



Provincia Regionale di Ragusa

Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE




Responsabile Unico Procedimento

Dott. Ing. Salvatore Dipasquale

Dirigente Pianificazione del Territorio

Dott. Ing. Vincenzo Corallo

PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO: <ul style="list-style-type: none">● IDROLOGIA E IDRAULICA● STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO● RELAZIONE IDRAULICA	ARCHIVIO	PR147
	SCALA	
	ELABORATO	4.1.2
GRUPPO DI PROGETTAZIONE A.T.I.  TECHNITAL <i>TECHNITAL S.p.A</i> <i>(Mandataria)</i>  I.R. INGEGNERI RIUNITI STUDIO TECNICO ASSOCIATO  STUDIO IUDICE S.r.l.	RESPONSABILE DELLE INTEGRAZIONI SPECIALISTICHE	Dott. Ing. M. Raccosta
	RESPONSABILI DI PROGETTO	Dott. Ing. M. Raccosta
		Dott. Ing. G. Failla Dott. Ing. F. Iudice

3	NOVEMBRE 2014	EMISSIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ITALSOCOTEC del 27/10/2014	NOTARO	IUDICE A.	IUDICE F.
2	SETTEMBRE 2014	EMISSIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ITALSOCOTEC del 15/07/2014	NOTARO	IUDICE A.	IUDICE F.
1	GIUGNO 2014	EMISSIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ITALSOCOTEC del 18/04/2014	NOTARO	A. IUDICE	F. IUDICE
0	MARZO 2014	PRIMA EMISSIONE	NOTARO	A. IUDICE	F. IUDICE
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 (MANDATARIA)	 (MANDANTE)	STUDIO <small>di Pianeta</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

RELAZIONE IDRAULICA

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>di Architettura</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

AMMODERNAMENTO DEL TRACCIATO DELLA S.P. 46 ISPICA-POZZALLO

PROGETTO ESECUTIVO

I° STRALCIO FUNZIONALE

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 (MANDATARIA)	 (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

INDICE

1. PREMESSA	4
2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	5
3. LA DOCUMENTAZIONE CONSULTATA	5
4. DESCRIZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO	6
1.1 TENDENZE MORFO-EVOLUTIVE DEL BACINO.....	7
1.2 TENDENZE MORFO-EVOLUTIVE DEI TORRENTI SALVIA E GRAFFETTA	8
4.1.1 <i>Analisi del rischio idraulico</i>	8
5. INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE CON IL TRACCIATO	9
1.3 VERIFICA IDRAULICA DELLE OPERE DI ATTRAVERSAMENTO.....	10
1.4 VERIFICA IDRAULICA DELLE OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MINORI (A5).....	11
5.1.1 <i>Calcolo dell'intensità di pioggia critica per l'attraversamento minore (A5)</i>	15
1.5 VERIFICA IDRAULICA DELL' OPERA DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORE (A4).....	16
5.1.2 <i>Studio della propagazione dell'onda di piena per moto permanente</i>	16
5.1.3 <i>Risultati delle simulazioni dell'attraversamento del torrente Salvia (A4)</i>	24
5.1.4 <i>Verifica della resistenza all'erosione con il metodo delle tensioni di trascinamento</i> 24	
5.1.5 <i>Calcolo dell'intensità di pioggia critica per l'attraversamento maggiore (A4)</i>	27
1.6 VERIFICA IDRAULICA DELLE OPERE DI INTERCETTAZIONE E SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA30	
5.1.6 <i>Il sistema di intercettazione e smaltimento delle acque di piattaforma che interessano la viabilità principale</i>	30
5.1.7 <i>Verifica idraulica dei fossi di guardia</i>	31
5.1.8 <i>Verifica idraulica delle canalette di drenaggio della viabilità principale</i>	34
1.7 IMMISSIONE DELLE ACQUE PIOVANE NEL TORRENTE SALVIA	49
6. TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA	49
7. PRESCRIZIONI PER LA POSA IN OPERA DELLE VASCHE PREFABBRICATE	52

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Provincia Regionale</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

1. PREMESSA

La presente relazione mira all'esposizione dei risultati dello studio idraulico condotto nell'ambito del progetto di ammodernamento del tracciato della S.P. 46 Ispica-Pozzallo nel tratto compreso tra la S.S. 115 all'altezza del km 355+870, e il centro abitato di Pozzallo, nel tratto di competenza della Provincia Regionale di Ragusa.

Nello specifico, il presente progetto esecutivo si riferisce alla realizzazione del I° Stralcio Funzionale che si sviluppa dalla sezione n°1 (km 0+000) e fino alla sezione n°9 (km 0+150,00) e dalla sezione n°57a (km 1+016.11) alla sezione n°76 (km 1+419.81), con la realizzazione del primo e del secondo svincolo di progetto.

Di seguito si riporta il dimensionamento e la verifica idraulica delle principali opere di attraversamento e del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche di piattaforma. Vengono descritti i metodi di calcolo e giustificate le scelte progettuali.

Lo studio idraulico è stato condotto recependo le raccomandazioni e le linee guida redatte in materia da Enti competenti sul territorio quali Province, Regioni o Autorità di Bacino.

Su indicazione del Committente è previsto il trattamento delle acque di prima pioggia solo per il secondo svincolo, mentre per il primo svincolo è stato stralciato il trattamento che verrà eseguito nel corso di un secondo intervento. Al momento il progetto esecutivo prevede che le acque vengano convogliate nel vicino fosso. Naturalmente il sistema è stato studiato per permettere il futuro convogliamento delle acque per il trattamento senza modificare l'attuale configurazione.

Sul secondo svincolo il trattamento delle acque della prima tratta della strada (ramo nord) avviene tramite una vasca posizionata in corrispondenza del fiume Salvia, mentre lo svincolo e il ramo sud vengono trattati tramite una vasca posizionata a fine lotto. Rispetto al definitivo la vasca a monte del secondo svincolo è stata dimensionata per l'effettiva portata ad oggi afferente, con il completamento la vasca dovrà essere ampliata.

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il presente progetto esecutivo si riferisce alla realizzazione del I° Stralcio Funzionale che si sviluppa dalla sezione n°1 (km 0+000) e fino alla sezione n°9 (km 0+150,00) e dalla sezione n°57a (km 1+016.11) alla sezione n°76 (km 1+419.81), con la realizzazione del primo e del secondo svincolo di progetto.

In particolare, il I Stralcio Funzionale del progetto prevede:

- la riconfigurazione a rotatoria del quadrivio all'incrocio con la ex SP n.86 Zappulla – Scorrione – Ispica;
- il rimodellamento plano-altimetrico in sede del tracciato, con demolizione e realizzazione ex novo del ponte sul torrente Salvia.
- la realizzazione di una vasca di prima pioggia per il trattamento delle acque di piattaforma prima della loro restituzione in un impluvio che si immette nell'alveo del Torrente Salvia.

3. LA DOCUMENTAZIONE CONSULTATA

Al fine di giungere alla definizione dell'assetto idrologico ed idraulico dell'area sottesa dall'opera oggetto di intervento è stata consultata la seguente documentazione:

- Cartografia Tecnica Regionale a scala 1:10.000;
- Rilievo aereofotogrammetrico tra il Km 1 ed il Km 8 del tracciato stradale, per una fascia di larghezza complessiva pari a circa 400 m.;
- Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia – Relazione generale
- Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) relativo all'Area territoriale tra il Torrente di Modica e Capo Passero (084)
- Cartografia della pericolosità idraulica in scala 1:10.000
- Cartografia litologica in scala 1:50.000
- Cartografia dell'uso del suolo in scala 1:50.000

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA 		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE		 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

- Studio geologico redatto dal 13° Settore Geologia della provincia di Ragusa relativo agli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici dell'area che sarà interessata dai lavori in progetto e che è compresa all'incirca tra il Km 1 ed il Km 8 del tracciato stradale, per una fascia di larghezza complessiva pari a quattro chilometri.
- Annali idrologici.

4. DESCRIZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO

L'intera opera oggetto di intervento sottende parte di due bacini idrografici: quello del Torrente Salvia, nel tratto compreso all'incirca tra il Km 1 ed il Km 4, e quello del Bosco Pisana – Graffetta - Recupero, nel tratto compreso tra il Km 4 ed il Km 8. Sotto il profilo altimetrico, il tracciato è compreso tra le isoipse 15 ÷ 56 m. s.l.m. circa e nel complesso ricade su un'area a debole pendenza che degrada di quota in direzione NE – SO da Contrada Poggio Tremiglia a Contrada Recupero - Scaro.

Come riportato nella corografia dei bacini idrografici allegata (elab. 4.1.3), il bacino del torrente Salvia è stato suddiviso in tre sottobacini indipendenti (A2, A3, A4), infine è stato individuato un piccolo bacino A5 che drena le proprie acque in un piccolo impluvio che a sua volta interseca in corrispondenza del ramo dx dello svincolo n°1 l'opera in progetto e che pertanto è stato verificato. Le caratteristiche geometriche ed idrologiche dei bacini individuati sono state riportate in tabella 1.

Nello specifico, il I Lotto Funzionale oggetto del presente progetto esecutivo è direttamente interessato dai deflussi provenienti dai bacini A4 e A5

BACINO	S	L	H	Z	tc	% IMP	ϕ_{imp}	ϕ_{perm}	ϕ
	km ²	km	m s.l.m.	m s.l.m.	ore				
A1	7.14	3.30	95.78	13.80	2.16	0.3	0.8	0.4	0.52
A2	5.65	5.50	135.49	30.95	2.17	0.2	0.8	0.4	0.48
A3	1.83	1.50	109.90	31.15	1.08	0.2	0.8	0.4	0.48
A4	21.29	11.70	221.07	32.15	3.27	0.1	0.8	0.4	0.44
A5	0.772	1.07	119.2778	55.00	0.80	0.1	0.8	0.4	0.44

Tabella 1: Caratteristiche geometriche ed idrologiche dei bacini idrografici

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

dove:

S = superficie totale del bacino in Km²;

L = lunghezza dell'asta principale in Km;

H = quota media del bacino in m s.l.m.;

Z = quota della sezione di chiusura in m s.l.m.

%IMP= percentuale della superficie impermeabile dell'area del bacino contribuente

ϕ_{imp} = coefficiente di deflusso per le aree impermeabili

ϕ_{perm} = coefficiente di deflusso per le aree non impermeabili

ϕ = coefficiente di deflusso globale del bacino contribuente

1.1 Tendenze morfo-evolutive del bacino

In questa area si possono distinguere due zone morfologicamente differenziate. Una zona montana, dominio delle formazioni marine calcaree oligo-mioceniche in facies iblea; una zona pedemontana di aspetto collinare, dominio delle marne della Formazione Tellaro e dei sedimenti continentali delle conoidi di deiezione e di facies alluvionale e palustre quaternari.

La prima zona, a conformazione tabulare, rappresenta il bordo orientale dell'altipiano ibleo ed è caratterizzata da rilievi a gradinata con ripide scarpate strutturali, connesse a faglie normali, allineate secondo le principali direzioni tettoniche NE - SO (allineamento Pozzallo - Ispica - Rosolini) e da profonde incisioni a V in corrispondenza dei valloni e cave tributarie della Cava D'Ispica - Torrente Favara, Torrente Salvia e della Cava Graffetta. Altre forme caratterizzanti corrispondenti a spianate di abrasione senza deposito, connesse a processi di terrazzamento marino di età medio pleistocenica, si riscontrano tra le quote 20 - 150 m. s.l.m. circa.

La zona pedemontana borda al piede gli affioramenti calcarei del plateau ibleo, seguendo l'allineamento strutturale della scarpata di faglia Pozzallo - Ispica - Rosolini, e mostra aspetto a morfologia ondulata, collinare, ed allo sbocco della Cava D'Ispica e del Torrente Salvia le caratteristiche configurazioni a ventaglio di paleo conoidi di deiezione disposte con apici posti nei paleo torrenti iblei nel mare pleistocenico.

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

L'attuale reticolo idrografico prende origine da quei paleo torrenti e mostra pattern di tipo sub-angolare controllato dalla tettonica. Esso è costituito da corrosi d'acqua a regime torrentizio. Tra essi i principali sono dati appunto, dal Torrente Salvia e dal torrente Graffetta..

I fattori di erosione attuale dipendono principalmente dall'azione chimica e meccanica delle acque di dilavamento e dei corsi d'acqua, dall'azione termica e dall'azione potenziale della forza di gravità lungo l'orlo delle scarpate fluviali incassate.

1.2 Tendenze morfo-evolutive dei torrenti Salvia e Graffetta

I corpi idrici principali intercettati dal tracciato stradale in progetto, ovvero il torrente Graffetta, il Torrente Salvia e due suoi affluenti, presentano un regime torrentizio, con deflussi superficiali, principalmente nella stagione invernale, che avvengono in occasione di precipitazioni intense e di una certa durata. Per lunghi periodi questi torrenti si presentano completamente asciutti, soprattutto nella stagione estiva per via della scarsa piovosità e dell'alta temperatura che favorisce l'evaporazione.

I fattori di erosione attuale dipendono principalmente dall'azione meccanica delle acque di dilavamento e dalla concentrazione dei flussi dei corsi d'acqua, dall'azione termica in particolare lungo l'orlo delle scarpate fluviali incassate.

I bacini idrografici sottesi dall'opera in progetto, ricadono all'interno del più ampio bacino (084) che comprende i territori che vanno dal Torrente Modica fino a Capo Passero.

Di seguito si riporta una breve descrizione dell'area territoriale 084, estrapolata dal P.A.I., con riferimento all'aspetto morfologico ed idrografico del bacino nonché all'analisi del rischio idraulico presente.

4.1.1 Analisi del rischio idraulico

L'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idraulico è stata eseguita nel P.A.I. dopo una preliminare caratterizzazione dell'ambiente fisico. In tale fase sono stati individuati il reticolo idrografico ed i limiti dei bacini e si è effettuata una prima caratterizzazione delle aste fluviali. Contemporaneamente, si sono acquisiti

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Provincia Regionale</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

tutti gli elementi conoscitivi utili all'individuazione delle aree potenzialmente inondabili attraverso informazioni storiche e analisi di tipo territoriale.

Sulla base degli eventi accaduti in passato ovvero sulla oggettiva constatazione di situazioni di pericolo derivanti dalla presenza di infrastrutture interferenti con la rete idrografica si sono perimetrare le aree soggette ad inondazione e si è valutato il rischio tenendo conto dei Danni subiti dai beni insistenti sull'area.

L'analisi territoriale per l'area in studio è stata condotta utilizzando la Carta Tecnica Regionale a scala 1:10.000 e con l'ausilio delle ortofoto della Regione Siciliana (A.R.T.A.).

Attraverso la loro osservazione, le segnalazioni di eventi accaduti, e mediante i sopralluoghi svolti si sono individuati i siti di potenziale rischio.

Lo studio geomorfologico ha inoltre messo in evidenza tutti gli elementi che possono segnalare aree potenzialmente inondabili quali andamento plano-altimetrico dell'alveo, presenza di depositi alluvionali conseguenti a fenomeni di trasporto solido, evidenze relative a precedenti tracce di esondazione, ecc..

La perimetrazione delle aree potenzialmente allagabili, condotta nel P.A.I. e riportata nella carta delle pericolosità idraulica a scala 1:10.000, non evidenzia alcuna area a rischio idraulico ricadente all'interno del bacino idrografico sotteso dall'opera oggetto di intervento.

In particolare, le zone a ridosso dei due esistenti attraversamenti della strada provinciale n°46 "Ispica-Pozzallo" sul torrente Graffetta e sul torrente Salvia, non sono considerate degne di attenzione relativamente al pericolo di allagamenti.

5. INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE CON IL TRACCIATO

La caratterizzazione della rete idrografica superficiale è stata condotta facendo riferimento alla corografia dei bacini idrografici, individuando per ciascun bacino la corrispondente sezioni di chiusura.

Per la definizione delle principali caratteristiche idrologiche dei corsi d'acqua e dei bacini idrografici sottesi (area, lunghezza dell'asta principale, quota di riferimento, ecc..) è stata utilizzata la cartografia tecnica regionale 1:10.000.

Con riferimento alla corografia dei bacini idrografici sono state individuate le interferenze tra il reticolo idrografico e l'infrastruttura in progetto. In particolare,

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

relativamente al I Stralcio Funzionale, oggetto del presente progetto esecutivo, le sezioni di chiusura di interesse sono quelle relative ai bacini A4 e A5 e in corrispondenza delle suddette interferenze sono presenti i seguenti attraversamenti:

1. attraversamento del torrente Salvia con un ponte con luce 22.25m x 3.30m e per un tratto lungo 19m, in progetto si trovano alle progressive 1+253.37, che costituisce la sezione di chiusura del bacino A4.
2. attraversamento mediante tombino scatolare delle dimensioni di 2m x 2m x 14 m, da realizzare in corrispondenza del ramo dx dello svincolo n°1 (svincolo presente tra la progressiva 50.00 e la progressiva 100.00), che costituisce la sezione di chiusura del bacino A5.

1.3 Verifica idraulica delle opere di attraversamento

Di seguito si riporta il dimensionamento e la verifica idraulica delle principali opere di attraversamento relative agli attraversamenti individuati nei paragrafi precedenti e del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche di piattaforma. Vengono descritti i metodi di calcolo e giustificate le scelte progettuali. Lo studio idraulico è stato condotto recependo le raccomandazioni e le linee guida redatte in materia da Enti competenti sul territorio quali Province, Regioni o Autorità di Bacino.

Come in precedenza descritto, il tracciato della S.P.46 Ispica-Pozzallo presenta alcune interferenze con il reticolo idrografico. In particolare, le principali sono costituite dalle sezioni di chiusura dei cinque bacini idrografici sottesi dal tracciato stradale (vedi elaborato 4.1.1 Corografia dei bacini idrografici).

Poichè in corrispondenza di tali attraversamenti il tracciato stradale in progetto rimane plano-altimetricamente equivalente a quello esistente, le analisi idrauliche condotte nel presente studio sono state limitate alla verifica dell'adeguatezza idraulica di tali strutture in corrispondenza delle condizioni idrauliche di piena più gravose per tempi di ritorno di 100 - 200 - 500 anni.

Per le opere di attraversamento principali (attraversamento del Torrente Salvia) si è verificato che al passaggio della piena con T=200 anni, fosse assicurato un minimo franco di sicurezza superiore dell'altezza cinetica della corrente e comunque maggiore di 1,00 m. In particolare, la verifica di compatibilità idraulica è stata condotta in regime di moto permanente e nelle seguenti condizioni:

- ANTE OPERAM- simulando gli attraversamenti nella configurazione esistente;

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>PIRELLA</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

- POST OPERAM- in presenza dell'opera progettata nella configurazione definitiva.

Per le opere di attraversamento minori (tombini e ponticelli con luce netta inferiore a 6 metri e con bacino idrografico sotteso minore di 10 km²) le verifiche idrauliche sono state condotte in regime di moto uniforme, con valutazione speditiva delle perdite di carico localizzate. In particolare si è verificato che in ciascun attraversamento, al passaggio della piena con T=200 anni, fosse assicurato un minimo franco di sicurezza pari al 30% dell'altezza della sezione e comunque maggiore di 0,75 m.

Nei casi in cui tale verifica non è stata soddisfatta si è proceduto alla definizione di una nuova sezione idraulicamente adeguata.

Nello specifico, per il ponte sul Torrente Salvia è stata prevista la demolizione per inadeguatezza strutturale. Alla luce di ciò sono stati progettati i seguenti interventi:

- A4. attraversamento del torrente Salvia con un ponte con sezione idraulica netta trasversale alla corrente defluente di 31.50m x 3.70m e per un tratto lungo 19m, in progetto si trova alle progressive 1+253.37, che costituisce la sezione di chiusura del bacino A4.
- A5. attraversamento mediante tombino scatolare delle dimensioni di 2m x 2m x 14 m, da realizzare in corrispondenza del ramo dx dello svincolo n°1 (svincolo presente tra la progressiva 0+ 50.00 e la progressiva 0+100.00), che costituisce la sezione di chiusura del bacino A5.

1.4 Verifica idraulica delle opere di attraversamento minori (A5)

La verifica è stata condotta in regime di moto uniforme applicando la formula di Chezy.

$$Q = A \cdot v = A \cdot K_s \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

con:

K_s [m^{1/3} s⁻¹] coefficiente di Gauckler – Strickler

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

A	$[m^2]$	area della sezione liquida
R	$[m]$	raggio idraulico
i		pendenza longitudinale

Dopo aver ottenuto le scale delle portate di moto uniforme in corrispondenza della sezione di attraversamento A5 (riportate di seguito) si è proceduto alla verifica idraulica delle portate al colmo, valutate nello studio idrologico (4.1.1), per tempi di ritorno di 100, 200 e 500 (tabella 2).

In particolare, si è verificato che alla portata al colmo con $Tr=200$ anni corrispondesse un grado di riempimento della sezione inferiore al 75% e quindi un franco di sicurezza superiore al 25% dell'altezza della sezione e comunque maggiore di 1,00 m, e che alla portata al colmo con $Tr = 500$ anni corrispondesse un franco di almeno il 20% e comunque di almeno 0,80 m.

BACINO	$Q_{t,100}$ [m ³ /s]	$Q_{t,200}$ [m ³ /s]	$Q_{t,500}$ [m ³ /s]
A1	43,09	48,39	55,40
A2	31,47	35,35	40,47
A3	18,18	18,18	20,79
A4	83,66	93,97	107,60
A5	7,66	8,60	9,84

Tabella 2: Portate al colmo per tempi di ritorno di 100, 200 e 500

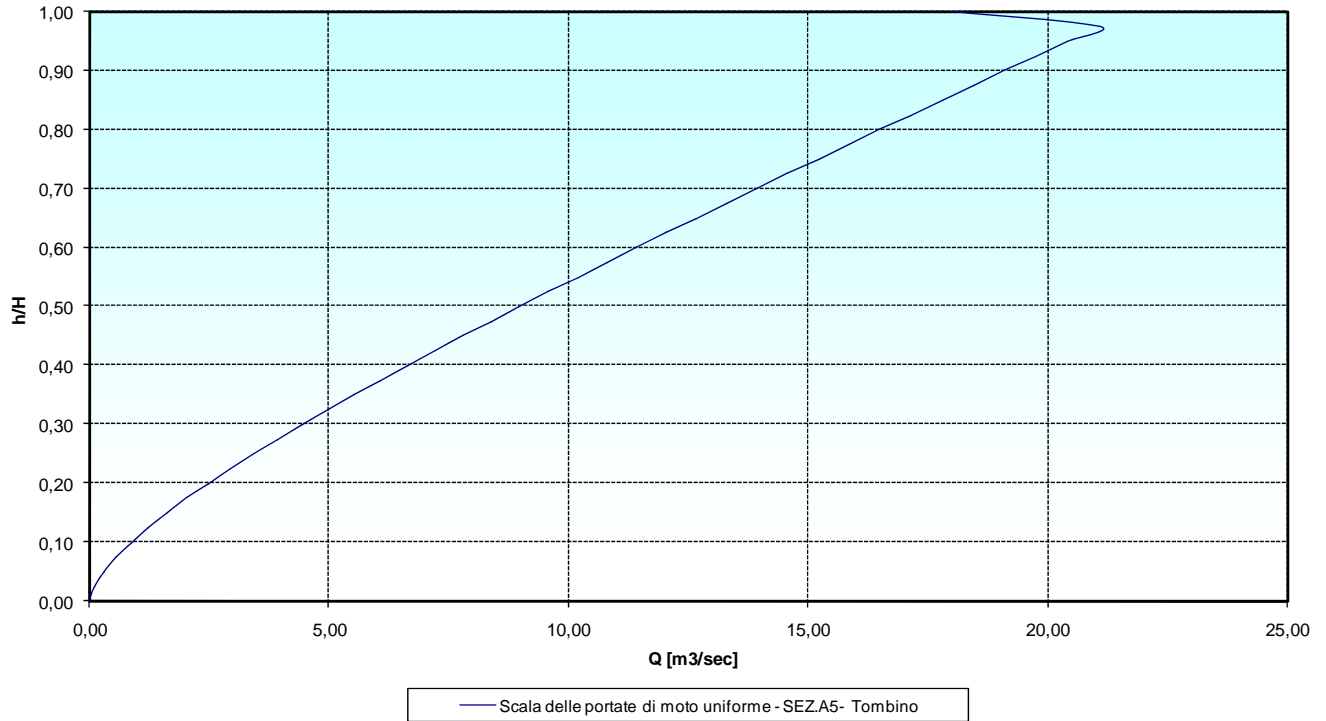
Verifica sezione A5

Con riferimento alla verifica idraulica della sezione A5, l'opera idraulica di convogliamento dei deflussi, prevista in tale sezione, è stata ottenuta con un tombino scatolare in cls aventi sezioni trasversali interne nette pari a 2.00x2.00 m e lunghezza pari a 14 m. Pertanto, per tale verifica si è fatto riferimento alla sezione trasversale del singolo tombino ovvero (2.00x 2.00 m).

La verifica idraulica ha evidenziato che alla portata al colmo con $Tr=200$ anni corrispondesse un grado di riempimento della sezione inferiore al 75% e quindi con un franco di sicurezza superiore al 25% dell'altezza della sezione e comunque maggiore di 1,00 m. Inoltre, per la condizione più gravosa relativa a $Tr=500$ anni il franco di sicurezza nella sezioni, è stato superiore al 20% e comunque a 0,80

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA 		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE		 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Scala delle portate di moto uniforme - SEZ. A5 - Tombino scatolare - Ramo DX Svincolo 1



Nelle tabella seguente la riga in rosso è relativa alla portata al colmo per T=200 anni mentre quelle in blu sono relative alla portata al colmo con T=500 anni

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA 		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE		 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>PIRELLA</small> GIUDICE <small>S.r.l.</small> (MANDANTE)

Verifica Tombino - Ramo DX - Svincolo 1 - SEZ. A5

Sezione rettangolare

Larghezza 2 m

Altezza 2 m

i 0,012

Ks 65 m^{1/3} s⁻¹

A = area bagnata

B = larghezza pelo libero

P = perimetro bagnato

R = A/P= raggio idraulico della sez.

Formula di Chezy

$$Q = A \cdot v = A \cdot K_s \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

Riempimento %	h m	B m	P m	A m ²	R m	χ	v m/s	Q m ³ /s	Franco m	Franco %
0,00	0	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	1,00
0,03	0,05	2,00	2,10	0,10	0,05	39,13	0,94	0,09	1,95	0,98
0,05	0,1	2,00	2,20	0,20	0,09	43,59	1,44	0,29	1,90	0,95
0,08	0,15	2,00	2,30	0,30	0,13	46,29	1,83	0,55	1,85	0,93
0,10	0,2	2,00	2,40	0,40	0,17	48,22	2,16	0,86	1,80	0,90
0,13	0,25	2,00	2,50	0,50	0,20	49,71	2,44	1,22	1,75	0,88
0,15	0,3	2,00	2,60	0,60	0,23	50,91	2,68	1,61	1,70	0,85
0,18	0,35	2,00	2,70	0,70	0,26	51,90	2,90	2,03	1,65	0,83
0,20	0,4	2,00	2,80	0,80	0,29	52,75	3,09	2,47	1,60	0,80
0,23	0,45	2,00	2,90	0,90	0,31	53,48	3,26	2,94	1,55	0,78
0,25	0,5	2,00	3,00	1,00	0,33	54,12	3,42	3,42	1,50	0,75
0,28	0,55	2,00	3,10	1,10	0,35	54,69	3,57	3,93	1,45	0,73
0,30	0,6	2,00	3,20	1,20	0,38	55,20	3,70	4,44	1,40	0,70
0,33	0,65	2,00	3,30	1,30	0,39	55,65	3,83	4,97	1,35	0,68
0,35	0,7	2,00	3,40	1,40	0,41	56,06	3,94	5,52	1,30	0,65
0,38	0,75	2,00	3,50	1,50	0,43	56,44	4,05	6,07	1,25	0,63
0,40	0,8	2,00	3,60	1,60	0,44	56,78	4,15	6,63	1,20	0,60
0,43	0,85	2,00	3,70	1,70	0,46	57,10	4,24	7,21	1,15	0,58
0,45	0,9	2,00	3,80	1,80	0,47	57,39	4,33	7,79	1,10	0,55
0,48	0,95	2,00	3,90	1,90	0,49	57,66	4,41	8,38	1,05	0,53
0,50	1	2,00	4,00	2,00	0,50	57,91	4,49	8,97	1,00	0,50
0,53	1,05	2,00	4,10	2,10	0,51	58,14	4,56	9,57	0,95	0,48
0,55	1,1	2,00	4,20	2,20	0,52	58,36	4,63	10,18	0,90	0,45
0,58	1,15	2,00	4,30	2,30	0,53	58,56	4,69	10,79	0,85	0,43
0,60	1,2	2,00	4,40	2,40	0,55	58,75	4,75	11,41	0,80	0,40
0,63	1,25	2,00	4,50	2,50	0,56	58,93	4,81	12,03	0,75	0,38
0,65	1,3	2,00	4,60	2,60	0,57	59,10	4,87	12,66	0,70	0,35
0,68	1,35	2,00	4,70	2,70	0,57	59,26	4,92	13,29	0,65	0,33
0,70	1,4	2,00	4,80	2,80	0,58	59,42	4,97	13,92	0,60	0,30
0,73	1,45	2,00	4,90	2,90	0,59	59,56	5,02	14,56	0,55	0,28
0,75	1,5	2,00	5,00	3,00	0,60	59,70	5,07	15,20	0,50	0,25
0,78	1,55	2,00	5,10	3,10	0,61	59,82	5,11	15,84	0,45	0,23
0,80	1,6	2,00	5,20	3,20	0,62	59,95	5,15	16,48	0,40	0,20
0,83	1,65	2,00	5,30	3,30	0,62	60,06	5,19	17,13	0,35	0,18
0,85	1,7	2,00	5,40	3,40	0,63	60,18	5,23	17,78	0,30	0,15
0,88	1,75	2,00	5,50	3,50	0,64	60,28	5,27	18,44	0,25	0,13
0,90	1,8	2,00	5,60	3,60	0,64	60,39	5,30	19,09	0,20	0,10
0,93	1,85	2,00	5,70	3,70	0,65	60,48	5,34	19,75	0,15	0,07
0,95	1,9	2,00	5,80	3,80	0,66	60,58	5,37	20,41	0,10	0,05
0,98	1,95	2,00	5,90	3,90	0,66	60,67	5,40	21,07	0,05	0,02
1,00	2	2,00	8,00	4,00	0,50	57,91	4,49	17,94	0,00	0,00

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 (MANDATARIA)	 (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

5.1.1 Calcolo dell' intensità di pioggia critica per l'attraversamento minore (A5)

Al fine di stimare in quali condizioni l'attraversamento idraulico minore viene messo in crisi , qui di seguito viene calcolata l'intensità di pioggia critica per esso.

Utilizzando i valori massimi di portata desumibili dalle precedenti tabelle in corrispondenza del grado di riempimento pari al 98% ed utilizzando a ritroso la formula razionale, si ricava l'intensità di pioggia critica per una durata dell'evento pari al tempo di corrivazione del bacino.

$$i_{tc} = \frac{360 \times Q}{\phi \times S} \quad [\text{mm/ora}] \quad \Rightarrow \quad h_{tc} = i_{tc} \times t_c$$

dove:

Φ è il valore del coefficiente d'efflusso medio del bacino afferente alla sezione di calcolo;

i_{tc} è l'intensità media della pioggia in [mm/h] di durata pari al tempo di corrivazione t_c del bacino e corrispondente ad un dato tempo ritorno T;

S è la superficie del bacino, espressa in ettari [ha], sottesa dalla sezione di calcolo considerata.

Si avrà, quindi:

BACINO	S	t_c	% IMP	ϕ	$i_{t,500}$	$Q_{t,500}$	Max Q_{moto} uniforme	i_{tc}	$h_{tc}=i_{tc} \cdot t_c$
	km ²	[ore]			[mm/ora]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[mm/ora]	[mm]
A5	0,772	0,82	0,1	0,44	104,28	9,84	21,07	223,33	183,57

Si può osservare come la sezione idraulica adottata sia cautelativa: il valore di i_{tc} ottenuto per una durata pari al tempo di corrivazione è infatti nettamente superiore a quello corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 500 anni.

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

1.5 Verifica idraulica dell' opera di attraversamento maggiore (A4)

Per l' opera di attraversamento principale (attraversamento del Torrente Salvia) la verifica di compatibilità idraulica è stata condotta in regime di moto permanente e nelle seguenti condizioni:

- ANTE OPERAM- simulando l'attraversamento nella configurazione esistente;
- POST OPERAM- in presenza dell'opera progettata nella configurazione definitiva.

In particolare, si è verificato che al passaggio della piena con $T=200$ anni, fosse assicurato un minimo franco di sicurezza superiore dell'altezza cinetica della corrente e comunque maggiore di 1,00 m.

5.1.2 *Studio della propagazione dell'onda di piena per moto permanente*

5.1.2.1 Modello idraulico utilizzato

Al fine di valutare gli effetti delle interferenze indotte dalla presenza dell'attraversamento in corrispondenza della sezione A4, la propagazione dell' onda di piena lungo il torrente Salvia può essere studiata per mezzo di una simulazione numerica con codice di calcolo, opportunamente verificato e validato, che sia in grado di tener conto di tutti i parametri e di tutte le condizioni che possono portare a sensibili scostamenti dei risultati, quali ad esempio: il coefficiente di scabrezza nell'alveo, la presenza di ostacoli artificiali o naturali (ponti, viadotti, traverse, rilevati, etc), forti variazioni longitudinali e trasversali dell'andamento dell'alveo.

A tal fine è stato scelto come codice di calcolo per la determinazione dell'idrogramma di piena e della propagazione dell'onda di piena, il modello matematico HEC-RAS prodotto dal Hydrologic Engineering Center del U.S Army Corp .

HEC-RAS è un sistema integrato di software che consente di simulare il moto di una corrente a superficie libera unidimensionale in condizioni sia di moto permanente (steady flow) che di moto vario (unsteady flow), permettendo di tracciarne i vari profili idraulici. Tale software consente, inoltre di simulare le variazioni lungo la sezione trasversale del coefficiente di scabrezza, la presenza di confluente, la presenza nell'alveo di sacche, di argini, di zone inattive ai fini del deflusso della corrente (come le pile di un ponte ad esempio) ed inoltre permette di

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

calcolare le perdite di carico dovute alla contrazione ed all'espansione della corrente o alla presenza di risalti idraulici.

In virtù delle potenzialità di HEC-RAS, sopra brevemente elencate, e della sua vasta applicazione sia in campo nazionale che internazionale a casi reali e di ricerca, si è ritenuta idonea una sua applicazione al presente caso di studio.

I dati di input iniziali che il modello richiede sono le caratteristiche geometriche delle varie sezioni trasversali in cui l'intera asta fluviale viene suddivisa. I dati geometrici richiesti riguardano: le coordinate x-y dei vari punti della sezione, il valore del coefficiente di scabrezza, la distanza parziale dalla sezione trasversale successiva a valle, la geometria delle eventuali aree inattive presenti.

Sono state dunque individuate le sezioni trasversali più significative per la rappresentazione dell'alveo facendo cura a comprendere tutte quelle sezioni in cui si manifesta un cambio sostanziale della sezione o dove sono presenti strutture che possono influenzare il normale deflusso della corrente (ponti, traverse etc). Nel presente studio, utilizzando i dati ottenuti da un apposito rilevamento topografico, sono state individuate 29 sezioni per il Torrente Salvia e si è proceduto all'inserimento di tali dati nel modello.

Il software consente di inserire delle sezioni trasversali fittizie, in aggiunta a quelle reali, ottenute attraverso l'interpolazione di due successive sezioni reali. Tale operazione consente di assicurare una discretizzazione spaziale tale da rendere la geometria dell'alveo gradualmente variata lungo il corso del fiume. La mera osservazione qualitativa delle sezioni palesa l'evidente differenza tra due sezioni successive. Per ridurre tale variabilità sono state inserite delle sezioni interpolanti in maniera tale da far sì che tra due sezioni non vi siano più di 5m.

5.1.2.2 Equazioni di base del modello idraulico HEC-RAS

Le equazioni che governano le correnti a pelo libero in moto vario sono quelle di De Saint Venant, valide nelle ipotesi di corrente gradualmente variata e pendenza d'alveo contenuta.

Le equazioni di De Saint Venant si compongono dell'equazione di continuità e l'equazione di bilancio di massa, applicate ad un assegnato tronco fluviale.

Nell'ipotesi di fluido incomprimibile, l'equazione di continuità si scrive come:

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial t} - q_e = 0 \quad (1)$$

dove:

Q è la portata fluviale;

A è l'area bagnata;

S è l'area di accumulo, cioè l'area della sezione che non contribuisce al deflusso;

q_e è la portata per unità di larghezza dovuta agli apporti laterali.

L'equazione del moto si scrive come:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Q \cdot V)}{\partial x} + g \cdot A \cdot \left(\frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right) = 0 \quad (2)$$

dove:

V è la velocità;

Q è la portata;

S_f è la cadente.

Le equazioni (1) e (2) sono di tipo differenziale e non lineari; possono essere quindi risolte per via iterativa o mediante tecniche di linearizzazione.

La risoluzione di dette equazioni differenziali è effettuata da HEC-RAS utilizzando uno schema implicito alle differenze finite a quattro nodi, definito in letteratura come box scheme, nel quale deve essere indicato un peso di discretizzazione temporale θ . Questo schema risulta incondizionatamente stabile per valori di θ compresi tra 0.5 e 1, condizionatamente stabile per θ uguale a 0.5 e instabile per $\theta < 0.5$; nella realtà, soprattutto in presenza di strutture che alterino drasticamente la geometria della sezione, possono presentarsi situazioni in cui la stabilità del sistema di risoluzione non è garantita.

Il modello HEC-RAS consente di modellare l'effetto indotto sulla corrente dalla presenza di attraversamenti fluviali, nel caso che il deflusso attraverso il ponte avvenga a pelo libero ma anche in pressione. La perdita d'energia causata dal ponte è

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettista</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

divisa in tre parti: in primo luogo le perdite che si hanno nella zona immediatamente a valle del ponte dove, generalmente, si ha un'espansione della corrente. Sono poi considerate le perdite d'energia che si verificano durante l'attraversamento del ponte, nonché le perdite che si hanno immediatamente a monte, ove la corrente subisce una contrazione.

Per lo studio del deflusso attraverso un ponte HEC-RAS fa riferimento a quattro sezioni fluviali trasversali: sezione a monte del ponte, sezione di ingresso al ponte, sezione in uscita al ponte e sezione a valle del ponte.

Il modello di calcolo consente di simulare:

- il deflusso a pelo libero al di sotto dell'impalcato;
- il deflusso in pressione al di sotto dell'impalcato;
- la combinazione del deflusso in pressione e del deflusso con scavalco dell'impalcato stesso (funzionamento a stramazzo).

5.1.2.3 Deflusso a pelo libero al di sotto dell'impalcato

Il calcolo del deflusso a pelo libero al di sotto dell'impalcato può essere effettuato utilizzando diverse soluzioni:

- Metodo del bilancio energetico (*Standard Step*);
- Metodo del bilancio dei momenti (*Momentum Balance*).

Il metodo del bilancio energetico si basa sulla risoluzione per via iterativa (standard step) dell'equazione bilancio energetico:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} - h_e \quad (3)$$

dove:

Y_1 e Y_2 sono le altezze d'acqua riferite al fondo dell'alveo;

Z_1 e Z_2 sono le altezze del fondo rispetto ad una quota di riferimento;

V_1 e V_2 sono le velocità medie della corrente nelle due sezioni estreme del tronco fluviale considerato;

α_1 e α_2 sono i coefficienti di ragguaglio delle potenze cinetiche;

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>PIRELLA</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

h_e è la perdita di carico tra le due sezioni considerate.

Il termine h_e dipendente sia dalle perdite per attrito che da quelle per contrazione ed espansione può essere valutato mediante la relazione:

$$h_e = L \cdot S_f + C \cdot \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (4)$$

dove:

L è la lunghezza del tronco considerato;

S_f è la cadente media tra le due sezioni;

C è il coefficiente di perdita di carico per contrazione o espansione.

Il primo termine dell'equazione rappresenta la perdita totale per attrito, prodotto tra la distanza tra le due sezioni e la cadente media. Il programma prevede diverse possibilità di calcolo della cadente, che viene determinata presupponendo una suddivisione dell'alveo in sottosezioni all'interno dei quali la velocità possa ritenersi con buona approssimazione costante.

Il secondo termine dell'equazione per il calcolo delle perdite di carico rappresenta invece il contributo dovuto alla contrazione ed espansione dell'area bagnata; tali perdite sorgono nel momento in cui si abbia un allargamento o restringimento della sezione che determini una situazione di corrente non lineare. Il coefficiente C varia in un intervallo compreso tra 0.1 e 1 per correnti subritiche, mentre in caso di correnti veloci generalmente si assumono valori inferiori.

L'altezza del pelo libero, in riferimento ad un'assegnata sezione, viene determinato mediante una risoluzione iterativa delle equazioni (3) e (4).

Con tale metodo il modello tratta la sezione in cui è presente il ponte esattamente come le altre, ad eccezione del fatto che l'area occupata dalla struttura viene sottratta dall'area totale e che il perimetro bagnato risulta incrementato per via del contributo dato dal ponte stesso. Poiché le perdite totali sono funzione delle perdite per attrito e delle perdite per contrazione ed espansione, occorre definire in questa fase i coefficienti necessari per il calcolo. In particolare, essendovi variazioni di velocità anche notevoli, il coefficiente di contrazione e soprattutto quello di espansione risulteranno sensibilmente maggiori dei valori assunti per i normali tronchi fluviali.

Il metodo del bilancio dei momenti (*Momentum Balance*) si basa invece sull'applicazione dell'omonima equazione tra le quattro sezioni fluviali in precedenza descritte.

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>PIRELLA</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Per il deflusso a pelo libero, il modello utilizzando il metodo dei momenti (*Momentum Balance*) uguaglia i momenti fra la sezione di monte e di valle del manufatto attraverso tre passi successivi:

1) tra sezione esterna di valle (sezione 2) e sezione interna di valle (sezione D):

$$(My)_D + (Mq)_D = (My)_2 - (Mq)_D + F_f - W_x$$

2) tra sezione interna di valle (sezione D) e sezione interna di monte (sezione U):

$$(My)_U + (Mq)_U = (My)_D - (Mq)_D + F_f - W_x$$

3) tra sezione interna di monte (sezione U) e sezione esterna di monte (sezione 1):

$$(My)_1 + (Mq)_1 = (My)_U - (Mq)_U + (My)_p + \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \left(\frac{Ap_1}{A_1} \right) \cdot (Mq)_1 + F_f - W_x$$

avendo indicato con:

$My = A \cdot Y$ prodotto dell'area per la distanza verticale tra il pelo libero e il centro di gravità delle sezioni di deflusso.

$$Mq = \frac{Q^2}{g \cdot A}$$

C_D coefficiente di "drag" variabile in funzione della forma delle pile.

F_f forza dovuta all'attrito sul fondo e sulle pareti.

W_x forza peso nella direzione del flusso.

p pedice di riferimento della sola sezione bagnata delle pile.

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

5.1.2.4 Deflusso in pressione al di sotto dell'impalcato

Il funzionamento in pressione è simulato mediante la formulazione propria dell'efflusso da luce:

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{2gH}$$

dove

$Q[mc/s]$ è la portata defluita attraverso la luce di area $A[mq]$, $H[m]$ è il dislivello tra il carico totale di monte ed il pelo libero a valle e C è il cosiddetto coefficiente di efflusso.

Il programma prevede la messa in pressione della struttura quando, secondo la scelta dell'utente, il carico totale o la quota del pelo libero risultano superiori alla quota dell'intradosso dell'impalcato.

Combinazione del deflusso in pressione e del deflusso con scavalcamento dell'impalcato stesso (funzionamento a stramazzo)

Il funzionamento a stramazzo è simulato attraverso la formulazione standard:

$$Q = C \cdot L \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

dove

$Q[mc/s]$ è la portata defluita sulla soglia di larghezza $L[m]$ e $H[m]$ è il dislivello tra il carico totale di monte e la quota della soglia e C è il coefficiente di efflusso, variabile in funzione del tipo di stramazzo e del carico sopra la soglia.

Nel caso di funzionamento combinato di moto in pressione con scavalcamento del ponte (stramazzo) l'entità delle portate stramazzeanti e defluenti al di sotto dell'impalcato viene determinata attraverso una procedura iterativa combinando le equazioni che regolano i due fenomeni.

Il modello permette all'utente di utilizzare, per lo studio di ogni ponte, ciascuno dei metodi sopra citati o eventualmente di selezionarli entrambi; il software provvede a restituire il profilo che prospetta la situazione caratterizzata da maggior criticità.

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

5.1.2.5 Condizioni al contorno in moto permanente

In regime di moto permanente, le condizioni al contorno possono essere definite in HEC-RAS imponendo il rispetto della scala di deflusso di moto uniforme, oppure mediante la specifica di un idrogramma ovvero un'altezza idrometrica nota; oppure, in ultima analisi, imponendo sia l'idrogramma che l'altezza assegnata.

Nel presente studio sono state poste come condizioni al contorno di monte e di valle le corrispondenti altezze di moto uniforme relative alle portate di verifica.

Risultati delle simulazioni

Il punto focale di una modellazione matematica è quello di descrivere in maniera quanto più accurata possibile i fenomeni fisici che caratterizzano il sistema in esame. La modellazione di un fenomeno fisico con strumenti matematici è, come l'accorto lettore ben sa, una visione approssimativa della realtà. Le approssimazioni che il modellatore realizza sono necessarie se si vuole in qualche modo quantificare e di conseguenza governare un fenomeno.

Questo studio è realizzato con un modello matematico che, seppure molto avanzato riconosciuto e utilizzato largamente, è, e rimane, un modello della realtà. Sta al modellatore accogliere e validare i risultati delle simulazioni ben conscio dei limiti dello strumento che l'ha condotto ai risultati.

Il modello di calcolo utilizzato nel presente studio è in grado di fornire per tutte le sezioni dell'alveo considerate, al variare del tempo, il valore delle seguenti grandezze idrauliche caratteristiche dell'onda di piena simulata:

- livello idrico.
- portata;
- carico idraulico totale ;
- velocità.

Ancora, il modello consente la definizione degli involucri:

- delle portate massime;
- delle massime velocità della corrente;

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

- dei massimi livelli idrici;
- dei massimi carichi idraulici totali;

5.1.3 *Risultati delle simulazioni dell'attraversamento del torrente Salvia (A4)*

Negli elaborati da 4.1.4 a 4.1.8 sono state riportate sia sotto forma tabellare che in rappresentazione grafica i risultati delle simulazioni in condizioni ante e post – operam.

Con riferimento alla configurazione esistente, i risultati delle simulazione della piena a Tr=200 anni mostrano un ampia zona di allagamento a ridosso del ponte, conseguenza dell'effetto di restringimento della sezione idraulica della piena esercitato dalla presenza del ponte stesso.

Inoltre, le verifiche statiche effettuate sull'opera attualmente esistente hanno evidenziato l'esigenza di demolire l'opera e di ricostruirla.

Al nuovo ponte progettato è stata assegnata una nuova sezione idraulica, comunque sufficiente a convogliare in sicurezza le acque del torrente Salvia e che è risultata pari a 31.50 x 3.7 m. Tale nuova sezione, aumentata la luce netta di passaggio della corrente, è stata pensata per cercare di ridurre le interferenze dell'attraversamento sul naturale percorso dei deflussi. Al fine di evitare che la piena possa andare a danneggiare il rilevato stradale immediatamente a ridosso del ponte, in lato sx idraulica è stato previsto un muro in gabbioni di pietra che si raccorda con le spalle del ponte.

Inoltre, in corrispondenza dell'attraversamento e nella zona immediatamente a monte e a valle dello stesso, al fine di proteggere il fondo dell'alveo da eventuali fenomeni erosivi e di escavazione conseguenti alla formazione di risalti idraulici è stato previsto di rivestire il fondo dell'alveo con un materasso reno da 0.30 m di spessore. Nel paragrafo successivo si riporta la verifica all'erosione condotta con il metodo delle tensioni di trascinamento.

I risultati delle simulazioni (post-opera) condotte ipotizzando la presenza del nuovo ponte hanno infatti evidenziato la riduzione dell'area di allagamento nella zona a monte immediatamente a ridosso del ponte a monte del ponte. Le superfici esondate nelle condizioni post-opera risultano ridotte così come la velocità della corrente, ottenendo in tal modo un'attenuazione del potere erosivo del torrente. Anche il franco idraulico di un metro in corrispondenza dell'attraversamento risulta essere rispettato per la piena con Tr=200 anni.

5.1.4 *Verifica della resistenza all'erosione con il metodo delle tensioni di trascinamento*

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Il calcolo della resistenza all'erosione di una sezione può essere eseguita calcolando la velocità della corrente e gli sforzi tangenziali prodotti dalla corrente e controllando se il materiale che costituisce il letto del fiume può resistere senza subire danni permanenti.

Il metodo maggiormente utilizzato è quello conosciuto col nome di “metodo delle tensioni di trascinamento”. Si può applicare a qualsiasi tipo di materiale, tuttavia è necessario che il materiale utilizzato abbia una resistenza agli sforzi tangenziali nota. I valori di resistenza agli sforzi tangenziali dei tipi più comuni di letto e di materiale da protezione sono disponibili in letteratura tecnica.

Ai fini della valutazione degli effetti antiersivi è necessario che lo sforzo tangenziale effettivo prodotto dalla corrente su ciascun punto della sezione sia minore dello sforzo tangenziale massimo agente sulla superficie del canale.

Il metodo delle tensioni di trascinamento asserisce che se lo sforzo tangenziale effettivo è maggiore dello sforzo tangenziale massimo tollerabile dalla superficie avviene un trasporto dinamico delle sostanze colloidali e successivamente del materiale più grossolano. L'erosione crea instabilità su un tratto di argine e successivamente progredisce interessando aree più estese. Gli sforzi tangenziali effettivi vengono calcolati utilizzando i criteri idraulici convenzionali.

Gli sforzi tangenziali massimi tollerabili dipendono dal tipo di protezione e dalla loro resistenza alla corrente.

Lo sforzo tangenziale effettivo agente su ogni punto della superficie del canale viene calcolato usando la seguente formula:

$$\tau_b = k_1 k_2 \gamma_w y_i i_{\text{fiume}}$$

dove

k_1 = coefficiente di curvatura (maggiore di 1 solamente per punti situati su tratti pendenti esterni di argini curvi). In questo caso i valori suggeriti vengono riportati nella tabella 1)

k_2 = coefficiente angolare: pari ad 1 per punti situati su superfici orizzontali, pari a 0.75 per superfici inclinate

γ_w = peso specifico dell'acqua

y_i = livello dell'acqua nel punto considerato

i_{fiume} = pendenza dell'alveo lungo il tratto preso in esame

Nel coefficiente k_1 viene considerato un incremento di sforzo tangenziale sulla sponda esterna di un tratto in curva come conseguenza dell'accelerazione centrifuga.

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA 		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE		 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

I valori del coefficiente k_1 sono riportati nella letteratura e dipendono dalla curvatura e dalla larghezza del corso d'acqua.

Tabella 1 – k_1 coefficiente di curvatura

Raggio di curvatura / Larghezza W.S.	k_1 (coefficiente di curvatura)
8.0	1.2
6.0	1.4
4.5	1.6
3.2	1.8
2.0	2.0

Poiché il valore dello sforzo di taglio effettivo varia in funzione dell'altezza del livello dell'acqua nel punto di rilevamento y_i , la verifica è stata condotta con riferimento al punto più basso per ciascuna sezione.

Nell'intervento in progetto si è previsto la posa in opera di un massi sciolti di pezzatura minima 0.50m di diametro, che corrispondo a circa 500kg di peso, per la protezione del fondo dell'alveo nella zona immediatamente a monte e a valle del ponte sul torrente Salvia

La verifica all'erosione è stata condotta per le sezioni idrauliche dalla 9 alla 7. Nella tabella 2 si riportano i risultati delle verifiche condotte.

Tabella 2– Risultati della verifica condotta con il metodo delle tensioni di trascinamento

		Quota fondo	Quota sup. idrica	Tirante idrico a Tr=200 anni	velocità media nella sezione					
				γ_i		k_1	k_2	γ_w	i_{fiume}	τ_b
		m	m	m	m/s			N/m ³		
sez.	9	33.07	34.73	1.66	3.89	1	1	1000	0.041	67.4
sez.	8	32	33.94	1.94	4.73	2	1	1000	0.057	221.1
sez.	7.99	31.73	33.75	2.02	4.9	2	1	1000	0.076	307.8
sez.	7.98	31.71	34.36	2.65	1.65	1	1	1000	0.003	8.2
sez.	7.97	31.69	34.32	2.63	1.66	1	1	1000	0.001	2.6
sez.	7.96	31.68	34.27	2.59	1.81	1	1	1000	1E-04	0.3
sez.	7	32	33.8	2.12	3.34	1	1	1000	0.001	2.2
sez.	6	31.63	33.72	2.09	2.66	1	1	1000	2E-04	0.4
sez.	5	31.63	33.63	2	2.69	1	1	1000	0.005	9.7

I valori precedentemente calcolati di portata e tiranti idraulici sono stati utilizzati per le verifiche e per il dimensionamento della protezione del fondo del torrente.

Si sono utilizzate le formule di Shields (1936) per il calcolo della tensione tangenziale critica, formula adeguata da Armanini per valori del tirante h

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 (MANDATARIA)	 (MANDANTE)	 (MANDANTE)

confrontabile con il diametro d del masso, che permette il movimento del materiale di un determinato diametro:

$$\tau_{cr} = 0.06(\gamma_s - \gamma)d \left[1 + 0.67 \left(\frac{d}{h} \right)^{0.5} \right].$$

Dove d è il diametro medio del massi, h il tirante idraulico.

Nel caso in cui il tirante idraulico fosse decisamente maggiore delle dimensioni dei massi la formula percepente diventa:

$$\tau_{cr} = 0.06(\gamma_s - \gamma)d.$$

I massi che si sono previsti per la sistemazione allo sbocco degli scotolari hanno un peso minimo di 0,5t, che comporta un diametro medio di 0,5m.

Il valore della tensione tangenziale critica per questi massi è:

$$\tau_{cr} = 419 \text{ N/m}^2$$

Confrontando tali risultati con i valori della tensione di trascinamento generati dalla corrente in piena, si ottiene che la tensione tangenziale della corrente è inferiore alla tensione critica del masso:

$$\tau_b < \tau_{cr}$$

La protezione di massi prevista è verificata.

5.1.5 *Calcolo dell'intensità di pioggia critica per l'attraversamento maggiore (A4)*

Al fine di stimare in quali condizioni il sistema degli attraversamenti idraulici minori viene messo in crisi, qui di seguito viene calcolata l'intensità di pioggia critica per ciascuno di essi.

Utilizzando i valori massimi di portata desumibili dalle tabelle seguenti in corrispondenza del grado di riempimento pari al 97% ed utilizzando a ritroso la formula razionale, si ricava l'intensità di pioggia critica per una durata dell'evento pari al tempo di corrivazione del bacino.

$$i_{tc} = \frac{360 \times Q}{\phi \times S} \quad [\text{mm/ora}] \quad \Rightarrow \quad h_{tc} = i_{tc} \times t_c$$

dove:

Φ è il valore del coefficiente d'efflusso medio del bacino afferente alla sezione di calcolo;

i_{tc} è l'intensità media della pioggia in [mm/h] di durata pari al tempo di corrivazione t_c del bacino e corrispondente ad un dato tempo ritorno T ;

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 (MANDATARIA)	 (MANDANTE)	STUDIO <small>Parma</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

S è la superficie del bacino, espressa in ettari [ha], sottesa dalla sezione di calcolo considerata.

Si avrà, quindi:

BACINO	S	t _c	% IMP	φ	i _{t,500}	Q _{t,500}	Max Q _{moto} uniforme	i _{tc}	h _{tc} =i _{tc} *t _c
	km ²	[ore]			[mm/ora]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[mm/ora]	[mm]
A4	21,29	3,11	0,1	0,44	41,36	107,60	514,02	197,57	615,28

Si può osservare come le sezioni idrauliche adottate siano cautelative: i valori di i_{tc} ottenuti per una durata pari al tempo di corrivazione sono infatti nettamente superiori a quelli corrispondenti ad un tempo di ritorno pari a 500 anni.

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA 		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE		 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>PIRELLA</small> IUDICE <small>S.r.l.</small> (MANDANTE)

Verifica attraversamento del Torrente Salvia- Prog. 1+253,37 - SEZ. A4

Sezione rettangolare

Larghezza 31.5 m
Altezza 3.7 m
i 0.004
Ks 35 [m^{1/3} s⁻¹]

A = area bagnata
B = larghezza pelo libero
P = perimetro bagnato
R = A/P= raggio idraulico della sez.

Formula di Chezy

$$Q = A \cdot v = A \cdot K_s \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

Riempimento %	h m	B m	P m	A m ²	R m	χ	v m/s	Q m ³ /s	Franco m	Franco %
0.00	0	31.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70	1.00
0.03	0.1	31.50	31.70	3.15	0.10	23.82	0.47	1.50	3.60	0.97
0.05	0.2	31.50	31.90	6.30	0.20	26.71	0.75	4.73	3.50	0.95
0.08	0.3	31.50	32.10	9.45	0.29	28.55	0.98	9.26	3.40	0.92
0.11	0.4	31.50	32.30	12.60	0.39	29.92	1.18	14.89	3.30	0.89
0.14	0.5	31.50	32.50	15.75	0.48	31.02	1.37	21.51	3.20	0.86
0.16	0.6	31.50	32.70	18.90	0.58	31.94	1.54	29.03	3.10	0.84
0.19	0.7	31.50	32.90	22.05	0.67	32.74	1.70	37.38	3.00	0.81
0.22	0.8	31.50	33.10	25.20	0.76	33.44	1.85	46.51	2.90	0.78
0.24	0.9	31.50	33.30	28.35	0.85	34.07	1.99	56.37	2.80	0.76
0.27	1	31.50	33.50	31.50	0.94	34.64	2.12	66.92	2.70	0.73
0.30	1.1	31.50	33.70	34.65	1.03	35.16	2.26	78.14	2.60	0.70
0.32	1.2	31.50	33.90	37.80	1.12	35.64	2.38	89.97	2.50	0.68
0.35	1.3	31.50	34.10	40.95	1.20	36.08	2.50	102.41	2.40	0.65
0.38	1.4	31.50	34.30	44.10	1.29	36.50	2.62	115.42	2.30	0.62
0.41	1.5	31.50	34.50	47.25	1.37	36.88	2.73	128.99	2.20	0.59
0.43	1.6	31.50	34.70	50.40	1.45	37.25	2.84	143.09	2.10	0.57
0.46	1.7	31.50	34.90	53.55	1.53	37.59	2.94	157.69	2.00	0.54
0.49	1.8	31.50	35.10	56.70	1.62	37.91	3.05	172.80	1.90	0.51
0.51	1.9	31.50	35.30	59.85	1.70	38.22	3.15	188.37	1.80	0.49
0.54	2	31.50	35.50	63.00	1.77	38.51	3.24	204.42	1.70	0.46
0.57	2.1	31.50	35.70	66.15	1.85	38.79	3.34	220.90	1.60	0.43
0.59	2.2	31.50	35.90	69.30	1.93	39.05	3.43	237.82	1.50	0.41
0.62	2.3	31.50	36.10	72.45	2.01	39.31	3.52	255.17	1.40	0.38
0.65	2.4	31.50	36.30	75.60	2.08	39.55	3.61	272.92	1.30	0.35
0.68	2.5	31.50	36.50	78.75	2.16	39.79	3.70	291.06	1.20	0.32
0.70	2.6	31.50	36.70	81.90	2.23	40.01	3.78	309.59	1.10	0.30
0.73	2.7	31.50	36.90	85.05	2.30	40.23	3.86	328.50	1.00	0.27
0.76	2.8	31.50	37.10	88.20	2.38	40.43	3.94	347.77	0.90	0.24
0.78	2.9	31.50	37.30	91.35	2.45	40.64	4.02	367.40	0.80	0.22
0.81	3	31.50	37.50	94.50	2.52	40.83	4.10	387.37	0.70	0.19
0.84	3.1	31.50	37.70	97.65	2.59	41.02	4.17	407.68	0.60	0.16
0.86	3.2	31.50	37.90	100.80	2.66	41.20	4.25	428.32	0.50	0.14
0.89	3.3	31.50	38.10	103.95	2.73	41.37	4.32	449.29	0.40	0.11
0.92	3.4	31.50	38.30	107.10	2.80	41.54	4.39	470.56	0.30	0.08
0.95	3.5	31.50	38.50	110.25	2.86	41.71	4.46	492.14	0.20	0.05
0.97	3.6	31.50	38.70	113.40	2.93	41.87	4.53	514.02	0.10	0.03
1.00	3.7	31.50	70.40	116.55	1.66	38.07	3.10	361.05	0.00	0.00

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

1.6 Verifica idraulica delle opere di intercettazione e smaltimento delle acque di piattaforma

5.1.6 Il sistema di intercettazione e smaltimento delle acque di piattaforma che interessano la viabilità principale

Relativamente allo smaltimento delle acque di piattaforma della viabilità principale, ai margini di ciascuna delle due banchine è stata prevista una canaletta di drenaggio grigliata con sezione trasversale di dimensioni interne pari a 30x15 cm; 30x30 cm ; oppure 50x50 cm. In tal modo, le acque di piattaforma verranno intercettate dalle griglie e convogliate mediante le canalette in corrispondenza dei punti in cui sono state previste delle vasche di trattamento delle acque di prima pioggia. In particolare, il progetto definitivo di ammodernamento della SP 46 Ispica Pozzallo prevedeva la realizzazione di 4 vasche di prima pioggia dalle quali le acque di prima pioggia trattate e le acque di seconda pioggia sarebbero state avviate agli scarichi diretti nei corpi idrici ricettori vicini.

In questa fase di progettazione, relativa alla realizzazione del I Stralcio Funzionale, per non stravolgere quanto previsto in fase di progetto definitivo si è deciso, momentaneamente, di avviare direttamente al corpo idrico ricettore le acque di piattaforma pertinenti al primo svincolo (dalla sez. 1 alla sez. 7). A tal fine sono state previste due canalette ad embrici che permettono di avviare ai fossi di guardia le acque di piattaforma drenate dalle canalette drenanti. Tali acque saranno quindi scaricate all'impluvio in prossimità del tombino idraulico presente nella sezione di chiusura A5 (ramo dx dello svincolo 1).

Le acque di piattaforma pertinenti al tratto di tracciato stradale compreso tra la sez. 7 e la sez. 66a verranno invece avviate verso il punto in cui dal progetto definitivo era prevista la realizzazione di una vasca di prima pioggia di 70 m³. Poiché, a causa della mancanza di risorse economiche tale vasca non potrà essere realizzata nell'ambito del presente primo Stralcio funzionale del progetto, tali acque verranno scaricate direttamente nel torrente Salvia. Tale scarico avverrà mediante un collettore in PEAD corrugato DN 700 mm che, per superare le interferenze con i muri di sponda del torrente Salvia, in corrispondenza dello sbocco verrà staffato al muro in c.a. Stessa soluzione è stata prevista per lo scarico nel Salvia delle acque di monte drenate dal fosso di guardia posto tra la sez. 69 e 70 a (in corrispondenza dello svincolo 2) a protezione del rilevato stradale. In tal caso le acque dal fosso di guardia vengono avviate ad un pozzetto dal quale di diparte un collettore in PEAD corrugato DN 700 mm che, per superare le interferenze con i muri di sponda del torrente Salvia, in corrispondenza dello sbocco verrà staffato al muro in c.a.

Infine le acque di piattaforma pertinenti al tratto di tracciato stradale compreso tra la sezione 67 e la sezione 76 verranno avviate alla vasca di prima pioggia che sarà realizzata in prossimità della sezione 80 (progr. Km 1+500,00). Da tale vasca poi le

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

acque di prima pioggia trattate e le acque di seconda pioggia verranno scaricate in un impluvio vicino che affluisce nel torrente Salvia.

La scelta di utilizzare delle canalette grigliate come sistema di smaltimento delle acque di piattaforma, è stata dettata dalla necessità di limitare il più possibile la profondità di scavo per la rete drenante. La presenza di diversi tombini idraulici lungo il tracciato, avrebbe infatti determinato numerose interferenze con la rete drenante. In tal modo, nel progetto definitivo dell'intera opera, si è evitato di dover prevedere la demolizione di alcuni tombini idraulici preesistenti.

5.1.7 Verifica idraulica dei fossi di guardia

La sezione adottata per il fosso di guardia ha la forma trapezia con una base minore di 50 cm (onde permettere ai mezzi meccanici di rimuovere i materiali depositati dalla corrente o affluiti dalle sponde); l'inclinazione delle sponde è stata stabilita in funzione della natura del terreno (ove viene realizzato il canale) e del materiale con cui viene realizzato il rivestimento. La scarpa è compresa fra 1/1 (per terreni prevalentemente argillosi, compatti, con sponde rivestite in zolle) e 2/1 (nel caso di terreni sciolti). Inoltre le sponde e il fondo del fosso saranno rivestite con calcestruzzo magro. Questa soluzione consente notevoli economie nella manutenzione rispetto ai fossi con sponde in terra; infatti, il rivestimento in c.l.s. fa sì che le opere d'arte non necessitino di periodici lavori di risagomatura e asportazione della vegetazione, la quale potrebbe condizionare il libero deflusso delle acque.

Tali canali non devono essere molto profondi, in modo da mantenere la velocità massima della corrente entro limiti accettabili e contenere, al tempo stesso, le spese di costruzione; è altresì preferibile adoperare una larghezza non eccessiva per evitare che si verifichino velocità troppo basse per le portate più piccole.

Per i fossi con sponde in cls, la velocità della corrente deve essere compresa tra un valore massimo (4.5 m/sec.), tale da evitare le erosioni delle pareti e del fondo, ed un minimo tale da evitare depositi (0.3 m/sec.).

Per la determinazione della portata massima che può defluire attraverso il fosso di guardia, si applica la nota relazione di Chezy:

$$Q = A \cdot v = A \cdot K_s \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

con:

K_s posto pari a $75 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$, corrispondente a manufatti in calcestruzzo in servizio con incrostazioni e depositi,

Larghezza della base minore = 0.5 m

Profondità della sezione = 0.5 m

scarpa = 1

$i = 0.1\%$ pendenza del fosso di guardia.

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA 		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE		 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Di seguito nella figura 14 e nella tabella 13 si riportano le scale delle portate di moto uniforme delle sezioni fosso di guardia

Scala delle portate di moto uniforme - sezione fosso di guardia

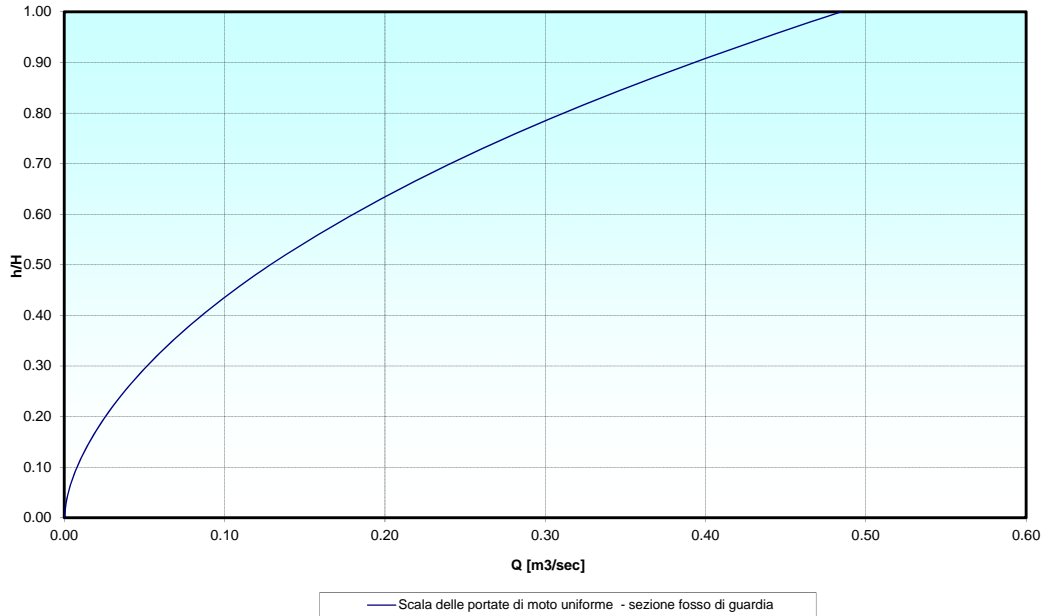


Figura 14: Scala delle portate di moto uniforme delle sezioni fosso di guardia

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA 		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE		 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Verifica Fosso di guardia										
Sezione trapezia aperta			A = area bagnata			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Formula di Chezy $Q = A \cdot v = A \cdot K_s \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$ </div>				
Base minore	0.5 m		B = larghezza pelo libero							
Altezza	0.5 m		P = perimetro bagnato							
i	0.001		R = A/P= raggio idraulico della sez.							
scarpa	1									
Ks	75 m ^{1/3} s ⁻¹									
Riempimento %	h m	B m	P m	A m ²	R m	χ	v m/s	Q m ³ /s	Franco m	Franco %
0.00	0	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.00
0.04	0.02	0.54	0.56	0.01	0.02	38.63	0.17	0.00	0.48	0.96
0.08	0.04	0.58	0.61	0.02	0.04	42.94	0.25	0.01	0.46	0.92
0.12	0.06	0.62	0.67	0.03	0.05	45.55	0.32	0.01	0.44	0.88
0.16	0.08	0.66	0.73	0.05	0.06	47.42	0.38	0.02	0.42	0.84
0.2	0.1	0.70	0.78	0.06	0.08	48.88	0.43	0.03	0.40	0.80
0.24	0.12	0.74	0.84	0.07	0.09	50.08	0.47	0.04	0.38	0.76
0.28	0.14	0.78	0.90	0.09	0.10	51.10	0.51	0.05	0.36	0.72
0.32	0.16	0.82	0.95	0.11	0.11	51.98	0.55	0.06	0.34	0.68
0.36	0.18	0.86	1.01	0.12	0.12	52.77	0.58	0.07	0.32	0.64
0.4	0.2	0.90	1.07	0.14	0.13	53.47	0.61	0.09	0.30	0.60
0.44	0.22	0.94	1.12	0.16	0.14	54.12	0.64	0.10	0.28	0.56
0.48	0.24	0.98	1.18	0.18	0.15	54.71	0.67	0.12	0.26	0.52
0.52	0.26	1.02	1.24	0.20	0.16	55.26	0.70	0.14	0.24	0.48
0.56	0.28	1.06	1.29	0.22	0.17	55.77	0.73	0.16	0.22	0.44
0.6	0.3	1.10	1.35	0.24	0.18	56.25	0.75	0.18	0.20	0.40
0.64	0.32	1.14	1.41	0.26	0.19	56.70	0.77	0.20	0.18	0.36
0.68	0.34	1.18	1.46	0.29	0.20	57.13	0.80	0.23	0.16	0.32
0.72	0.36	1.22	1.52	0.31	0.20	57.54	0.82	0.25	0.14	0.28
0.76	0.38	1.26	1.57	0.33	0.21	57.93	0.84	0.28	0.12	0.24
0.8	0.4	1.30	1.63	0.36	0.22	58.30	0.87	0.31	0.10	0.20
0.84	0.42	1.34	1.69	0.39	0.23	58.66	0.89	0.34	0.08	0.16
0.88	0.44	1.38	1.74	0.41	0.24	59.00	0.91	0.38	0.06	0.12
0.92	0.46	1.42	1.80	0.44	0.25	59.33	0.93	0.41	0.04	0.08
0.96	0.48	1.46	1.86	0.47	0.25	59.65	0.95	0.45	0.02	0.04
1	0.5	1.50	1.91	0.50	0.26	59.96	0.97	0.48	0.00	0.00

Tabella 13: Scala delle portate di moto uniforme delle sezioni del fosso di guardia

Assumendo un franco del 20 % dell'altezza della sezione la portata transitabile in condizioni di moto uniforme lungo il fosso di guardia sarà pari a

$$Q_{\text{moto uniforme}} = 0.31 \text{ m}^3/\text{s}$$

Confrontando tale valore di portata con le portate di progetto per i fossi di guardia, valutate nello studio idrologico (vedi elaborato 4.1.1) e corrispondenti a Tr= 25 anni e Tr= 50 anni:

$$Q_{25\text{anni}} = \frac{\phi \times i \times S}{360} = 0.170 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_{50\text{anni}} = \frac{\phi \times i \times S}{360} = 0.197 \text{ m}^3 / \text{s}$$

si può osservare che la massima portata prevedibile per Tr=50 anni defluisce nel fosso di guardia con un franco del 20%. Pertanto, la verifica idraulica risulta soddisfatta.

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

5.1.8 Verifica idraulica delle canalette di drenaggio della viabilità principale

Il dimensionamento idraulico delle canalette di drenaggio grigliate poste a bordo strada per la viabilità principale è stato condotto applicando il metodo della corrivazione associato alla formula razionale. Il metodo della corrivazione o cinematico si basa sulle seguenti ipotesi:

- la formazione della piena è dovuta unicamente ad un fenomeno di trasferimento della massa liquida;
- ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende soltanto dalla posizione del punto in cui essa è caduta;
- la velocità di ogni singola goccia d'acqua non è influenzata dalla presenza di altre gocce, ovvero ognuna di esse scorre indipendentemente dalle altre;
- la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante nella sezione di chiusura.

Il calcolo dell'onda di piena con il metodo cinematico si ottiene applicando il principio della sovrapposizione degli effetti (operazione resa possibile in conseguenza della quarta ipotesi del metodo che garantisce la linearità e la stazionarietà), ovvero sommando tutti gli idrogrammi parziali corrispondenti alle precipitazioni che nei diversi intervalli di tempo cadono sulle diverse aree in cui si è divisa l'area totale del bacino.

In tal modo è stato avviato un processo iterativo che ha consentito di ottenere per ciascuna sezione di chiusura considerata (relativa ad un dato tratto di canaletta) le dimensioni della sezione che portavano a convergenza la portata di moto uniforme con quella ottenuta applicando la formula razionale e che assicuravano il rispetto di un coeff. di riempimento inferiore al 70%. Di seguito si riportano le caratteristiche dei vari tratti di canaletta e i risultati dei calcoli effettuati.

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>PIRELLA</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Svincolo 1

Tratto tra Sezione 1 a 5a, lato Destro

Il tratto di piattaforma presenta la modalità di raccolta tipica di questo intervento, con canaletta grigliata a bordo banchina. Le dimensioni adottate per questo tratto sono 30 cm di base e 30cm di altezza. Di seguito si riporta la verifica della canaletta.

Geometria Canaletta	
b (m)	0.3
h (m)	0.3
Ks (m ^{1/3} /s)	50
∅ afflusso	0.9

Tratto 1-5a DX	
i (%)	2.47
Riemp (%)	50%
C (m)	0.60
Rh(m)	0.05
v (m/s)	0.99

tacc (min)	3
TR	25
h1,T	54.05
Q (m ³ /s)	0.044738

Sezione	Tratto canaletta	Superfici e drenata (ha)	Lunghezza (m)	Pendenza	Tempo di corrivazione (min)	ht,T (mm)	it,T (mm/ora)	Portata di progetto (m ³ /s)
5a	1-5a dx	0.063	100	0.0247	4.12	19.27	280.77	0.044

Tubazione tra Sezione 5a a tubazione in uscita

La canaletta tra le sezioni 1 e 5a del lato destro della carreggiata, colletta le acque raccolte in una tubazione che viene convogliata verso il fosso di guardia. La tubazione raccoglie inoltre le acque provenienti dalla rotatoria, attraverso della canalette di dimensioni 30cm base e 15 di altezza.

La portata generata è calcolata di seguito.

$$Q_{25\text{anni}} = \frac{\phi \times i \times S}{360} = 0.081 \text{ m}^3 / \text{s}$$

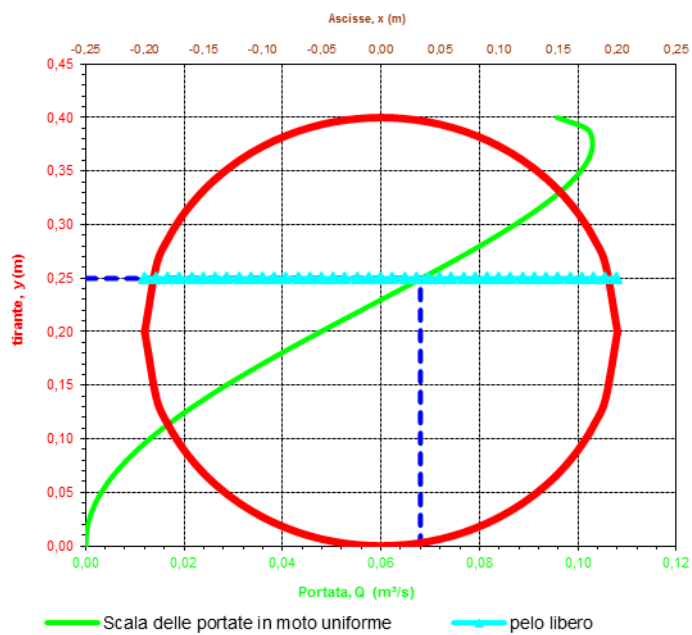
Dove:

- ∅: 0.9
- i: 249 mm/ora , calcolato per un tempo di pioggia di 5 minuti e TR25 anni
- S: 0.13 ha

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA 		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE		 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

La tubazione richiesta è un diametro 400mm, con pendenza $i=0.5\%$, Coefficiente di scabrezza $K_s= 50m^{(1/3)}/s$ di seguito verificata a moto uniforme, con un riempimento di circa il 70%.

Canale circolare
Scala di deflusso in moto uniforme
Indicazione della portata e del tirante di calcolo



PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Svincolo 1

Tratto tra Sezione 1 a 5, lato Sinistro

Il tratto di piattaforma presenta la modalità di raccolta tipica di questo intervento, con canaletta grigliata a bordo banchina. Le dimensioni adottate per questo tratto sono 30cm di base e 30cm di altezza.

Di seguito si riporta la verifica della canaletta.

Geometria Canaletta	
b (m)	0.3
h (m)	0.3
Ks m ^{1/3} /s)	60

∅ afflusso	0.9
------------	-----

Tratto 1-5 SX	
i (%)	2.47
Riemp (%)	58%
C (m)	0.65
Rh(m)	0.05
v (m/s)	1.31

tacc min)	3
TR	25
h _{1,T}	54.05

Q (m ³ /s)	0.068
-----------------------	-------

Sezione	Tratto canaletta	Superfici e drenata (ha)	Lunghezza (m)	Pendenza	Tempo di corrvazione (min)	ht,T (mm)	it,T (mm/ora)	Portata di progetto (m ³ /s)
5	1-5 sx	0.0797	100	0.0247	3.85	18.77	292.84	0.058

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Tubazione da Sez. 5 a tubazione in uscita

La canaletta tra le sezioni 1 e 5 del lato sinistro della carreggiata, colletta le acque raccolte in una tubazione che viene convogliata verso il fosso di guardia. La tubazione raccoglie inoltre le acque provenienti dalla rotatoria, attraverso della canalette di dimensioni 30cm base e 15 di altezza.

La portata generata è calcolata di seguito.

$$Q_{25anni} = \frac{\phi \times i \times S}{360} = 0.064m^3 / s$$

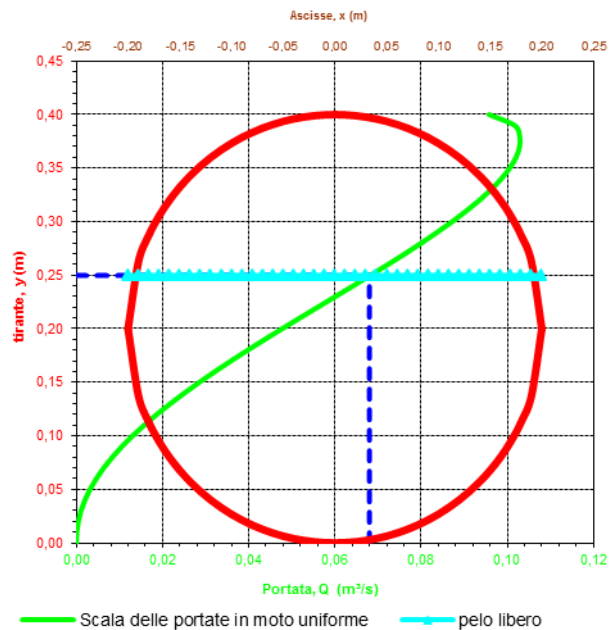
Dove:

- Ø: 0.9
- i: 249 mm/ora , calcolato per un tempo di pioggia di 5 minuti e TR25 anni
- S: 0.10 ha

La tubazione richiesta è un diametro 400mm, con pendenza $i=0.5\%$, Coefficiente di scabrezza $Ks= 50m^{(1/3)}/s$ di seguito verificata a moto uniforme, con un riempimento di circa il 60%.

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Canale circolare
Scala di deflusso in moto uniforme
Indicazione della portata e del tirante di calcolo



Svincolo 1

Tubazione di uscita

Le due tubazioni dei lati sinistro e destro di raccolta delle canalette, convogliano le acque nel fosso di guardia posto a sud dello svincolo 1. La tubazione di uscita è stata calcolata a moto uniforme con le seguenti caratteristiche.

La portata generata è calcolata di seguito.

$$Q_{25\text{anni}} = \frac{\phi \times i \times S}{360} = 0.146 \text{ m}^3 / \text{s}$$

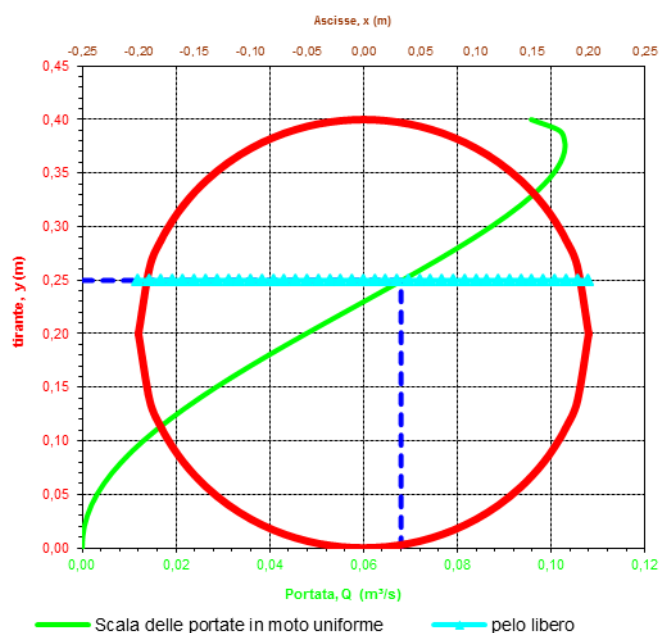
Dove:

- ϕ : 0.9
- i : 249 mm/ora , calcolato per un tempo di pioggia di 5 minuti e TR25 anni
- S : 0.235 ha

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA 		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE		 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

La tubazione richiesta è un diametro 500mm, con pendenza $i=0.5\%$, Coefficiente di scabrezza $K_s= 50m^{(1/3)}/s$ di seguito verificata a moto uniforme, con un riempimento di circa il 70%.

Canale circolare
Scala di deflusso in moto uniforme
Indicazione della portata e del tirante di calcolo



Svincolo 2

Tratto tra Sezione 57-67

Il tratto di piattaforma presenta la modalità di raccolta tipica di questo intervento, con canaletta grigliata a bordo banchina. Le dimensioni adottate per questo tratto sono 50cm di base e 50 cm di altezza.

Questa canaletta viene dimensionata considerando l'intero bacino afferente, non solo la parte compresa in questo primo stralcio, in modo che le opere idrauliche siano idonee alla realizzazione degli stralci futuri.

Il bacino complessivo drenato dalle canalette, corrisponde quindi al tratto di piattaforma compreso tra lo Svincolo 1 e l'attraversamento del torrente Salvia. L'estensione del bacino è quindi:

S tot: 1.20 ha

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Le cunette drenano ciascuna metà piattaforma, per cui la superficie drenante per il dimensionamento è pari a :

S: 0.60 ha.

Di seguito si riporta il dimensionamento della canaletta.

Geometria Canaletta	
b (m)	0.5
h (m)	0.5
Ks m ^{1/3} /s	60

i (%)	2.44
Riemp (%)	61%
C (m)	1.11
Rh(m)	0.15
v (m/s)	2.69

tacc (min)	3
TR	25
h _{1,T}	54.05

∅ afflusso	0.9
------------	-----

Q (m ³ /s)	0.413
-----------------------	-------

Sezione	Tratto canaletta	Superfici e drenata (ha)	Lunghezza (m)	Pendenza	Tempo di corrivazione (min)	ht,T (mm)	it,T (mm/ora)	Portata di progetto (m ³ /s)
67	67-69	0.6	300	0.0244	4.24	19.49	275.78	0.414

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE	 (MANDATARIA)	 (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Svincolo 2

Tubazione di uscita

In prossimità dell'attraversamento del torrente Salvia, le due canalette vengono raccolte in una tubazione, che recapita successivamente nella vasca di prima pioggia.

La portata generata dall'intero bacino è calcolata di seguito.

$$Q_{25anni} = \frac{\phi \times i \times S}{360} = 0.668 m^3 / s$$

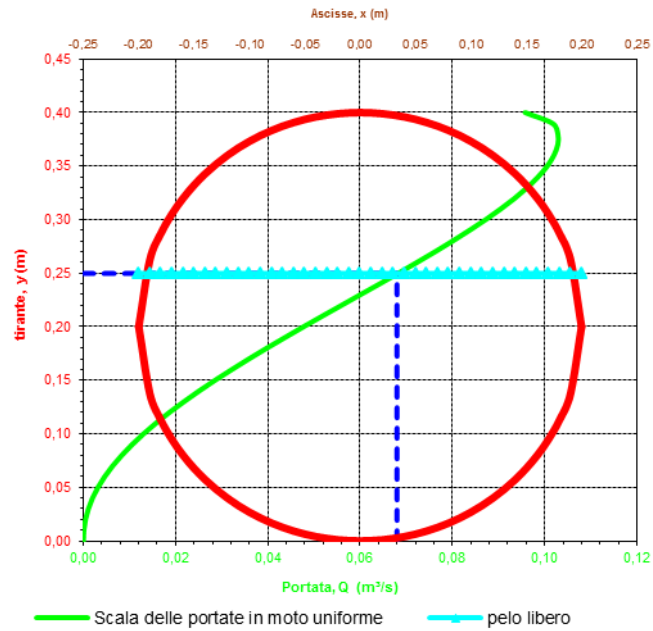
Dove:

- Ø: 0.9
- i: 222 mm/ora , calcolato per un tempo di pioggia di 6 minuti e TR25 anni
- S: 1.2 ha

La tubazione richiesta è un diametro 700mm, con pendenza $i=2\%$, Coefficiente di scabrezza $K_s= 70m^{(1/3)}/s$ di seguito verificata a moto uniforme, con un riempimento di circa il 53%.

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Canale circolare
Scala di deflusso in moto uniforme
Indicazione della portata e del tirante di calcolo



Svincolo 2

Tratto tra Sezione 67-69 – Ponte sul Salvia

Il tratto di piattaforma presenta la modalità di raccolta tipica di questo intervento, con canaletta grigliata a bordo banchina. Le dimensioni adottate per questo tratto sono 30 cm di base e 10cm di altezza.

Di seguito si riporta la verifica della canaletta.

Geometria Canaletta	
b (m)	0.3
h (m)	0.1
Ks m ^{1/3} /s	70

i (%)	2.47
Riemp (%)	61%
C (m)	0.42
Rh(m)	0.02

tacc (min)	3.61
TR	25
h _{1,T}	54.05

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

∅ afflusso	0.9	v (m/s)	0.76	Q (m ³ /s)	0.014
---------------	-----	---------	------	-----------------------	-------

Sezione	Tratto canaletta	Superfici e drenata (ha)	Lunghezza (m)	Pendenza	Tempo di corrivazione (min)	ht,T (mm)	it,T (mm/ora)	Portata di progetto (m ³ /s)
5a	1-5a DX	0.02	40	0.0247	4.19	19.40	277.74	0.014

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Svincolo 2

Tratto tra Sezione 69-80 - Sinistra

Il tratto di piattaforma presenta la modalità di raccolta tipica di questo intervento, con canaletta grigliata a bordo banchina. Le dimensioni adottate per questo tratto sono 30 cm di base e 30 cm di altezza.

Di seguito si riporta la verifica della canaletta.

Geometria Canaletta	
b (m)	0.3
h (m)	0.3
Ks m ^{1/3} /s)	60
∅ afflusso	0.9

i (%)	2.44
Riemp (%)	71%
C (m)	0.73
Rh(m)	0.06
v (m/s)	1.50

tacc (min)	3
TR	25
h _{1,T}	54.05
Q (m ³ /s)	0.095

Sezione	Tratto canaletta	Superfici e drenata (ha)	Lunghezza (m)	Pendenza	Tempo di corrivazione (min)	ht,T (mm)	it,T (mm/ora)	Portata di progetto (m ³ /s)
67	67-69	0.1575	300	0.0244	5.23	21.12	242.42	0.095

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

Svincolo 2

Tratto tra Sezione 69-71a - Destra

Il tratto di piattaforma presenta la modalità di raccolta tipica di questo intervento, con canaletta grigliata a bordo banchina. Le dimensioni adottate per questo tratto sono 30 cm di base e 30 cm di altezza. In prossimità della rotatoria dello svincolo 2, la canaletta recapita le acque in una tubazione che, proseguendo verso valle, si collega al sistema di canalette superficiali in prossimità della sezione 74a.

Di seguito si riporta la verifica della canaletta.

Geometria Canaletta	
b (m)	0.3
h (m)	0.3
Ks m ^{1/3} /s	60
∅ afflusso	0.9

i (%)	2.44
Riemp (%)	58%
C (m)	0.65
Rh(m)	0.05
v (m/s)	1.31

tacc (min)	3
TR	25
h _{1,T}	54.05
Q (m ³ /s)	0.069

Sezione	Tratto canaletta	Superfici e drenata (ha)	Lunghezza (m)	Pendenza	Tempo di corrivazione (min)	ht,T (mm)	it,T (mm/ora)	Portata di progetto (m ³ /s)
67	67-69	0.0972	130	0.0244	4.10	19.24	281.46	0.068

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA 		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE		 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

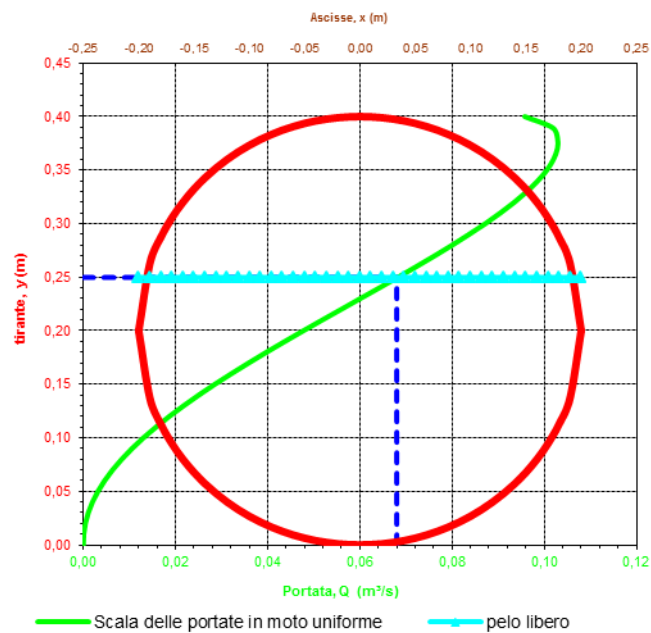
Tubazione da Sez. 71a a Sez. 74a

La canaletta sopra dimensionata viene collettata in una tubazione, che recapita in prossimità della sezione 74a circa, nel sistema di canalette superficiale.

La portata che transita nella tubazione è la medesima calcolata per la canaletta.

La tubazione richiesta è un diametro 400mm, con pendenza $i=0.5\%$, Coefficiente di scabrezza $Ks= 50m^{(1/3)}/s$ di seguito verificata a moto uniforme, con un riempimento di circa il 62%.

Canale circolare
 Scala di deflusso in moto uniforme
 Indicazione della portata e del tirante di calcolo



Svincolo 2

Tubazione di uscita – Sez. 80

Le due canalette dei lati sinistro e destro di raccolta, tra la sezione 67 a monte del ponte sul Salvia, convogliano le acque in una tubazione, che recapita nella vasca di trattamento per la prima pioggia.

La portata generata è calcolata di seguito.

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE			STUDIO IUDICE S.r.l. <small>Progettazione</small> (MANDANTE)
		(MANDATARIA)	(MANDANTE)	

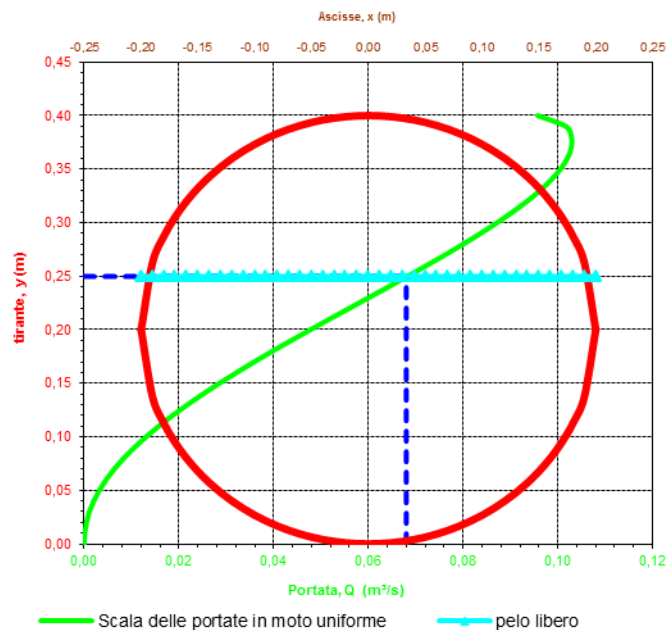
$$Q_{25anni} = \frac{\phi \times i \times S}{360} = 0.22 m^3 / s$$

Dove:

- ϕ : 0.9
- i: 242 mm/ora , calcolato per un tempo di pioggia di 5.23 minuti e TR25 anni
- S: 0.3612 ha

La tubazione richiesta è un diametro 500mm, con pendenza $i=1\%$, Coefficiente di scabrezza $K_s= 70m^{(1/3)}/s$ di seguito verificata a moto uniforme, con un riempimento di circa il 58%.

Canale circolare
 Scala di deflusso in moto uniforme
 Indicazione della portata e del tirante di calcolo



PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

1.7 Immissione delle acque piovane nel Torrente Salvia

Alla luce delle verifiche sulla rete di drenaggio, la portata immessa nel Torrente Salvia, generata dalle acque piovane che dilavano le superfici pavimentate in progetto è le seguente:

$$Q_{\text{immessa}} = 0.668 \text{ m}^3/\text{s}$$

Il valore indicato corrisponde alla portata della tubazione di uscita dalla vasca di prima pioggia.

La velocità del flusso nella tubazione è di circa 2.40m/s.

6. TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

Nel presente intervento progettuale si è previsto di trattare le acque di prima pioggia provenienti dalla piattaforma stradale, al fine di ottenere la sedimentazione dei solidi sospesi e la separazione di oli e grassi presenti in tali acque.

Nello specifico, il trattamento delle acque di prima pioggia prevede un sistema di grigliatura, dissabbiatura e disoleatura. Le acque di prima pioggia vengono convogliate tramite un pozzetto di by-pass (separatore acque di prima pioggia dalle acque di seconda pioggia) in apposite vasche dette “Vasche di prima pioggia”. Il sistema di trattamento prevede 3 fasi distinte:

- 1- Separare tramite un pozzetto scolmatore le prime acque meteoriche, che risultano inquinate, dalle seconde.
- 2- Accumulare temporaneamente le prime acque meteoriche molto inquinate perché dilavano le strade ed i piazzali, per permettere, durante il loro temporaneo stoccaggio, la sedimentazione delle sostanze solide;
- 3- Convogliare le acque temporaneamente stoccate ad una unità di trattamento per la separazione degli idrocarburi.

Nella pratica corrente, le acque di prima pioggia vengono separate da quelle successive (seconda pioggia) e rilanciate all'unità di trattamento (Disoleatori NS) tramite un bacino di accumulo interrato di capacità tale da contenere tutta la quantità di acque meteoriche di dilavamento risultante dai primi 5mm di pioggia caduta sulla superficie scolante di pertinenza dell'impianto.

Il bacino è preceduto da un pozzetto separatore che contiene al proprio interno uno stramazzo su cui sfiorano le acque di seconda pioggia dal momento in cui il pelo libero dell'acqua nel bacino raggiunge il livello della soglia dello stramazzo. Nel bacino è installata una pompa di svuotamento che viene attivata automaticamente dal quadro elettrico tramite un microprocessore che elabora il segnale di una sonda rivelatrice di pioggia installata sulla condotta di immissione del pozzetto. Alla fine

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

della precipitazione, la sonda invia un segnale al quadro elettrico il quale avvia la pompa di rilancio dopo un intervallo di tempo pari a 96 h meno il tempo di svuotamento previsto.

Se durante tale intervallo inizia una nuova precipitazione, la sonda riavviera il tempo di attesa. Una volta svuotato il bacino, l'interruttore di livello disattiva la pompa e il sistema si rimette in situazione di attesa.

Dimensionamento vasca di prima pioggia

Nel presente intervento progettuale si è previsto di inserire una vasca di prima pioggia per la sedimentazione dei solidi e la separazione di oli e grassi presenti nelle prime acque di scolo dalla piattaforma stradale. Tale manufatto è stato dimensionato conformemente a quanto previsto dalla legge della regione Lombardia n°26 del 12/12/2003 art. 52 comma 1° (BURL del 28 marzo 2006 n° 13, 1° suppl. ord.), e nel rispetto del D.Lgs n. 152 del 3/4/2006 per scarico in pp.ff.

L'Art.2 della legge della regione Lombardia n°26 del 12/12/2003 definisce:

- “acque di prima pioggia” quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche.
- “evento meteorico” una o più precipitazioni atmosferiche, anche tra loro temporalmente distanziate, di altezza complessiva di almeno 5 mm, che si verifichi che si susseguano a distanza di almeno 96 ore da un analogo precedente evento.

Lo stesso articolo stabilisce che, ai fini del calcolo delle portate, tale precipitazione deve considerarsi avvenire per una durata di 15 minuti e indica un coefficiente di afflusso alla rete pari a 1 per le superfici lastricate o impermeabilizzate e pari a 0,3 per quelle permeabili.

In base a tali definizioni il volume di prima pioggia da trattare è stato calcolato moltiplicando la superficie drenata per i 5 mm di pioggia.

Dall'analisi plano altimetrica del tracciato stradale in progetto è stato individuato il punto di allocazione delle vasche di prima pioggia. In tabella si riportano le caratteristiche di dimensionamento.

Vasca di prima pioggia	Posizione	Scarico	Sup. Drenata	Altezza di pioggia	Volume di accumulo minimo
			[m ²]	[mm]	[m ³]

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

1	Progr. Km 1+500,00	Affluente del T. Salvia	8000	5	40
2	Progr. Km 1+500,00	Torrente Salvia	2700	5	15.5

Si è optato per inserire nel progetto una tipologia di vasca prefabbricata di calcestruzzo armato vibrato ad alta resistenza, da interrare in opera, che consenta la sedimentazione dei solidi sospesi e la separazione per flottazione di oli e grassi.

Le vasca è completa di:

- un dispositivo che, tramite il collegamento ad un galleggiante, blocca l'immissione di acqua nella vasca quando viene stoccato il volume di prima pioggia di progetto, deviando le acque di seconda pioggia a valle, e che rimane chiuso fino alla completa evacuazione dalla vasca delle acque trattate (entro 96 ore);
- un pozzetto di rilancio, verso cui vengono convogliate le acque della vasca tramite una tubazione flessibile di ripresa che pesca nella vasca al di sotto dello strato delle sostanze grasse flottate;
- una pompa sommergibile per il sollevamento delle acque trattate e l'evacuazione nella rete a valle, con rispettivo quadro elettrico di controllo;
- delle aperture nella parete superiore della vasca, protette da chiusini, per l'ispezione e la pulizia della vasca.

Il materiale accumulato sul fondo andrà rimosso periodicamente dalla vasca mediante l'intervento di un'autobotte o, in alternativa, potrà essere previsto un sistema automatico di stoccaggio in apposito pozzetto per lo smaltimento successivo.

In entrata e in uscita dalla vasca saranno inseriti rispettivamente un pozzetto di ingresso e di campionamento per eseguire gli accertamenti previsti dalla legge sulla qualità delle acque disperse nel sottosuolo (Reg. Reg. 24 marzo 2006, n.4, Art.6).

In uscita dalla vasca di prima pioggia, un collettore in PEad corrugato DN 700 mm convoglierà le acque trattate verso il recapito finale rappresentato dall'alveo del torrente Salvia.

A tal fine, per superare le interferenze al tracciato del collettore rappresentate dal muro di sponda del Torrente, attualmente presente, si è deciso di staffare la condotta sul muro e di consentire lo scarico delle acque direttamente dall'alto. Per il particolare costruttivo dell'opera di scarico si rimanda all'elaborato grafico 4.4.4

PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
	Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE	 TECHNITAL (MANDATARIA)	 I.R. (MANDANTE)	STUDIO <small>Progettazione</small> IUDICE S.r.l. (MANDANTE)

MANUFATTI DI TRATTAMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA - PARTICOLARI COSTRUTTIVI OPERE DI SCARICO.

7. PRESCRIZIONI PER LA POSA IN OPERA DELLE VASCHE PREFABBRICATE

Al fine di eseguire una posa in opera delle vasche che ne preservi l'integrità e la funzionalità dovranno essere osservate le seguenti prescrizioni:

- 1) Eseguire scavo di dimensioni adeguate;
- 2) Realizzare soletta di fondazione in c.a. (RCK > 250 Kg/cm²) per appoggio vasca prefabbricata; la soletta in oggetto dovrà avere spessore minimo di cm. 20 ed armatura costituita da doppia rete d'acciaio Ø8 maglia cm 20x20 (sovrapposizione reti = 1 maglia min.);
- 3) Ad avvenuta maturazione della soletta di fondazione, predisporre sopra la stessa uno strato di cm 3 - 5 di sabbia perfettamente livellato;
- 4) Posizionare lentamente, a mezzo gru di portata adeguata, la vasca prefabbricata sopra la fondazione;
- 5) Eseguire accuratamente il reinterro, con terreno non ghiaioso.