

# S.G.C. E78 GROSSETO–FANO

Tratto Siena Bettolle (A1)

Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena–Ruffolo (Lotto 0)

## PROGETTO DEFINITIVO

COD. FI-81

R.T.I. di PROGETTAZIONE: Mandataria Mandante



**PROGETTISTI:**

Ing. Riccardo Formichi – Pro Iter srl (Integratore prestazioni specialistiche)  
Ordine Ing. di Milano n. 18045

Ing. Riccardo Formichi – Pro Iter srl  
Ordine Ing. di Milano n. 18045

**IL GEOLOGO**

Dott. Geol. Massimo Mezzanatica – Pro Iter srl  
Albo Geol. Lombardia n. A762

**COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE**

Ing. Enrico Moretti – Erre.vi.a. srl  
Ordine Ing. di Milano n. 16237

**VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO**

Ing. Raffaele Franco Carso



PROTOCOLLO

DATA

## 03 - Idrologia ed Idraulica

### 03.02 - Sistema di drenaggio e presio del corpo stradale

Relazione smaltimento idraulica di piattaforma

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00ID02IDRRE01B.pdf			
DPFI0081	D	20	CODICE ELAB.	T00ID02IDRRE01	B	
D						
C						
B	Revisione per istruttoria ANAS		Maggio 2021	Galletti	Besio	Formichi
A	Emissione		Ottobre 2020	Argirò	Besio	Formichi
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## Sommario

1	PREMESSA .....	3
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	4
3	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	5
3.2	Normativa Regione Toscana .....	5
3.2.1	Art. 2 – Definizioni .....	5
3.2.2	Art. 8 – Opere per la gestione del rischio alluvioni .....	7
3.2.3	Art. 13 - Infrastrutture lineari o a rete .....	7
3.3	Il Piano di Gestione delle Acque .....	8
3.4	Piano di Tutela delle Acque .....	8
3.5	Piano per l’Assetto Idrogeologico .....	9
3.6	Piano di Gestione Rischio Alluvioni Distretto Appennino Settentrionale – Unit of Management: Ombrone (ITADBR093).....	9
3.7	Dal PAI al PGRA.....	10
3.8	Piano di Gestione del Rischio Alluvioni .....	10
3.8.1	Aree a pericolosità da alluvione elevata (P3) .....	11
3.8.2	Aree a pericolosità da alluvione media (P2) .....	11
3.8.3	Art. 14. Modifiche allea mappe delle aree con pericolosità da alluvione e del rischio .....	12
3.9	Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico .....	12
3.10	Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Siena .....	13
3.11	Piano Strutturale del Comune di Siena .....	14
3.12	Regolamento Urbanistico Comune Siena.....	14
3.12.1	Corsi d’acqua oggetto di studi idrologici-idraulici .....	14
3.12.2	Corsi d’acqua significativi non analizzati con studi idrologici-idraulici .....	15
4	ANALISI IDROLOGICA.....	17
4.1	Considerazioni sul tempo di ritorno .....	17
4.2	Caratteristiche pluviometriche - LSPP .....	18
5	DESCRIZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO .....	21
5.1	Principi generali .....	21
5.2	Elementi della rete di drenaggio .....	22
5.2.1	Sistema di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma.....	22
5.2.2	Tubazioni a servizio della rete delle acque di piattaforma stradale .....	22
5.2.3	Giunto a soffitto in corrispondenza del passaggio spalla-impalcato dei viadotti .....	23
5.2.4	Vasche di trattamento e stoccaggio sversamenti accidentali .....	23
5.2.5	Vasca per il sollevamento delle acque meteoriche (svincolo di “Ruffolo”).....	24
5.3	Sezioni tipologiche raccolta e smaltimento acque meteoriche .....	24
5.3.1	Sezione in rilevato .....	24
5.3.2	Sezioni in viadotto .....	25
5.3.3	Sezioni in galleria .....	26
6	ANALISI IDRAULICA .....	28

6.1	Modello di trasformazione afflussi-deflussi .....	28
6.2	Criteri di verifica idraulica.....	29
6.2.1	Collettori di drenaggio della piattaforma stradale .....	29
6.2.2	Sistema banchina con cordolo e scarico con embrici.....	29
6.2.3	Verifica della canale lato arginello e passo delle griglie di captazione .....	31
6.2.4	Fossi di guardia .....	32
7	VASCHE DI PRIMA PIOGGIA .....	34
8	VASCA PER IL SOLLEVAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE (SVINCOLO DI “RUFFOLO”).....	39
8.1	Generalità .....	39
8.2	Criteri di dimensionamento della vasca .....	41
8.3	Criteri di dimensionamento dell’impianto di sollevamento .....	43
9	ALLEGATI .....	46
9.1	Allegato 1 – Tabella dimensionamento e verifica sistema di drenaggio asse Fano-Grosseto .....	46
9.2	Allegato 2 – Tabella dimensionamento e verifica sistema di drenaggio asse Grosseto-Fano .....	49
9.3	Allegato 3 – Tabella dimensionamento e verifica sistema di drenaggio svincolo Cerchiaia e Ruffolo .....	52
9.4	Allegato 4 – Tabella dimensionamento e verifica fossi di guardia .....	54
9.5	Allegato 5 – Tabella degli scarichi idrici nei corsi d’acqua .....	57

## 1 PREMESSA

L'intervento si inquadra nelle opere previste per il progetto definitivo dell'itinerario internazionale E78 – S.G.C. Grosseto-Fano nel tratto stradale compreso tra lo svincolo di Ruffolo e lo svincolo della SS223 “di Paganico”.

La presente relazione riporta i criteri atti alla determinazione delle caratteristiche del sistema di drenaggio necessario alla raccolta e al successivo allontanamento delle acque meteoriche gravanti sulla piattaforma stradale.

Verranno inoltre esposti i criteri di dimensionamento delle opere di intercettazione e convogliamento delle acque di scolo della piattaforma e dei versanti limitrofi la carreggiata (fossi di guardia).

Si precisa che per quanto concerne il dimensionamento dei fossi di guardia a tergo della viabilità di progetto, sono stati debitamente considerati anche i contributi derivanti delle acque scolanti lungo eventuali bacini sottesi dalla piattaforma stradale. In altre parole, nei fossi di guardia convergono in taluni casi non soltanto le acque di scolo della piattaforma stradale, ma anche le acque di versante dei bacini soprastanti.

A partire dalle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica, ovvero dai valori dei parametri ufficiali (aggiornati al 2012) e forniti dalla Regione Toscana è stato possibile definire l'architettura del sistema di drenaggio delle acque di piattaforma a servizio dell'intero comparto stradale. L'applicazione di un modello di trasformazione afflussi-deflussi ha permesso di procedere con il dimensionamento della rete (tempo di ritorno di 25 anni) e la verifica della stessa in base a criteri che verranno illustrati nel proseguo della presente.

Particolare attenzione è stata riposta nello studio e nell'individuazione plano-altimetrica dei presidi idraulici al fine di garantire semplicità nelle operazioni di manutenzione e ispezione. Detti presidi idraulici assolvono alla funzione di trattare le acque di prima pioggia e di stoccare le acque di eventuali sversamenti accidentali.

Riassumendo, lo studio è stato sviluppato secondo la seguente metodologia:

- analisi della rete idrografica esistente e delle sue intersezioni con la viabilità in progetto;
- elaborazione dei dati di pioggia;
- dimensionamento e verifica della rete di drenaggio;
- dimensionamento e verifica degli elementi della piattaforma stradale;
- individuazione, dimensionamento delle vasche di laminazione e verifica degli scarichi.

Gli obiettivi della progettazione del sistema di raccolta, convogliamento, trattamento e scarico delle acque di piattaforma stradale possono essere così riassunti:

- definire un sistema idraulicamente “chiuso”, ossia in grado di captare tutte le acque interessanti la piattaforma stradale garantendo il controllo quali-quantitativo nei limiti imposti dalla legislazione vigente;
- ubicare i presidi di controllo qualitativo in aree facilmente accessibili ed al contempo esterne alla superficie viaria;
- favorire il deflusso delle acque per gravità escludendo, ove possibile, il ricorso all'utilizzo di impianti di sollevamento;
- garantire la compatibilità dello scarico con le condizioni di deflusso nel recapito individuato;
- utilizzare materiali in grado di garantire durabilità, alta resistenza allo schiacciamento, facilità di posa e bassi valori di scabrezza.

## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il tracciato della strada è sito nel territorio del comune di Siena, il quale rientra nell'area di pertinenza fluviale del fiume Ombrone il quale, a sua volta, individua il bacino imbrifero più meridionale del Distretto dell'Appennino Settentrionale.

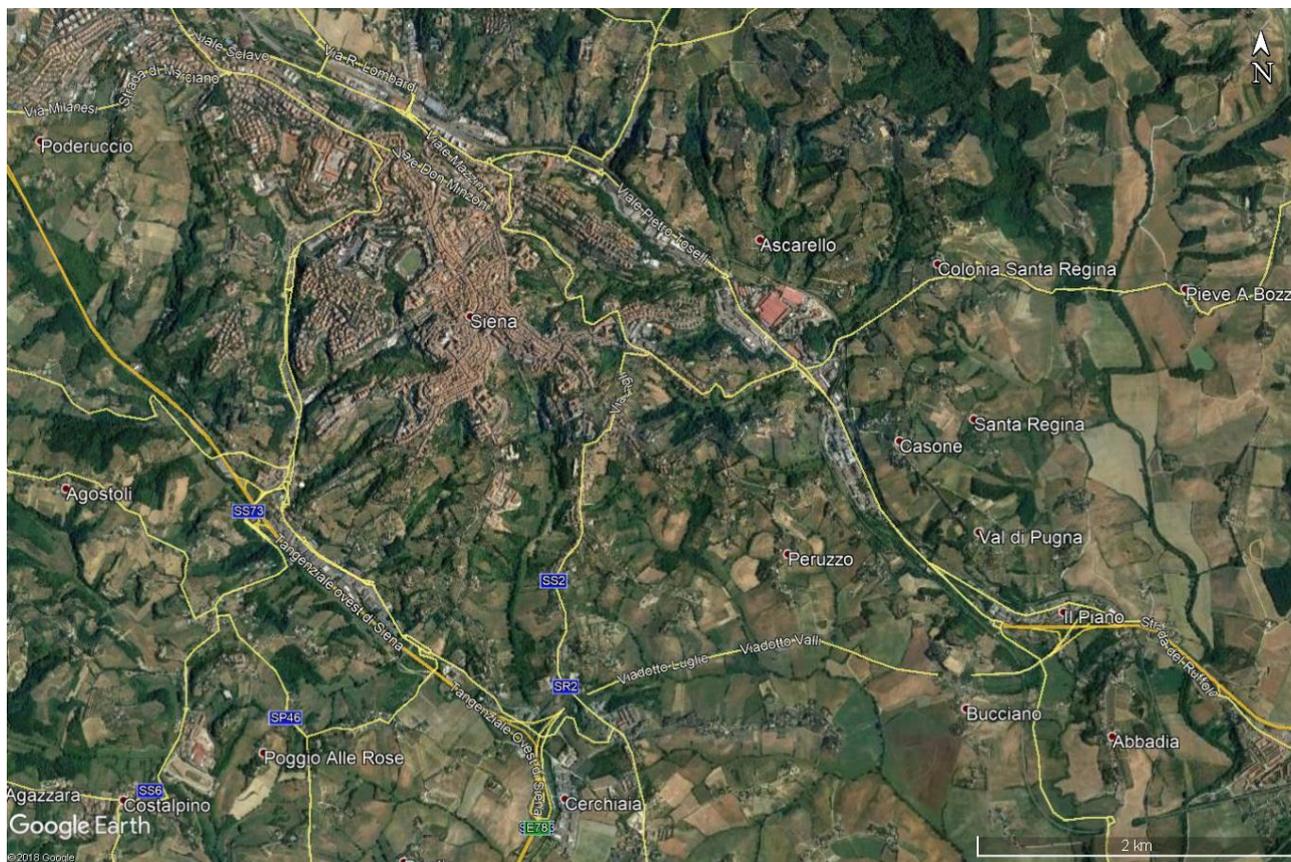


Figura 1 - Inquadramento geografico della zona in esame

Il Fiume Ombrone si trova al secondo posto dei fiumi della Toscana sia per la sua lunghezza, circa 145 chilometri, sia per la portata che, alla sezione di deflusso dell'edificio di Ponte Tura, venne stimata nell'evento alluvionale del 1966 per un valore di circa 4.600 mc/sec.

Nasce nel territorio comunale di Castelnuovo Berardenga (SI), dal Monte Luco, località "Poggio Macchioni" (590 m.s.m.) e nel suo percorso riceve diversi affluenti, fra i quali sono degni di nota l'Arbia, il Merse, l'Orcia, il Gretano e il Lanzo, il Trasubbie, il Maiano, il Grillese e il Rispescia.

La superficie del suo bacino idrografico rappresenta un quarto dell'intero territorio regionale e si estende per oltre 3.400 Km<sup>2</sup>; nel suo percorso attraversa 11 comuni fra cui Castelnuovo Berardenga, Rapolano Terme, Asciano, Buonconvento, Murlo e Montalcino, nella Provincia di Siena e Civitella Paganico, Cinigiano, Campagnatico, Scansano e Grosseto, nella Provincia di Grosseto.

Complessivamente il Bacino Regionale Ombrone ricopre una superficie di circa 5.000 Km<sup>2</sup> e su di esso vi sono circa 231.000 abitanti.

### 3 RIFERIMENTI NORMATIVI

#### 3.1 Normativa nazionale

Di seguito vengono riportate le principali leggi nazionali in materia ambientale e di difesa del suolo:

- RD 25/07/1904 n° 523;
- Regio Decreto Legislativo 30/12/1923, n° 3267;
- DPR 15/01/1972 n° 8;
- L. 64/74;
- DPR 24/7/1977 n° 616;
- L. 431/85 (Legge Galasso);
- DL 04-12-1993 n° 496;
- DPR 14/4/94;
- DPR 18/7/95;
- DPCM 4/3/96;
- Decreto Legislativo 31/3/1998, n° 112;
- DPCM 29/9/98;
- L. 267/98 (Legge Sarno);
- D.lgs. 258/00;
- D.lgs. 267/00;
- L. 365/00 (Legge Soverato);
- D.lgs. 152/2006;
- DM 17/01/2018;
- Decreto n. 131 del 16/06/2008;
- Decreto n. 56 del 14/04/2009.

Si riportano inoltre gli estremi di alcune leggi riguardanti la progettazione e la verifica dei ponti stradali:

- L. 532/1904;
- D. Min. LL.PP 4 maggio 1990;
- Circ. LL.PP. n° 34233 del 25/02/1991;
- NTC 2018 – Nuove norme sismiche per il calcolo strutturale. Approvate con Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;

Si riportano infine gli estremi di alcune leggi regionali in materia di difesa del suolo e tutela delle acque:

- LR 27 dicembre 2012, n. 79 “Nuova disciplina in materia di consorzi di bonifica”;
- LR 31 maggio 2006, n. 20 “Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento” e s.m.i.;
- LR 24 luglio 2018, n. 41, Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014
- Regolamento 8 settembre 2008, n.46/R “Regolamento di attuazione della LR 31 maggio 2006, n. 20 Norme per la tutela delle acque di inquinamento e s.m.i.”;
- LR 28 dicembre 2015 n. 80 “Norme in materia di difesa del suolo, tutela delle risorse idriche e tutela della costa e degli abitanti costieri”;
- Disciplinare di Piano PGRA AdB Distrettuale Appennino Settentrionale.

#### 3.2 Normativa Regione Toscana

La normativa della Regione Toscana in merito alle alluvioni si concretizza nella Legge Regionale 24 luglio 2018, n. 41, Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014.

##### 3.2.1 Art. 2 – Definizioni

Nel rispetto della normativa comunitaria e statale di riferimento, ai fini della presente legge si intende per:

- “scenario per alluvioni frequenti”: lo scenario di cui all’articolo 6, comma 2, lettera c), del d.lgs. 49/2010 individuato negli atti di pianificazione di bacino e definito dai medesimi atti con riferimento al tempo di ritorno non inferiore a trenta anni;
- “scenario per alluvioni poco frequenti”: lo scenario di cui all’articolo 6, comma 2, lettera b), del d.lgs. 49/2010, individuato negli atti di pianificazione di bacino e definito dai medesimi atti con riferimento al tempo di ritorno non inferiore a duecento anni;
- “pericolosità da alluvione”: la probabilità di accadimento di un evento alluvionale in un intervallo temporale prefissato;
- “aree a pericolosità per alluvioni frequenti”: le aree classificate negli atti di pianificazione di bacino in 1.8.2018 - BOLLETTINO UFFICIALE DELLA REGIONE TOSCANA - N. 33 15 attuazione del d.lgs. 49/2010 come aree a pericolosità per alluvioni frequenti o a pericolosità per alluvioni elevata;
- “aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti”: le aree classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs. 49/2010 come aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti o a pericolosità per alluvioni media;
- “battente”: l’altezza della lama d’acqua in una determinata area associata allo scenario relativo alle alluvioni poco frequenti;
- “gestione del rischio di alluvioni”: le azioni e le misure volte a ridurre le conseguenze negative, derivanti dalle alluvioni, per la salute umana, l’ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche;
- “magnitudo idraulica”: la combinazione del battente e della velocità della corrente in una determinata area, associata allo scenario relativo alle alluvioni poco frequenti:
  - “magnitudo idraulica moderata”: valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente uguale o inferiore a 0,3 metri;
  - “magnitudo idraulica severa”: valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente superiore a 0,3 metri e inferiore o uguale a 0,5 metri;
  - “magnitudo idraulica molto severa”: battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 1 metro. Nei casi in cui la velocità non sia determinata battente superiore a 0,5 metri;
- “rischio di alluvioni”: la combinazione della probabilità di accadimento di un evento alluvionale e delle potenziali conseguenze negative per la salute umana, l’ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche derivanti da tale evento;
- “vulnerabilità”: la potenzialità dell’elemento esposto a subire danni per effetto dell’evento alluvionale; “rischio medio R2”, definito dal decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 29 settembre 1998 (Atto di indirizzo e coordinamento per l’individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all’art. 1, commi 1 e 2, del d.l. 11 giugno 1998, n. 180), come il rischio per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l’incolumità delle persone, l’agibilità degli edifici e delle infrastrutture e la funzionalità delle attività economiche;
- “opere di sopraelevazione”: opere la cui funzione è quella di ridurre la vulnerabilità degli elementi esposti all’evento alluvionale, conseguendo la classe di rischio medio R2, mediante la realizzazione del piano di calpestio ad una quota superiore al battente con un relativo franco di sicurezza;
- “opere idrauliche”: opere strutturali sui corsi d’acqua volte a evitare gli allagamenti o in alternativa a ridurre gli allagamenti conseguendo almeno una classe di magnitudo idraulica moderata;
- “interventi di difesa locale”: interventi di protezione finalizzati a limitare la vulnerabilità del singolo elemento esposto all’evento alluvionale;
- “opere non diversamente localizzabili”: le opere per le quali il comune dichiara negli strumenti di pianificazione territoriale o urbanistica che non possono essere realizzate in aree con minore rischio di alluvioni;
- “interventi di nuova costruzione”: la realizzazione di nuovi manufatti edilizi fuori terra che comportano la trasformazione in via permanente di suolo inedificato, nonché l’installazione di manufatti, anche prefabbricati e di strutture di qualsiasi genere che non siano diretti a soddisfare esigenze temporanee;
- aree presidiate da sistemi arginali: aree situate a quote altimetriche inferiori alla quota posta a 2 metri sopra il piede esterno dell’argine. Il limite esterno di tali aree è determinato dai punti di incontro delle perpendicolari all’asse del corso d’acqua con il terreno alla quota altimetrica sopra individuata pari a 2 metri, comunque non superiore alla distanza di 300 metri dal piede esterno dell’argine.

### 3.2.2 Art. 8 – Opere per la gestione del rischio alluvioni

- 1) La gestione del rischio di alluvioni è assicurata mediante la realizzazione delle seguenti opere finalizzate al raggiungimento almeno di un livello di rischio medio R2:
  - a) opere idrauliche che assicurano l'assenza di allagamenti rispetto ad eventi poco frequenti;
  - b) opere idrauliche che riducono gli allagamenti per eventi poco frequenti, conseguendo almeno una classe di magnitudo idraulica moderata, unitamente ad opere di sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree;
  - c) opere di sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree;
  - d) interventi di difesa locale.
- 2) Il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree è assicurato attraverso la realizzazione delle seguenti opere:
  - a) opere o interventi che assicurino il drenaggio delle acque verso un corpo idrico recettore garantendo il buon regime delle acque;
  - b) opere o interventi diretti a trasferire in altre aree gli effetti idraulici conseguenti alla realizzazione della trasformazione urbanistico-edilizia, a condizione che:
    - i) nell'area di destinazione non si incrementi la classe di magnitudo idraulica;
    - ii) sia prevista dagli strumenti urbanistici la stipula di una convenzione tra il proprietario delle aree interessate e il comune prima della realizzazione dell'intervento.
- 3) Le opere o interventi di cui al comma 2, lettera b), sono previste negli strumenti urbanistici e sono realizzate previa verifica di compatibilità idraulica effettuata dalla struttura regionale competente in relazione al titolo abilitativo di riferimento.
- 4) Le opere idrauliche di cui al comma 1, lettere a) e b), sono realizzate prima o contestualmente all'attuazione della trasformazione urbanistico-edilizia. L'attestazione di agibilità degli immobili oggetto delle trasformazioni urbanistico-edilizie è subordinata al collaudo di tali opere idrauliche.

### 3.2.3 Art. 13 - Infrastrutture lineari o a rete

- 1) Nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono essere realizzate nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia realizzata 20 1.8.2018 - BOLLETTINO UFFICIALE DELLA REGIONE TOSCANA - N. 33 almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).
- 2) Nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono essere realizzate nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.
- 3) L'adeguamento e l'ampliamento di infrastrutture a sviluppo lineare esistenti e delle relative pertinenze può essere realizzato nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.
- 4) Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, gli interventi di seguito indicati possono essere realizzati alle condizioni stabilite:
  - a) itinerari ciclopedonali, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali;
  - b) parcheggi in superficie, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali;
  - c) nuove infrastrutture a rete per la distribuzione della risorsa idrica, il convogliamento degli scarichi idrici, il trasporto di energia e gas naturali nonché l'adeguamento e l'ampliamento di quelle esistenti, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio;
  - d) impianti e relative opere per la produzione di energia da fonti rinnovabili, nonché l'adeguamento e l'ampliamento di quelli esistenti, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c);
  - e) impianti e relative opere per il trattamento della risorsa idrica e per la depurazione, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c);

- f) adeguamento e ampliamento degli impianti e delle relative opere di cui alla lettera e), a condizione che sia realizzata almeno una delle opere o interventi di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b), c) o d).
- 5) Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati sottopassi a condizione che siano realizzate le opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettera a).
- 6) Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati sottopassi, solo se non diversamente localizzabili, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.

### 3.3 Il Piano di Gestione delle Acque

Il Piano di Gestione delle Acque (PGA) è lo strumento di pianificazione introdotto dalla direttiva 2000/60/CE, direttiva quadro sulle acque, recepita a livello nazionale con il d. lgs. n. 152/2006. La direttiva istituisce un quadro di azione comunitaria in materie di acque, anche attraverso la messa a sistema una serie di direttive in materia previgenti in materia, al fine di ridurre l'inquinamento, impedire l'ulteriore deterioramento e migliorare lo stato ambientale degli ecosistemi acquatici, degli ecosistemi terrestri e delle aree umide sotto il profilo del fabbisogno idrico.

A tal fine la direttiva prevede un preciso cronoprogramma per il raggiungimento degli obiettivi prefissati – il buono stato ambientale per tutti i corpi idrici, superficiali e sotterranei ed aree protette connesse – individuando nel Piano di Gestione delle Acque (PdG) lo strumento conoscitivo, strategico e programmatico attraverso cui dare applicazione ai precisi indirizzi comunitari, alla scala territoriale di riferimento, individuata nel distretto idrografico, definito come “area di terra e di mare costituita da uno o più bacini idrografici limitrofi”. Altra caratteristica del PdG è che lo stesso trova in buona misura attuazione attraverso misure derivanti da direttive e pianificazioni collegate (in particolare la direttiva nitrati, la direttiva acque reflue, Habitat, ecc...) e in particolare dai Piani di Tutela delle acque Regionali.

La pianificazione delle acque è articolata in tre cicli sessennali con scadenze al 2015, 2021 e 2027.

Negli anni i contenuti della direttiva sono stati ampliati e integrati con numerosi atti di indirizzo afferenti, tra l'altro, ad aspetti più strettamente riferiti alla gestione quantitativa delle acque, anche in relazione ai cambiamenti climatici, e dalla entrata in vigore di ulteriori direttive, tra cui, in particolare la “direttiva alluvioni” e la “marine strategy”. Il rapporto con le altre pianificazioni (anche pianificazioni che prevedono l'utilizzo di risorsa, ad esempio i piani di ambito e i piani di sviluppo rurale) è stato reso più forte attraverso i meccanismi di accesso ai finanziamenti europei (la così detta condizionalità ex ante).

In Italia il percorso pianificatorio ha preso avvio nel 2009, in assenza della riforma delle Autorità distrettuali, riforma compiuta nel corso del 2017 e che tra l'altro ha visto la modifica territoriale dei distretti come previsti dal d. lgs. n. 152/2006. Il Piano 2021/2027 quindi sarà articolato su un territorio diverso rispetto a quello dei due primi cicli pianificatori.

### 3.4 Piano di Tutela delle Acque

Con la delibera n.11 del 10 gennaio 2017 la Regione ha avviato il procedimento di aggiornamento del Piano di Tutela delle Acque della Toscana del 2005, contestualmente con l'approvazione del documento preliminare n. 1 del 10 gennaio 2017, la Giunta Regionale ha disposto l'invio dell'informativa al Consiglio Regionale Toscano prevista dall' art. 48 dello statuto. Il Piano di Tutela delle Acque della Toscana (PTA), previsto dall' art.121 del D.Lgs n.152/2006 “Norme in materia ambientale” è lo strumento per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei e la protezione e valorizzazione delle risorse idriche. Il Piano è l'articolazione di dettaglio, a scala regionale, del Piano di Gestione Acque del distretto idrografico (PGdA), previsto dall'articolo 117 del D. Lgs 152/2006 che, per ogni distretto idrografico, definisce le misure (azioni, interventi, regole) e le risorse necessarie al raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dalla direttiva n.2000/60 CE che istituisce il “Quadro per l'azione comunitaria in materia di acque - WFD”. Il PGdA viene predisposto dalle Autorità di distretto ed emanato con decreto del presidente del Consiglio dei Ministri.

La pianificazione della tutela delle acque e delle risorse idriche definita a livello comunitario dalla WFD persegue obiettivi ambiziosi così sintetizzabili:

- proteggere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici attraverso misure specifiche per la graduale riduzione degli scarichi, ed il ripristino di corrette condizioni idrologiche ed idromorfologiche, raccordandosi ed integrandosi con la direttiva 2007/60/CE cosiddetta “direttiva alluvioni” ed il relativo Piano di Gestione del Rischio Alluvioni.
- assicurare la graduale riduzione dell'inquinamento delle acque sotterranee ed impedirne l'aumento;
- raggiungere e/o mantenere lo stato di “buono” salvo diversa disposizione dei piani stessi; per tutte le acque entro il 2015, in una prima fase, e successivamente con cadenza sessennale, 2021, 2027.

Il Piano di Gestione Acque di ogni distretto idrografico è piano stralcio del piano di bacino, ai sensi dell' art. 65 del D.Lgs 152/2006, per quanto riguarda la tutela delle acque e la gestione delle risorse idriche. E' quindi il riferimento per la pianificazione operativa di dettaglio per la tutela delle acque a livello di singolo corpo idrico, da perseguirsi attraverso il PTA, la cui elaborazione, approvazione ed attuazione è demandata alla Regione. Il PTA garantisce lo snodo di raccordo tra la pianificazione strategica distrettuale e quella regionale, traducendo sul territorio le disposizioni a larga scala dei piani di gestione con disposizioni di dettaglio adattate alle diverse situazioni e strumenti di pianificazione locali, anche attraverso le risultanze di una più accurata comparazione tra costi previsti/sostenuti e benefici ambientali ottenuti/ottenibili.

### 3.5 Piano per l'Assetto Idrogeologico

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI), stralcio del Piano di bacino, ai sensi dell'art. 65, c.1 del Dlgs 152/2006 e s.m.i. è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo per tutti gli aspetti legati alla pericolosità da frana e da dissesti di natura geomorfologica alla scala di distretto idrografico.

Nel territorio del Distretto dell'Appennino Settentrionale il PAI è stato sviluppato nel tempo sulla base dei bacini idrografici definiti dalla normativa ex L.183/89, oggi integralmente recepita e sostituita dal Dlgs 152/2006 e s.m.i.; pertanto ad oggi il PAI è articolato in più strumenti che sono distinti e vigenti per i diversi bacini che costituiscono il territorio del Distretto Appennino Settentrionale:

- Bacino del fiume Arno;
- Bacino del fiume Serchio;
- Bacino del fiume Magra;
- Bacino regionale Toscana;
- Bacino Regionale Liguria.

Nel bacino del fiume Arno e per gli ex bacini regionali toscani la parte relativa alla pericolosità idraulica e da alluvioni del PAI è abolita e sostituita integralmente dal Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA). Nel bacino del fiume Serchio, negli ex bacini regionali liguri e nel bacino del fiume Magra il PAI per la parte di pericolosità idraulica è ancora vigente e continua ad essere applicato, in forma integrata con il PGRA, sia come norme che come perimetrazioni.

Attenzione: Per omogeneità di trattazione tecnica e procedurale tutti gli aspetti del PAI legati alla pericolosità idraulica sono trattati nell'ambito del PGRA.

Il territorio su cui insiste l'opera in progetto appartiene al PAI-Bacini regionali toscani. Le Norme di Piano degli ex bacini regionali sono omogenee per i tre piani relativi al Bacino Ombrone, Bacino Toscana Costa e Bacino Toscana Nord. Queste sono state approvate dal Consiglio Regionale con la delibera n.12 del 25/01/2005 e pubblicate nel Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n.7 del 16/02/2005.

### 3.6 Piano di Gestione Rischio Alluvioni Distretto Appennino Settentrionale – Unit of Management: Ombrone (ITADBR093)

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (di seguito denominato PGRA) delle Units of management (U.O.M.) Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone, è redatto ai sensi della direttiva 2007/60/CE e del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 ed è finalizzato alla gestione del rischio di alluvioni nel territorio delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone. I

Il PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate, tenendo conto delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato e sulla base delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni di cui all'art. 6, le misure di prevenzione, di protezione, di preparazione e di risposta e ripristino finalizzate alla gestione del rischio di alluvioni nel territorio delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone.

Il PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone costituisce, ai sensi dell'art. 65 comma 8 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 uno stralcio territoriale e funzionale del Piano di bacino distrettuale del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, di seguito denominato Piano di bacino. 4. In coerenza con le finalità generali della direttiva 2007/60/CE e del decreto legislativo n. 49/2010, il PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone persegue i seguenti obiettivi generali che sono stati definiti alla scala del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale:

1. Obiettivi per la salute umana:
  - a. riduzione del rischio per la vita delle persone e la salute umana;

- b. mitigazione dei danni ai sistemi che assicurano la sussistenza e l'operatività delle strutture strategiche.
2. Obiettivi per l'ambiente:
  - a. riduzione del rischio per le aree protette derivante dagli effetti negativi dovuto a possibile inquinamento in caso di eventi alluvionali;
  - b. mitigazione degli effetti negativi per lo stato ambientale dei corpi idrici dovuto a possibile inquinamento in caso di eventi alluvionali, con riguardo al raggiungimento degli obiettivi ambientali di cui alla direttiva 2000/60/CE.
3. Obiettivi per il patrimonio culturale:
  - a. riduzione del rischio per il patrimonio culturale, costituito dai beni culturali, storici ed architettonici esistenti;
  - b. mitigazione dei possibili danni dovuti ad eventi alluvionali sul sistema del paesaggio.
4. Obiettivi per le attività economiche:
  - a. mitigazione dei danni alla rete infrastrutturale primaria;
  - b. mitigazione dei danni al sistema economico e produttivo pubblico e privato.

### 3.7 Dal PAI al PGRA

Successivamente alla predisposizione dei Progetti di PGRA del dicembre 2014, la Giunta Regionale Toscana ha dato indicazione affinché venisse perseguita la semplificazione amministrativa ed il superamento delle disomogeneità di approccio sul territorio toscano, attraverso la sostituzione dei Piani di Assetto Idrogeologico ex L.183/1998 con il Piano di Gestione Rischio Alluvioni per i bacini di rilievo regionale Toscana Nord, Toscana Costa, Ombrone.

È stato ritenuto opportuno infatti di evitare la coesistenza di due strumenti di pianificazione afferenti alla stessa materia (Piani di Assetto Idrogeologico ex L. 183/1998 e Piano di Gestione Rischio Alluvioni ai sensi della 2007/60/CE e del D.lgs. 49/2010) individuando per i bacini di rilievo regionale il Piano di Gestione Rischio Alluvioni quale unico strumento di riferimento per la gestione del rischio alluvioni, sia per quanto riguarda le pericolosità idrauliche che in relazione alle misure ed alla disciplina anche in relazione ai contenuti di cui all'art. 67 del D.lgs. 152/2006. Inoltre, rispetto ai PAI, il PGRA è uno strumento più completo in quanto mette a sistema tutte le azioni finalizzate alla gestione del rischio idraulico, a partire dalla prevenzione fino ad arrivare alle azioni di preparazione in corso di evento e successivo ripristino.

I PAI dei bacini di rilievo regionale erano stati approvati con delibere di Consiglio Regionale nn. 11, 12 e 13 del 25/01/2005 rispettivamente per il bacino Toscana Nord, Ombrone e Toscana Costa. Il PAI individua mappe di pericolosità idraulica e da frana sulle quali vengono applicate le norme di piano tese a fissare indirizzi per la pianificazione urbanistica in tali aree. Dal 2005 ad oggi il quadro conoscitivo delle pericolosità idraulica e geomorfologica dei PAI è stato aggiornato anche sulla base degli studi che le varie Amministrazioni hanno redatto ai fini dell'adeguamento dei propri strumenti di governo del territorio ai PAI stessi. I criteri utilizzati per definire la classi di pericolosità del PAI risultano coerenti con gli scenari e i criteri prestabiliti dalla Direttiva 2007/60 (D.Lgs. 49/2010) per la delimitazione delle aree potenzialmente interessate da alluvioni. Pertanto, le pericolosità idrauliche dei PAI aggiornati e degli strumenti urbanistici adeguati ai PAI sono state utilizzate per elaborare le mappe di pericolosità del PGRA.

Le Mappe Pericolosità elaborate nel dicembre 2013 erano riferite al reticolo dei corsi d'acqua Direttiva CEE 2000/60; dovendo procedere con il superamento dei PAI per i bacini regionali, nel presente Piano le mappe sono state aggiornate a tutto il reticolo e coincidono con le pericolosità dei PAI aggiornati.

Per quanto riguarda la disciplina di Piano, l'Autorità di bacino del fiume Arno, in forza anche della sua funzione di coordinamento a scala di distretto, ha elaborato una proposta di nuova disciplina di piano che andrà a sostituire le Norme del PAI relativamente alle pericolosità idrauliche nella UoM Arno. La nuova disciplina, frutto di un lavoro di condivisione con le competenti strutture regionali, sostituirà pertanto le Norme PAI anche nelle UoM Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone.

### 3.8 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

Il PGRA - Unit of Management Ombrone definisce tre scenari di pericolosità:

- 20<T<50 anni: (**alluvioni frequenti** – elevata probabilità di accadimento, pericolosità **P3**);
- 100<T<200 anni (alluvioni **poco frequenti** – media probabilità di accadimento, pericolosità **P2**);
- 200<T<500 anni (alluvioni **rare di estrema intensità** – bassa probabilità di accadimento, pericolosità **P1**);

dove con T si indica il Tempo di ritorno dell'evento.

Le pericolosità individuate nel PAI dell'UoM Ombrone sono state uniformate ed omogeneizzate secondo lo schema degli indirizzi operativi, quindi:

- PIME (molto elevata) => P3
- PIE (elevata) => P2

La Disciplina del PRGA (art. 6) prevede invece che le tre classi di pericolosità siano così individuate:

- pericolosità da alluvione elevata (P3), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore/uguale a 30 anni;
- pericolosità da alluvione media (P2), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni;
- pericolosità da alluvione bassa (P1) corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.

La Disciplina di Piano norma (artt. 7 e segg.) gli interventi nelle aree P3 e P2 secondo quanto riportato di seguito. Più nel dettaglio, la Disciplina di PGRA prevede che nelle aree P2 e P3 siano da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio idraulico e le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione dei suddetti interventi.

### 3.8.1 Aree a pericolosità da alluvione elevata (P3)

1. Nelle aree P3, per le finalità di cui all'art. 1 sono da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio idraulico, con riferimento agli obiettivi di cui all'art. 1 comma 4, fatto salvo quanto previsto ai commi 2 e 3.

Nelle aree P3 per le finalità di cui all'art. 1, l'Autorità di bacino si esprime sugli interventi di seguito elencati, in merito alla compatibilità degli stessi con il raggiungimento degli obiettivi di PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone:

- misure di protezione previste dal PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone e misure previste dal PGA;
- interventi di sistemazione idraulica e geomorfologica, ad eccezione delle manutenzioni ordinarie, straordinarie e dei ripristini;
- interventi di ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico esistenti, riferite ai servizi essenziali, e della rete infrastrutturale primaria, nonché degli impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006 dichiarati di interesse pubblico;
- nuovi interventi relativi alla rete infrastrutturale primaria, se non diversamente localizzabili;
- nuovi impianti di potabilizzazione e depurazione, compresi i servizi a rete e le infrastrutture a questi connessi; nonché interventi di ampliamento, di ristrutturazione di tali impianti e infrastrutture

Fatto salvo quanto previsto all'art. 14 comma 8, nelle aree P3 non sono consentite:

- previsioni di nuove opere pubbliche e di interesse pubblico riferite a servizi essenziali;
- previsioni di nuove aree destinate alla realizzazione di impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006;
- previsioni che comportano la realizzazione di sottopassi e volumi interrati;

Le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P3.

### 3.8.2 Aree a pericolosità da alluvione media (P2)

1) Nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1 sono da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio idraulico, con riferimento agli obiettivi di cui all'art. 1 comma 4, fatto salvo quanto previsto ai commi seguenti del presente articolo e al successivo art. 10.

2) Nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1, l'Autorità di bacino si esprime sugli interventi di seguito elencati, in merito alla compatibilità degli stessi con il raggiungimento degli obiettivi di PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone:

- a) misure di protezione previste dal PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone e misure previste dal PGA;
- b) interventi di sistemazione idraulica e geomorfologica, ad eccezione delle manutenzioni ordinarie, straordinarie e dei ripristini;

- c) interventi di ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico esistenti, riferite ai servizi essenziali, e della rete infrastrutturale primaria, nonché degli impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006 dichiarati di interesse pubblico;
  - d) nuovi interventi relativi alle opere pubbliche o di interesse pubblico riferite ai servizi essenziali e alla rete infrastrutturale primaria;
  - e) interventi di ampliamento, di ristrutturazione e nuovi impianti di potabilizzazione e depurazione compresi i servizi a rete e le infrastrutture a questi connessi nonché gli impianti dichiarati di interesse pubblico di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006, compresi i servizi a rete e le infrastrutture a questi connessi.
- 3) Le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P2.

### 3.8.3 Art. 14. Modifiche allea mappe delle aree con pericolosità da alluvione e del rischio

- 1) La mappa delle aree con pericolosità da alluvione di cui all'art. 6 è riesaminata ed eventualmente aggiornata secondo le scadenze di cui alla direttiva 2007/60/CE e al d.lgs. n. 49/2010.
- 2) Ai fini della verifica del raggiungimento degli obiettivi di piano, l'Autorità di bacino procede a riesami intermedi ed eventualmente a modifiche cartografiche riguardanti il reticolo idraulico principale, così come definito all'art. 5. A tale scopo l'Autorità di bacino definisce annualmente, anche sulla base delle proposte pervenute ai sensi dei commi seguenti, il programma di riesame della mappa delle aree con pericolosità da alluvione e lo pubblica sul proprio sito web.
- 3) Allo scopo di assicurare la coerenza della mappa delle aree con pericolosità da alluvione, le verifiche e i riesami sono svolti, sulla base dei criteri tecnici di cui all'allegato 3, per il reticolo idraulico principale almeno alla scala di sottobacino e, per quel che riguarda l'asta principale, per tratti di asta idraulicamente significativi, anche su proposta della regione territorialmente competente.
- 4) Le eventuali modifiche cartografiche conseguenti all'attività di cui al comma 3 sono elaborate e approvate dall'Autorità di bacino.
- 5) I riesami e gli aggiornamenti che si rendessero eventualmente necessari, anche in conseguenza della realizzazione di interventi non ricompresi nel PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone, per ciò che riguarda il reticolo idraulico secondario, così come definito all'articolo 5, possono essere svolti direttamente dal Comune o dai Comuni interessati, anche in forma associata, in coordinamento con l'Autorità di bacino e con la Regione.
- 6) Ai fini di assicurare la coerenza della mappa delle aree con pericolosità da alluvione, le revisioni e gli aggiornamenti di cui al comma 6 dovranno interessare l'intero sottobacino o insieme di sottobacini di cui si ritiene necessaria la revisione e saranno compiute secondo i criteri tecnici di cui all'allegato 3. Allo scopo di assicurare la coerenza idraulica con il reticolo principale l'Autorità di bacino fornisce le condizioni al contorno necessarie.
- 7) Le modifiche cartografiche, conseguenti alle attività di cui al comma 6, devono essere trasmesse, secondo le modalità e con la documentazione di cui all'allegato 3, all'Autorità di bacino che provvederà a integrarle, previa verifica del rispetto delle condizioni al contorno fornite, nel quadro di pericolosità del bacino.
- 8) Le modifiche alla mappa delle aree con pericolosità da alluvione di cui all'art. 6, connesse alla realizzazione degli interventi previsti tra le misure di protezione del PGRA, sono valutate dall'Autorità di bacino sulla base della progettazione definitiva e/o esecutiva approvata relativa all'intervento. A seguito del collaudo, le modifiche cartografiche sono approvate dall'Autorità di bacino.
- 9) I riesami e gli aggiornamenti delle mappe di rischio di cui all'art.6 comma 1 lett. e) sono elaborate dall'Autorità di bacino sulla base dell'aggiornamento del quadro conoscitivo. Tali attività possono essere svolte dalla Regione, sentita l'Autorità di bacino.
- 10) Le Regioni definiscono le modalità per il recepimento negli strumenti urbanistici degli aggiornamenti cartografici alle mappe di pericolosità da alluvione e di rischio.

### 3.9 Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico

Le forme del piano paesaggistico ammesse dal Codice dei beni culturali e del paesaggio sono due: un Piano paesaggistico quale strumento a sé stante, oppure un piano territoriale che, per avere efficacia anche paesaggistica, deve in maniera esplicita connotarsi come Piano territoriale “con specifica considerazione dei valori paesaggistici “(art. 135 comma 1 del Codice). La Regione Toscana ha scelto a suo tempo, analogamente ad altre regioni italiane, di sviluppare il proprio piano paesaggistico non come piano separato, bensì come integrazione al già vigente piano di indirizzo territoriale (PIT), avviando nel 2007 un procedimento a ciò dedicato. Come espresso dallo stesso termine “integrazione”, si trattava del non facile compito di far convivere norme di indirizzo, ad una scala regionale piuttosto alta, con norme anche prescrittive a scale assai più dettagliate. L'integrazione paesaggistica del PIT, adottata nel 2009 senza la preventiva intesa sui contenuti

con il Ministero competente, si è rivelata troppo difforme da quanto richiesto in sede di copianificazione Stato-Regione per poter essere portata all'approvazione.

Nel 2011 è stata dunque avviata la redazione del nuovo piano, sempre nella forma di integrazione paesaggistica al PIT vigente. La forma del piano paesaggistico quale integrazione al piano territoriale vigente è stata confermata in considerazione dell'importanza di mantenere uniti, e di integrare nel modo migliore possibile, i dispositivi di pianificazione del territorio e di pianificazione del paesaggio. In tal senso il PIT si configura come uno strumento di pianificazione regionale che contiene sia la dimensione territoriale, sia quella paesistica; un piano in cui la componente paesaggistica mantiene comunque una propria identità chiaramente evidenziata e riconoscibile.

Rispetto a un PIT già articolato in una parte statutaria e una parte strategica, i contenuti del Piano paesaggistico confluiscono principalmente nello statuto del PIT (con la sola eccezione dei “progetti di paesaggio”, che per la loro natura trovano collocazione nella strategia), ridefinito anche con una nuova articolazione delle invarianti strutturali, elemento chiave del raccordo tra contenuti paesaggistici e contenuti territoriali del piano nel suo insieme. Qualità del territorio e qualità del paesaggio sono infatti non soltanto due aspetti strettamente interrelati, ma secondo un'interpretazione ampiamente diffusa il primo rappresenta la dimensione strutturale, laddove il paesaggio rappresenterebbe l'aspetto percettivo del territorio. L'elemento di raccordo tra dimensione strutturale e percettiva, tra territorio e paesaggio, è stato nel caso specifico individuato nelle cosiddette “invarianti strutturali” già presenti nel PIT vigente. Come esplicitato in seguito, nel descrivere l'architettura del piano, la riorganizzazione delle invarianti si è rivelato lo strumento fondamentale per far dialogare piano paesaggistico e piano territoriale, statuto e strategia, riordinando l'insieme dei contenuti. Complessivamente la nuova integrazione paesaggistica del PIT ne riconfigura buona parte dei contenuti statutari, e in misura minore alcuni contenuti della parte strategica. L'insieme degli elaborati del PIT, risultanti in parte dalla nuova integrazione paesaggistica e in parte da quanto approvato nel 2007, evidenzia ora, a valle dell'integrazione compiuta, alcune parti più datate per le quali sarebbe utile e opportuno un aggiornamento, che richiederà tuttavia l'avvio uno specifico procedimento.

### **3.10 Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Siena**

Il Piano Territoriale di coordinamento provinciale deve soddisfare contenuti obbligatori, dati dalla legge: le componenti sono definite dall'art. 51 della legge 1/2005. Specificatamente esse sono: quadro conoscitivo, statuto, strategia, sistemi territoriali, sistemi funzionali.

Così come il pianificatore lo ha inteso, il PTCP 2009 ha tre componenti definite “vitali”: una base, una struttura, ed un programma.

La base è il quadro conoscitivo. Il quadro conoscitivo contiene una serie di nuova elaborazione e un “trascinamento” del PTCP 2000; la Relazione sullo stato dell'ambiente della Provincia di Siena viene assunta come componente essenziale del quadro conoscitivo

La struttura è lo Statuto, nel quale prendono corpo, sulla base conoscitiva, i sistemi territoriali, le unità di paesaggio, i sistemi funzionali, scenari ove si fissano valori e regole comportamentali.

Il programma è la Strategia, che apre a un progetto di governo, affidato ad azioni perequative, prassi di governance e politiche coordinate.

Da rilevare che nello Statuto vi sono i sistemi territoriali e quelli funzionali. Per essi la Disciplina del Piano dà definizioni e regole comportamentali. È in questo frangente che si pongono le condizioni della sostenibilità. Mentre, nella Strategia vi sono le azioni intese come politiche da attivare: sia quelle che la Provincia si dà nell'esercizio delle sue funzioni per sostanziare il suo ruolo di ente che governa il territorio; che quelle che sono affidate agli altri attori di tale governo, sostanzialmente i Comuni, senza predeterminare compiti, ma per aggregare le politiche territoriali intorno a un progetto di territorio.

I sistemi funzionali individuati sono quattro: ambiente, paesaggio, policentrismo insediativo, capacità produttiva. L'ambiente e il paesaggio sono i due capisaldi che sostengono il piano. Mentre il primo è articolato in risorse, il secondo lo è in unità di paesaggio. Le risorse ambientali sono quelle così come definite nella Dichiarazione Ambientale della provincia e nel suo Rapporto Ambientale. Le unità di paesaggio sono quelle già presenti nel PTCP 2000 arricchite dall'analisi-diagnosi della struttura paesistica che ha permesso di proporre alcuni parametri di sostenibilità complessiva per le scelte insediative e per gli interventi sul territorio. Il policentrismo insediativo e la capacità produttiva permettono di promuovere le potenzialità di sviluppo del territorio in un quadro di sostenibilità complessiva dettata dalle peculiarità del caso.

### 3.11 Piano Strutturale del Comune di Siena

Il Piano Strutturale (PS) è strumento di pianificazione del territorio comunale ai sensi e per le finalità di cui all'art. 53, legge reg. Toscana 3 gennaio 2005, n. 1.

Il PS assume e specifica gli obiettivi, gli indirizzi e le prescrizioni di cui ai Titoli III e V del Piano di Indirizzo territoriale ed attua le misure di salvaguardia fissate dal titolo VII del medesimo piano.

Il PS definisce i principi, gli indirizzi e le regole per il governo del territorio, ne stabilisce le modalità di attuazione, individuando vincoli, direttive, indirizzi e procedendo da rispettare nel Regolamento Urbanistico (RU), nei Piani complessi d'intervento, nel Regolamento Edilizio e nei piani o programmi di settore di competenza comunale suscettibili di incidere sugli assetti e sulle trasformazioni, fisiche e funzionali, del territorio e degli immobili che lo compongono.

### 3.12 Regolamento Urbanistico Comune Siena

La Relazione Generale del Regolamento Urbanistico del Comune di Siena definisce le aree a pericolosità idraulica omogenea relative al territorio comunale sulla base dei criteri individuati nel DPGR 26/R del 27-04-07 (Punto 2 – Direttive per la formazione del Piano Strutturale e relative varianti) e nell'art. 8 delle Norme del Piano di Assetto Idrogeologico del bacino Regionale Ombrone.

Il Regolamento specifica che:

- 1) Le aree di pertinenza fluviale, corrispondenti alle aree alluvionabili per eventi di piena con tempo di ritorno tra 200 e 500 anni, sono sottoposte alla disciplina prevista dall'art. 9 delle suddette Norme.
- 2) I corsi d'acqua principali, individuati nel quadro conoscitivo del P.I.T. 2005-2010 (Allegato 4), sono caratterizzati dalla presenza di un'area con vincoli restrittivi che comprende le due fasce di larghezza pari a 10 m dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda. Tale zona è sottoposta alle misure di salvaguardia, così come previste dall'art. 36 della Disciplina del P.I.T. 2005-2010.
- 3) Sulla base dei criteri di individuazione del rischio idraulico, i corsi d'acqua del Comune di Siena si possono suddividere in tre tipologie: corsi d'acqua oggetto di studi idrologici-idraulici; corsi d'acqua significativi non analizzati con studi idrologici-idraulici; corsi d'acqua diversi dai precedenti, per i quali comunque le opere in alveo devono essere autorizzate ai sensi R.D. 523/1904.

#### 3.12.1 Corsi d'acqua oggetto di studi idrologici-idraulici

I corsi d'acqua sono suddivisi in base alla provenienza delle analisi idrauliche su di essi effettuate. Si possono così distinguere:

- 1) “Studio idrologico-idraulico dei Torrenti Tressa, Riluogo, Bozzone, Sorra e Serpenna”, redatto ad agosto 2008, con individuazione dei livelli di rischio idraulico per Tr 20, 30 e 200 anni e restituzione delle aree allagate per Tr 30 e 200 anni su cartografia in scala 1: 2.000.
- 2) “Studio idrologico-idraulico di vari corsi d'acqua che attraversano o sono situati nelle immediate vicinanze di aree oggetto di previsioni urbanistiche”, redatto a novembre 2010, con individuazione dei livelli di rischio idraulico per Tr 20, 30 e 200 anni e restituzione delle aree allagate per Tr 30 e 200 anni su cartografia in scala 1: 1.000 o 1:2.000.
- 3) “Analisi idrologico-idrauliche a supporto delle previsioni di R.U. adottato – ATI6 Borro del Casino e ATI7 F.so Bocca di Cane” redatto a dicembre 2010, con individuazione dei livelli di rischio idraulico per Tr 20, 30 e 200 anni e restituzione delle aree allagate per Tr 30 e 200 anni su cartografia in scala 1: 2.000.
- 4) Relativamente al Torrente Arbia nel territorio comunale di Siena è stato adottato lo “Studio della pericolosità idraulica del T.Arbia dal T. Massellone alla confluenza del F.Ombrone”, facente parte del quadro conoscitivo del Bacino Regionale del F.Ombrone, con individuazione dei livelli di rischio idraulico per Tr 30, 100, 200 e 500 anni e restituzione delle aree allagate per Tr 30, 200 e 500 anni. Il suddetto studio è stato redatto dalla Amministrazione Provinciale di Siena a maggio 2005 ed aggiornato a maggio 2006.
- 5) Nell'area di ubicazione del Depuratore di Siena, in prossimità della confluenza del T. Tressa con il T.Arbia, l'analisi di pericolosità idraulica precedente è stata sostituita con quanto scaturisce dalla “Individuazione del livello di rischio idraulico nell'area dell'impianto di depurazione di Siena”, redatta nell'Aprile 2008 dall'Acquedotto del Fiora Spa. In pratica si è trattato di utilizzare i livelli di altezza critica dell'acqua per Tr 30 e 200 anni riportandoli su un rilievo fotogrammetrico appositamente realizzato con ripresa aerea eseguita a Febbraio 2008, da cui ne è derivata una cartografia numerica in scala 1: 1.000, in modo da poter ricostruire le aree allagate relative agli eventi di piena con Tr 30 e 200 anni.

- 6) Inoltre le aree allagate nella zona di Taverne d'Arbia ed Isola d'Arbia derivanti dallo “Studio della pericolosità idraulica del T.Arbia dal T.Massellone alla confluenza del F.Ombrone” sono state controllate e corrette dove necessario, utilizzando i battenti idraulici del suddetto studio per Tr 30, 200 e 500 anni e collocandoli su una cartografia di maggior dettaglio (CTR 1:2.000 e Piano quotato zona Taverne d'Arbia, fornito dall'Amministrazione Provinciale) rispetto a quella utilizzata in precedenza (CTR 1:10.000).
- 7) Relativamente al T. Tressa, per il tratto non analizzato dallo studio idraulico è stato adottato lo “Studio idrologico-idraulico realizzato per la S.R.T. n.2 Cassia -1° Lotto” redatto dalla Amministrazione Provinciale di Siena, con individuazione delle aree allagate relative agli eventi di piena con Tr 30 e 200 anni.
- 8) Relativamente ai corsi d'acqua - o ai tratti di corsi d'acqua - sopra citati sono state individuate 4 classi di pericolosità idraulica.
- a) **Pericolosità idraulica molto elevata I.4 (P.I.M.E.);** ricadono in questa classe le aree interessate da allagamenti per eventi con  $Tr \leq 30$  anni.
  - b) **Pericolosità idraulica elevata I.3 (P.I.E.);** ricadono in questa classe le aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $30 < Tr \leq 200$  anni.
  - c) **Pericolosità idraulica media I.2;** relativamente al T. Arbia, ricadono in questa classe le aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $200 < Tr \leq 500$  anni. Inoltre, per gli altri corsi d'acqua oggetto di verifiche idrauliche (escluso il T. Arbia), è presente la pericolosità idraulica media nelle **fasce di fondovalle laterali all'asta fluviale con quota altimetrica inferiore a 2 m rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda e nelle aree in cui affiorano i depositi alluvionali attuali.**
  - d) **Pericolosità idraulica bassa I.1;** ricadono in questa classe tutti i rilievi collinari del territorio del Comune di Siena ovvero tutte le aree che si trovano in posizione altimetrica superiore di 2 m dal ciglio di sponda o argine e che non sono stati interessati da fenomeni di esondazione.
- 9) Relativamente all'individuazione delle aree soggette ad inondazioni con Tr uguale o inferiore a 20 anni, dato che il livello di esondazione si discosta normalmente di pochi centimetri rispetto a quello delle piene con Tr pari a 30 anni, tali aree si considerano coincidenti.
- 10) Oltre ai corsi d'acqua a cielo aperto sopra menzionati, sono stati analizzati con studi idraulici anche dei tratti di corsi d'acqua tombati di importanza strategica (Fosso Riluogo in zona Viale Toselli – Due Ponti) o che attraversano zone di previsioni urbanistiche (Fosso di Fontebranda, Fosso Bolgione, Fosso nei pressi di Botteganova, Fosso Fossatone, Fosso Santa Lucia).

### 3.12.2 Corsi d'acqua significativi non analizzati con studi idrologici-idraulici

Relativamente ai corsi d'acqua - o ai tratti di corsi d'acqua - non oggetto di specifici studi idraulici sono state individuate 4 classi di pericolosità idraulica.

- 1) **Pericolosità idraulica molto elevata I.4 (P.I.M.E.);** ricade in questa classe un'area di fondovalle situata sul Fosso Riluogo, immediatamente a monte del ponte della Strada di Vico Alto, in cui ricorrono entrambe le condizioni:
  - i. vi sono notizie storiche di inondazioni (area delimitata dal PAI ed identificata come P.I.E.)
  - ii. si trova a quote altimetriche inferiori a 2 m rispetto al ciglio di spondaInoltre, fa parte di questa classe un'area situata sul Torrente Bozzone il cui perimetro era già presente nella cartografia del Piano Strutturale approvato ed in cui ricorrono entrambe le condizioni:
  - vi sono notizie storiche di inondazioni (derivanti dalla “Carta delle aree inondabili della Regione Toscana – quadrante 120-I”, in cui questa zona viene identificata come “area inondata nel corso degli eventi alluvionali 91-92-93”)
  - si trova a quote altimetriche inferiori a 2 m rispetto al ciglio di sponda.
- 2) **Pericolosità idraulica elevata I.3 (P.I.E.);** ricadono in questa classe le aree di fondovalle ubicate a quote altimetriche inferiori a 2 m rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.  
Ai corsi d'acqua tombati non analizzati con studi idraulici è stata assegnata una classe di Pericolosità Idraulica 3. Tale classificazione è stata ottenuta inserendo un buffer di 2 m rispetto al tracciato.
- 3) **Pericolosità idraulica media I.2;** ricadono in questa classe le aree di fondovalle dove affiorano i depositi alluvionali, in cui non sono presenti notizie storiche di inondazioni, nè si trovano in situazione di quota altimetrica sfavorevole, ovvero inferiore a 2 m rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.
- 4) **Pericolosità idraulica bassa I.1;** ricadono in questa classe tutti i rilievi collinari del territorio del Comune di Siena

ovvero tutte le aree che si trovano in posizione altimetrica superiore di 2 m dal ciglio di sponda o argine e che non sono stati interessati da fenomeni di esondazione.

Per quanto riguarda le aree perimetrate nelle Tavole dell’Autorità di Bacino con la sigla P.I.E. e P.I.M.E. si specifica quanto segue:

- l’area P.I.M.E. lungo il Fiume Arbia è stata omessa in quanto tale asta fluviale è stata oggetto di studi idrologici-idraulici che hanno permesso di individuare le zone con classe di pericolosità idraulica 2, 3 e 4.
- l’area P.I.E. immediatamente a monte del ponte di Vico Alto contribuisce all’attribuzione della classe di pericolosità idraulica 4, in quanto sono presenti sia le notizie storiche, che la quota sfavorevole (2 m al di sotto del ciglio di sponda).
- le restanti aree P.I.E o P.I.M.E. lungo il T. Rilugog (da ex complesso Socini a zona Due Ponti) sono state omesse in quanto il corso d’acqua in questo tratto è stato oggetto di studi idrologici-idraulici che hanno permesso di individuare le zone con classe di pericolosità idraulica 3 e 4. Peraltro, in tale area le perimetrazioni P.I.E o P.I.M.E risultano di incerta interpretazione in quanto alcune parti di esse non occupano l’area di fondovalle, bensì un tratto di versante ad esso adiacente, probabilmente a causa del fatto che tali perimetri sono stati tracciati su una cartografia in scala 1: 25.000.

5) l’area P.I.E. lungo il T. Tressa in zona Via Massetana Romana, davanti alla Performance, contribuisce all’attribuzione della classe di pericolosità idraulica 4, in quanto sono presenti sia le notizie storiche, che la quota sfavorevole (2 m al di sotto del ciglio di sponda).

Inoltre, sono state fatte alcune correzioni (di seguito descritte) alla Carta di Pericolosità idraulica del Piano Strutturale approvato, dovute agli studi di approfondimento del Regolamento Urbanistico.

Fosso di Ravacciano: è stato corretto il tracciato di monte in quanto verificandolo con la CTR 1:2.000 e con un sopralluogo, è stato rilevato che il corso d’acqua nasce circa 100 m più a valle. (vedi lettera di risposta alla richiesta di integrazioni del bacino Ombrone e tav. 2 allegata alla relazione “Elementi per la valutazione degli aspetti idraulici”).

Fosso di Acquaviva: è stato corretto il tracciato così come visibile dalla tav. 3 allegata alla relazione “Elementi per la valutazione degli aspetti idraulici”.

Reticolo idrografico in zona Pian delle Fornaci, tratto del Fosso della Bandita in zona Borgovecchio e tratto del fosso nei pressi di TU 17, così come visibile dalle tav. 5, 6, 7 allegata alla relazione “Elementi per la valutazione degli aspetti idraulici”, sono stati eliminati dal reticolo idrografico di interesse PAI.

- Fosso di Fontebranda: nel tratto di monte del corso d’acqua tombato, fino alla zona dell’Ex Sardinia è stata abbassata la pericolosità idraulica dalla classe 3 alla classe 2 in quanto è stato verificato il tracciato tombato rispetto alla portata con  $Tr \Rightarrow 200$  anni. Lo studio idrologico-idraulico è allegato alla fattibilità relativa alla zona di intervento denominata “TU3 – Ex Sardinia”.

## 4 ANALISI IDROLOGICA

### 4.1 Considerazioni sul tempo di ritorno

La grandezza comunemente presa a riferimento come valore di progetto (per es., per valutare il grado di protezione dagli allagamenti offerto dalla rete di drenaggio) è il tempo di ritorno  $T_r$  della portata di dimensionamento. Tramite tale espressione si indica il numero di anni in cui il superamento del valore assegnato avviene mediamente una volta; alternativamente, il tempo di ritorno rappresenta il numero di anni che in media separano il verificarsi di due eventi di entità eguale o superiore alla soglia assegnata.

Il tempo di ritorno da assumere alla base della progettazione deve essere da un lato sufficientemente elevato da garantire il buon funzionamento della rete idraulica, e dall'altro accuratamente ponderato onde consentire un dimensionamento non eccessivamente oneroso. Si tratta, quindi, di trovare il giusto compromesso tecnico-economico.

La scelta del valore del tempo di ritorno da utilizzare nell'analisi idraulica è stata eseguita sulla base della tipologia e dell'importanza strategica e funzionale delle singole opere in progetto, basandosi su un'attenta analisi del cosiddetto rischio d'insufficienza.

Si definisce rischio associato ad una certa portata la probabilità che la portata stessa sia superata almeno una volta in un numero prefissato di anni; pertanto, il rischio dipende dall'estensione del periodo considerato e dalla portata in esame, ovvero dal suo tempo di ritorno. Se il dimensionamento dell'opera è stato condotto con riferimento alla portata  $Q(T_r)$  di  $T_r$  anni di tempo di ritorno, il rischio  $R_N[Q(T_r)]$ , ovvero la probabilità che, durante  $N$  anni di funzionamento, l'opera risulti insufficiente una o più volte, è esprimibile come:

$$R_N [Q(T_r)] = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^N$$

Le tabelle seguenti forniscono i valori del rischio di insufficienza di un'opera dimensionata sulla base di un valore di portata corrispondente ad un tempo di ritorno di 25 anni e 50 anni.

Anni di vita dell'opera N [anni]	Rischio d'insufficienza $R_N$ [%]
5	18.5
10	33.5
20	55.8
25	64.0
50	87.0
100	98.3
200	99.9

Tabella 1 - Curve di possibilità pluviometrica per assegnato tempo di ritorno di 25 anni

Anni di vita dell'opera N [anni]	Rischio d'insufficienza $R_N$ [%]
5	9.6%
10	18.3%
20	33.2%
25	39.7%
50	63.6%
100	86.7%
200	98.2%

Tabella 2 - Curve di possibilità pluviometrica per assegnato tempo di ritorno di 50 anni

In base a quanto sopra riportato risulta che il verificarsi di uno o più crisi di una rete di drenaggio durante il suo periodo di funzionamento sia un evento alquanto probabile, quasi certo. Ciò peraltro corrisponde ad una precisa scelta progettuale, in quanto il contenimento del rischio di fallanza della rete comporta la necessità di incrementare sensibilmente il tempo di ritorno di progetto, con i conseguenti (ed in genere inaccettabili) incrementi delle dimensioni ed aggravii dei costi delle canalizzazioni.

Discende da ciò che nei calcoli di verifica o dimensionamento occorre preliminarmente stabilire quale rischio d'insufficienza si vuole accettare. In altri termini occorre fissare il valore del tempo di ritorno  $T_r$  di progetto.

La scelta di  $T_r$  discende da un compromesso tra l'esigenza di contenere la frequenza delle esondazioni e la necessità di contenere le dimensioni dei collettori e comunque delle strutture di controllo delle piene entro limiti economicamente accettabili e compatibili con i vincoli esistenti nel territorio interessato.

Nel progetto sono stati adottati i seguenti valori di tempi di ritorno:

- 25 anni per il dimensionamento della rete di drenaggio della pavimentazione stradale e degli elementi marginali dell'idraulica di piattaforma;
- 50 anni per il dimensionamento dei fossi di guardia e/o canali di gronda.

#### 4.2 Caratteristiche pluviometriche - LSPP

Nel processo di dimensionamento di un'opera idraulica occorre considerare le portate che comportano la crisi del sistema, ovvero fare riferimento alle portate che si originano dagli eventi pluviometrici di breve durata e forte intensità. Per definire le altezze di precipitazione corrispondenti a tali eventi, vengono generalmente utilizzate le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP), elaborate a partire dalle registrazioni delle altezze di pioggia effettuate nelle stazioni pluviometriche. Tali curve esprimono la relazione fra la durata della pioggia  $t$  e la relativa altezza di precipitazione  $h$  per un assegnato valore del tempo di ritorno  $T$ .

La curva di probabilità pluviometrica è descritta da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = a t^n$$

dove:

- $h$  è l'altezza di pioggia [mm];
- $t$  è la durata dell'evento [h];
- $a$  e  $n$  sono i parametri caratteristici dell'evento pluviometrico e sono funzione del tempo di ritorno.

Per il progetto delle opere idrauliche sono stati utilizzati i parametri caratteristici ufficiali messi a disposizione dalla Regione Toscana. Tali valori risultano essere aggiornati ai dati pluviometrici estremi fino all'anno 2012 compreso e fanno riferimento ad eventi pluviometrici di durata maggiore di 1 ora.

I parametri caratteristici  $a$  e  $n$  sono calcolati per i seguenti tempi di ritorno 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200 e 500 anni; e per ogni tempo di ritorno, i parametri  $a$  e  $n$  sono resi disponibili in formato ASCII Grid con una griglia 1 km x 1 km su tutto il territorio regionale.

Si riportano, a titolo puramente indicativo, le distribuzioni dei parametri  $a$  e  $n$  per i tempi di ritorno di 50 e 200 anni.

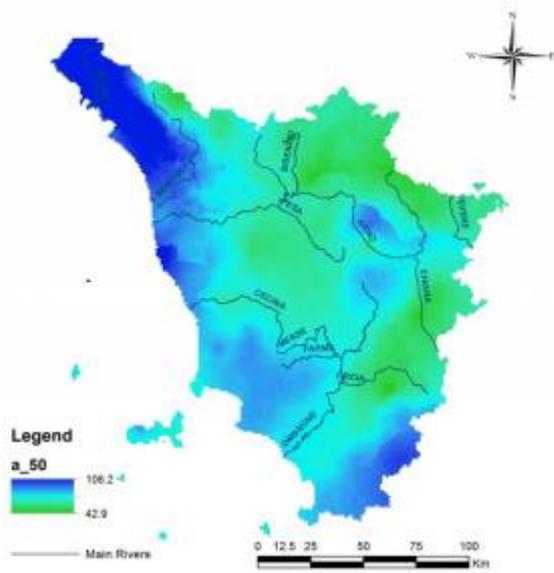


Figura 2 – Spazializzazione sull'intera regione del parametro “a” della LSPP per il tempo di ritorno di 50 anni

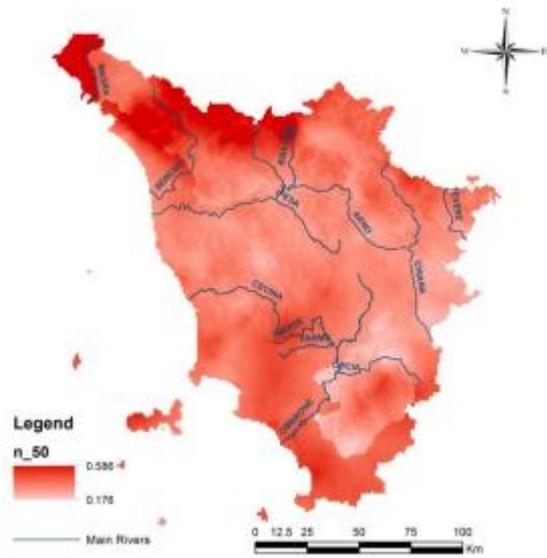


Figura 3 - Spazializzazione sull'intera regione del parametro “n” della LSPP per il tempo di ritorno di 50 anni

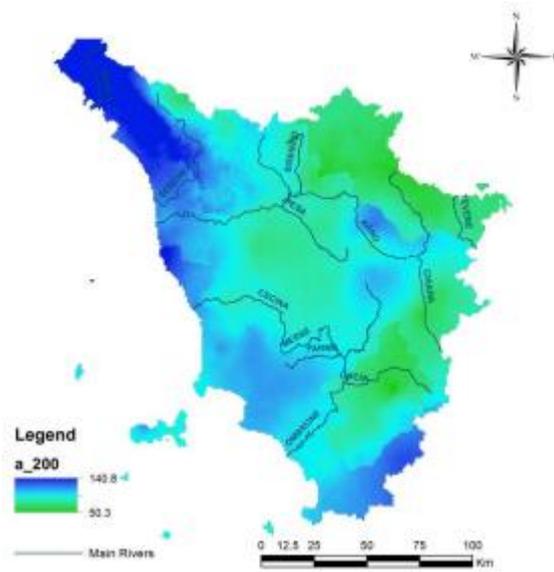


Figura 4 – Spazializzazione sull'intera regione del parametro “a” della LSPP per il tempo di ritorno di 200 anni

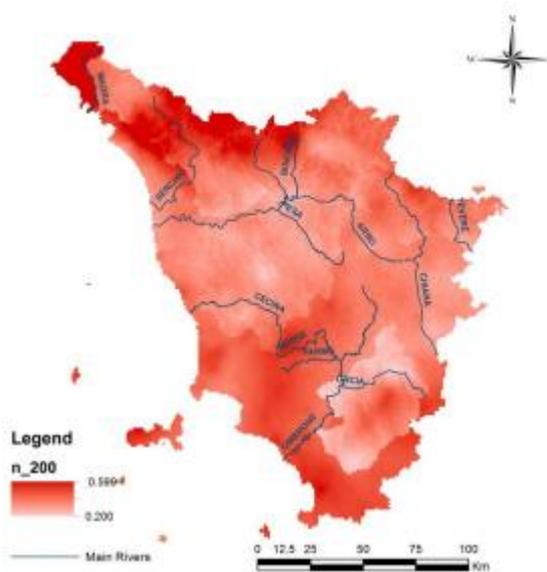


Figura 5 – Spazializzazione sull'intera regione del parametro “n” della LSPP per il tempo di ritorno di 200 anni

sono stati calcolati statisticamente come regressione lineare dei valori disponibili per i restanti tempi di ritorno.

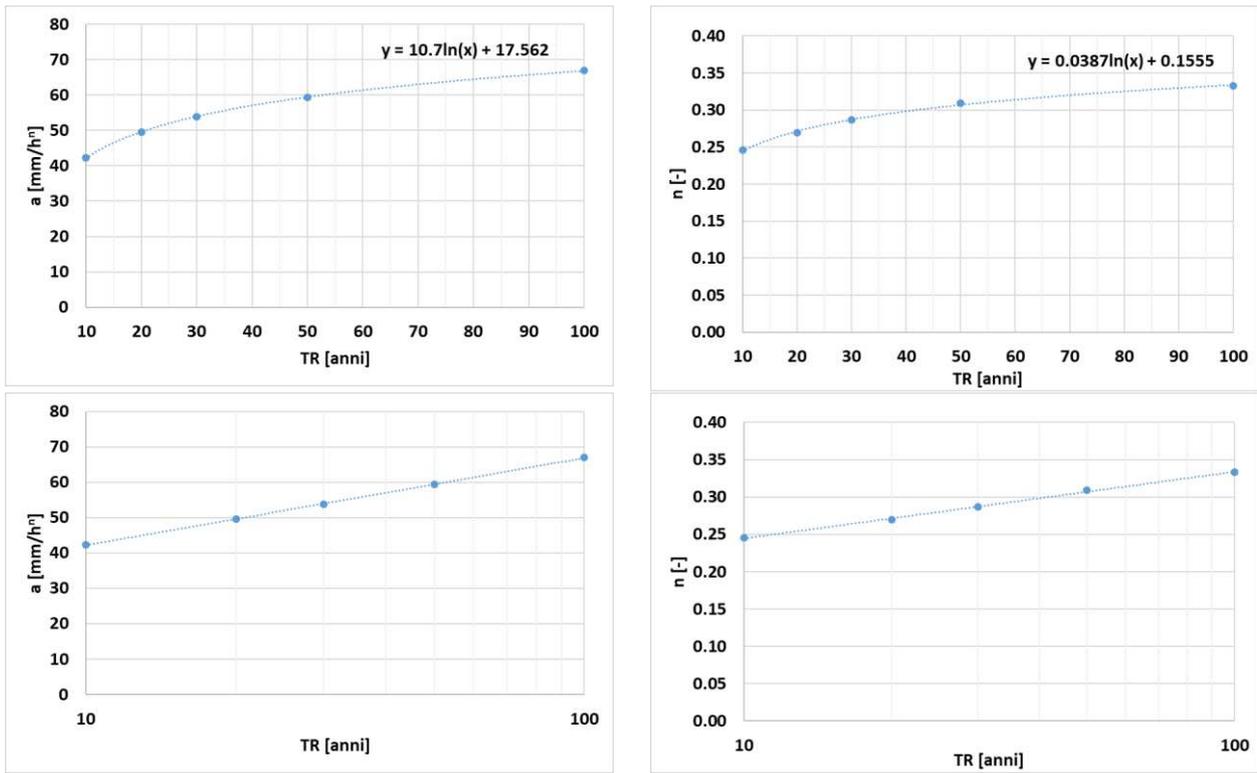


Figura 6 – Regressione lineare dei parametri a e n della curva di possibilità pluviometrica dei dati disponibili per TR 10, 20, 30, 50 e 100

Dalle curve riportate nelle figure precedenti sono stati ricavati i valori di a e n per tempo di ritorno 25 anni.

	LSPP TR 25 anni	a	n
Piattaforma stradale	t > 1h	52.00	0.28

Tabella 3 – Valori di a e n per la piattaforma stradale per tempo di ritorno 25 anni

	LSPP TR 50 anni	a	n
Fossi al piede del rilevato stradale	t > 1h	59.32	0.31

Tabella 4 – Valori di a e n per i fossi al piede del rilevato per tempo di ritorno 50 anni

## 5 DESCRIZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO

### 5.1 Principi generali

Al fine di limitare le opere idrauliche necessarie, garantire la compatibilità idraulica degli scarichi, è stato condotto un accurato studio circa l'individuazione e la collocazione plani-altimetrica dei manufatti in progetto.

Il sistema di raccolta delle acque è stato dimensionato e verificato sulla base della precipitazione di progetto e con gli obiettivi di:

- Limitare i tiranti idrici sulle pavimentazioni a valori compatibili con la loro transitabilità;
- Garantire margini di capacità per evitare rigurgiti dei manufatti che possono dare luogo ad allagamenti localizzati;
- Minimizzare il rischio di insufficienza della rete.

Il sistema di drenaggio delle acque di piattaforma è costituito essenzialmente da tre elementi fondamentali:

*Elementi di raccolta:* costituiscono il sistema primario, possono essere elementi continui marginali alla carreggiata o discontinui, ad interassi dimensionati in modo da limitare i tiranti idrici in piattaforma garantendo la sicurezza degli utenti. Rientrano negli elementi di raccolta gli embrici e le caditoie grigliate.

*Elementi di convogliamento:* rappresentano un sistema secondario, a valle degli elementi di raccolta. Gli elementi del sistema primario scaricano nel sistema secondario; si garantisce così la funzionalità del sistema primario e si evitano rigurgiti in piattaforma ottimizzando la sicurezza dell'infrastruttura. Gli elementi di convogliamento sono costituiti da canalizzazioni a cielo aperto (fossi in terra e non predisposti per laminazione) e da collettori in genere. Tali elementi provvedono al trasferimento delle acque verso i recapiti.

*Elementi di recapito:* sono individuati in funzione della vulnerabilità, possono essere identificati nei corsi d'acqua naturali, nei canali irrigui e nei fossi di scolo della viabilità esistente.

Il tipo di elemento di raccolta da prevedere sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione che viene considerata. Le sezioni si possono suddividere in:

- sezione in rilevato;
- sezione in trincea
- sezione in galleria;
- sezione in viadotto.

Il sistema di drenaggio, a seconda della pendenza trasversale della piattaforma stradale, si può schematizzare in:

- drenaggio su entrambi i lati, tipologia presente nei tratti rettilinei;
- drenaggio su di un solo lato, presente nei tratti in curva.

Gli elementi costitutivi del sistema di drenaggio sono stati quindi individuati in funzione del tipo di drenaggio e della sezione corrente dell'infrastruttura.

Il tracciato stradale in funzione dell'inserimento o meno di presidi idraulici prima del recapito nel ricettore finale può essere classificato come sistema chiuso o sistema aperto.

Il sistema di drenaggio che prevede il convogliamento dell'acqua di piattaforma ai presidi idraulici è denominato “sistema chiuso”, in quanto permette il trattamento dell'acqua dilavante la piattaforma e l'immagazzinamento degli sversamenti accidentali. Qualora l'acqua captata venga scaricata direttamente nel reticolo naturale, senza l'interposizione di presidi idraulici, il sistema drenante è denominato “aperto”. Nel caso in esame il sistema è del tipo chiuso.

Gli elementi primari e secondari di raccolta e convogliamento sono stati ottimizzati sulla base dello studio delle sezioni stradali, delle planimetrie e dei profili di progetto.

Il sistema di raccolta delle acque è stato dimensionato e verificato sulla base della precipitazione di progetto con gli obiettivi di:

- limitare i tiranti idrici sulle pavimentazioni a valori compatibili con la loro transitabilità;

- garantire margini di capacità per evitare rigurgiti delle canalizzazioni che possono dare luogo ad allagamenti localizzati;
- minimizzare il rischio di insufficienza della rete.

In dettaglio, la rete di drenaggio è stata dimensionata e verificata garantendo un grado di riempimento massimo del 75% per quanto riguarda la rete di drenaggio della piattaforma stradale, un grado di riempimento massimo dell'80% per quanto riguarda i fossi.

## 5.2 Elementi della rete di drenaggio

Il sistema di drenaggio delle acque di piattaforma è costituito essenzialmente da un sistema di raccolta marginale primario per il quale sono stati utilizzati i manufatti di seguito elencati.

- Collettori in PEad in corrispondenza dell'asse principale e dei rami di svincolo.
- Collettori in PP fessurati e in PVC fessurati in corrispondenza dei drenaggi delle gallerie.
- Collettori in cls per il collegamento tra i fossi al piede dei rilevati.
- Canalette in cls di dimensioni interne variabili da 30x30 cm (bxh) a 70x40 cm (bxh), poste rispettivamente in arginello e nello spartitraffico.
- Canalette ad embrice prefabbricate in cls in corrispondenza degli scarichi nei tratti in rilevato.
- Pozzetti in cls.
- Caditoie in ghisa sferoidale carrabili classe di carico D400 con scarico verticale e collegate al collettore di drenaggio longitudinale alla strada (nei tratti in viadotto).
- Fossi di guardia in cls.

Nei paragrafi seguenti vengono descritti i dispositivi della piattaforma stradale atti ad intercettare e smaltire le acque di piattaforma dell'intera rete a servizio della viabilità in progetto. Per ciascun elemento vengono presentate le caratteristiche meccaniche/prestazionali nonché i criteri progettuali adottati per la scelta degli elementi medesimi.

### 5.2.1 Sistema di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma

Il sistema di captazione delle acque meteoriche dell'asse principale è caratterizzato dalla presenza di una canale in cls delle dimensioni interne di 30x30 cm (bxh). La canale è posizionata nell'arginello e al di sotto di essa scorre la tubazione che allontana le acque captate e le convoglia a recapito.

Lungo la canale sono stati disposti dei pozzetti in cls sormontati da una griglia in ghisa sferoidale non carrabile classe C250 delle dimensioni interne 0.45x1.30 m.

I pozzetti sono stati predisposti ogni qual volta si abbia l'inizio della rete (pozzetti di testa), un salto (pozzetto di salto), una curva (pozzetti di curva/raccordo) ed in linea (pozzetti di linea) con distanze in genere costanti e pari a 25 m in corrispondenza dei rettili; variabile tra 10 e 15 m in corrispondenza dei tratti in curva e sulle rampe.

### 5.2.2 Tubazioni a servizio della rete delle acque di piattaforma stradale

Le tubazioni in PEad conformi alla norma UNI EN 13476 hanno classe di rigidità anulare pari a SN 8 kN/m<sup>2</sup>, misurata secondo la norma UNI EN ISO 9969 e presentano un diametro esterno variabile da 468 a 935 mm.

Le tubazioni sono realizzate con corrugazioni in PEad co-estruso a doppia parete, lisce internamente in conformità alla EN 13476-3 e hanno un sistema di giunzione in linea che prevede una doppia guarnizione elastometrica di tenuta in EPDM in corrispondenza della femmina.

Le tubazioni in progetto sono state verificate in condizioni di moto uniforme con riempimento massimo ammesso del 75% e tempo di ritorno di 25 anni.

Il diametro esterno massimo ottenuto dal dimensionamento delle tubazioni della rete delle acque di piattaforma è di 935 mm (800 mm diametro interno); lo studio e la disposizione degli impianti di trattamento è stato infatti condotto con l'obiettivo di limitare, laddove possibile, i diametri delle tubazioni e ridurre quindi i costi di realizzazione.

Al fine di limitare il deposito di materiale in condotta, ovvero di scongiurare velocità troppo basse, la pendenza minima è stata posta pari allo 0.3%.

Un altro accorgimento atto a diminuire l'insorgenza di fessurazione e danni alle tubazioni è quello riguardante il ricoprimento minimo sull'estradosso della tubazione. Il valore in progetto è stato fissato pari a minimo 70 cm, con un buon compromesso tra sicurezza e minimizzazione dei costi.

In tabella si riportano i diametri esterni ed interni dei collettori in PEad utilizzati in progetto.

Collettori in materiale plastico PEad SN 8 kN/m <sup>2</sup>				
D. Est. [mm]	500	630	800	1000
D. Int. min. [mm]	418	527	669	837
spessore [mm]	41	52	66	82

Tabella 5 – Diametri esterni ed interni delle tubazioni adottate in progetto

### 5.2.3 Giunto a soffietto in corrispondenza del passaggio spalla-impalcato dei viadotti

Nelle tubazioni idrauliche, in corrispondenza dei tratti di passaggio tra spalla ed impalcato dei viadotti, si prevede l'utilizzo di compensatori universali costituiti ciascuno da due soffietti uniti tra loro da un tubo rigido intermedio, in grado di assorbire sia i movimenti laterali sia qualsiasi combinazione di movimenti laterali e assiali che possono interessare le tubazioni in tali passaggi.

### 5.2.4 Vasche di trattamento e stoccaggio sversamenti accidentali

Nei tratti finali dei singoli rami delle reti di captazioni e smaltimento delle acque meteoriche è stata inserita un'apposita vasca con funzione di sedimentatore e disoleatore, oltre che di stoccaggio di possibili sversamenti accidentali.

I criteri a base della progettazione delle vasche si possono riassumere nei seguenti:

1. limitare al minimo la necessità di manutenzione, consentendo interventi molto diluiti nel tempo;
2. fare transitare nella vasca le acque di prima pioggia (con riferimento alla legislazione della Regione Lombardia);
3. “catturare” gli eventuali sversamenti accidentali;
4. far assumere al flusso in entrata una velocità tale da consentire la risalita in superficie degli oli e la sedimentazione dei solidi in sospensione;
5. mantenere all'interno della vasca gli oli in superficie.

Sono state individuate 8 vasche, delle quali 4 hanno una lunghezza di sedimentazione di 10 m e 4 di 12 m.

Il dimensionamento della vasca tiene conto del volume dello sversamento accidentale assunto pari a 40.000 litri.

Nelle figure seguenti sono riportati gli stralci planimetrici del tracciato stradale con l'ubicazione delle due tipologie di vasche previste.

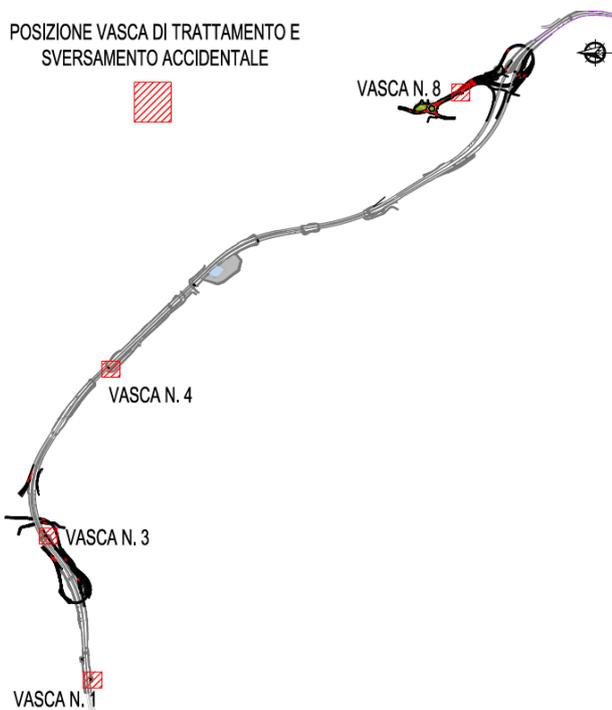


Figura 7 - Ubicazione delle vasche di lunghezza L=10 m

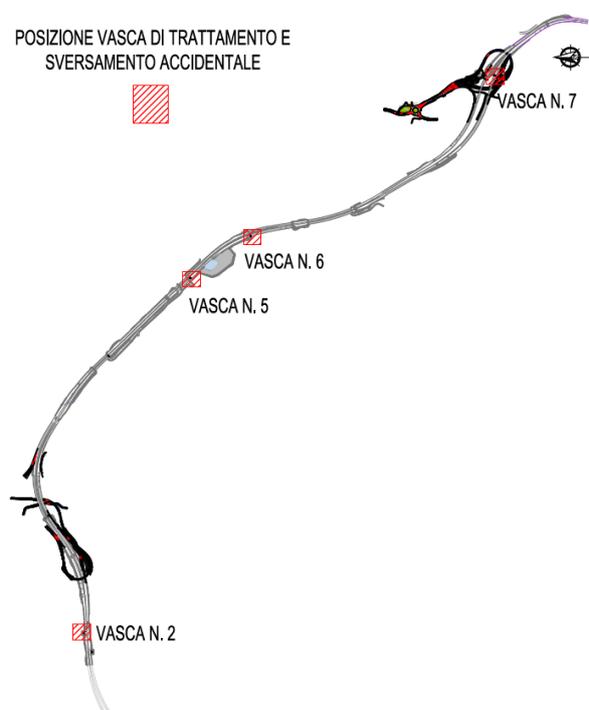


Figura 8 - Ubicazione delle vasche di lunghezza L=12 m

Al cap. 7 è discusso il dimensionamento delle stesse.

### 5.2.5 Vasca per il sollevamento delle acque meteoriche (svincolo di “Ruffolo”)

L’allontanamento delle acque di piattaforma drenate dall’asse “SR-11”, ubicato lungo la rampa Grosseto-Siena, non può avvenire a gravità, stante la presenza di un sottovia lungo tale rampa. La quota minima di progetto del piano stradale è posta a 189.53 m slm, circa 10 m al di sotto della quota del recapito più vicino, costituito da un fosso di guardia. Si rende quindi necessario dotare la rete di drenaggio di questo tratto di un impianto di sollevamento, per consentire lo scarico delle acque di piattaforma.

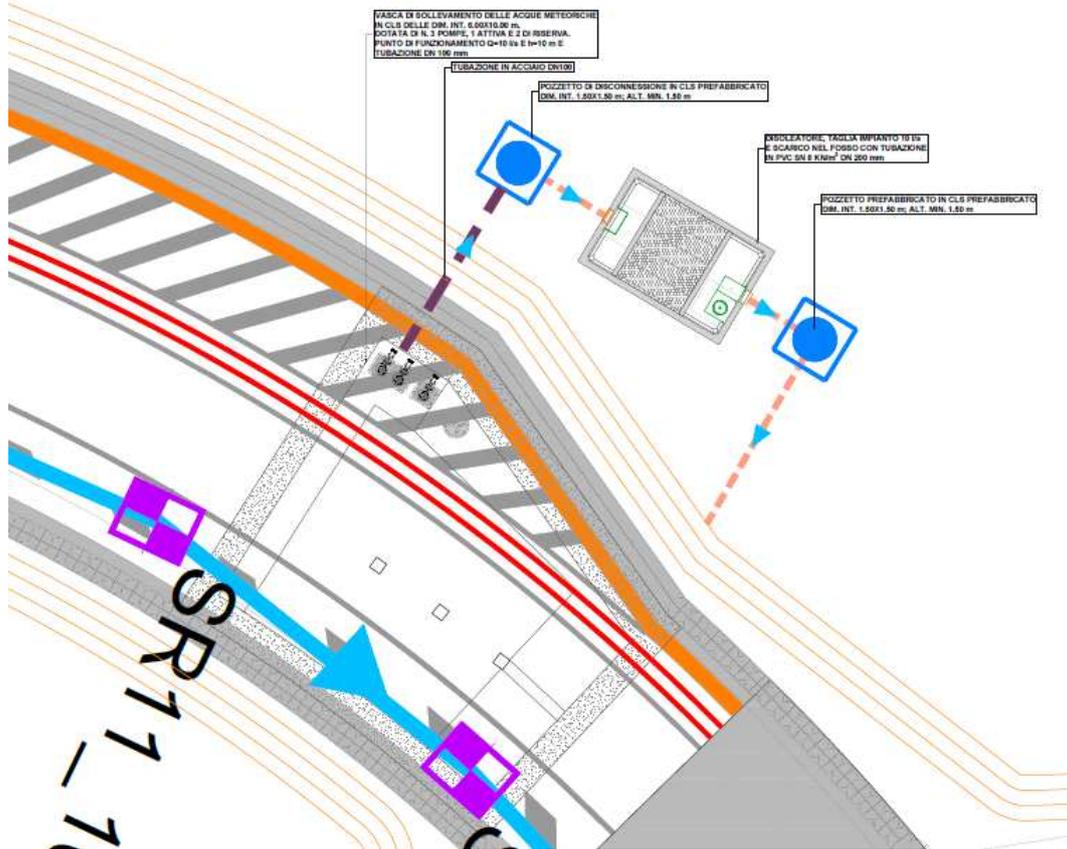


Figura 9 -Ubicazione della vasca per il sollevamento delle acque meteoriche allo svincolo di “Ruffolo”

L'impianto è costituito da una vasca in calcestruzzo delle dimensioni interne di 7.00x11.00 m e di altezza interna di 2.00 m., ed è dotata di 3 pompe, di cui una attiva e due di riserva, dimensionate con il seguente punto di funzionamento:

- $Q = 10 \text{ l/s}$ ;
- $H = 10 \text{ m}$ ;

la tubazione di mandata è costituita da un collettore in acciaio DN100 mm.

A monte dell'immissione nel recapito finale (fosso di guardia) è infine previsto un disoleatore, dimensionato anch'esso per una portata di 10 l/s.

## 5.3 Sezioni tipologiche raccolta e smaltimento acque meteoriche

### 5.3.1 Sezione in rilevato

Nella viabilità in rilevato l'elemento di captazione è costituito da una canaletta in cls delle dimensioni interne variabili da 30x30 cm (bxh) a 70x40 cm (bxh) in funzione che la pendenza trasversale dell'asse stradale sia rispettivamente verso l'esterno della carreggiata o all'interno della carreggiata.

In dettaglio, la canaletta 30x30 cm (bxh) è sempre posizionata nell'arginello che ha una larghezza 1.75 metri, mentre la canaletta 70x40 cm (bxh) è posizionata nello spartitraffico.

La delimitazione dell'arginello dalla piattaforma stradale è realizzata mediante un cordolo in cls di altezza 11 cm dal piano viario. Il cordolo viene interrotto per permettere lo scarico delle acque di piattaforma per mezzo dell'elemento di imbocco degli embrici, con passo di 11 m in corrispondenza dei tratti in rettilineo e con passo di 7-8 m nei tratti in curva.

Gli embrici sono degli elementi prefabbricati in cls di lunghezza pari a 50 cm e larghezza da 50 a 30 cm, altezza variabile da 20 a 15 cm ancorati al terreno sottostante per mezzo di tondini in ferro.

Gli embrici scaricano le acque intercettate all’interno della canaletta.

Al piede del rilevato è presente un fosso di guardia in cls di dimensioni variabili, dimensionato in modo da captare le acque del rilevato ed eventuali esuberi che fuori escono dalla canaletta.

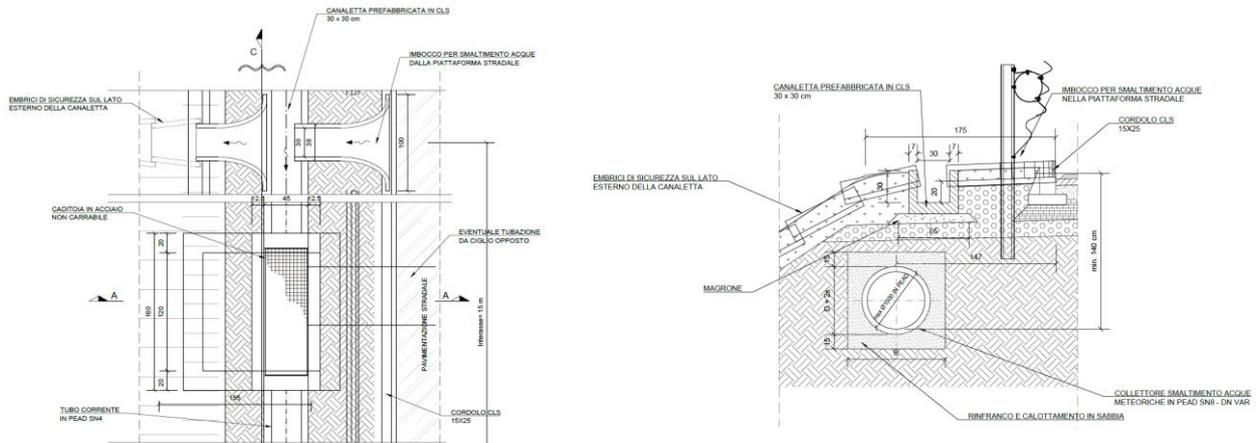


Figura 10 – Tipologico scarico con embrici: pianta e sezione

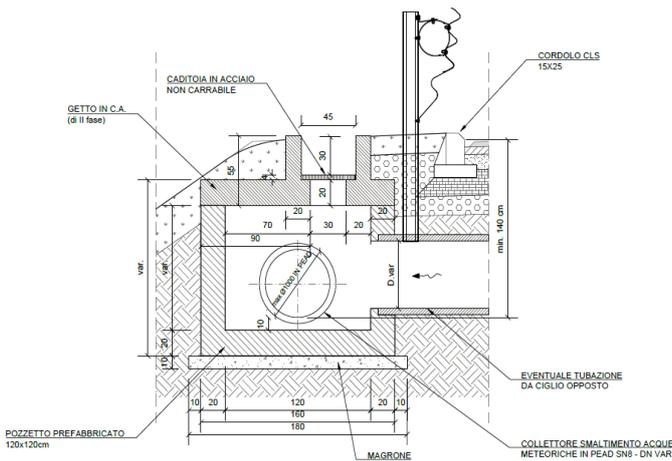


Figura 11 - Pozzetto tipo di ispezione in arginello

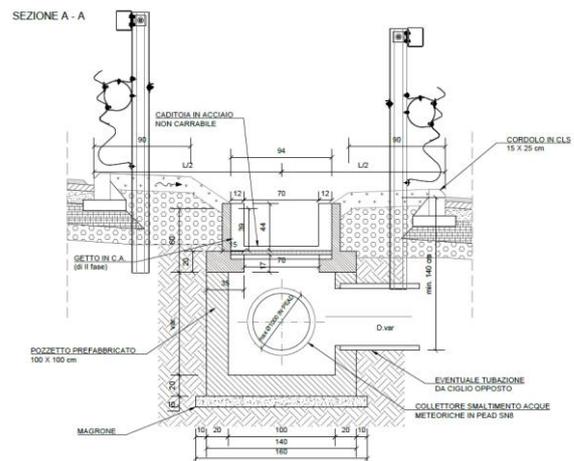


Figura 12 – Pozzetto tipo di ispezione in spartitraffico

### 5.3.2 Sezioni in viadotto

Nei tratti in corrispondenza del viadotto, il sistema di raccolta acque è composto da vaschette ricavate da risparmio nel getto della soletta con adeguata impermeabilizzazione sormontate da griglie 50x50 cm poste a passo di massimo 25 m nei tratti in rettilo o di 15 m nei tratti in curva.

Dette griglie sono accoppiate a un discendente in acciaio DN 150 mm (DI 160.3 mm), che si attesta sulla parte superiore del collettore di drenaggio anch’esso in acciaio, di diametro e pendenza variabile in funzione del caso specifico.

La tubazione di drenaggio longitudinale lungo il viadotto è sorretta da una apposita cinghia di sostegno ancorata all’impalcato tramite tirafondi anch’essi in acciaio.

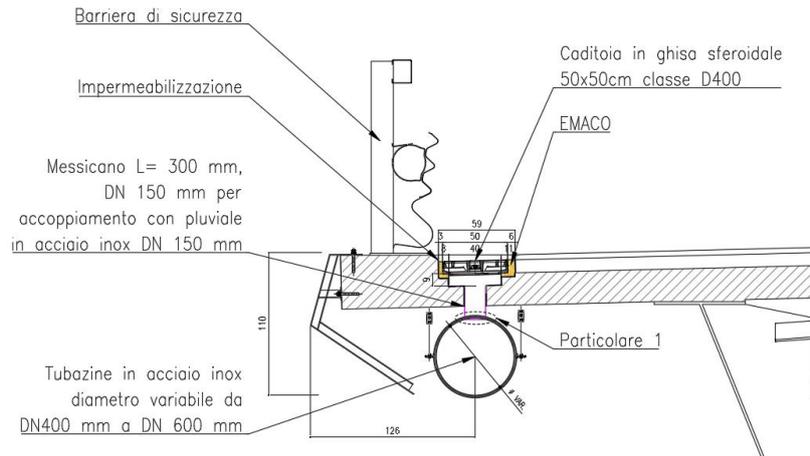


Figura 13 – Particolare tipologico di captazione delle acque meteoriche e sezione tipo di scarico nel collettore principale in viadotto

### 5.3.3 Sezioni in galleria

La rete di raccolta e convogliamento delle acque di piattaforma del tratto in galleria è stata progettata per poter funzionare completamente a gravità. Il sistema di raccolta delle acque di piattaforma è composto da una canaletta in cls delle dimensioni interne di 30x50 cm (bxh) che segue lo sviluppo della galleria.

Il sistema di raccolta delle acque di ammasso, invece, è composto dai componenti di seguito elencati.

- Tubazioni (correnti longitudinali) in PVC fessurato DE 160 mm (DI 151 mm) che assolvono alla funzione di drenaggio delle acque di infiltrazione.
- Tubazioni (correnti trasversali) in PVC non fessurato DE 160 mm (DI 151 mm) che scaricano le acque intercettate verso i correnti longitudinali. Tali scarichi sono previsti con passo di 25 m.
- Tubazioni (correnti longitudinali) in PVC DE 250 mm (DI 235 mm). Tale tubazione assolve alla funzione di trasporto delle acque di infiltrazione.
- Pozzetti di ispezione in cls posti a distanza di 25 m l'uno dall'altro.

Tutte le tubazioni in PVC sono conformi alla norma UNI EN 1401-1, hanno classe di rigidità anulare pari a 8 kN/m<sup>2</sup>, misurata secondo la norma UNI EN ISO 9969.

Tutti i pezzi speciali eventuali utilizzati per i raccordi tra le tubazioni dovranno avere giunzioni a bicchiere con guarnizione di tenuta. Deve essere inoltre garantita la tenuta idraulica in corrispondenza degli innesti tra le tubazioni e i relativi pozzetti. Per quanto riguarda la pendenza delle tubazioni, essa assume valore costante pari a quella della galleria.

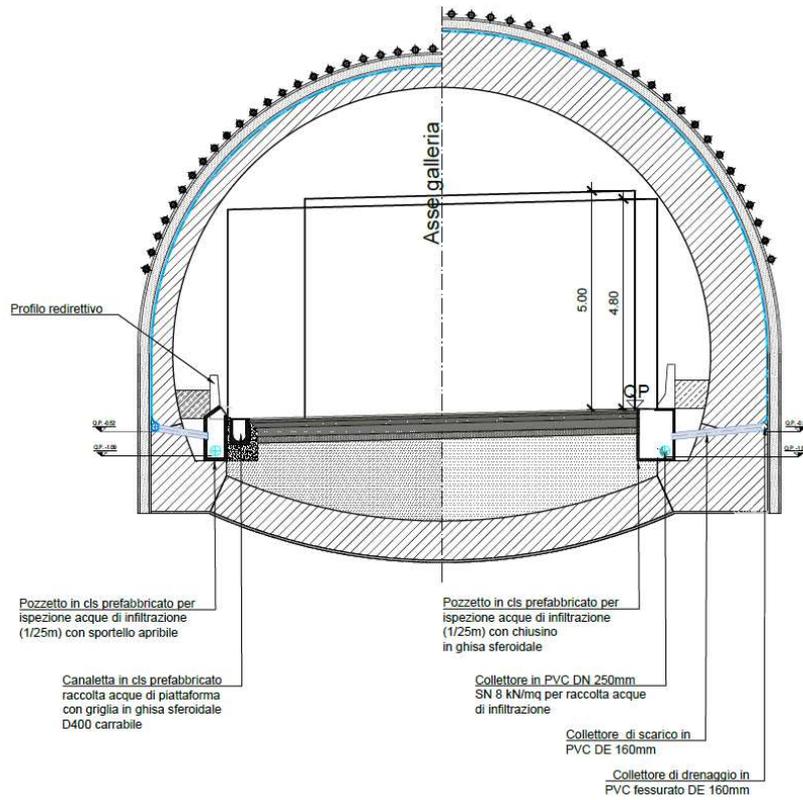


Figura 14 - Sezione tipologica tratto in galleria

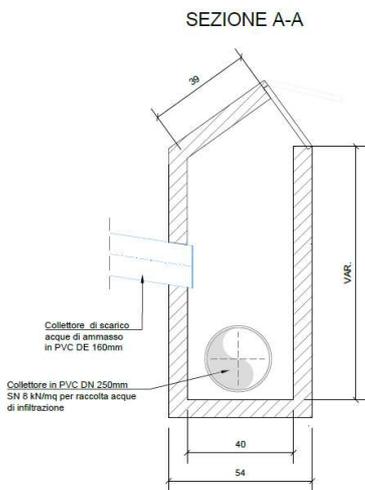


Figura 15 - Pozzetto di ispezione tipo 1

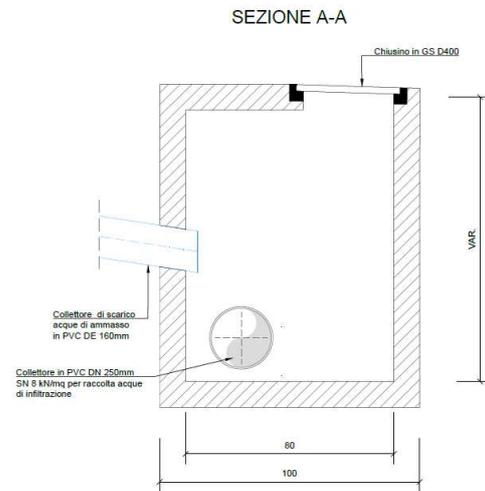


Figura 16 - Pozzetto di ispezione tipo 2

## 6 ANALISI IDRAULICA

Sulla base dei tempi di ritorno e dei coefficienti assunti alla base della progettazione, ricavati a partire dall'analisi idrologica, si procede alla descrizione dei criteri di dimensionamento e verifica dei principali elementi costituenti il sistema di drenaggio.

### 6.1 Modello di trasformazione afflussi-deflussi

La simulazione dei fenomeni di infiltrazione e della trasformazione afflussi-deflussi è stata condotta con un modello semplificato.

Il modello semplificato adottato ammette due parametri fondamentali, uno per ciascuno dei due fenomeni citati in precedenza (infiltrazione e trasformazione afflussi netti-deflussi). Detti parametri hanno un preciso significato fisico e sono basilari per poter raggiungere una rappresentazione abbastanza accettabile del fenomeno delle piene, almeno nel campo dell'idrologia a scala urbana: il coefficiente di deflusso (equivalente al coefficiente di assorbimento orario nella nomenclatura del metodo italiano) e il tempo di corrivazione del bacino.

Il coefficiente di deflusso  $\varphi$  misura il rapporto tra il volume totale dei deflussi superficiali ed il volume totale degli afflussi meteorici. Nel caso in esame, è stato assunto un coefficiente di deflusso costante  $\varphi = 0.9$  per le superfici costituenti la piattaforma stradale, 0.5 per le superfici inerbite delle scarpate e 0.3 per le aree a verde.

Il tempo di corrivazione  $\theta_c$  del bacino, riferito alla sezione di calcolo, rappresenta il tempo caratteristico di formazione degli scorrimenti superficiali; esso dà una rappresentazione della rapidità con cui i deflussi netti si concentrano nelle sezioni di chiusura del bacino in esame e dei sottobacini in cui è stato suddiviso, ed è quindi determinante per il calcolo della forma dell'onda di piena ed in particolare del valore di picco della portata (portata al colmo).

La trasformazione afflussi netti-deflussi è stata effettuata attraverso l'applicazione di un modello lineare basato sulla teoria dell'idrogramma unitario istantaneo (IUH). Fondamentalmente il modello consiste nella trasformazione di un dato evento meteorico in un'onda di piena, ammettendo che, in ogni istante, la pioggia di durata infinitesimale e volume unitario (pioggia impulsiva) si trasformi in un'onda di piena unitaria (IUH), e che l'onda complessiva prodotta dall'evento meteorico considerato sia l'integrale nel tempo (convoluzione) dell'IUH moltiplicato per i volumi netti istantanei di precipitazione corrispondenti. La determinazione corretta dell'IUH costituisce un punto chiave del modello poiché esso racchiude in sé le caratteristiche fisiche del bacino che contribuiscono alla formazione delle piene, come per esempio la capacità di invaso del bacino e il tempo di risposta.

Nel presente progetto si è adottato l'IUH derivato dal modello dell'invaso. In questo caso si schematizza il bacino come un insieme di serbatoi caratterizzati da un legame lineare tra la portata nella sezione di chiusura e il volume immagazzinato dal sistema bacino-rete.

Assumendo l'ipotesi di pioggia costante e con riferimento ad una funzione IUH del tipo:

$$u(t) = \frac{1}{k} e^{-t/k}$$

la portata al colmo per l'evento critico è data dalla relazione:

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

dove  $\theta$  è il coefficiente d'afflusso (0.9 per la piattaforma stradale, 0.5 per le scarpate e 0.3 per le aree a verde),  $S$  [ha] la superficie scolante afferente,  $a$  [mm/h] ed  $n$  i parametri della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica,  $k$  [ore] la costante d'invaso e  $D$  una funzione del parametro  $n$  ( $D$  assunto nei calcoli = 0.70); il coefficiente 2.78 serve a rendere omogenee tra loro le unità di misura affinché il valore di portata ottenuto risulti espresso in [l/s].

La costante d'invaso è stata calcolata utilizzando il metodo Urbis (definito presso il Politecnico di Milano dai prof. Paoletti e Mignosa):

$$k = 0.7\theta_c = 0.7 \left( T_e + \frac{T_r}{1.5} \right)$$

dove:

- $T_e$  è il tempo d'ingresso in rete, assunto pari a 5 min (300 sec), date le dimensioni delle superfici in gioco;
- $T_r$  è il tempo di traslazione della rete di drenaggio pari a  $\sum Li/V_i$  ( $Li$  = lunghezza della tratta  $i$ -esima nel percorso idraulicamente più lungo e  $V_i$  = velocità di moto uniforme in corrispondenza del massimo riempimento del collettore/manufatto della  $i$ -esima tratta);
- $\theta_c$  è il tempo di corrivazione dell'intero bacino.

## 6.2 Criteri di verifica idraulica

### 6.2.1 Collettori di drenaggio della piattaforma stradale

Per quanto concerne la verifica idraulica dei deflussi nelle tubazioni a servizio della rete di drenaggio e smaltimento delle acque di piattaforma stradale, si è proceduto tramite l'analisi in condizioni di moto uniforme utilizzando la seguente formula di Chézy:

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

in cui:

- $Q$  è la portata di moto uniforme [ $m^3/s$ ];
- $A$  è l'area bagnata [ $m^2$ ];
- $R$  è il raggio idraulico [ $m$ ];
- $i$  è la pendenza del tratto;
- $ks$  è il coefficiente di scabrezza di Strickler [ $m^{1/3}/s$ ], assunto pari a 80 per le tubazioni in materiale plastico.

Il dimensionamento dell'intero sistema di drenaggio è stato sviluppato stimando in alcuni nodi idraulicamente importanti l'entità delle portate massime corrispondenti al tempo di ritorno di progetto; quindi, sono state determinate le caratteristiche geometriche delle canalizzazioni verificando, tramite la formula di Chézy, che queste abbiano capacità idraulica sufficiente per collettare le acque con franchi adeguati. Quale grado di riempimento limite accettabile per le tubazioni (rapporto tra l'altezza d'acqua nella tubazione ed il suo diametro) si è assunto un valore pari al 75%.

L'altezza d'acqua considerata per determinare il grado di riempimento è stata quella critica o quella di moto uniforme a seconda che la corrente in condotta fosse rispettivamente veloce o lenta.

Per i risultati del dimensionamento si rimanda all'Allegato 1.

### 6.2.2 Sistema banchina con cordolo e scarico con embrici

Ai fini del dimensionamento idraulico, il sistema “banchina con cordolo” è stato schematizzato come una sezione con deflusso triangolare come riportato nella figura seguente.

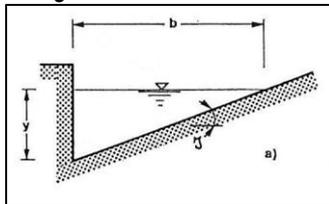


Figura 17 – Schematizzazione della sezione di deflusso in corrispondenza del cordolo

La larghezza  $b$  della sezione di deflusso triangolare è vincolata dalle dimensioni della banchina stradale. Si è infatti ipotizzato che la sezione di deflusso debba essere contenuta interamente nei limiti della banchina stradale, onde scongiurare fenomeni di acquaplaning.

La sezione di deflusso triangolare sopra descritta è chiaramente influenzata dalla pendenza trasversale del tratto di viabilità considerato. Fermo restando infatti il vincolo sulla larghezza massima, l'altezza della vena liquida potrà risultare inferiore al tirante massimo in considerazione del valore della pendenza trasversale. Alla luce di ciò, per ciascuna tratta omogenea è stato individuato il valore minimo di pendenza trasversale (a favore di sicurezza), determinando dunque l'area ( $A$ ) e il perimetro bagnato ( $P$ ) della sezione di deflusso triangolare.

Note le caratteristiche geometriche della sezione di deflusso, la portata massima  $Q_c$  convogliabile dal sistema “banchina con cordolo” è calcolabile tramite la nota formula di Chézy:

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

in cui:

- $Q$  è la portata di moto uniforme [ $m^3/s$ ];
- $A$  è l'area bagnata [ $m^2$ ];
- $R$  è il raggio idraulico [ $m$ ];
- $i$  è la pendenza del tratto;
- $ks$  è il coefficiente di scabrezza di Strickler [ $m^{1/3}/s$ ], assunto pari a 70 per i manufatti in cls.

Qualora l’apporto di acqua piovana di un determinato tratto di strada raggiunga la predetta portata massima, la banchina non sarà più in grado di smaltire le portate affluenti e sarà pertanto necessario prevedere un elemento marginale che consenta di convogliare le acque lontano dalla sede stradale. Per determinare l’interasse massimo  $L_{max}$  per il quale prevedere lo scarico delle acque raccolte dal sistema “banchina con cordolo” si è adottato il procedimento descritto nel seguito.

Per ogni singolo tratto omogeneo è stato calcolato il coefficiente udometrico  $u$  [l/s m]. Il valore della portata massima afferente al sistema è dunque  $Q_{max} = u * L$  (con  $L$  = lunghezza del tratto).

Il numero di scarichi  $N$  necessari ( $N = Q_{max} / Q_c$ ) è stato posto pari a 1.

Essendo inoltre  $N = L / L_{max}$ , vale la seguente catena di uguaglianze:

- $(u * L) / Q_c = 1 = L / L_{max}$
- il valore  $L_{max}$  [m] è dunque calcolato con la relazione:
- $L_{max} = Q_c * 1000 / u$

La procedura sopra riportata permette dunque di conoscere l’interasse massimo per il quale entra in crisi il sistema “banchina con cordolo”. La verifica dell’interasse massimo  $L_{max,marginale}$  degli elementi marginali, come riportato nei paragrafi successivi, è stata effettuata tenendo conto sia della massima capacità di smaltimento dell’elemento marginale medesimo sia della massima capacità del sistema “banchina con cordolo”. In altre parole, il passo degli elementi marginali è pari al valore minimo tra  $L_{max}$  e  $L_{max,marginale}$ . In siffatta maniera si è certi che la carreggiata non sarà invasa da battenti idrici che potrebbero causare fenomeni di acquaplaning.

Come detto in precedenza, l’interasse massimo dell’elemento marginale  $L_{max,marginale}$  è calcolabile tramite la relazione:

$$L_{max,marginale} = Q_{c,marginale} * 1000 / u$$

dove:

$u$  è il coefficiente udometrico [l/s m].

Per quanto riguarda la verifica del cordolo, la verifica dell’elemento marginale è stata condotta sia in curva sia in rettilineo per i tratti maggiormente sollecitati.

Nel tratto in rettilineo, il coefficiente udometrico nella condizione idraulicamente più sfavorevole può essere pari a 0.65 l/sm. Considerando la pendenza longitudinale massima del 4.5%, si ottiene un valore massimo drenabile dal cordolo pari a circa 44 l/s. Ciò implica la necessità di avere uno scarico ogni 66 m.

VERIFICA CORDOLO											
u	Banchina	Pend. Long.	Pend. Trasv.	H	A	P	R	K <sub>s</sub>	Q	n. scarichi	interas.
[l/s*m]	[m]	[m/m]	[m/m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /sec]	[-]	[m]
0.65	1.750	0.045	0.025	0.044	0.04	1.79	0.02	70	0.044	1.00	66.25

Tabella 6 – Verifica del cordolo nel tratto in rettilineo nella condizione idraulicamente più sfavorevole

L’elemento di imbocco dell’embrice è leggermente depresso rispetto al ciglio stradale, ovvero presenta rispetto allo stesso un affondamento di circa 3 cm. Ciò permette di migliorarne il comportamento idraulico, aumentando il tirante idrico. Di ciò si è tenuto conto nei calcoli idraulici imponendo un incremento del tirante pari a 3 cm rispetto a quello calcolato nella sezione di monte in corrispondenza del sistema “banchina con cordolo”.

Nel caso dell’embrice, il valore della portata massima convogliabile  $Q_{c,marginale}$  è calcolabile assimilando il funzionamento idraulico dell’embrice a quello di una soglia sfiorante a sezione trapezoidale e quindi secondo la formula:

$$Q_{c,marginale} = \mu L h \sqrt{2gh}$$

dove:

$\mu = 0.415$ ;

$L$  = larghezza della soglia sfiorante (larghezza minore dell’embrice pari a 0.3 m);

$h$  = carico sulla sezione (m).

Nei tratti in rettilineo, considerando un tirante idrico di 6 cm si ottiene un valore massimo di portata scaricabile dall’embrice pari a circa 9 l/s, con un passo minimo di 13 m.

EMBRICI					
$\mu$	Largh	h	Q embrice	n. scarichi	interas.
[-]	[m]	[m]	[m <sup>3</sup> /sec]	[-]	[m]
0.415	0.30	0.06	0.009	1.00	13.74

Tabella 7 – Verifica dell'embrice nel tratto in rettilo nella condizione idraulicamente più sfavorevole

Essendo limitante la verifica dell'embrice rispetto alla verifica del cordolo, è stato adottato nei tratti in rettilo come passo embrici 10 m.

Nel tratto in curva, il coefficiente uometrico nella condizione idraulicamente più sfavorevole può essere pari a 1.10 l/sm. Considerando la pendenza longitudinale massima del 4.5%, si ottiene un valore massimo drenabile dal cordolo pari a circa 140 l/s. Ciò implica la necessità di avere uno scarico ogni 127 m.

VERIFICA CORDOLO											
u	Banchina	Pend. Long.	Pend. Trasv.	H	A	P	R	K <sub>s</sub>	Q	n. scarichi	interas.
[l/s*m]	[m]	[m/m]	[m/m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /sec]	[-]	[m]
1.10	1.750	0.045	0.060	0.080	0.07	1.42	0.05	70	0.140	1.00	127.30

Tabella 8 – Verifica del cordolo nel tratto in curva nella condizione idraulicamente più sfavorevole

Nel caso dell'embrice, nel tratto in curva, considerando un tirante idrico di 6 cm si ottiene un valore massimo di portata scaricabile dall'embrice pari a circa 9 l/s, con un passo minimo di 8 m.

EMBRICI					
$\mu$	Largh	h	Q embrice	n. scarichi	interas.
[-]	[m]	[m]	[m <sup>3</sup> /sec]	[-]	[m]
0.415	0.30	0.06	0.009	1.00	8.12

Tabella 9 – Verifica dell'embrice nel tratto in curva nella condizione idraulicamente più sfavorevole

Essendo limitante la verifica dell'embrice rispetto alla verifica del cordolo, è stato adottato nei tratti in curva come passo embrici 5 m.

### 6.2.3 Verifica della canale lato arginello e passo delle griglie di captazione

Di seguito viene esposta la verifica della canaletta lato arginello, quindi la canale di dimensioni interne 30x30 cm (bxh), con indicazione del passo minimo della griglia di captazione in funzione dei tratti idraulicamente più sollecitati in rettilo e curva.

La verifica a moto uniforme della canaletta in cls, nelle condizioni di minima pendenza ovvero dello 0.2% e di riempimento pari al 60%, ha fornito i seguenti risultati:

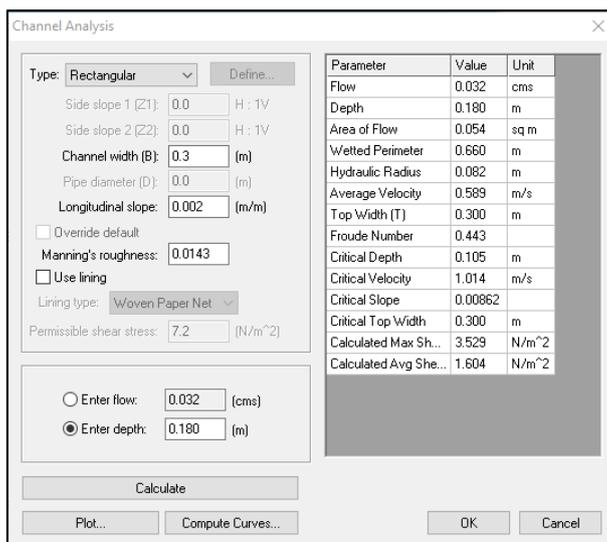


Figura 18 – Verifica a moto uniforme della canale 30x30 cm (bxh) lato arginello nella condizione di minima pendenza (0.2%) e riempimento del 60%

Come descritto nel paragrafo precedente il coefficiente udometrico del tratto in rettilineo nella condizione idraulicamente più sfavorevole è pari a 0.65 l/sm. Da ciò ne deriva che l'interasse minimo delle griglie di captazione, ovvero dei pozzetti, è pari a 49 m.

Il coefficiente udometrico del tratto in curva nella condizione idraulicamente più sfavorevole è pari a 1.10 l/sm. Da ciò ne deriva che l'interasse minimo delle griglie di captazione, ovvero dei pozzetti, è pari a 29 m.

Pertanto, nei tratti in rettilineo è stato assunto come passo dei pozzetti 25 m, mentre nei tratti in curva si è adottato un passo minimo di 15 m.

#### 6.2.4 Fossi di guardia

Ai piedi dei rilevati stradali delle viabilità di progetto è prevista la realizzazione di fossi di guardia in terra. Il dimensionamento e la verifica sono stati fatti per tempo di ritorno di 50 anni e grado di riempimento massimo accettato pari all'80%.

Laddove il fosso di guardia sia già esistente, si prevede l'eventuale ripristino dello stesso. Per quanto concerne la verifica idraulica dei deflussi nei fossi in progetto, si è adottata la procedura descritta nei paragrafi precedenti. Si è applicato il metodo della corrivazione all'area sottesa dalla sezione di chiusura e verificato il manufatto in condizioni di moto uniforme utilizzando la nota formula di Chézy:

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

in cui:

Q è la portata di moto uniforme [m<sup>3</sup>/s];

A è l'area bagnata [m<sup>2</sup>];

R è il raggio idraulico [m];

i è la pendenza del tratto;

ks è il coefficiente di scabrezza di Strickler [m<sup>1/3</sup>/s], assunto pari a 70 per i fossi in cls.

Si precisa che nel caso in cui parte delle acque di versante siano scaricate nel fosso in progetto, la massima portata afferente al medesimo è dovuta sia al contributo delle acque di versante sia a quello relativo alle acque di piattaforma.

I fossi previsti in progetto sono in cls e in terra. Quelli in cls hanno base variabile (30, 50 e 75 cm), altezza variabile (30, 50 e 75 cm) e pendenza delle scarpate 1/1 (H/V), come riportato nella tabella e nella figura seguenti.

TABELLA DIMENSIONI FOSSI IN CLS (in cm)				
FR	A	B	C	Ingombro in testa
1	30	30	30	90
2	50	50	50	150
3	75	75	75	225

Tabella 10 – Tabella riepilogativa dimensione fossi in cls

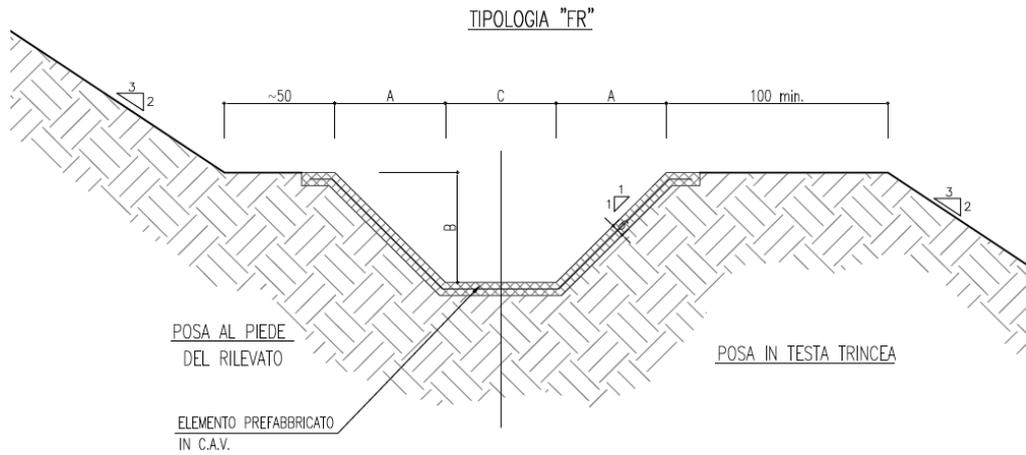


Figura 19 – Tipologico fossato in cls

I fossi inerbiti sono di un'unica tipologia, come riportato nella tabella seguente

TABELLA DIMENSIONI FOSSI INERBITI (in cm)				
FI	A	B	C	Ingombro in testa
1	50	50	50	150

Tabella 11 - Tabella riepilogativa dimensione fossi inerbiti

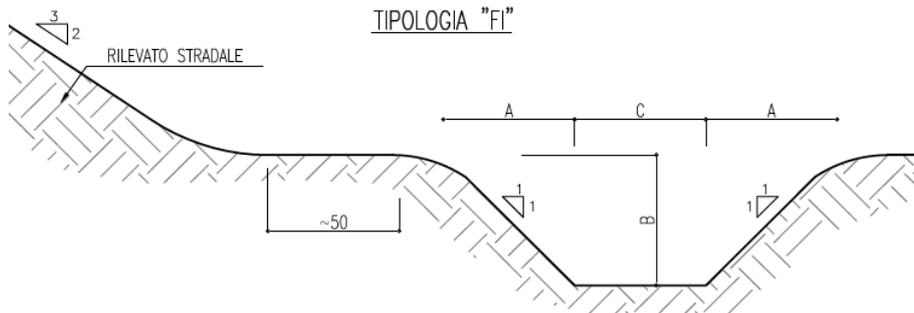


Figura 20 -Tipologico fossato inerbito

Nell'Allegato 1 alla presente relazione si riportano i calcoli per il dimensionamento dei fossi.

## 7 VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Le vasche, finalizzate alla disoleazione e alla sedimentazione, sono state posizionate in luogo accessibile dalla sede carrabile per permettere le usuali operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria (in caso di sversamenti accidentali di oli e/o carburanti).

I criteri a base della progettazione delle vasche si possono riassumere nei seguenti:

- 1) limitare al minimo la necessità di manutenzione, consentendo interventi molto diluiti nel tempo;
- 2) fare transitare nella vasca le acque di prima pioggia (con riferimento alla legislazione della Regione Lombardia);
- 3) “catturare” gli eventuali sversamenti accidentali;
- 4) far assumere al flusso in entrata una velocità tale da consentire la risalita in superficie degli oli e la sedimentazione dei solidi in sospensione;
- 5) mantenere all’interno della vasca gli oli in superficie.

Ogni vasca prevede l’ingresso del collettore della rete di drenaggio della piattaforma in un locale di calma di dimensioni interne in pianta pari a 2.00x2.00 m. In questo modo, l’acqua di piattaforma che entra nella vasca dissipa la sua energia, quindi entra attraverso i fori ubicati nel setto di smorzamento nella vasca vera e propria.

La quota idrica che si stabilisce all’interno della vasca è quella dello sfioratore a valle (o di scarico); la portata in transito è data dal dislivello fra lo sfioro in entrata e quello in uscita, e la portata transitante defluisce al di sotto del setto alla fine della vasca.

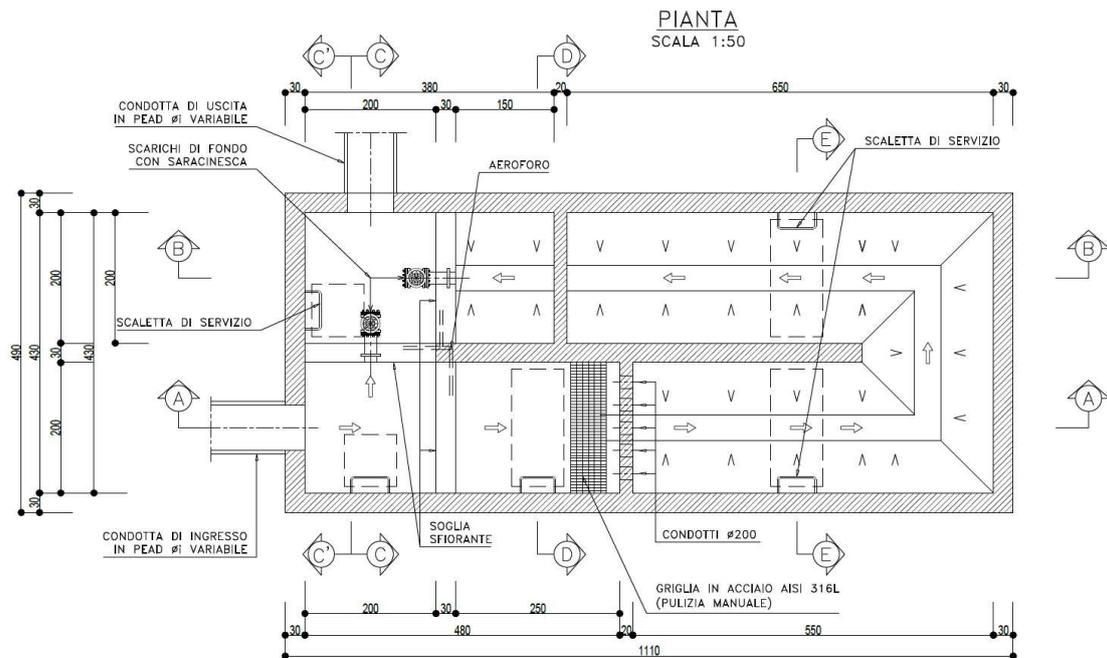


Figura 21 – Planimetria di una vasca tipo

È evidente che il volume compreso fra il bordo inferiore del setto e lo sfioratore in uscita è a disposizione degli oli di prima pioggia, che quindi, in assenza di sversamenti, possono essere allontanati con cadenza anche di qualche mese; gli sversamenti accidentali vanno invece allontanati a breve scadenza in quanto saturano parzialmente la capacità disponibile.

Il dimensionamento della vasca tiene infatti conto del volume dello sversamento accidentale assunto pari a 40.000 litri.

La quota della generatrice superiore della tubazione di scarico può essere al massimo pari alla quota dello sfioratore di scarico, in tal modo si riduce al minimo il dislivello fra entrata e uscita del flusso.

Come detto sopra, per quanto riguarda la portata di progetto per le acque di prima pioggia, si è preso come riferimento quanto previsto dalla legge regionale della Lombardia n° 62/85, che recita:

“Sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm distribuita sull’intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale

valore si verifichi in quindici minuti; i coefficienti di afflusso alla rete si assumono pari ad 1 per le superfici coperte, lastricate od impermeabilizzate e a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici coltivate.”

Si è quindi determinata la portata massima derivante dell’evento di pioggia relativo adottato per la verifica dei collettori (TR 25 anni).

Si è fissato inoltre che il volume di sversamento (40.000 litri) possa defluire nella vasca con una portata pari a quella massima consentibile da un collettore di una singola carreggiata, sezione piena con una pendenza pari all’1%. Sulla base della portata di prima pioggia si è quindi proceduto alla determinazione della lunghezza della vasca, ponendo tuttavia il limite minimo corrispondente al volume di sversamento 40.000 litri).

Facendo ricorso alla legge di Stokes, la velocità di sedimentazione è pari a:

$$V_s = \frac{g}{18} (\gamma_s - \gamma_w) \frac{D^2}{\mu}$$

Ove

- $V_s$  = velocità di sedimentazione, in cm/s;
- $g$  = accelerazione di gravità = 9.81 m/s<sup>2</sup>;
- $\gamma_s$  = peso specifico delle particelle = 2.36 g/cm<sup>3</sup>;
- $\gamma_w$  = peso specifico dell’acqua = 1 g/cm<sup>3</sup>;
- $D$  = diametro della particella, in mm = 0.0002 m;
- $\mu$  = viscosità cinematica dell’acqua, in centistokes (1 centistokes = 0.01 cm<sup>2</sup>/s).

Con riferimento ad una vasca rettangolare, il tempo di percorrenza orizzontale vale:

$$t_1 = L/V = L * h * b / Q$$

essendo:

- $L$  = lunghezza della vasca
- $V$  = velocità di percorrenza della corrente =  $Q/b*h$
- $Q$  = portata in ingresso alla vasca
- $b$  = larghezza della vasca
- $h$  = altezza della vasca

mentre il tempo di caduta verticale vale:

$$t_2 = h/V_s.$$

Assumendo  $t_1=t_2$ , si ha che la lunghezza è pari a:

$$L = h * Q / (V_s * b * h)$$

Nella tabella seguente sono riportati i dati di progetto delle vasche: gli assi della rete di drenaggio afferenti, l’area di piattaforma contribuyente, la portata totale in ingresso, la portata di prima e seconda pioggia, la velocità di avanzamento e di sedimentazione, la lunghezza complessiva della vasca.

Vasca	Assi rete drenaggio	Superficie	Q Tot	Q SP	Q PP	b	v Stokes	L tot	v decantazione
[-]	[-]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m/s]	[m]	[m/s]
1	I	11100	0.48	0.418	0.062	2.00	0.0291	10.00	0.0151
2	A	16108	0.6	0.510	0.090	2.00	0.0291	12.00	0.0218
3	L	4600	0.25	0.224	0.026	2.00	0.0291	10.00	0.0063
4	B+M	11130	0.56	0.498	0.062	2.00	0.0291	10.00	0.0152
5	C+D + N + O	22300	1.1	0.975	0.125	2.00	0.0291	12.00	0.0299
6	F+E+P	17000	0.85	0.755	0.095	2.00	0.0291	12.00	0.0229
7	G+Q	18900	0.96	0.854	0.106	2.00	0.0291	12.00	0.0254
8	SR1+2+3+4+5+6	7400	0.4	0.359	0.041	2.00	0.0291	10.00	0.0101

**Tabella 12 - Verifica delle vasche di sedimentazione**

Come si osserva sono state definite due tipologie di vasca aventi rispettivamente lunghezza del comparto di sedimentazione pari a 10 e 12 metri.

Per quanto riguarda le modalità di transito dell'acqua e/o del carburante da stoccare nelle vasche, si è imposto che il tempo di detenzione minimo sia pari a 4 minuti con una velocità massima dell'acqua, nel tratto ove avviene la separazione oli/acque, pari a 0,05 m/s. Tale limiti sono stati prefissati in maniera tale che la componente olio/carburante, più leggera, possa salire in superficie.

Per definire la quota dello stramazzo che serve da by-pass, si è imposto che la distanza soglia del bypass e quella della prima pioggia rispetti le seguenti condizioni:

- la soglia deve essere sufficientemente alta da consentire il deflusso della portata di prima pioggia;
- la soglia deve consentire il deflusso dell'intera portata proveniente dai collettori in occasione dell'evento venticinquennale (TR 25 anni);
- la soglia deve consentire l'ingresso in vasca della portata derivante dallo sversamento.

La larghezza delle soglie è assunta pari a 2.00 m.

Quando la portata che giunge al manufatto supera la portata di progetto di prima pioggia, ma è minore della portata di sversamento, detta portata continua a transitare entro la vasca che ovviamente si trova ad avere ancora funzionalità di sedimentazione anche se con minore efficienza.

Nel momento in cui la portata, supera la portata di progetto di prima pioggia, ma è anche superiore alla portata di sversamento, la portata in esubero sfiora dallo stramazzo bypass e giunge attraverso la condotta di uscita, direttamente alla rete idrografica.

Il calcolo dell'altezza dello stramazzo è stato condotto facendo ricorso alla formula dello stramazzo in soglia sottile con contrazione completa alla base e contrazione soppressa ai lati con la nota formula di Poleni:

$$Q = \mu L h (2 g h)^{0.5}$$

in cui:

- Q rappresenta la portata;
- h rappresenta il carico dello stramazzo;
- L la lunghezza della soglia assunta pari a 2.00 m;
- $\mu = 0.48 - 0.55$  (Creager-Scimemi).

Nella tabella seguente sono riportati per ogni vasca le altezze dei peli liberi sfioranti sullo sfioro di ingresso e sullo sfioro di by-pass delle seconde piogge calcolati rispetto al fondo della vasca, e l'altezza totale di massimo riempimento.

Vasca	Q Tot	Q SP	Q PP	h petto	h sullo sfioro	h PP	t1	t2	h sullo sfioro SP	h TOT
[-]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m]	[m]	[s]	[s]	[m]	[m]
1	0.48	0.418	0.062	2.00	0.06	2.06	579	71	0.20	2.76
2	0.6	0.510	0.090	2.00	0.07	2.07	402	71	0.23	2.80
3	0.25	0.224	0.026	2.00	0.03	2.03	1380	70	0.13	2.66
4	0.56	0.498	0.062	2.00	0.06	2.06	577	71	0.22	2.78
5	1.1	0.975	0.125	2.00	0.09	2.09	293	72	0.35	2.94
6	0.85	0.755	0.095	2.00	0.07	2.07	381	71	0.30	2.87
7	0.96	0.854	0.106	2.00	0.08	2.08	344	72	0.32	2.90
8	0.4	0.359	0.041	2.00	0.04	2.04	863	70	0.18	2.72

**Tabella 13 - Verifica dei tiranti idrici all'interno delle vasche di sedimentazione**

Tutte le vasche hanno un'altezza interna di 3.0 m, utile a contenere tutto il volume necessario, come indicato nella seguente sezione trasversale.

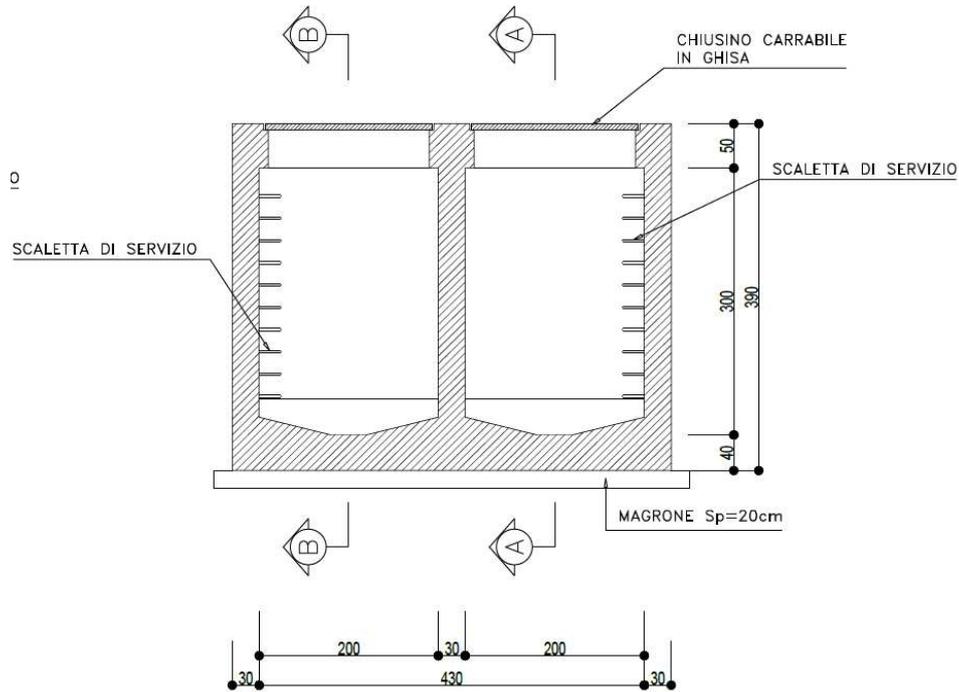


Figura 22 - Sezione trasversale di una vasca tipo

Nelle figure seguenti sono riportati gli stralci planimetrici del tracciato stradale con l'ubicazione delle due tipologie di vasche previste.

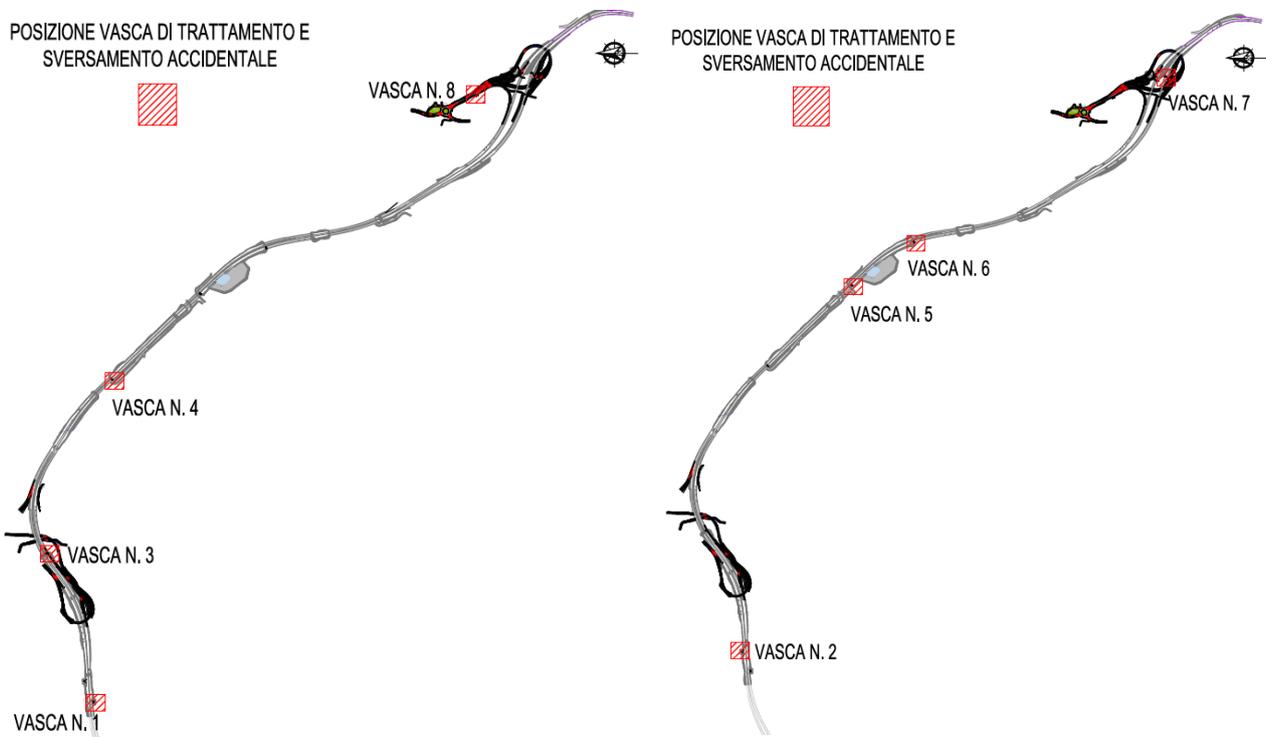


Figura 23 - Ubicazione delle vasche di lunghezza L=10 m

Figura 24 - Ubicazione delle vasche di lunghezza L=12 m

Nella tabella seguente sono riportati i recapiti degli scarichi delle diverse vasche con le quote di ingresso e uscita in vasca e la quota di scarico.

<b>VASCA</b>	<b>RECAPITO SCARICO</b>	<b>Q IN VASCA</b>	<b>Q OUT VASCA</b>	<b>Q SCARICO</b>
<i>[-]</i>	<i>[-]</i>	<i>[m slm]</i>	<i>[m slm]</i>	<i>[m slm]</i>
1	Fosso di guardia	203.57	201.57	201.52
2	Fosso di guardia	204.07	202.07	202.00
3	T. Tressa	208.71	206.71	206.53
4	F.sso delle Luglie	208.88	206.88	206.70
5	F.sso di Valli	200.65	198.65	198.55
6	F.sso del Casone	198.20	196.20	196.00
7	F.sso Borrino	194.70	192.70	192.60
8	F.sso di Riluogo	194.14	193.75	193.55

Ad eccezione della vasca n°8, lo scarico di tutte le altre vasche è costituito da un collettore in PEAD di diametro variabile tra DE 600 mm e DE 1000 mm.

Lo scarico della vasca n° 8 nel T. Riluogo è costituito da un canale scatolare in cls di dimensioni interne 100x50 cm (bxh).

## 8 VASCA PER IL SOLLEVAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE (SVINCOLO DI “RUFFOLO”)

### 8.1 Generalità

L’allontanamento delle acque di piattaforma drenate dall’asse “SR-11”, ubicato lungo la rampa Grosseto-Siena, non può avvenire a gravità, stante la presenza di un sottovia lungo tale rampa. La quota minima di progetto del piano stradale è posta a 189.53 m s.l.m., circa 10 m al di sotto della quota del recapito più vicino, costituito da un fosso di guardia. Si rende quindi necessario dotare la rete di drenaggio di questo tratto di un impianto di sollevamento, per consentire lo scarico delle acque di piattaforma.

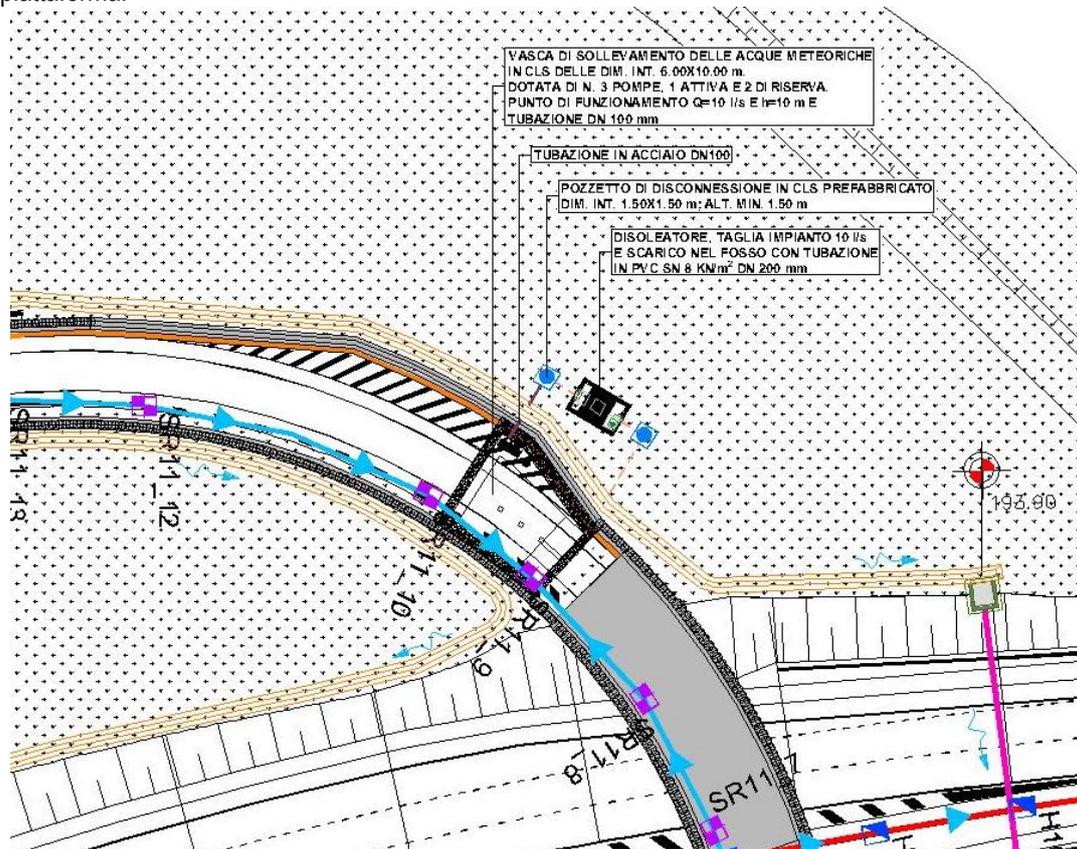


Figura 25 - Ubicazione della vasca per il sollevamento delle acque meteoriche allo svincolo di “Ruffolo”

La vasca in progetto ha una superficie interna di 70 mq circa e un’altezza interna di 2.00 m; essa dispone di un volume complessivo di 140 m<sup>3</sup>.

Riguardo al lavaggio della vasca, necessario a causa degli inevitabili processi di sedimentazione, si predispone un sistema automatizzato che prevede di utilizzare parte delle acque in arrivo dal sistema di collettamento afferente; tale frazione viene invasata in una piccola vasca (con fondo a pendenza  $p=20\%$ ) separata dall’invaso principale e collegata ad esso tramite una paratoia automatica asservita a un sensore di livello che ne comanda l’apertura non appena si è esaurito lo svuotamento del comparto: l’apertura istantanea della paratoia genera un’onda a fronte ripido che percorre rapidamente l’intera superficie della vasca trascinando con sé il materiale sedimentato. L’acqua percorre la soletta, cui viene fornita una pendenza minima del 2% tramite un rivestimento di massetto, fino a giungere nel punto più depresso del volume, dove è situato l’impianto di pompaggio.

Il vano pompe è in posizione ribassata rispetto al volume principale, in modo da assicurare sempre l’immersione delle giranti e quindi assicurare una costante e regolare alimentazione degli impianti, oltre ad evitare fenomeni di ristagno d’acqua.

Nella figura seguente si riporta la pianta della vasca in progetto.



## 8.2 Criteri di dimensionamento della vasca

Risulta evidente che, mentre per il dimensionamento della rete di drenaggio sono d'interesse i valori massimi della portata dell'onda di piena, la vasca viene invece maggiormente sollecitata dall'intero volume del corpo dell'onda; di conseguenza le precipitazioni che risultano critiche per la rete a monte non lo sono altrettanto per la vasca.

La vasca è stata progettata per contenere l'intero volume dell'idrogramma generato dal bacino drenato, la cui superficie è di 1200 mq, per  $Tr=50$  anni, ed è stata verificata per l'idrogramma con  $Tr=100$  anni, ed è dotata di 3 pompe, di cui una attiva e due di riserva.

Gli idrogrammi sono stati calcolati con il codice di calcolo URBIS in funzione dei seguenti parametri:

- Superficie del bacino drenato = 1200 mq
- coefficiente di deflusso costante  $\varphi = 1$
- idrogramma Chicago di durata  $t_p=1$  ora, con picco a  $0.4t_p$  valutato considerando i seguenti parametri della curva di possibilità pluviometrica:

Tr	a [mm/ore <sup>n</sup> ]	n
50 anni	59.32	0.309
100 anni	66.98	0.333

- tempo di corrivazione del bacino  $t_c = 5$  min

Nella figura seguente si riporta l'idrogramma di piena calcolato per  $Tr=50$  anni. Esso presenta un picco di portata  $Q=95$  l/s e un volume complessivo di 72 mc.

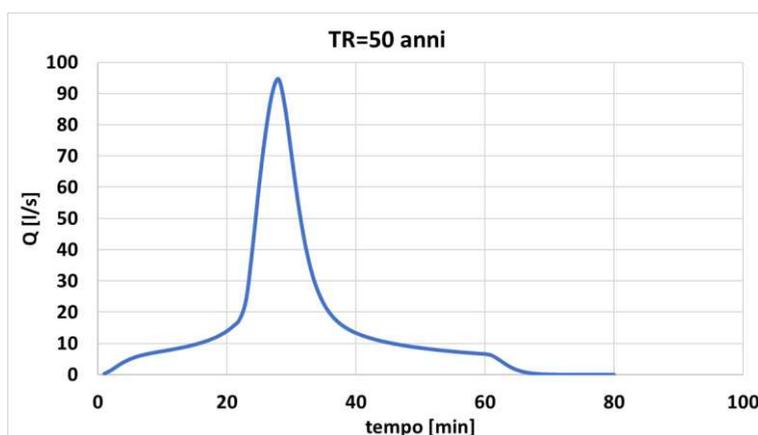


Figura 28 - Idrogramma di piena in ingresso alla vasca calcolato per  $Tr=50$  anni

Si è deciso di adottare una vasca in calcestruzzo avente superficie interna di 70 mq circa e altezza interna di 2.00 m per garantire l'ispezionabilità del manufatto, avente un volume complessivo di 140 mc, capace quindi di contenere l'intero volume dell'idrogramma di progetto.

Nella figura seguente si riporta l'idrogramma di piena calcolato per  $Tr=100$  anni. Esso presenta un picco di portata  $Q=101$  l/s e un volume complessivo di 81 mc.

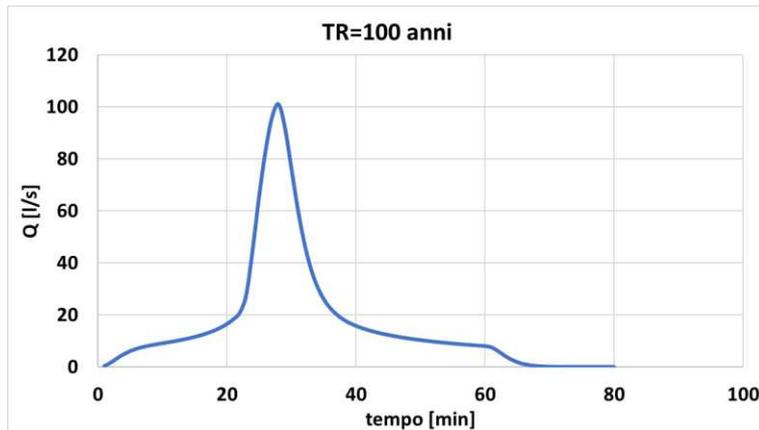


Figura 29 - Idrogramma di piena in ingresso alla vasca calcolato per Tr=100 anni

La vasca risulta pertanto verificata anche per l'evento con Tr=100 anni, con un franco di circa 80 cm rispetto al massimo riempimento.

In caso di non funzionamento dell'impianto, nonostante la ridondanza del numero di pompe, il sistema di raccolta (costituito da caditoie e rete a gravità) è in grado di recapitare, sia per Tr=50 anni, sia per Tr=100 anni, l'intera portata alla vasca, il cui volume è sufficiente a contenere l'intero idrogramma per entrambi gli eventi.

Le acque vengono convogliate nella vasca da due rami, così identificati tratto dal pozzetto SR11\_16 al pozzetto SR11\_9, tratto dal pozzetto SR11\_1 al pozzetto SR11\_9. Entrambi sono costituiti da collettori in PEad DE 500 mm (DI 418 mm). Lo scarico in vasca avviene con scarico sul fondo del pozzetto mediante una tubazione delle medesime dimensioni di quelle entranti nell'ultimo pozzetto. Il sistema siffatto permette quindi di convogliare alla vasca le portate corrispondenti anche agli eventi TR 50 anni e TR 100 anni. Di seguito si riportano i calcoli:

	Tratto	Pozz. Monte	Pozz. Valle	Lungh. Tratto	Largh. Strada	Sup Strada	Lungh. Canal.	S tot	D est	D int
				[m]	[m]	[mq]	[m]	[mq]	[m]	[m]
<b>ALL'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO - TR25 ANNI</b>										
ASSE SR11	Tr = 25 anni	Tratto 1		76.00	8.00	600	76.00	600.00	0.500	0.418
ASSE SR11	Tr = 25 anni	Tratto 2		82.00	7.32	600	82.00	600.00	0.500	0.418
<b>ALL'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO - TR50 ANNI</b>										
ASSE SR11	Tr = 50 anni	Tratto 1		76.00	8.00	600	76.00	600.00	0.500	0.418
ASSE SR11	Tr = 50 anni	Tratto 2		82.00	7.32	600	82.00	600.00	0.500	0.418
<b>ALL'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO - TR100 ANNI</b>										
ASSE SR11	Tr = 100 anni	Tratto 1		76.00	8.00	600	76.00	600.00	0.500	0.418
ASSE SR11	Tr = 100 anni	Tratto 2		82.00	7.32	600	82.00	600.00	0.500	0.418

Ks	Vr	Ar	Qr	Tc	pend. Strada	pend. Collet.	φ totale	Te	θ c	k	Q tratto	Q tot
[m <sup>1/3</sup> /s]	[m/s]	[mq]	[mc/s]	[s]	[m/m]	[m/m]		[s]	[s]	[s]	[l/s]	[mc/s]
80	4.35	0.14	0.60	17.48	0.060	0.060	0.90	300.00	311.65	218.16	41.13	0.041
80	3.07	0.14	0.42	26.67	0.030	0.030	0.90	300.00	317.78	222.45	40.55	0.041
80	4.35	0.14	0.60	17.48	0.060	0.060	0.90	300.00	311.65	218.16	43.26	0.043
80	3.07	0.14	0.42	26.67	0.030	0.030	0.90	300.00	317.78	222.45	42.68	0.043
80	4.35	0.14	0.60	17.48	0.060	0.060	0.90	300.00	311.65	218.16	43.26	0.046
80	3.07	0.14	0.42	26.67	0.030	0.030	0.90	300.00	317.78	222.45	42.68	0.045

Da quanto emerge dalle tabelle su riportate l'incremento di portata all'aumentare del tempo di ritorno non è tale da compromettere il funzionamento del sistema di captazione e smaltimento.

Non sussistono pertanto condizioni che possano causare l'allagamento del sottovia anche per tempi di ritorno elevati. A scopo precauzionale si può comunque prevedere la chiusura temporanea della rampa di uscita GR-SI (in attesa del ripristino dell'impianto di sollevamento) e la relativa segnalazione all'utenza stradale attraverso l'impiego di pannelli a messaggio variabile nel tratto di strada che precede l'uscita della E78.

### 8.3 Criteri di dimensionamento dell'impianto di sollevamento

La vasca è dotata di una stazione di pompaggio per lo svuotamento costituita da una elettropompa sommergibile principale più due con funzione di riserva attiva.

La tubazione di mandata, in acciaio inox DN 100mm, conferisce le acque meteoriche all'impianto di trattamento in continuo ubicato immediatamente a monte dello scarico.

Il punto di funzionamento dell'impianto di pompaggio è dato dall'intersezione fra la curva caratteristica della pompa e la curva dell'impianto.

La curva caratteristica della pompa è stata scelta sulla base dei seguenti criteri:

- 1) sollevare una portata pari a 10 l/s;
- 2) garantire una velocità nella condotta premente compresa fra 1 m/s e 2 m/s per assicurare la regolarità del flusso e garantirsi dagli effetti dei transitori di colpo d'ariete;
- 3) fornire una prevalenza pari a:

$$\Delta H = Y_g + P_d + P_c$$

ove:

- $Y_g$  è la prevalenza geodetica (pari alla differenza di quota fra il fondo della vasca ed il pelo libero nel recapito) = 9.50 m
- $P_d$  sono le perdite di carico distribuite
- $P_c$  le perdite di carico concentrate.

Le perdite di carico distribuite sono pari al prodotto:

$$P_d = J \cdot L$$

ove L è la lunghezza della tubazione di mandata (pari a 40 m) e J è la cadente calcolata con la formula di Chezy:

$$J = \frac{V^2}{K_s^2 R^{5/3}}$$

in cui:

- V [m/s] è la velocità in condotta,
- $K_s$  il coefficiente di Strickler [ $m^{1/3}/s$ ], dipendente dal tipo di tubo e dal suo stato d'invecchiamento, assunto pari a 90,
- R [m] il raggio idraulico (per i condotti circolari pari a  $D/4$ ) = 0.025 m.

Le perdite di carico concentrate vengono definite proporzionalmente al valore dell'altezza cinetica:

$$P_c = n \frac{Q^2}{2g A^2}$$

dove  $n$  è un coefficiente che tiene conto del numero di discontinuità presenti nell'impianto (imbocco, sbocco, curve, valvole).

Per l'impianto in esame si adotta una pompa Sulzer modello XFP100E CB1, la cui curva caratteristica è riportata nel grafico seguente. Nello stesso grafico è anche rappresentata la curva dell'impianto  $H(Q)$ : il punto di intersezione tra le due curve rappresenta il punto di funzionamento dell'impianto, corrispondente a  $Q=10$  l/s. La pompa adottata soddisfa quindi i criteri di dimensionamento dell'impianto.

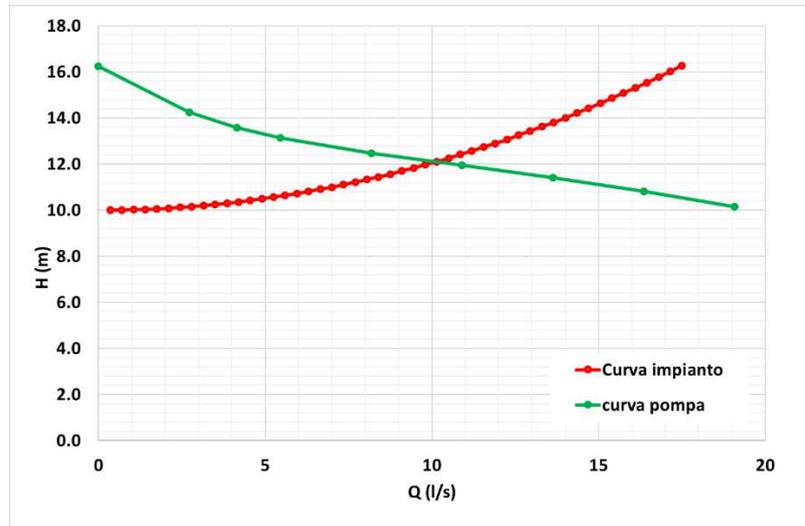


Figura 30 - Curva dell'impianto e curva della pompa adottata

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche della pompa adottata:

Tabella 14 - Caratteristiche della pompa adottata

**DATI TECNICI**

Potenza assorbita dalla rete	kW	4.45
Potenza nominale resa all'albero	kW	4.0
Tensione nominale/Fasi/Frequenza	V/fasi/Hz	400/3/50
Intensità di corrente nominale	A	8.41
Intensità di corrente allo spunto	A	56.4
Modalità di avviamento	tipo	diretto o S/T
Fattore di potenza al 100% del carico	Cosfi	0.76
Fattore di potenza al 75% del carico	Cosfi	0.69
Efficienza motore al 100% del carico	%	90.00
Efficienza motore al 75% del carico	%	88.72
Numero di giri nominali	giri min <sup>-1</sup>	1465
Grado di protezione	IP	68
Esecuzione motore	tipo	antideflagrante secondo EEx dII BT4/ATEX II 2Gk
Isolamento statore	Classe	H (140° C)
Cavo elettrico sommergibile	tipo	H07RN8-F10G1.5
Lunghezza	m	10
Girante	tipo	ContraBlock Plus monocanale
Diametro esterno	mm	205
Passaggio libero	mm	80
Aspirazione	DN	100 (flangiata UNI PN16)
Mandata	DN	100 (flangiata UNI PN16)
Peso	kg	Per il peso si veda la scheda dimensionale



**PRESTAZIONI AL PUNTO DI LAVORO OFFERTO (lav) secondo ISO 9906:2012, HI 11.6/14.6  $\cong$  10 kW**

Portata al punto lavoro	l/s	13,93
Prevalenza al punto di lavoro	m	11,36
Potenza assorbita dalla rete P1	kW	3,2
Potenza nominale resa all'albero P2	kW	2,83
Rendimento idraulico	%	54,66
Rendimento totale	%	48,3

**CARATTERISTICHE E MATERIALI**

Raffreddamento motore	liquido circostante e/o pompato
Sistema di protezione sovratemperatura	sensori termici bimetallici (klixon) nell'avvolgimento
Sistema di protezione umidità	sensore infiltrazione in vano di separazione motore/idraulica
Tipo di aggancio	maniglia in AISI316
Carcassa motore	ghisa grigia GG25
Corpo pompa	ghisa grigia GG25
Girante	ghisa grigia GG25
Albero motore	Acciaio inox AISI 420 (1.4021)
Viteria a contatto con il liquido	Acciaio inox AISI316
Tenuta inferiore albero	meccanica in carburo di silicio ( <b>SiC/SiC</b> )
Tenuta superiore albero	meccanica in carburo di silicio ( <b>SiC/C</b> )
Ciclo verniciatura	primer zincante, finitura resina epossidica bicomponente

N° di unità		3
Tipologia d'installazione		sommersa su basamento con curva
Sommergenza massima	m	20
Temperatura massima del liquido pompato (in funzionamento continuo)	°C	40

## 9 ALLEGATI

### 9.1 Allegato 1 – Tabella dimensionamento e verifica sistema di drenaggio asse Fano-Grosseto

#### Simbologia

<b>Nome o sigla</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Significato</b>
Sup. strada	[m <sup>2</sup> ]	Superficie piattaforma stradale
Sup. pavimentazione drenante	[m <sup>2</sup> ]	Superficie pavimentazione drenante
Sup. area verde	[m <sup>2</sup> ]	Superficie area a verde
Sup. totale	[m <sup>2</sup> ]	Superficie totale
D est	[m]	Diametro esterno del collettore
D int	[m]	Diametro interno del collettore
ks	[m <sup>1/3</sup> /s]	Coefficiente di scabrezza di Strickler
V <sub>r</sub>	[m/s]	Velocità a massimo riempimento
A <sub>r</sub>	[m <sup>2</sup> ]	Superficie bagnata a massimo riempimento
Q <sub>r</sub>	[m <sup>3</sup> /s]	Portata a tubo pieno a massimo riempimento
T <sub>c</sub>	[s]	Tempo di rete
T <sub>e</sub>	[s]	Tempo di ingresso in rete
Pend. collettore	[-]	Pendenza del collettore
φ medio	[-]	Coefficiente d'efflusso medio
θ <sub>c</sub>	[-]	Tempo di corrivazione
k	[s]	Costante d'invaso (Metodo Urbis)
Q <sub>tot</sub>	[m <sup>3</sup> /s]	Portata
V <sub>reale</sub>	[m/s]	Velocità media
Fr	[-]	Numero di Froude
k	[m]	Altezza di stato critico
h <sub>0</sub>	[m]	Altezza di moto uniforme
Riemp.	[%]	Grado di riempimento del collettore

Tabella 15 – Simbologia adottata nella tabella di dimensionamento e verifiche del sistema di drenaggio

Asse	Tempo di ritorno	Pozz. Monte	Pozz. Valle	Sup Strada	S area verde	S tot	D est	D int	Ks	Vr	Ar	Qr	Tc	Tc'	pend. Collet.	φ medio	φ totale	Te	θc	k	Q tratto	Q tot	Di reale	V reale	Fr	k	h0	Riemp.
				[mq]	[mq]	[mq]	[m]	[m]	[m1/3/s]	[m/s]	[mq]	[mc/s]	[s]	[s]	[m/m]			[s]	[s]	[s]	[l/s]	[mc/s]	[m]	[m/s]		[m]	[m]	[%]
<b>ASSE A</b>																												
<b>ASSE FANO-GROSSETO</b>																												
<b>TRATTO F66-F7</b>																												
	Tr = 25 anni	70	61	2100	540	2640.00	0.500	0.418	80	1.48	0.14	0.20	80.81	0.00	0.007	0.78	0.78	300.00	353.87	247.71	142.62	0.143	0.418	1.60	1.00	0.280	0.280	67.0%
	Tr = 25 anni	61	56	3240	0	3240.00	0.508	0.495	80	2.81	0.19	0.54	33.81	114.62	0.020	0.90	0.90	300.00	398.96	279.27	185.90	0.186	0.495	2.70	2.10	0.280	0.200	56.6%
	Tr = 25 anni	56	49	4020	0	4020.00	0.508	0.495	80	3.44	0.19	0.66	18.89	133.51	0.030	0.90	0.90	300.00	401.60	281.12	229.56	0.230	0.495	3.30	3.60	0.350	0.220	70.7%
	Tr = 25 anni	49	46	5040	0	5040.00	0.508	0.495	80	3.44	0.19	0.66	24.70	158.22	0.030	0.90	0.90	300.00	421.95	295.36	277.75	0.278	0.495	3.40	2.50	0.370	0.250	74.7%
	Tr = 25 anni	46	43	5840	0	5840.00	0.800	0.669	80	4.86	0.35	1.71	16.47	174.69	0.040	0.90	0.90	300.00	427.44	299.21	318.86	0.319	0.669	3.90	2.10	0.400	0.220	59.8%
	Tr = 25 anni	43	42	5840	0	5840.00	0.800	0.669	80	1.72	0.35	0.60	0.00	174.69	0.005	0.90	0.90	300.00	416.46	291.52	324.89	0.325	0.669	1.80	0.93	0.400	0.410	61.3%
	Tr = 25 anni	42	40	6685	0	6685.00	0.800	0.669	80	4.86	0.35	1.71	13.38	188.07	0.040	0.90	0.90	300.00	434.30	304.01	360.83	0.361	0.669	4.10	3.00	0.420	0.240	62.8%
	Tr = 25 anni	40	37	7315	0	7315.00	0.800	0.669	80	4.21	0.35	1.48	10.70	198.77	0.030	0.90	0.90	300.00	439.64	307.75	391.38	0.391	0.669	3.70	2.80	0.420	0.240	62.8%
	Tr = 25 anni	37	34	7923	0	7922.50	0.800	0.669	80	3.43	0.35	1.21	13.10	211.87	0.020	0.90	0.90	300.00	449.98	314.99	416.85	0.417	0.669	2.20	1.40	0.420	0.280	62.8%
	Tr = 25 anni	34	24	10083	0	10082.50	0.800	0.669	80	2.17	0.35	0.76	73.66	285.53	0.008	0.90	0.90	300.00	539.46	377.62	465.56	0.466	0.669	2.20	1.40	0.430	0.340	64.3%
	Tr = 25 anni	24	8	14808	0	14807.50	1.000	0.837	80	1.99	0.55	1.10	175.54	461.08	0.005	0.90	0.90	300.00	724.41	507.09	552.99	0.553	0.837	2.10	1.10	0.450	0.420	53.8%
<b>TRATTO F1-F7</b>																												
	Tr = 25 anni	1	8	1130	0	1130.00	0.500	0.418	80	1.26	0.14	0.17	90.04	0.00	0.005	0.90	0.90	300.00	360.03	252.02	69.81	0.070	0.418	1.40	1.20	0.200	0.190	47.8%
<b>ASSE B</b>																												
<b>TRATTO F66-F96</b>																												
	Tr = 25 anni	1	6	1596	0	1596.00	0.500	0.418	80	1.26	0.14	0.17	90.83	0.00	0.005	0.90	0.90	300.00	360.56	252.39	98.50	0.098	0.418	1.75	0.82	0.170	0.190	45.5%
	Tr = 25 anni	6	10	2946	0	2946.00	0.500	0.418	80	2.17	0.14	0.30	46.00	136.84	0.015	0.90	0.90	300.00	421.89	295.33	162.37	0.162	0.418	2.90	1.40	0.210	0.180	50.2%
	Tr = 25 anni	10	19	4761	0	4761.00	0.500	0.418	80	2.81	0.14	0.39	58.80	195.63	0.025	0.90	0.90	300.00	469.62	328.73	242.92	0.243	0.418	4.00	1.80	0.260	0.190	62.2%
	Tr = 25 anni	19	21				0.508	0.495				0.39			0.010						242.92	0.243	0.495	2.00	1.40	0.330	0.280	66.7%
	Tr = 25 anni	21	27	6131	0	6131.00	0.508	0.495	80	3.44	0.19	0.66	39.81	235.45	0.030	0.90	0.90	300.00	483.51	338.46	306.32	0.306	0.495	4.50	2.10	0.270	0.190	54.5%
	Tr = 25 anni	27	28				0.800	0.669	80	1.72	0.35	0.60	0.00	235.45	0.005						306.32	0.306	0.669	1.70	1.00	0.350	0.340	52.3%
<b>ASSE C</b>																												
<b>TRATTO F96-F130</b>																												
	Tr = 25 anni	2	4	480	0	480.00	0.500	0.418	80	3.07	0.14	0.42	15.61	0.00	0.030	0.90	0.90	300.00	310.41	217.29	33.00	0.033	0.418	2.70	2.00	0.120	0.080	28.7%
	Tr = 25 anni	4	11	2190	0	2190.00	0.500	0.418	80	2.81	0.14	0.39	60.93	76.55	0.025	0.90	0.90	300.00	391.65	274.16	127.34	0.127	0.418	3.50	1.90	0.200	0.140	47.8%
	Tr = 25 anni	11	15	3190	0	3190.00	0.500	0.418	80	2.17	0.14	0.30	46.00	122.55	0.015	0.90	0.90	300.00	412.37	288.66	178.73	0.179	0.418	3.20	1.40	0.240	0.200	57.4%
	Tr = 25 anni	15	23	4830	0	4830.00	0.500	0.418	80	1.59	0.14	0.22	103.31	225.86	0.008	0.90	0.90	300.00	519.44	363.61	229.18	0.229	0.418	2.50	0.90	0.260	0.280	67.0%
	Tr = 25 anni	23	28	5870	0	5870.00	0.508	0.495	80	1.54	0.19	0.30	67.58	293.44	0.006	0.90	0.90	300.00	540.68	378.48	270.61	0.271	0.495	2.40	0.88	0.270	0.280	56.6%
<b>ASSE D</b>																												
<b>TRATTO F151-F130</b>																												
	Tr = 25 anni	1	10	1380	0	1380.00	0.500	0.418	80	1.77	0.14	0.24	67.61	0.00	0.010	0.90	0.90	300.00	345.07	241.55	87.90	0.088	0.418	2.20	1.18	0.170	0.150	40.7%
	Tr = 25 anni	10	26	4680	0	4680.00	0.630	0.527	80	1.31	0.22	0.29	209.92	277.53	0.004	0.90	0.90	300.00	624.96	437.47	194.38	0.194	0.527	1.90	0.74	0.210	0.250	47.4%
<b>ASSE E+F</b>																												
<b>TRATTO F190 - F166</b>																												
	Tr = 25 anni	1	9	1370	0	1370.00	0.500	0.418	80	2.17	0.14	0.30	63.02	0.00	0.015	0.90	0.90	300.00	342.02	239.41	87.82	0.088	0.418	2.60	1.50	0.160	0.130	38.3%
	Tr = 25 anni	9	11	1660	0	1660.00	0.500	0.418	80	1.26	0.14	0.17	23.11	86.13	0.005	0.90	0.90	300.00	372.83	260.98	100.01	0.100	0.418	2.60	1.50	0.160	0.130	38.3%
	Tr = 25 anni	11	17	2570	0	2570.00	0.500	0.418	80	2.51	0.14	0.34	36.25	122.39	0.020	0.90	0.90	300.00	405.76	284.03	145.68	0.146	0.418	2.60	1.50	0.160	0.130	38.3%
	Tr = 25 anni	17	25	4200	0	4200.00	0.508	0.495	80	2.81	0.19	0.54	52.68	175.06	0.020	0.90	0.90	300.00	451.83	316.28	220.34	0.220	0.495	3.20	1.70	0.210	0.160	42.4%
<b>TRATTO F166-F151</b>																												
	Tr = 25 anni	2	6	5430	0	5430.00	0.630	0.527	80	2.93	0.22	0.64	41.99	41.99	0.020	0.90	0.90	300.00	355.99	249.19	338.20	0.338	0.527	3.80	1.70	0.270	0.200	51.2%
	Tr = 25 anni	6	7	5430	0	5430.00	0.600	0.597	80	1.59	0.28	0.45	0.00	41.99	0.005	0.90	0.90	300.00	327.99	229.59	358.74	0.359	0.597	2.30	0.78	0.270	0.310	51.9%
	Tr = 25 anni	7	16	7930	0	7930.00	0.600	0.597	80	3.18	0.28	0.89	65.34	107.33	0.020	0.90	0.90	300.00	415.11	290.58	442.19	0.442	0.597	4.10	1.70	0.310	0.240	51.9%

Asse	Tempo di ritorno	Pozz. Monte	Pozz. Valle	Sup Strada	S area verde	S tot	D est	D int	Ks	Vr	Ar	Qr	Tc	Tc'	pend. Collet.	φ medio	φ totale	Te	θc	k	Q tratto	Q tot	Di reale	V reale	Fr	k	h0	Riemp.	
				[mq]	[mq]	[mq]	[m]	[m]	[m1/3/s]	[m/s]	[mq]	[mc/s]	[s]	[s]	[m/m]			[s]	[s]	[s]	[l/s]	[mc/s]	[m]	[m/s]		[m]	[m]	[%]	
ASSE G	<b>TRATTO F190 - F231</b>																												
	Tr = 25 anni	1	9	2000	0	2000.00	0.500	0.418	80	1.26	0.14	0.17	129.88	0.00	0.005	0.90	0.90	300.00	386.59	270.61	117.39	0.117	0.418	1.30	0.90	0.240	0.250	59.8%	
	Tr = 25 anni	9	15	3152	0	3152.00	0.630	0.527	80	3.28	0.22	0.71	27.48	129.88	0.025	0.90	0.90	300.00	404.91	283.43	178.94	0.179	0.527	2.90	2.30	0.320	0.200	60.7%	
	Tr = 25 anni	15	17	3536	0	3536.00	0.630	0.527	80	1.46	0.22	0.32	20.48	150.36	0.005	0.90	0.90	300.00	413.89	289.73	197.59	0.198	0.527	2.90	2.30	0.320	0.200	60.7%	
	Tr = 25 anni	17	19	3900	0	3900.00	0.600	0.597	80	3.56	0.28	1.00	7.87	158.23	0.025	0.90	0.90	300.00	410.73	287.51	219.14	0.219	0.597	3.60	2.70	0.380	0.230	63.7%	
	Tr = 25 anni	19	22	4485	0	4485.00	0.600	0.597	80	3.90	0.28	1.09	11.54	169.77	0.030	0.90	0.90	300.00	420.87	294.61	247.62	0.248	0.597	3.60	2.70	0.380	0.230	63.7%	
	Tr = 25 anni	22	29	5850	0	5850.00	0.600	0.597	80	4.21	0.28	1.18	24.93	194.70	0.035	0.90	0.90	300.00	446.42	312.50	309.56	0.310							
	Tr = 25 anni	29	33	6695	0	6695.00	0.600	0.597	80	4.56	0.28	1.28	14.26	208.96	0.041	0.90	0.90	300.00	448.82	314.17	352.92	0.353							
	Tr = 25 anni	33	34	6695	0	6695.00	0.600	0.597	80	2.25	0.28	0.63	0.00	208.96	0.010	0.90	0.90	300.00	439.31	307.52	358.40	0.358	0.597	2.30	1.45	0.400	0.330	67.0%	
	Tr = 25 anni	34	36	7170	0	7170.00	0.600	0.597	80	4.50	0.28	1.26	10.44	219.40	0.040	0.90	0.90	300.00	453.23	317.26	375.31	0.375	0.597	4.00	3.10	0.410	0.230	68.7%	
	Tr = 25 anni	36	37	7170	0	7170.00	0.600	0.597	80	2.25	0.28	0.63	0.00	219.40	0.010	0.90	0.90	300.00	446.27	312.39	379.51	0.380	0.597	2.40	1.40	0.410	0.340	68.7%	
	Tr = 25 anni	37	41	7970	0	7970.00	0.600	0.597	80	4.98	0.28	1.39	16.06	235.46	0.049	0.90	0.90	300.00	467.68	327.37	407.86	0.408	0.597	2.40	1.40	0.410	0.340	68.7%	
Tr = 25 anni	41	43	8700	0	8700.00	0.600	0.597	80	4.50	0.28	1.26	6.22	241.68	0.040	0.90	0.90	300.00	465.27	325.69	446.88	0.447	0.597	3.10	2.10	0.430	0.230	72.0%		
ASSE H	<b>TRATTO F231 - F260</b>																												
	Tr = 25 anni	2	3	180	0	180.00	0.500	0.418	80	2.81	0.14	0.39	5.35	0.00	0.025	0.90	0.90	300.00	303.56	212.49	12.57	0.013	0.418	1.90	2.50	0.130	0.080	31.1%	
	Tr = 25 anni	3	6	1600	0	1600.00	0.500	0.418	80	2.81	0.14	0.39	16.04	5.35	0.025	0.90	0.90	300.00	314.25	219.98	109.01	0.109	0.418	2.10	2.30	0.190	0.120	45.5%	
	Tr = 25 anni	6	9	2343	0	2342.50	0.500	0.418	80	2.51	0.14	0.34	17.93	23.27	0.020	0.90	0.90	300.00	327.47	229.23	154.94	0.155	0.418	2.30	2.00	0.240	0.170	57.4%	
	Tr = 25 anni	9	16	3613	0	3612.50	0.630	0.527	80	1.46	0.22	0.32	73.05	96.33	0.005	0.90	0.90	300.00	412.92	289.04	202.21	0.202	0.527	1.45	1.00	0.270	0.270	51.2%	
	Tr = 25 anni	16	21	4863	0	4862.50	0.630	0.527	80	1.85	0.22	0.40	67.47	163.80	0.008	0.90	0.90	300.00	454.18	317.92	254.14	0.254	0.527	1.90	1.20	0.320	0.290	60.7%	
	Tr = 25 anni	21	26	5633	0	5632.50	0.800	0.669	80	1.72	0.35	0.60	50.08	213.88	0.005	0.90	0.90	300.00	475.97	333.18	284.62	0.285	0.669	1.60	1.00	0.320	0.320	47.8%	
Tr = 25 anni	26	37	6900	0	6900.00	0.800	0.669	80	3.43	0.35	1.21	46.59	260.47	0.020	0.90	0.90	300.00	504.70	353.29	334.26	0.334	0.669	2.90	2.10	0.370	0.250	55.3%		

## 9.2 Allegato 2 – Tabella dimensionamento e verifica sistema di drenaggio asse Grosseto-Fano

Asse	Tempo di ritorno	Pozz. Monte	Pozz. Valle	Sup Strada	S area verde	S tot	D est	D int	Ks	Vr	Ar	Qr	Tc	Tc'	pend. Collet.	φ medio	φ totale	Te	θc	k	Q tratto	Q tot	Di reale	V reale	Fr	k	h0	Riemp.
				[mq]	[mq]	[mq]	[m]	[m]	[m1/3/s]	[m/s]	[mq]	[mc/s]	[s]	[s]	[m/m]			[s]	[s]	[s]	[l/s]	[mc/s]	[m]	[m/s]		[m]	[m]	[%]
<b>ASSE GROSSETO-FANO</b>																												
<b>TRATTO G1-G4</b>																												
	Tr = 25 anni	1	4	500	0	500.00	0.500	0.418	80	1.26	0.14	0.17	47.81	0.00	0.005	0.90	0.90	300.00	331.87	232.31	32.75	0.033	0.418	1.50	1.70	0.150	0.110	35.9%
<b>TRATTO G43-G4</b>																												
	Tr = 25 anni	48	45	1100	0	1100.00	0.500	0.418	80	3.55	0.14	0.49	15.78	0.00	0.040	0.90	0.90	300.00	310.52	217.36	75.60	0.076	0.418	2.90	2.90	0.230	0.140	55.0%
	Tr = 25 anni	45	41	1740		1740.00	0.500	0.418	80	2.51	0.14	0.34	27.09	42.87	0.020	0.90	0.90	300.00	346.64	242.65	110.47	0.110	0.418	2.20	2.00	0.240	0.160	57.4%
	Tr = 25 anni	41	40	1740	0	1740.00	0.500	0.418	80	1.77	0.14	0.24	0.00	42.87	0.010	0.90	0.90	300.00	328.58	230.00	114.81	0.115	0.418	1.70	1.40	0.240	0.200	57.4%
	Tr = 25 anni	40	37	2310	0	2310.00	0.500	0.418	80	3.07	0.14	0.42	17.89	60.76	0.030	0.90	0.90	300.00	352.43	246.70	144.92	0.145	0.418	2.80	2.50	0.270	0.170	64.6%
	Tr = 25 anni	37	34	2840	0	2840.00	0.630	0.527	80	2.54	0.22	0.55	17.74	78.50	0.015	0.90	0.90	300.00	364.16	254.91	174.02	0.174	0.527	2.30	1.80	0.280	0.200	53.1%
	Tr = 25 anni	34	22	5590	0	5590.00	0.630	0.527	80	1.85	0.22	0.40	96.08	174.57	0.008	0.90	0.90	300.00	480.43	336.30	280.58	0.281	0.527	2.00	1.20	0.360	0.330	68.3%
	Tr = 25 anni	22	17	7170	0	7170.00	0.800	0.669	80	1.72	0.35	0.60	59.98	234.55	0.005	0.90	0.90	300.00	496.36	347.45	351.53	0.352	0.669	1.70	0.96	0.380	0.390	58.3%
	Tr = 25 anni	17	14	7870	0	7870.00	0.800	0.669	80	2.43	0.35	0.85	27.18	261.73	0.010	0.90	0.90	300.00	492.61	344.82	387.96	0.388	0.669	2.30	1.50	0.400	0.330	59.8%
	Tr = 25 anni	14	8	9520	0	9520.00	0.800	0.669	80	1.72	0.35	0.60	85.60	347.34	0.005	0.90	0.90	300.00	588.63	412.04	412.83	0.413	0.669	1.90	1.00	0.400	0.400	59.8%
	Tr = 25 anni	8	6	10120	0	10120.00	0.800	0.669	80	1.72	0.35	0.60	26.79	374.12	0.005	0.90	0.90	300.00	567.28	397.09	450.68	0.451	0.669	2.50	1.50	0.420	0.340	62.8%
	Tr = 25 anni	6	4	10600	0	10600.00	0.800	0.669	80	1.72	0.35	0.60	23.29	397.42	0.005	0.90	0.90	300.00	580.47	406.33	464.31	0.464	0.669	1.90	0.97	0.430	0.440	65.8%
<b>ASSE L</b>																												
<b>TRATTO G61-G43</b>																												
	Tr = 25 anni	1	4	800	0	800.00	0.500	0.418	80	1.48	0.14	0.20	30.30	0.00	0.007	0.90	0.90	300.00	320.20	224.14	53.78	0.054	0.418	1.20	1.20	0.160	0.150	38.3%
	Tr = 25 anni	4	7	1450	0	1450.00	0.508	0.495	80	2.43	0.19	0.47	19.32	49.62	0.015	0.90	0.90	300.00	345.96	242.17	92.19	0.092	0.495	1.90	1.80	0.210	0.160	42.4%
	Tr = 25 anni	7	14	2850	0	2850.00	0.508	0.495	80	2.81	0.19	0.54	36.66	86.28	0.020	0.90	0.90	300.00	381.96	267.37	168.73	0.169	0.495	2.40	2.10	0.270	0.180	54.5%
	Tr = 25 anni	18	27	4600	0	4600.00	0.508	0.495	80	3.72	0.19	0.72	34.71	120.99	0.035	0.90	0.90	300.00	403.80	282.66	261.66	0.262	0.495	3.40	2.80	0.350	0.200	70.7%
<b>ASSE M</b>																												
<b>TRATTO G61-G96</b>																												
	Tr = 25 anni	1	4	700	0	700.00	0.500	0.418	80	1.77	0.14	0.24	36.62	0.00	0.010	0.90	0.90	300.00	324.41	227.09	46.61	0.047	0.418	0.90	0.80	0.150	0.170	40.7%
	Tr = 25 anni	5	14	3300	0	3300.00	0.630	0.527	80	2.93	0.22	0.64	81.93	118.55	0.020	0.90	0.90	300.00	433.65	303.56	178.31	0.178	0.527	2.50	2.10	0.280	0.190	53.1%
	Tr = 25 anni	14	16	3839	0	3839.00	0.630	0.527	80	3.28	0.22	0.71	14.96	96.89	0.025	0.90	0.90	300.00	374.57	262.20	230.51	0.231	0.527	2.50	2.10	0.280	0.190	53.1%
	Tr = 25 anni	16	21	5000	0	5000.00	0.630	0.527	80	3.40	0.22	0.74	38.19	156.75	0.027	0.90	0.90	300.00	429.96	300.97	271.84	0.272	0.527	3.20	2.60	0.340	0.210	64.5%
<b>ASSE N</b>																												
<b>TRATTO G96-G130</b>																												
	Tr = 25 anni	1	5	1000	0	1000.00	0.500	0.418	80	3.07	0.14	0.42	24.40	0.00	0.030	0.90	0.90	300.00	316.26	221.39	67.82	0.068	0.418	2.20	2.50	0.180	0.110	43.1%
	Tr = 25 anni	5	13	3200	0	3200.00	0.630	0.527	80	2.93	0.22	0.64	68.27	92.67	0.020	0.90	0.90	300.00	407.30	285.11	180.89	0.181	0.527	2.50	2.10	0.280	0.190	53.1%
	Tr = 25 anni	13	17	4200	0	4200.00	0.630	0.527	80	2.36	0.22	0.52	42.34	135.01	0.013	0.90	0.90	300.00	418.24	292.77	232.94	0.233	0.527	2.40	1.80	0.320	0.240	60.7%
	Tr = 25 anni	17	23	5600	0	5600.00	0.630	0.527	80	2.07	0.22	0.45	60.35	195.36	0.010	0.90	0.90	300.00	470.47	329.33	285.35	0.285	0.527	3.10	2.50	0.340	0.210	64.5%
	Tr = 25 anni	23	27	6600	0	6600.00	0.800	0.669	80	1.72	0.35	0.60	52.41	247.77	0.005	0.90	0.90	300.00	500.12	350.08	321.83	0.322	0.669	1.70	0.98	0.370	0.370	55.3%
<b>ASSE O</b>																												
<b>TRATTO G151-G130</b>																												
	Tr = 25 anni	1	8	1450	0	1450.00	0.630	0.418	80	2.17	0.14	0.30	41.40	0.00	0.015	0.90	0.90	300.00	327.60	229.32	95.88	0.096	0.418	1.90	1.70	0.220	0.160	52.6%
	Tr = 25 anni	8	25	4700	0	4700.00	0.630	0.527	80	1.13	0.22	0.25	255.61	297.01	0.003	0.90	0.90	300.00	668.42	467.89	185.99	0.186	0.527	1.20	0.70	0.290	0.350	66.4%
<b>ASSE P</b>																												
<b>TRATTO G191-G151</b>																												
	Tr = 25 anni	1	3	500	0	500.00	0.500	0.418	80	1.26	0.14	0.17	39.84	0.00	0.005	0.90	0.90	300.00	326.56	228.59	33.14	0.033	0.418	2.00	2.50	0.160	0.100	38.3%
	Tr = 25 anni	3	8	1688	0	1687.50	0.500	0.418	80	2.17	0.14	0.30	43.70	83.54	0.015	0.90	0.90	300.00	384.83	269.38	99.37	0.099	0.418	2.00	1.70	0.250	0.180	59.8%
	Tr = 25 anni	8	15	2816	0	2816.25	0.630	0.500	80	2.83	0.20	0.56	37.12	120.67	0.020	0.90	0.90	300.00	405.19	283.63	159.80	0.160	0.500	3.00	2.30	0.350	0.280	70.0%
	Tr = 25 anni	15	28	5289	0	5288.75	0.630	0.500	80	2.83	0.20	0.56	81.32	201.98	0.020	0.90	0.90	300.00	488.87	342.21	262.15							
	Tr = 25 anni	28	29	5289	0	5288.75	0.630	0.527	80	2.07	0.22	0.45	0.00	120.67	0.010	0.90	0.90	300.00	380.44	266.31	314.02	0.314	0.527	2.10	1.30	0.350	0.290	66.4%
	Tr = 25 anni	29	34	7289	0	7288.75	0.600	0.597	80	3.56	0.28	1.00	41.58	162.25	0.025	0.90	0.90	300.00	435.89	305.12	392.39	0.392	0.597	3.30	2.40	0.400	0.250	67.0%

Asse	Tempo di ritorno	Pozz. Monte	Pozz. Valle	Sup Strada	S area verde	S tot	D est	D int	Ks	Vr	Ar	Qr	Tc	Tc'	pend. Collet.	φ medio	φ totale	Te	θc	k	Q tratto	Q tot	Di reale	V reale	Fr	k	h0	Riemp.
	<i>Tr = 25 anni</i>			[mq]	[mq]	[mq]	[m]	[m]	[m1/3/s]	[m/s]	[mq]	[mc/s]	[s]	[s]	[m/m]			[s]	[s]	[s]	[l/s]	[mc/s]	[m]	[m/s]		[m]	[m]	[%]
	<i>Tr = 25 anni</i>	35	43	9000	0	9000.00	<b>0.600</b>	<b>0.597</b>	80	3.18	0.28	0.89	38.95	201.20	<b>0.020</b>	0.90	0.90	300.00	460.10	322.07	466.02	<b>0.466</b>	<b>0.597</b>	<b>3.20</b>	<b>2.10</b>	<b>0.430</b>	<b>0.290</b>	<b>72.0%</b>
	<b>TRATTO G191-G231</b>																											
ASSE Q	<i>Tr = 25 anni</i>	3	7	783	0	783.00	<b>0.500</b>	<b>0.418</b>	80	1.26	0.14	0.17	69.32	0.00	<b>0.005</b>	0.90	0.90	300.00	346.21	242.35	49.76	<b>0.050</b>	<b>0.418</b>	<b>1.20</b>	<b>0.98</b>	<b>0.192</b>	<b>0.190</b>	<b>45.9%</b>
	<i>Tr = 25 anni</i>	7	12	1458	0	1458.00	<b>0.500</b>	<b>0.418</b>	80	2.17	0.14	0.30	34.50	0.00	<b>0.015</b>	0.90	0.90	300.00	323.00	226.10	97.39	<b>0.097</b>	<b>0.418</b>	<b>1.20</b>	<b>0.98</b>	<b>0.192</b>	<b>0.190</b>	<b>45.9%</b>
	<i>Tr = 25 anni</i>	12	20	2838	0	2838.00	<b>0.500</b>	<b>0.418</b>	80	2.17	0.14	0.30	55.20	69.32	<b>0.015</b>	0.90	0.90	300.00	383.02	268.11	167.69	<b>0.168</b>	<b>0.418</b>	<b>2.00</b>	<b>1.70</b>	<b>0.250</b>	<b>0.190</b>	<b>59.8%</b>
	<i>Tr = 25 anni</i>	20	30	5682	0	5682.00	<b>0.630</b>	<b>0.527</b>	80	2.93	0.22	0.64	61.45	130.77	<b>0.020</b>	0.90	0.90	300.00	428.14	299.70	309.86	<b>0.310</b>	<b>0.527</b>	<b>2.40</b>	<b>1.78</b>	<b>0.320</b>	<b>0.220</b>	<b>60.7%</b>
	<i>Tr = 25 anni</i>	30	32	6532	0	6532.00	<b>0.800</b>	<b>0.669</b>	80	4.21	0.35	1.48	11.89	142.66	<b>0.030</b>	0.90	0.90	300.00	403.03	282.12	372.06	<b>0.372</b>	<b>0.669</b>	<b>3.50</b>	<b>2.60</b>	<b>0.390</b>	<b>0.240</b>	<b>58.3%</b>
	<i>Tr = 25 anni</i>	32	35	7725	0	7724.50	<b>0.800</b>	<b>0.669</b>	80	4.54	0.35	1.60	16.51	159.16	<b>0.035</b>	0.90	0.90	300.00	417.11	291.98	429.24	<b>0.429</b>	<b>0.669</b>	<b>3.90</b>	<b>2.80</b>	<b>0.440</b>	<b>0.260</b>	<b>65.8%</b>
	<i>Tr = 25 anni</i>	35	36	7725	0	7724.50	<b>0.800</b>	<b>0.669</b>	80	2.43	0.35	0.85	0.00	159.16	<b>0.010</b>	0.90	0.90	300.00	406.11	284.28	437.58	<b>0.438</b>	<b>0.669</b>	<b>2.50</b>	<b>1.50</b>	<b>0.430</b>	<b>0.350</b>	<b>64.3%</b>
	<i>Tr = 25 anni</i>	36	42	10200	0	10200.00	<b>0.800</b>	<b>0.669</b>	80	5.43	0.35	1.91	20.63	179.79	<b>0.050</b>	0.90	0.90	300.00	433.61	303.53	551.19	<b>0.551</b>	<b>0.669</b>	<b>4.60</b>	<b>3.50</b>	<b>0.450</b>	<b>0.230</b>	<b>67.3%</b>
	<b>TRATTO G231-G259</b>																											
ASSE R	<i>Tr = 25 anni</i>	2	6	561	0	561.00	<b>0.500</b>	<b>0.418</b>	80	3.32	0.14	0.46	15.36	0.00	<b>0.035</b>	0.90	0.90	300.00	310.24	217.17	38.58	<b>0.039</b>	<b>0.418</b>	<b>2.10</b>	<b>2.70</b>	<b>0.160</b>	<b>0.090</b>	<b>38.3%</b>
	<i>Tr = 25 anni</i>	6	11	1761	0	1761.00	<b>0.500</b>	<b>0.418</b>	80	2.17	0.14	0.30	34.50	15.36	<b>0.015</b>	0.90	0.90	300.00	333.24	233.27	115.02	<b>0.115</b>	<b>0.418</b>	<b>2.00</b>	<b>1.70</b>	<b>0.250</b>	<b>0.190</b>	<b>59.8%</b>
	<i>Tr = 25 anni</i>	11	18	3561	0	3561.00	<b>0.630</b>	<b>0.527</b>	80	1.60	0.22	0.35	84.14	99.50	<b>0.006</b>	0.90	0.90	300.00	422.43	295.70	196.08	<b>0.196</b>	<b>0.527</b>	<b>1.60</b>	<b>1.00</b>	<b>0.300</b>	<b>0.300</b>	<b>56.9%</b>
	<i>Tr = 25 anni</i>	18	25	5361	0	5361.00	<b>0.800</b>	<b>0.669</b>	80	2.97	0.35	1.05	45.39	144.89	<b>0.015</b>	0.90	0.90	300.00	426.85	298.80	292.99	<b>0.293</b>	<b>0.669</b>	<b>2.60</b>	<b>1.90</b>	<b>0.350</b>	<b>0.250</b>	<b>52.3%</b>
	<i>Tr = 25 anni</i>	25	34	7000	0	7000.00	<b>0.800</b>	<b>0.669</b>	80	3.43	0.35	1.21	37.85	182.74	<b>0.020</b>	0.90	0.90	300.00	447.06	312.94	370.04	<b>0.370</b>	<b>0.669</b>	<b>3.00</b>	<b>2.10</b>	<b>0.400</b>	<b>0.300</b>	<b>59.8%</b>

### 9.3 Allegato 3 – Tabella dimensionamento e verifica sistema di drenaggio svincolo Cerchiaia e Ruffolo

Asse	Tempo di ritorno	Pozz. Monte	Pozz. Valle	Sup Strada	S area verde	S tot	D est	D int	Ks	Vr	Ar	Qr	Tc	Tc'	pend. Collet.	φ medio	φ totale	Te	θc	k	Q tratto	Q tot	Di reale	V reale	Fr	k	h0	Riemp.
				[mq]	[mq]	[mq]	[m]	[m]	[m1/3/s]	[m/s]	[mq]	[mc/s]	[s]	[s]	[m/m]			[s]	[s]	[s]	[l/s]	[mc/s]	[m]	[m/s]		[m]	[m]	[%]
<b>SVINCOLO CERCHIAIA</b>																												
<b>RAMPA SEMIDIRETTA MONODIREZIONALE DIR. FIRENZE-FANO ENTRATA STRADA STATALE 674</b>																												
ASSE SC1	Tr = 25 anni	FF1	FF9	500	0	500	0.500	0.418	80	2.51	0.14	0.34	39.84	0.00	0.020	0.90	0.90	300.00	326.56	228.59	33.14	0.033	0.418	1.60	2.00	0.130	0.090	31.1%
	Tr = 25 anni	FF33	FF9	2300	0	2300	0.500	0.418	80	2.51	0.14	0.34	127.49	0.00	0.020	0.90	0.90	300.00	384.99	269.49	135.40	0.135	0.418	2.30	1.90	0.270	0.190	64.6%
ASSE SC2	Tr = 25 anni	FF33	FF49	1900	0	1900	0.500	0.418	80	2.51	0.14	0.34	111.55	0.00	0.020	0.90	0.90	300.00	374.37	262.06	114.13	0.114	0.418	2.20	2.00	0.240	0.170	57.4%
	Tr = 25 anni	FF52	FF49	260	0	260	0.500	0.418	80	2.51	0.14	0.34	15.94	0.00	0.020	0.90	0.90	300.00	310.62	217.44	17.86	0.018	0.418	1.20	1.90	0.080	0.060	19.1%
<b>RAMPA SEMIDIRETTA MONODIREZIONALE DIR. GROSSETO-FIRENZE ENTRATA SS 223</b>																												
SC3	Tr = 25 anni	P1A5	P1A12	570	0	570	0.500	0.418	80	2.10	0.14	0.29	47.62	0.00	0.014	0.90	0.90	300.00	331.75	232.22	37.35	0.037	0.418	1.50	1.70	0.140	0.100	33.5%
	Tr = 25 anni	P1A32	P1A12	1800	0	1800	0.500	0.418	80	2.81	0.14	0.39	81.96	0.00	0.025	0.90	0.90	300.00	354.64	248.25	112.42	0.112	0.418	2.40	2.30	0.240	0.160	57.4%
SC4	Tr = 25 anni	P1A32	P1A45	1130	0	1130	0.500	0.418	80	2.81	0.14	0.39	37.42	0.00	0.025	0.90	0.90	300.00	324.94	227.46	75.16	0.075	0.418	2.30	2.30	0.220	0.140	52.6%
	Tr = 25 anni	P1A55	P1A45	1600	0	1600	0.500	0.418	80	0.97	0.14	0.13	194.42	0.00	0.003	0.90	0.90	300.00	429.61	300.73	87.04	0.087	0.418	1.00	0.67	0.230	0.280	67.0%
<b>LOC. GAS</b>																												
ASSE SC5	Tr = 25 anni			1400	0	1400	0.500	0.418	80	1.77	0.14	0.24	73.24	0.00	0.010	0.90	0.90	300.00	348.83	244.18	88.48	0.088	0.418	1.60	1.40	0.210	0.180	50.2%
ASSE SC6	Tr = 25 anni			600	0	600	0.500	0.418	80	1.26	0.14	0.17	41.43	0.00	0.005	0.90	0.90	300.00	327.62	229.34	39.67	0.040	0.418	1.00	1.00	0.140	0.140	33.5%
<b>SVINCOLO RUFFOLO</b>																												
<b>RAMPA SEMIDIRETTA MONODIREZIONALE DIR. GROSSETO-SIENA ENTRATA SS 223</b>																												
ASSE SR10	Tr = 25 anni	GS5	GS17	1100	0	1100	0.500	0.418	80	3.97	0.14	0.54	42.83	0.00	0.050	0.90	0.90	300.00	328.56	229.99	72.58	0.073	0.418	2.80	3.30	0.190	0.100	45.5%
ASSE SR11	Tr = 25 anni	GS17	GS22	600	0	600	0.500	0.418	80	4.35	0.14	0.60	17.48	0.00	0.060	0.90	0.90	300.00	311.65	218.16	41.13	0.041	0.418	2.50	3.50	0.140	0.070	33.5%
ASSE SR12	Tr = 25 anni	GS45	GS31	1250	0	1250	0.500	0.418	80	3.07	0.14	0.42	61.81	0.00	0.030	0.90	0.90	300.00	341.20	238.84	80.27	0.080	0.418	2.40	2.50	0.200	0.120	47.8%
ASSE SR11	Tr = 25 anni	GS31	GS26	600	0	600	0.500	0.418	80	3.07	0.14	0.42	26.67	0.00	0.030	0.90	0.90	300.00	317.78	222.45	40.55	0.041	0.418	2.00	2.50	0.140	0.090	33.5%
ASSE SR6	Tr = 25 anni	GS45	GS54	600	0	600	0.500	0.418	80	2.51	0.14	0.34	35.06	0.00	0.020	0.90	0.90	300.00	323.37	226.36	40.05	0.040	0.418	1.70	2.00	0.140	0.100	33.5%
	Tr = 25 anni	confluenza		1600	0	1600	0.500	0.418	80	2.51	0.14	0.34	59.76	0.00	0.020	0.90	0.90	300.00	339.84	237.89	103.04	0.103	0.418	2.20	2.00	0.230	0.160	55.0%
	Tr = 25 anni	GS54	GS59	3550	0	3550	0.600	0.527	80	2.93	0.22	0.64	75.78	0.00	0.020	0.90	0.90	300.00	350.52	245.37	223.58	0.224	0.527	2.40	2.00	0.290	0.200	55.0%
ASSE SR1	Tr = 25 anni	GS77	GS66	730	0	730	0.500	0.418	80	2.17	0.14	0.30	37.72	0.00	0.015	0.90	0.90	300.00	325.15	227.60	48.53	0.049	0.418	1.60	1.80	0.160	0.110	38.3%
	Tr = 25 anni	GS66	GS60	2000	0	2000	0.500	0.418	80	2.17	0.14	0.30	62.10	0.00	0.015	0.90	0.90	300.00	341.40	238.98	128.38	0.128	0.418	2.10	1.70	0.260	0.200	62.2%
	Tr = 25 anni	attraversamento		6280	0	6280	0.800	0.669	80	1.72	0.35	0.60	129.28	0.00	0.005	0.90	0.90	300.00	386.19	270.33	368.87	0.369	0.669	1.80	0.90	0.400	0.410	61.3%
	Tr = 25 anni	SCARICO		7400	0	7400	0.800	0.669	80	1.72	0.35	0.60	189.26	0.00	0.005	0.90	0.90	300.00	426.17	298.32	404.89	0.405	0.669	1.80	0.92	0.400	0.420	62.8%
<b>RAMPA SEMIDIRETTA MONODIREZIONALE DIR. SIENA-GROSSETO ENTRATA STRADA STAT. 715 SIENA BETTOLE</b>																												
ASSE SR3	Tr = 25 anni	SG23	SG6	1200	0	1200	0.500	0.418	80	3.97	0.14	0.54	62.74	0.00	0.050	0.90	0.90	300.00	341.83	239.28	76.96	0.077	0.418	2.80	3.20	0.200	0.100	47.8%
<b>RAMPA SEMIDIRETTA MONODIREZIONALE DIR. SIENA-FANO ENTRATA STRADA STAT. 715 SIENA BETTOLE</b>																												
ASSE SR2	Tr = 25 anni	SF1	SF15	800	0	800	0.500	0.418	80	2.81	0.14	0.39	51.67	0.00	0.025	0.90	0.90	300.00	334.45	234.11	52.12	0.052	0.418	1.90	2.30	0.160	0.100	38.3%
ASSE SR4	Tr = 25 anni	SF26	SF19	435	0	435	0.500	0.418	80	2.81	0.14	0.39	23.16	0.00	0.025	0.90	0.90	300.00	315.44	220.81	29.56	0.030	0.418	1.70	2.30	0.120	0.080	28.7%
ASSE SR3	Tr = 25 anni	SF19 confluenza		1635	0	1635	0.500	0.418	80	2.81	0.14	0.39	89.08	0.00	0.025	0.90	0.90	300.00	359.39	251.57	101.14	0.101	0.418	2.40	2.30	0.230	0.150	55.0%
	Tr = 25 anni	SF19	SF15	2435	0	2435	0.500	0.418	80	2.81	0.14	0.39	115.81	0.00	0.025	0.90	0.90	300.00	377.21	264.04	145.47	0.145	0.418	2.60	2.30	0.270	0.180	64.6%
ASSE SR8	Tr = 25 anni	SF26	SF37	1000	0	1000	0.500	0.418	80	2.81	0.14	0.39	51.31	0.00	0.025	0.90	0.90	300.00	334.21	233.95	65.18	0.065	0.418	2.10	2.30	0.180	0.120	43.1%
ASSE SR9	Tr = 25 anni	SF51	SF37	1000	0	435	0.500	0.418	80	3.22	0.14	0.44	45.28	0.00	0.033	2.07	2.07	300.00	330.19	231.13	65.75	0.066	0.418	2.30	2.60	0.180	0.110	43.1%
<b>RAMPA SEMIDIRETTA MONODIREZIONALE DIR. FANO-SIENA ENTRATA SS 73</b>																												
ASSE SR7	Tr = 25 anni	FS12	FS5	700	0	700	0.500	0.418	80	2.17	0.14	0.30	34.04	0.00	0.015	0.90	0.90	300.00	322.69	225.89	46.79	0.047	0.418	1.60	1.80	0.150	0.110	35.9%
ASSE SR5	Tr = 25 anni	FS12	FS26	1000	0	1000	0.500	0.418	80	3.32	0.14	0.46	45.17	0.00	0.035	0.90	0.90	300.00	330.12	231.08	65.76	0.066	0.418	2.40	2.70	0.180	0.110	43.1%

#### 9.4 Allegato 4 – Tabella dimensionamento e verifica fossi di guardia

Tempo di ritorno	Tratto	Sup Strada	S area verde	S tot	Dim. Fosso	Ks	Vr	Ar	Qr	Tc	Tc'	pend. Strada	φ medio	φ totale	Te	θc	k	Q tratto	Q tot	Di reale	V reale	Fr	k	h0	Riemp.
		[mq]	[mq]	[mq]	[m]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[m/s]	[mq]	[mc/s]	[s]	[s]	[m/m]			[s]	[s]	[s]	[l/s]	[mc/s]	[m]	[m/s]		[m]	[m]	[%]
Tr = 50 anni	fosso tratto F72-F85	1596	11806	13402.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	102.34	0.00	0.010	0.37	0.37	300.00	368.23	257.76	355.36	0.355	0.500	1.99	1.49	0.302	0.241	60.4%
scarico nel fosso Ribucciano																									
Tr = 50 anni	fosso tratto G70-G90	5000	7000	12000.00	Fosso 50x50x50	70	3.39	0.50	1.70	100.43	0.00	0.020	0.55	0.55	300.00	366.95	256.87	472.27	0.472	0.500	2.76	2.09	0.353	0.233	70.6%
scarico nel fosso Luglie																									
Tr = 50 anni	fosso tratto G97-G108	3200	2200	5400.00	Fosso 50x50x50	70	3.39	0.50	1.70	96.00	0.00	0.020	0.66	0.66	300.00	364.00	254.80	254.72	0.255	0.500	2.32	2.04	0.250	0.165	50.0%
scarico nel fosso Luglie SC_019																									
Tr = 50 anni	fosso tratto F97-F122	2300	21000	23300.00	Fosso 50x50x50	70	8.78	0.79	6.90	56.92	0.00	0.100	0.36	0.36	300.00	337.94	236.56	633.99	0.634	0.500	2.88	2.02	0.414	0.282	82.8%
scarico nel fosso Valli																									
Tr = 50 anni	fosso tratto F131-F151	1200	19500	20700.00	Fosso 50x50x50	70	1.85	0.50	0.93	215.71	0.00	0.006	0.33	0.33	300.00	443.81	310.66	434.82	0.435	0.500	1.74	1.17	0.338	0.309	67.6%
scarico nel fosso Casone																									
Tr = 50 anni	fosso tratto F162-F165 - SC_024	800	3650	4450.00	Fosso 50x50x50	70	3.39	0.50	1.70	20.68	0.00	0.020	0.41	0.41	300.00	313.78	219.65	144.71	0.145	0.500	1.96	1.98	0.180	0.119	36.0%
scarico nel fosso Casone																									
Tr = 50 anni	fosso tratto F177-F180	2000	10500	12500.00	Fosso 50x50x50	70	3.39	0.50	1.70	50.21	0.00	0.020	0.40	0.40	300.00	333.48	233.43	378.40	0.378	0.500	2.59	2.07	0.313	0.206	62.6%
scarico nel fosso Casone - SC028																									
Tr = 50 anni	fosso tratto F195-F211	4100	11700	15800.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	146.20	0.00	0.010	0.46	0.46	300.00	397.47	278.23	487.53	0.488	0.500	2.16	1.51	0.360	0.287	72.0%
scarico nel fosso Ribucciano principale																									
Tr = 50 anni	fosso tratto G234-G260	3000	1200	4200.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	87.72	0.00	0.010	0.73	0.73	300.00	358.48	250.94	222.52	0.223	0.500	1.75	1.45	0.232	0.186	46.4%
scarico nel fosso Ribucciano principale																									
Tr = 50 anni	fosso tratto F36-F26 - SC_006	7043	19500	26543.00	Fosso 75x75x75	70	3.39	0.50	1.70	88.61	0.00	0.020	0.46	0.46	300.00	359.07	251.35	885.34	0.885	0.750	3.19	2.20	0.428	0.272	57.1%
Tr = 50 anni	solo versante monte rampa	0	15000	15000.00	Fosso 50x50x50	70	3.39	0.50	1.70	50.21	0.00	0.020	0.30	0.30	300.00	333.48	233.43	344.00	0.344	0.500	2.53	2.07	0.297	0.196	59.4%
Tr = 50 anni	area interclusa asse G-F e rampa	0	5000	5000.00	Fosso 30x30x30	70	3.79	0.50	1.90	63.40	0.00	0.025	0.30	0.30	300.00	342.27	239.59	112.62	0.113	0.300	2.09	2.13	0.195	0.127	65.0%
Tr = 50 anni	scarico nel Tressa	9043	24500	33543.00	Fosso 75x75x75	70	3.79	0.50	1.90	126.81	0.00	0.025	0.46	0.46	300.00	384.54	269.18	1073.02	1.073	0.750	3.65	2.47	0.477	0.284	63.6%
scarico nel Tressa																									
Tr = 50 anni	fosso tratto F22-F11 - SC_005	3300	6500	9800.00	Fosso 50x50x50	70	1.69	0.50	0.85	147.69	0.00	0.005	0.50	0.50	300.00	398.46	278.92	332.57	0.333	0.500	1.52	1.06	0.291	0.281	58.2%
Tr = 50 anni	fosso tratto F11-F6 - SC_004	2000	0	2000.00	Fosso 50x50x50	70	1.69	0.50	0.85	88.61	0.00	0.005	0.90	0.90	300.00	359.07	251.35	130.75	0.131	0.500	1.17	1.02	0.170	0.168	34.0%

Tr = 50 anni	fosso tratto G13-G1 - SC_001	2500	800	3300.00	Fosso 50x50x50	70	1.51	0.50	0.76	128.79	0.00	0.004	0.75	0.75	300.00	385.86	270.10	172.09	0.172	0.500	1.17	0.93	0.200	0.210	42.0%	
Tr = 50 anni	fosso tratto G4-G1 - SC_001	500	200	700.00	Fosso 50x50x50	70	5.86	0.50	2.95	7.67	0.00	0.060	0.73	0.73	300.00	305.12	213.58	41.46	0.041	0.500	1.80	3.00	0.080	0.040	16.0%	
Tr = 50 anni	fosso tratto F1-F4 - SC_003	0	4100	4100.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	34.25	0.00	0.010	0.30	0.30	300.00	322.84	225.98	96.16	0.096	0.500	1.30	1.40	0.140	0.110	28.0%	
Tr = 50 anni	fosso tratto G37-G45 - SC_008	1710	950	2660.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	39.68	0.00	0.010	0.69	0.69	300.00	326.46	228.52	141.50	0.142	0.500	1.53	1.42	0.180	0.140	36.0%	
Tr = 50 anni	SC_013	2000	7640	9640.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	71.01	0.00	0.010	0.42	0.42	300.00	347.34	243.14	304.13	0.304	0.500	1.90	1.47	0.280	0.220	56.0%	
Tr = 50 anni	SC_014	0	9000	9000.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	75.19	0.00	0.010	0.30	0.30	300.00	350.13	245.09	199.57	0.200	0.500	1.70	1.44	0.220	0.170	44.0%	
Tr = 50 anni	SC_015	1980	2340	4320.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	75.19	0.00	0.010	0.58	0.58	300.00	350.13	245.09	183.60	0.184	0.500	1.65	1.43	0.210	0.170	42.0%	
Tr = 50 anni	fosso tratto G95-G100 - SC_016	770	1050	1820.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	29.24	0.00	0.010	0.55	0.55	300.00	319.49	223.65	79.37	0.079	0.500	1.28	1.40	0.120	0.100	24.0%	
allo scarico si aggiunge il contributo della vasca V.4 Q=560 l/s																										
Tr = 50 anni	SC_017	220	120	340.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	8.35	0.00	0.010	0.69	0.69	300.00	305.57	213.90	19.00	0.019	0.500	0.80	1.26	0.050	0.040	10.0%	
Tr = 50 anni	SC_018	1760	1920	3680.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	66.83	0.00	0.010	0.59	0.59	300.00	344.56	241.19	161.43	0.161	0.500	1.70	1.60	0.190	0.140	38.0%	
Tr = 50 anni	SC_020 tratto G108-G127	2860	2100	4960.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	146.20	0.00	0.010	0.65	0.65	300.00	397.47	278.23	216.95	0.217	0.500	1.90	1.65	0.230	0.170	46.0%	
Tr = 50 anni	SC_021	550	360	910.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	25.06	0.00	0.010	0.66	0.66	300.00	316.71	221.70	47.77	0.048	0.500	1.20	1.50	0.090	0.070	18.0%	
allo scarico si aggiunge il contributo della vasca V.5 Q=1100 l/s																										
Tr = 50 anni	SC_022	990	16000	16990.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	133.67	0.00	0.010	0.33	0.33	300.00	389.11	272.38	391.05	0.391	0.500	2.20	1.70	0.320	0.230	64.0%	
Tr = 50 anni	SC_023	0	8000	8000.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	66.83	0.00	0.010	0.30	0.30	300.00	344.56	241.19	179.37	0.179	0.500	1.80	1.60	0.200	0.150	40.0%	
Tr = 50 anni	SC_024	2700	1440	4140.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	75.19	0.00	0.010	0.69	0.69	300.00	350.13	245.09	211.54	0.212	0.500	1.90	1.65	0.220	0.170	44.0%	
Tr = 50 anni	SC_027	1760	8000	9760.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	66.83	0.00	0.010	0.41	0.41	300.00	344.56	241.19	297.75	0.298	0.500	2.10	1.70	0.270	0.200	54.0%	
Tr = 50 anni	SC_029	1105	11250	12355.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	60.57	0.00	0.010	0.35	0.35	300.00	340.38	238.27	329.33	0.329	0.500	2.10	1.70	0.290	0.210	58.0%	
Tr = 50 anni	SC_032	1500	3500	5000.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	83.54	0.00	0.010	0.48	0.48	300.00	355.70	248.99	175.47	0.175	0.500	1.80	1.63	0.200	0.150	40.0%	
scarico che comprende assi SR8 e SR9 e aree verdi tra rampe																										
Tr = 50 anni	SC_033	2420	2040	4460.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	41.77	0.00	0.010	0.63	0.63	300.00	327.85	229.49	215.80	0.216	0.500	1.90	1.65	0.230	0.170	46.0%	
Tr = 50 anni	SC_034	600	8980	9580.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	100.25	0.00	0.010	0.34	0.34	300.00	366.83	256.78	231.46	0.231	0.500	1.95	1.65	0.230	0.180	46.0%	
Tr = 50 anni	SC_036	1250	3500	4750.00	Fosso 50x50x50	70	2.39	0.50	1.20	104.43	0.00	0.010	0.46	0.46	300.00	369.62	258.73	154.86	0.155	0.500	1.70	1.62	0.190	0.140	38.0%	

**9.5 Allegato 5 – Tabella degli scarichi idrici nei corsi d’acqua**

ID_Scarico	Q max (l/s)	Corpo idrico recapito
SC_001	40	Torrente Tressa
SC_002	650	
SC_003	100	
SC_004	730	
SC_006	1100	
SC_007	130	
SC_008	140	
SC_009	90	
SC_010	250	
SC_011	165	
SC_012	40	
SC_013	300	
SC_014	200	Fosso delle Luglie
SC_015	185	
SC_016	80	
SC_017	20	
SC_018	560	
SC_019	160	
SC_020	730	Fosso Valli
SC_021	1100	
SC_022	220	
SC_023	50	
SC_024	390	
SC_025	180	Fosso del Casone
SC_026	210	
SC_027	850	
SC_028	145	
SC_029	300	Fosso TS6811
SC_030	490	Fosso TS6779
SC_031	330	
SC_032	175	Fosso Borrino
SC_033	220	Fosso TS6678
SC_034	240	
SC_035	1100	Fosso Borrino
SC_036	155	
SC_037	400	Torrente Rilugio
SC_038	150	