionamento idrico descritto nella presente nota, ha quindi la duplice funzione a servizio delle attività di cantiere e delle necessità per l'esercizio dell'infrastruttura.

11.2. Approvvigionamento

L'incisione del Fiume Irminio rappresenta una zona certa ove è possibile intercettare la falda subalvea, particolarmente ricca e non soggetta a fluttuazioni; appare quindi il luogo ideale, in prossimità del viadotto autostrade, per l'approvvigionamento idrico.

Si prevede quindi di realizzare due pozzi, uno in sinistra e uno in destra dell'alveo, ambedue ricadenti nell'area d'esproprio autostradale.

 REGIONE SICILIANA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev					78		

La realizzazione dei due pozzi avrà il nulla osta da parte dell'ente preposto cui verranno forniti tutti gli elementi per l'ottenimento della concessione

11.3. Gestione dei pozzi

L'approvvigionamento idrico interessa in particolar modo l'attività di cantiere, che richiede disponibilità idrica per le diverse lavorazioni.

Poiché si considera di basilare importanza che la cantieristica dei lotti 10 e 11 possa operare nel minor tempo possibile dal momento di consegna dei lavori, risulta ottimale da questo punto di vista fornire il progetto di due pozzi, che abbia già ottenuto i nulla osta necessari.

La dotazione idrica richiesta dal cantiere è nettamente diversa da quella che sarà richiesta dall'operatività a lungo termine dell'opera: se da un lato il cantiere ha bisogno di portate cospicue in brevi intervalli temporali, la fase operativa invece richiede piuttosto portate ridotte per lunghi periodi di tempo. Ed è evidente che l'operatività dei pozzi è più consona a questa seconda fase

Si è quindi optato per le attività di cantiere per la realizzazione di serbatoi di stoccaggio temporanei: questa soluzione rende possibile il prelievo di portate minori, distribuite in più ore. Il serbatoio ha il vantaggio di fornire una riserva idrica e di disconnettere il sistema sollevamento-utilizzo. Il serbatoio potrà essere riempito durante la notte, ed assicurare quindi un volume d'acqua, che verrà utilizzato di giorno nei modi e nelle tempistiche richieste. Questo rende minore il divario con le portate di prelievo necessarie al mantenimento del servizio a lungo termine, permettendo quindi di impiegare pompe di medio-bassa potenza.

E' evidente che per la durata dei cantieri gli impianti di sollevamento saranno allacciati alla rete elettrica del cantiere, con costi nulli per il CAS. Mentre al termine dei lavori le pompe saranno allacciate alla più vicina cabina elettrica che sarà posta all'imbocco lato Siracusa della galleria "Caddame".

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev							79

11.4. Serbatoio di compenso

Al fine di evitare di dotare il sistema di più impianti di rilancio, si è scelto di realizzare un unico serbatoio di compenso,(Opera 25 nel lotto11) posto ad una quota tale da servire i punti di utenza a gravità.

Il serbatoio è previsto a quota 279 sul ciglio di valle della SP 37 a monte della galleria “Occhipinti”.

11.5. Rete di adduzione e distribuzione nella sede autostradale

La rete di adduzione e alimentazione delle diverse utenze, si compone degli elementi sinteticamente illustrati di seguito:

Lotto 10

Dal pozzo in sinistra Fiume Irminio, partirà l'alimentazione della vasca di accumulo (Opera N.20) ubicata sul portale d'ingresso lato Siracusa della galleria “Truncafila”.

Da questa, a gravità sarà alimentata e mantenuta al livello massimo la vasca antincendio posta nella piazzola della cabina adiacente al portale della galleria. Sempre a gravità saranno alimentati i sifoni dei pozzetti tagliafuoco della galleria. Nella stagione estiva la vasca di accumulo sarà usata per caricare le autobotti per l'irrigazione delle opere a verde previste nel progetto di mitigazione.

L'avvio e l'arresto dell'impianto di sollevamento avverranno in automatico con elettrovalvola azionata da galleggianti di minimo e massimo livello posti nella vasca.

Lotto 11

Dal pozzo in destra del F. Irminio partirà l'acquedotto diretto al serbatoio di compenso-Opera 25. Anche questo sarà dotato di elettrovalvola per l'innesco e l'interruzione automatica azionata da galleggianti di minimo e massimo livello posti nella vasca..

 PROGETTA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	80					

Dal serbatoio di compenso partirà una tubazione che, raggiunto l'imbocco lato Siracusa della galleria "Occhipinti", si ripartirà con una tubazione all'interno di ogni canna della galleria.

Quella entro la canna di monte proseguirà fino a raggiungere l'area di svincolo per alimentare i fabbricati, la vasca di accumulo idrico opera N.75 a servizio dell'antincendio e l'alimentazione delle autobotti per l'irrigazione. Nel percorso entro la galleria la condotta alimenterà anche i sifoni dei pozzetti tagliafuoco.

La condotta entro la canna di valle avrà solo il compito di mantenere a livello i sifoni di pozzetti tagliafuoco e terminerà nella piazzola autostradale posta sulla pista per Siracusa in prossimità dell'uscita dalla galleria ove è prevista una vasca antincendio.

La vasca sarà mantenuta al massimo livello e il troppo pieno scaricato nell'attigua opera idraulica.

Il ramo principale, proveniente dal serbatoio di compenso, proseguirà alimentando, lungo il suo percorso, le vasche antincendio (che dovranno rimanere sempre al massimo livello) previste a servizio delle gallerie e la vasca di accumulo idrico - Opera N. 12 posta nella piazzola cabina elettrica all'imbocco galleria "Caddame". Da qui la condotta si sdoppierà per servire i pozzetti tagliafuoco delle due canne della galleria "Caddame".

11.6. Rete fuorisede

a) Impianto Temporaneo

L'acquedotto che dovrà servire inizialmente l'area del cantiere C2, posto tra le gallerie "Caddame" ed "Occhipinti", sarà realizzato provvisoriamente con tubazione appoggiata al terreno lungo l'asse autostradale sulla verticale della galleria "Caddame".

Il tratto in questione misurerà all'incirca 2.6 km e sarà rimosso a fine lavori .

b) Impianti Definitivi

A galleria "Caddame" ultimata, sarà possibile la messa in opera della condotta di carico del serbatoio di compenso che, attraverso la galleria e lungo il tratto d'autostrada a cielo aperto arriverà all'imbocco lato Siracusa della galleria "Occhipinti". Da qui con una de-

 PROVINCIA DI RAGUSA	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	81					

viazione verso monte, attraversata la comunale le Ferrante-Ficazza, seguendo un percorso di circa 360 m. lungo la massima pendenza del versante arriverà sul ciglio della SP 37, che seguirà per 650m fino a raggiungere il serbatoio di compenso.

Il tracciato descritto percorre quindi circa 360m in proprietà privata (con cui sarà necessario istituire un iter di servitù) e un tratto di 650 m ,lungo il ciglio della SP37. La realizzazione di quest'ultimo richiederà l'ottenimento del nulla osta da parte dell'amministrazione provinciale di Ragusa. Tutte le altre diramazioni descritte nei punti precedenti, correranno in sedime autostradale o in galleria.