

S.G.C. E78 GROSSETO - FANO

Tratto Selci Lama (E45) - S. Stefano di Gaifa.

Adeguamento a 2 corsie del tratto della Variante di Urbania

PROGETTO DEFINITIVO

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A25111</p> <p><i>Ing. Moreno Panfilì</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. Claudio Müller</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 15754</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GPI INGEGNERIA GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p>(Mandante)</p> <p>cooprogetti cocoprogetti</p> <p>(Mandante)</p> <p>engeko</p> <p>(Mandante)</p> <p>AIM Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p>
<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>	<p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 2):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri ROMA N° 14035</p>
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Vincenzo Catone</i></p>		
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		

STUDI ED INDAGINI

Idrologia e idraulica

Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma e di versante

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG.	ANNO	T00ID00IDRRE02_B			
DPAN247	D	22	T00ID00IDRRE02		B	-
D						
C						
B	Rev. Ist.U.0039705 24/01/22 e Ist.U.0057794 01/02/22	Feb. '22	Capponi	Panfilì	Guiducci	
A	Emissione	Ottobre '21	Capponi	Panfilì	Guiducci	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

INDICE

<u>1. PREMESSA.....</u>	<u>2</u>
<u>2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....</u>	<u>2</u>
<u>3. SISTEMA DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE</u>	<u>3</u>
3.1. REQUISITI PRESTAZIONALI.....	3
3.2. SCHEMA DI DRENAGGIO	3
3.3. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO: IL METODO RAZIONALE	3
3.4. METODOLOGIA DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEI DISPOSITIVI IDRAULICI	6
<u>4. ELEMENTI DI RACCOLTA</u>	<u>6</u>
4.1. SISTEMA DI DRENAGGIO-TRATTI IN RILEVATO	7
4.1.1. <i>EMBRICI</i>	9
4.2. SISTEMA DI DRENAGGIO-TRATTI IN TRINCEA	10
4.3. SISTEMA DI DRENAGGIO-TRATTI IN VIADOTTO	13
<u>5. ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO.....</u>	<u>15</u>
5.1. CONDOTTE IN PVC	15
5.2. CONDOTTE IN ACCIAIO ZINCATO	15
5.3. FOSSI DI GUARDIA	16
<u>6. VASCHE DI PRIMA PIOGGIA E DI RACCOLTA DEGLI SVERSAMENTI ACCIDENTALI</u>	<u>16</u>
6.1. DIMENSIONAMENTO TUBI DI MANDATA E POMPE DA VASCA PP N°1 A VASCA DI LAMINAZIONE	19
<u>7. INVARIANZA IDRAULICA.....</u>	<u>21</u>
7.1. VERIFICA VOLUMI INVARIANZA IDRAULICA	24

PROGETTAZIONE ATI:

1. PREMESSA

La presente relazione è stata redatta a supporto del contratto applicativo stipulato con Anas S.p.A. per la Progettazione Definitiva dell'intervento "E 78 Grosseto – Fano, Tratto Selci - Lama (E 45) - S. Stefano di Gaifa, Adeguamento a 2 corsie del tratto della variante di Urbania". Pertanto la c.d. Variante di Urbania si inquadra lungo la direttrice della Strada di Grande Comunicazione (S.G.C.) E78 Grosseto-Fano, Tronco Selci Lama - S. Stefano di Gaifa - Lotto 7.

Lo studio ha come oggetto la valutazione delle problematiche di carattere idraulico ed il conseguente dimensionamento e verifica degli elementi idraulici appartenenti alla rete di drenaggio stradale, interna ed esterna dell'infrastruttura in progetto.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

- Decreto Legislativo 152/2006 Norme in materia ambientale;
- Circolare MIn.LL.PP.N.11633. 1974- Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto;
- Testo unico sulle opere idrauliche Regio Decreto 25 luglio 1904 n.523
- Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni Decreto Min. Lav. Pubblici 12/12/85
- UNI EN 124:2015 "Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali - Parte 1: Definizioni, classificazione, principi generali di progettazione, requisiti di prestazione e metodi di prova".
- UNI EN 13476-1:2018 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali
- UNI EN 13476-3:2018 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, Tipo B;
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 DM 17 gennaio 2018;
Circolare n.7 del 21 gennaio 2019 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- Legge Regionale n° 22/2011 – Regione Marche "Norme in materia di riqualificazione urbana sostenibile e assetto idrogeologico e modifiche alle Leggi regionali 5 agosto 1992, n. 34 "Norme in materia urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio" e 8 ottobre 2009, n. 22 "Interventi della regione per il riavvio delle attività edilizie al fine di fronteggiare la crisi economica, difendere l'occupazione, migliorare la sicurezza degli edifici e promuovere tecniche di edilizia sostenibile";
- D.G.R. n. 53 del 27/01/2014 "Criteri, modalità e indicazioni tecnico operative per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali".

PROGETTAZIONE ATI:

3. SISTEMA DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE

3.1. REQUISITI PRESTAZIONALI

Le soluzioni per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla pavimentazione stradale dipendono dalle diverse situazioni ed esigenze che si incontrano nello studio della rete drenante e devono soddisfare due requisiti fondamentali:

- garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque meteoriche evitando il formarsi di ristagni sulla pavimentazione stradale; questo si ottiene assegnando alla pavimentazione un'adeguata pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali rispetto alle carreggiate;
- convogliare, ove necessario, tutte le acque raccolte dalla piattaforma ai punti di recapito.

3.2. SCHEMA DI DRENAGGIO

Il sistema di drenaggio deve consentire la raccolta delle acque meteoriche cadute sulla superficie stradale e sulle superfici ad esso afferenti ed il loro collettamento ai recapiti finali, costituito da rami di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, senza alterarne in modo significativo l'efficienza idraulica e le condizioni di sicurezza idraulica del territorio limitrofo all'infrastruttura in progetto.

Gli elementi utilizzati per il sistema di drenaggio possono essere suddivisi in base alla loro funzione; in particolare si ha:

Funzione	Componente	Tipologia	T _R progetto
Raccolta	elementi idraulici marginali	embrici	50 anni
		caditoie	
		cunette triangolari	
Convogliamento	canalizzazioni	fossi di guardia	50 anni
		collettori	

L'elemento di drenaggio da inserire sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione su cui è posto. Questi si possono suddividere in due macro categorie: sezione corrente dell'infrastruttura e sezioni singolari (aree in corrispondenza delle rotatorie). La sezione corrente dell'infrastruttura, per il caso in esame, si divide a sua volta per caratteri costruttivi in:

- sezione in rilevato;
- sezione in trincea;
- sezione in viadotto/cavalcavia.

3.3. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO: IL METODO RAZIONALE

Per la stima delle portate al colmo di piena necessaria per il dimensionamento del sistema di drenaggio e presidio idraulico è stato utilizzato il metodo razionale.

Alla base di tale procedura vi sono le seguenti assunzioni:

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE

- la massima piena avviene per precipitazioni meteoriche con durata pari al tempo di corrivazione del bacino;
- il picco di piena ha il medesimo tempo di ritorno della precipitazione che lo ha generato;
- la formazione delle piene ed il suo trasferimento lungo il reticolo idrografico avviene senza la formazione di invasi significativi; nel caso si formino invasi significativi il colmo di piena calcolato con questa metodologia sarà sovrastimato.

La portata al colmo di piena è espressa dalla formula:

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

dove:

- c = coefficiente di deflusso del bacino;
- h = altezza massima di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione (mm);
- S = superficie del bacino (km²);
- t_c = tempo di corrivazione del bacino (ore).

Come ampiamente descritto nella “Relazione idrologica” (elab. T00 ID 00 IDR RE 01 “*Relazione idrologica*”), cui si rimanda, la definizione delle curve di possibilità pluviometrica e successivamente della pioggia di progetto relative al territorio di interesse per l’infrastruttura in studio si basa sullo studio di regionalizzazione delle precipitazioni intense redatto dalla Fondazione CIMA (2016).

Per quello che concerne gli eventi di pioggia aventi durata inferiore all’ora si fa ricorso alla seguente espressione per la stima:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0.54 \cdot t^{0.25} - 0.50$$

In cui t è la durata dell’evento meteorico di durata inferiore all’ora, espressa in minuti.

Il tempo di corrivazione è determinato, facendo riferimento al percorso idraulico più lungo fino alla sezione di chiusura considerata della rete.

In particolare, dopo aver individuato la rete fognaria sottesa dalla sezione di chiusura e aver delimitato i sottobacini contribuenti in ogni ramo della rete, il tempo di corrivazione è determinato dalla seguente relazione:

$$t_c = t_a + t_r \text{ (ore)}$$

con

- t_a = tempo di accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dal condotto fognario posto all’estremità di monte del percorso idraulico più lungo;

PROGETTAZIONE ATI:

- $t_r = \sum_i \frac{L_i}{3600 \cdot V_i}$ = tempo di rete, pari alla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso idraulico più lungo della rete fognaria.

Con riferimento al Capitolo 5.1 del Manuale di Progettazione dei Sistemi di Fognatura del Centro Studi Deflussi Urbani (Ed. Hoepli), per il dimensionamento del sistema di drenaggio delle acque meteoriche di dilavamento, il tempo di accesso alla rete è assunto pari a 5 minuti. Nel caso dei canali di gronda e dei fossi di guardia che raccolgono anche le acque del terreno che insistono sul nastro stradale in progetto in corrispondenza dei tratti che si sviluppano in rilevato e/o in trincea, si utilizza un tempo di corrivazione minimo pari a 5 minuti per le aree naturali meno estese e più acclivi, pari a 15 minuti per le aree naturali più estese.

Il tempo di rete è calcolato, in prima approssimazione, considerando una velocità di scorrimento $V_i=1,00$ m/s; in base a tale valore si imposta il calcolo della portata di progetto. Si può quindi determinare, in moto uniforme, la velocità di scorrimento del collettore così da calcolare un nuovo tempo di rete. Tale procedura iterativa ha termine quando le differenze tra i risultati relativi a due passi successivi sono trascurabili.

Il coefficiente di deflusso ϕ è assunto pari a:

- 0.9 per le superfici pavimentate e per le scarpate;
- 0.5 per le aree naturali.

In definitiva, nell'ipotesi che il funzionamento dei collettori sia autonomo, trascurando quindi eventuali rigurgiti indotti sui singoli rami da parte dei collettori che seguono a valle, che il deflusso dei singoli rami avvenga in condizioni di moto uniforme e che il comportamento della rete nel suo complesso sia sincrono (cioè che i collettori, a favore di sicurezza, raggiungano contemporaneamente il massimo valore della portata), la massima portata al colmo di piena, procedendo lungo la rete fognaria da monte verso valle, può essere calcolata, per ogni sezione di progetto, seguendo la sotto riportata procedura:

1. Per ogni tratto della rete si determina l'area totale sottesa e il coefficiente di afflusso medio, calcolato come media pesata dei coefficienti di afflusso delle singole sotto-aree costituenti il bacino totale sotteso;
2. Si assegna ad ogni singolo tratto il tempo di accesso (5-15 minuti) secondo le modalità sopra descritte;
3. Si calcola il tempo di corrivazione $t_c = t_a + t_r$, con il tempo di rete determinato come sopra descritto adottando una velocità di scorrimento $V_i = 1$ m/s;
4. Noto il tempo di corrivazione, si determina l'intensità media della pioggia di durata pari al tempo di corrivazione stesso e, mediante la formula razionale, si calcola la portata al colmo di piena, si dimensiona lo speco e si determina la velocità corrispondente; se la velocità risultante è diversa da quella assunta nello step precedente, si riparte dal punto 3 ricalcolando il tempo di rete sulla base del nuovo valore di velocità, quindi il tempo di concentrazione. Se invece la velocità risultante è uguale a quella utilizzata per il calcolo di t_r allo step precedente (o comunque la differenza rientra all'interno di una tolleranza ammessa), si potrà passare al dimensionamento del tratto di rete posto a valle.

PROGETTAZIONE ATI:

Si noti che nel metodo utilizzato, poiché all'aumentare del tempo di corrivazione aumenta la durata della pioggia critica e contemporaneamente ne diminuisce l'intensità media, l'ipotesi di sincronismo va a vantaggio di sicurezza, permettendo di considerare velocità maggiori di quelle effettive, tempi di percorrenza minori e, di conseguenza, tempi di corrivazioni minori e intensità di pioggia maggiori.

3.4. METODOLOGIA DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEI DISPOSITIVI IDRAULICI

Il dimensionamento e la verifica dei dispositivi costituenti la rete di raccolta delle acque di versante e quella relativa alle acque di piattaforma sono state condotte mediante l'approccio in moto uniforme di Chezy basato sull'equazione di seguito riportata, risolvibile per via iterativa una volta noti i dati fondamentali di progetto:

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

dove:

- Q = portata di progetto (m^3/s);
- K_s = coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler ($m^{1/3}/s$);
- A = area della sezione bagnata (m^2);
- R_H = raggio idraulico (m);
- i = pendenza motrice coincidente con la pendenza del fondo (m/m).

Il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler è stato assunto pari a: 75 $m^{1/3}/s$ per elementi di drenaggio in calcestruzzo, 90 $m^{1/3}/s$ per gli elementi in materiale plastico (PVC) e metallico (acciaio zincato), 40 $m^{1/3}/s$ terra.

Nella verifica si considera un grado di riempimento massimo pari a :

$$\frac{H}{D} \leq 0.5 \text{ per tubazioni } DN \leq 400 \qquad \frac{H}{D} \leq 0.7 \text{ per tubazioni } DN \geq 500$$

un franco idraulico minimo di 5 cm per gli elementi idraulici a sezione aperta ed i seguenti valori di velocità:

- velocità minima $V_{\min} = 0.5 \text{ m/s}$;
- velocità massima $V_{\max} = 4-5 \text{ m/s}$.

4. ELEMENTI DI RACCOLTA

La piattaforma stradale di progetto è formata da due corsie da 3.75 m più una banchina da 1.50 m per un totale di 10.50 m di carreggiata e presenta una configurazione a doppia falda con pendenza trasversale rispettivamente $p=2.5\%$ nei tratti in rettilo e $p_{\max}=7.0\%$ in curva.

Con riferimento gli elaborati T00 ID 00 IDR PL 01-04 "Planimetria idraulica" e T00 ID 00 IDR DC 01 "Particolari costruttivi idraulici", nonché alle sezioni tipologiche dell'infrastruttura, gli elementi di raccolta si differenziano a seconda della presenza di un tratto in rilevato, in trincea o in cavalcavia.

In particolare, nei tratti in rilevato il sistema di raccolta delle acque afferenti alla piattaforma stradale è costituito dalla cunetta triangolare formata tra il cordolo in bitume e la banchina e da embrici in cls

PROGETTAZIONE ATI:

afferenti ad una canaletta in cav idonea a intercettare e convogliare a trattamento le acque di prima pioggia ed eventuali sversamenti accidentali.

Nei tratti in trincea il sistema di raccolta delle acque afferenti alla piattaforma stradale è costituito dalla cunetta triangolare alla francese intervallata da pozzetti con griglia per lo smaltimento delle portate nel sottostante collettore longitudinale.

Le acque meteoriche che dilavano la pavimentazione stradale nei tratti che si sviluppano in viadotto sono infine raccolte a bordo banchina e defluiscono longitudinalmente in una cunetta delimitata lateralmente dal cordolo dell'impalcato ed inferiormente dalla piattaforma stradale; lo smaltimento in questo caso è garantito da un sistema di caditoie grigliate che convoglia le acque meteoriche, tramite bocchettoni Ø160, in un collettore in acciaio zincato longitudinale sospeso al di sotto della soletta.

Al fine di valutare il corretto passo delle caditoie sono stati calcolati gli apporti di pioggia in funzione della larghezza della piattaforma pavimentata e del passo dalle caditoie verificando a capacità di smaltimento di quest'ultime.

4.1. SISTEMA DI DRENAGGIO-TRATTI IN RILEVATO

Il dimensionamento di questi elementi consiste nello stabilire l'interasse massimo in modo che l'acqua presente sulla strada transiti in un tratto limitato di banchina delimitata dall'arginello. Per il calcolo della portata massima transitante nella banchina si è utilizzata la formula di Chézy ponendo come parametro di Strickler il valore di $70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Come ampiezza massima di impegno della banchina per la strada si è considerato $B=1.00 \text{ m}$ per i tratti in rettilineo e per i tratti in curva.

Adottando l'equazione di Chezy citata nel precedente paragrafo si può ricavare l'altezza idrica corrispondente ad una portata Q prefissata.

La portata massima evacuabile a bordo strada " Q_{EV} " ad essa associata funzione delle dimensioni dell'inclinazione longitudinale della piattaforma stradale nel caso in rilevato con arginello viene valutata, per condizioni di moto uniforme, tramite l'impiego della formula di Gauckler-Strickler.

$$Q_{EV} = A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} = \frac{k_s \cdot h^{8/3} \cdot i^{1/2}}{2 \cdot i_t \left[2i_t \left(1 + \sqrt{1 + \frac{1}{i_t^2}} \right) \right]^{2/3}}$$

Dove:

k_s = coefficiente di Gauckler-Strickler, assunto pari a $k_s 70 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$;

h = altezza massima ammissibile: $h = 2.5 \text{ cm}$;

A = area bagnata: $A = h^2/2i_t$;

R = raggio idraulico: $R=A/P$;

P = contorno bagnato: $P = h \left(1 + \sqrt{1 + \frac{1}{i_t^2}} \right)$;

i_l = pendenza longitudinale del tratto stradale;

i_t = pendenza trasversale del tratto stradale o della cunetta triangolare.

L'interasse degli embrici è dunque scelto di conseguenza in modo tale che il valore di Q_{EV} non venga superato da quello relativo alla portata affluente dalla pavimentazione stradale, Q_{PS} , stimata, tramite l'impiego del metodo Cinematico, per un tempo di ritorno $TR = 50$ anni.

Noti che siano il regime pluviometrico nell'area in esame, la larghezza media della piattaforma stradale e delle scarpate, L , le pendenze longitudinale, i_l , e trasversale, i_t , della piattaforma stradale,

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE

il valore di portata affluente dalla pavimentazione stradale per unità di lunghezza, q_{PS} , risulta così definito:

$$q_{ps} = u \cdot L$$

dove il termine u rappresenta il coefficiente udometrico.

I parametri di riferimento per la stima di q_{PS} sono sinteticamente riportati in Tabella 4-1.

Tabella 4-1: Parametri di riferimento per la stima della portata unitaria affluente dalla pavimentazione stradale "q_{p.s.}"

Tempo di ritorno [anni]	Durata evento di pioggia [ore]	Intensità di pioggia [mm/ora]	Coefficiente di deflusso $\varphi(^{\circ}5)$ [-]	Coefficiente Udometrico [l/s/ha]	Materiale Ks [m ^{1/3} s ⁻¹]
50	0.083	151.01	0.90	377.53	70

Il valore di interasse " I " che potrà essere adottato tra gli embrici sarà dunque così definito:

$$I_{MAX} = \frac{Q_{EV}}{q_{P.S.}}$$

Nella tabella seguente si riportano, per l'interasse tra gli embrici, i valori calcolati e quelli assunti:

Tabella 4-2: interasse tra gli embrici e le caditoie, valore calcolato e assunto.

Progr.	Rilevato / trincea [-]	Largh. Max velo idrico b [m]	Altezza Max velo idrico h [m]	Tratto	Largh. media carreg. B [m]	Largh. media scarpate tratti in trincea B sc [m]	Pend long. i _l [-]	Pend. trasv. i _t [-]	Portata max evacuabile Q _{EV} [l/s]	Portata affluente unitaria q _{p.s.} [l/s/m]	Interasse e Max I _{MAX} [m]	Interasse progetto I [m]
0+030 - 0+250	Rilevato	1.00	0.070	Curva	11.39	0.00	0.011	0.070	26.24	0.43	61.0	15
0+250 - 0+290	Rilevato	1.00	0.025	Rettifilo	5.25	0.00	0.011	0.025	4.86	0.20	24.5	15
0+290 - 0+350	Rilevato	1.00	0.025	Rettifilo	5.25	0.00	0.035	0.025	8.67	0.20	43.7	15
0+350 - 0+410	Rilevato	1.00	0.025	Curva	13.24	0.00	0.035	0.025	8.67	0.50	17.3	15
2+595 - 2+610	Rilevato	1.00	0.025	Rettifilo	8.75	0.00	0.015	0.025	5.68	0.33	17.2	15
3+410 - 3+430	Rilevato	1.00	0.025	Rettifilo	8.10	0.00	0.015	0.025	5.68	0.31	18.6	15
3+660 - 3+730	Rilevato	1.00	0.025	Rettifilo	6.33	0.00	0.035	0.025	8.67	0.24	36.3	15
4+590 - 4+800 SX	Rilevato	1.00	0.025	Rettifilo	8.75	0.00	0.048	0.025	10.15	0.33	30.7	15
4+800 - 5+000	Rilevato	1.00	0.025	Rettifilo	5.25	0.00	0.048	0.025	10.15	0.20	51.2	15
5+000 - 5+130	Rilevato	1.00	0.025	Curva	12.10	0.00	0.048	0.025	10.15	0.46	22.2	15
5+130 - 5+400	Rilevato	1.00	0.025	Curva	12.10	0.00	0.013	0.025	5.33	0.46	11.7	7.5

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE

Progr.	Rilevato / trincea	Largh. Max velo idrico	Altezza Max velo idrico	Tratto	Largh. media carreg.	Largh. media scarpate tratti in trincea	Pend long.	Pend. trasv.	Portata max evacuabile	Portata affluente unitaria	Interasse Max	Interasse progetto
	[-]	b [m]	h [m]		B [m]	B sc [m]	i _l [-]	i _t [-]	Q _{EV} [l/s]	q _{P.S.} [l/s/m]	l _{MAX} [m]	l [m]
5+425 - 5+475	Rilevato	1.00	0.025	Rettifilo	8.75	0.00	0.033	0.025	8.38	0.33	25.4	15
5+475 - 5+775	Rilevato	1.00	0.025	Curva	11.50	0.00	0.033	0.025	8.38	0.43	19.3	15

4.1.1. EMBRICI

La verifica degli embrici è effettuata ipotizzando il loro funzionamento come uno sfioratore laterale comparabile ad uno stramazzo a larga soglia in parete grossa per il quale vale la seguente legge di deflusso:

$$Q = \mu \cdot \xi \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

dove:

- Q: portata sfiorata (m³/s)
- μ: coefficiente di deflusso, pari a 0,39 per lo stramazzo a larga soglia
- ξξ: coefficiente di riduzione, pari a 0,50 valido solo per la caditoia con griglia
- L: larghezza della soglia (m)
- h: carico idraulico a monte della soglia (m)
- g: accelerazione di gravità pari a 9,81 (m/s²)

Facendo riferimento per gli embrici ad una larghezza di sfioro pari a 1.20 m, si riportano di seguito le verifiche idrauliche degli sfiori. I risultati mostrano che la portata sfiorabile con i tiranti idraulici sulla cunetta risulta ovunque superiore alla portata trasportata.

Tabella 4-3: verifica embrici.

Progr.	Rilevato / trincea	Pend. trasv.	Portata affluente unitaria	Interasse progetto	Portata in ogni tratto di banchina	h velo di progetto	Larghezza sfioro embrici	Portata smaltibile embrici
	[-]	i _t [-]	q _{P.S.} [l/s/m]	l [m]	Q out [l/s]	y _{0 PRO} [m]	L _{emb} [m]	Q _{emb} [l/s]
0+030 - 0+250	Rilevato	0.070	0.43	15	6.5	0.041	1.2	17.2
0+250 - 0+290	Rilevato	0.025	0.20	15	3.0	0.021	1.2	6.1
0+290 - 0+350	Rilevato	0.025	0.20	15	3.0	0.017	1.2	4.4
0+350 - 0+410	Rilevato	0.025	0.50	15	7.5	0.024	1.2	7.5
2+595 - 2+610	Rilevato	0.025	0.33	15	5.0	0.024	1.2	7.5
3+410 - 3+430	Rilevato	0.025	0.31	15	4.6	0.023	1.2	7.2
3+660 - 3+730	Rilevato	0.025	0.24	15	3.6	0.018	1.2	4.9
4+590 - 4+800 SX	Rilevato	0.025	0.33	15	5.0	0.019	1.2	5.4
4+800 - 5+000	Rilevato	0.025	0.20	15	3.0	0.016	1.2	4.1
5+000 - 5+130	Rilevato	0.025	0.46	7.5	3.4	0.017	1.2	4.4

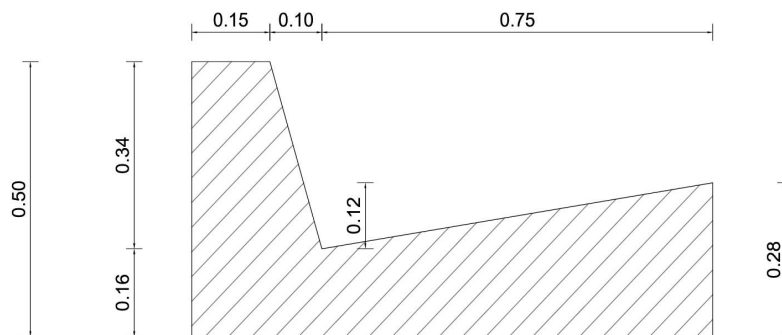
PROGETTAZIONE ATI:

Progr.	Rilevato / trincea	Pend. trasv.	Portata affluente unitaria	Interasse progetto	Portata in ogni tratto di banchina	h velo di progetto	Larghezza sfioro embrici	Portata smaltibile embrici
	[-]	i_t [-]	$q_{p.s.}$ [l/s/m]	l [m]	Q_{out} [l/s]	$y_{0\ PRO}$ [m]	L_{emb} [m]	Q_{emb} [l/s]
5+130 - 5+400	Rilevato	0.025	0.46	7.5	3.4	0.021	1.2	6.3
5+425 - 5+475	Rilevato	0.025	0.33	15	5.0	0.021	1.2	6.0
5+475 - 5+775	Rilevato	0.025	0.43	15	6.5	0.023	1.2	7.0

4.2. SISTEMA DI DRENAGGIO-TRATTI IN TRINCEA

Nei tratti in trincea, si rende necessaria la raccolta delle acque scolanti dalla piattaforma stradale e dalle scarpate laterali. Il drenaggio delle acque avverrà secondo quanto di seguito descritto:

- Raccolta delle acque di piattaforma e della scarpata di scavo mediante cunetta alla francese posta ai lati delle banchine esterne di ciascuna carreggiata;



- Al di sotto delle cunette vengono poste delle tubazioni in PVC che tramite caditoie grigliate poste in pozzetti in CLS raccolgono i deflussi per poi collettarli ai recapiti finali;
- I pozzetti avranno interasse massimo di 15 m (vedi Tabella 4-4) e saranno del tipo ispezionabile per la manutenzione del collettore. Dove risulta possibile si utilizzerà la cunetta alla francese senza ricorso al collettore interrato.

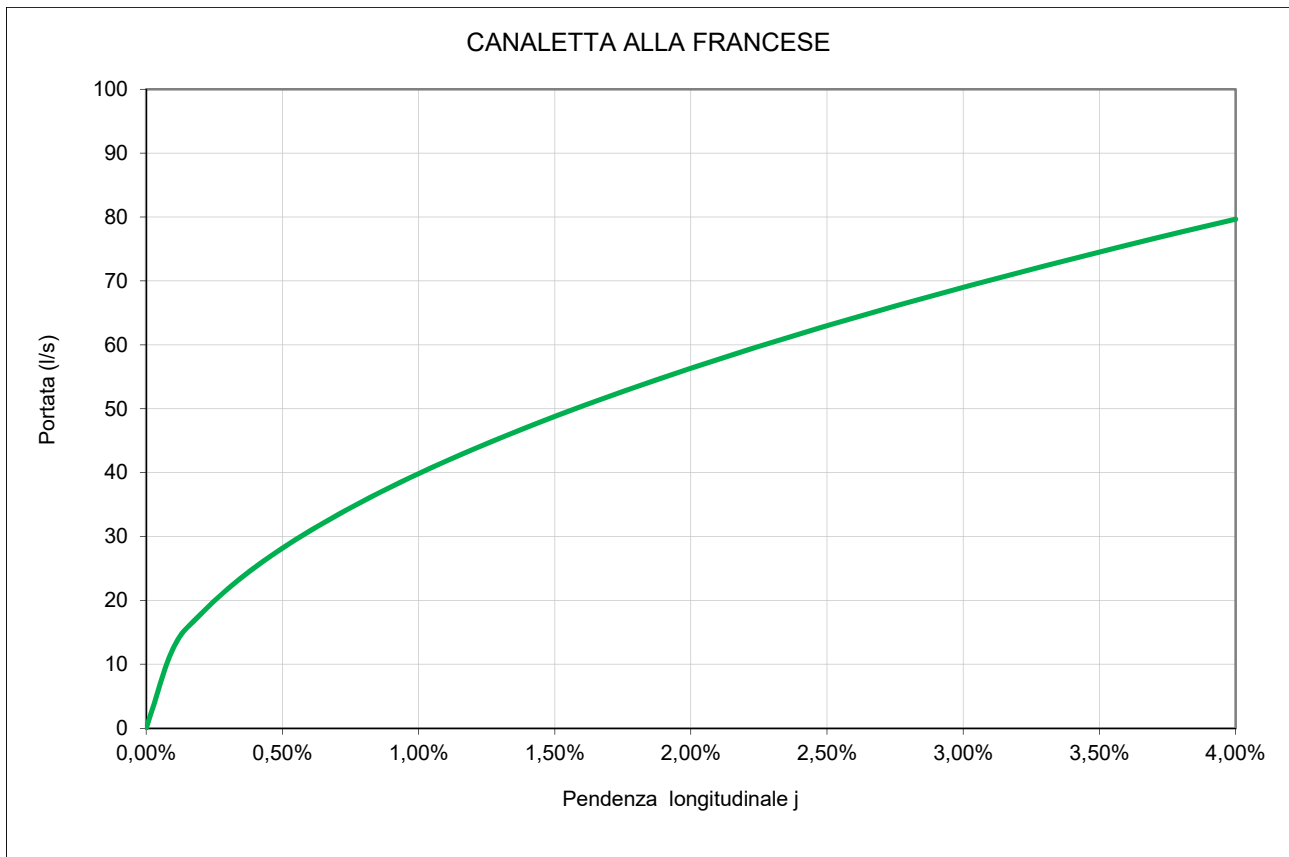
La portata massima transitante è stata calcolata con la formula di Chézy avendo posto come parametro di Strickler il valore di 70.

Per il dimensionamento si è considerato un riempimento massimo della canaletta pari ad un tirante di 12 cm.

Il tratto massimo di strada che la cunetta triangolare riesce a drenare è quindi dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile (riportata nella figura seguente in funzione della pendenza longitudinale) e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza (q_0).

Il grafico riporta i valori di portata convogliabile dal sistema cunetta alla francese senza mai invadere la cunetta+corsia al variare della pendenza longitudinale.

PROGETTAZIONE ATI:



Si riportano in allegato le verifiche idrauliche dei vari tratti di canaletta alla francese considerando un tempo di corrivazione $t_c = 5$ minuti ed un $TR = 50$ anni ove si evidenzia che in tutte le situazioni in studio l'elemento idraulico atto a trasportare le acque meteoriche contiene il deflusso scongiurando il rischio di non captare tutte le acque afferenti la piattaforma e di creare veli d'acqua sulla corsia di marcia che darebbero origine a fenomeni di acqua-planning.

Anche in questo caso, analogamente a quanto descritto per i tratti in rilevato, vale la relazione:

$$Q_{EV} = A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} = \frac{k_s \cdot h^{8/3} \cdot i^{1/2}}{2 \cdot i_t \left[2i_t \left(1 + \sqrt{1 + \frac{1}{i_t^2}} \right) \right]^{2/3}}$$

Dove:

k_s = coefficiente di Gauckler-Strickler, assunto pari a $k_s 70 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$;

h = altezza massima ammissibile: $h = 12 \text{ cm}$;

A = area bagnata: $A = h^2/2i_t$;

R = raggio idraulico: $R=A/P$;

P = contorno bagnato: $P = h \left(1 + \sqrt{1 + \frac{1}{i_t^2}} \right)$;

i_l = pendenza longitudinale del tratto stradale;

i_t = pendenza trasversale del tratto stradale o della cunetta triangolare.

PROGETTAZIONE ATI:

Nella tabella seguente si riportano, per l'interasse tra le caditoie, i valori calcolati e quelli assunti:

Tabella 4-4: interasse tra le caditoie, valore calcolato e assunto.

Progr.	Rilevato / trincea	Largh. Max velo idrico	Altezza Max velo idrico	Tratto	Largh. media carreg.	Largh. media scarpate tratti in trincea	Pend long.	Pend. trasv.	Portata max evacuabile	Portata affluente unitaria	Interasse e Max	Interasse progetto
	[-]	b [m]	h [m]		B [m]	B sc [m]	i _i [-]	i _t [-]	Q _{EV} [l/s]	q _{P.S.} [l/s/m]	l _{MAX} [m]	l [m]
0+410 - 0+500	Trincea	0.75	0.120	Curva	10.52	2.97	0.020	0.160	61.83	0.51	121.4	15
0+530 - 0+700	Trincea	0.75	0.120	Curva	13.99	14.18	0.004	0.160	25.89	1.06	24.3	7.5
1+475 - 1+525	Trincea	0.75	0.120	Curva	16.48	13.12	0.001	0.160	13.73	1.12	12.3	5
1+705 - 1+730	Trincea	0.75	0.120	Curva	15.28	15.80	0.006	0.160	33.63	1.17	28.7	7.5
2+415 - 2+445	Trincea	0.75	0.120	Rettifilo	10.27	7.23	0.003	0.160	23.78	0.66	36.0	7.5
2+610 - 2+645	Trincea	0.75	0.120	Rettifilo	8.77	9.14	0.015	0.160	53.17	0.68	78.6	7.5
3+385 - 3+410	Trincea	0.75	0.120	Rettifilo	8.20	7.60	0.015	0.160	53.17	0.60	89.1	15
3+730 - 3+925	Trincea	0.75	0.120	Rettifilo	6.28	11.06	0.035	0.160	81.22	0.65	124.1	7.5
4+590 - 4+800 DX	Trincea	0.75	0.120	Rettifilo	6.67	7.62	0.048	0.160	95.11	0.54	176.3	7.5

Nei tratti in trincea, quindi, le cunette alla francese, agli interassi riportati in Tabella 4-4, scaricano le portate convogliate nel sottostante collettore attraverso pozzetti di ispezione dotati di griglia inclinata trasversalmente (vedi Figura 4-1).

La lunghezza L della grata inclinata si ricava dalla seguente formula:

$$\frac{L}{H_0} = \frac{3}{8Cp} \left[3 \sin^{-1} \sqrt{\frac{y_0}{H}} + 5 \sqrt{\frac{y_0}{H} \left(1 - \frac{y_0}{H} \right)} \right]$$

dove:

$H = y + v^2/2g = \text{costante}$, indica l'energia;

y_0 = altezza del velo idrico all'inizio della grata;

C = coefficiente di contrazione, pari a 0.6;

p = area efficace della grata, pari a 0.5.

RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE

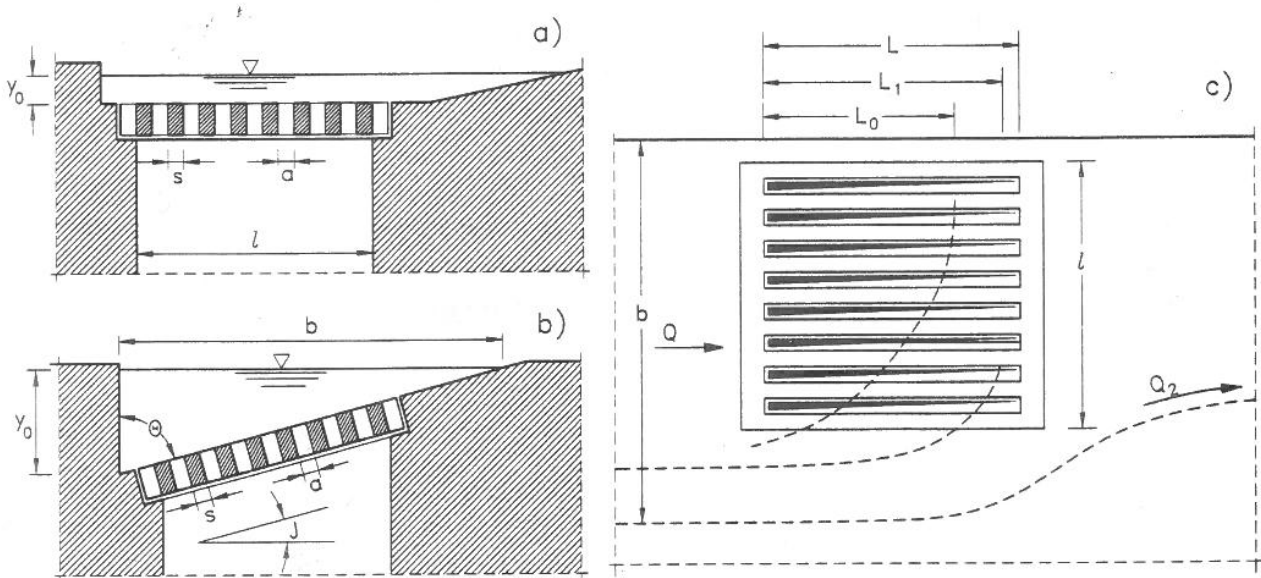


Figura 4-1: schema di deflusso in prossimità d'una caditoia "Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali", L. Da Deppo e C. Datei ed. Bios, Cosenza 1999.

Nella tabella seguente sono riportate le verifiche

Tabella 4-5: verifica caditoie.

Progr.	Rilevato / trincea	Pend. trasv.	Portata affluente unitaria	Interasse progetto	Portata in ogni tratto di cunetta	h velo di progetto	Velocità corrente su cunetta	Froude	Lunghezza griglia progetto	Lunghezza minima griglia
	[-]	i_t [-]	$q_{p.s.}$ [l/s/m]	l [m]	Q out [l/s]	y_0 PRO [m]	V_0 [m/s]	[-]	[m]	[m]
0+410 - 0+500	Trincea	0.160	0.51	15	7.6	0.055	0.815	1.111	0.600	0.570
0+530 - 0+700	Trincea	0.160	1.06	7.5	8.0	0.077	0.429	0.493	0.600	0.569
1+475 - 1+525	Trincea	0.160	1.12	5	5.6	0.086	0.244	0.266	0.600	0.561
1+705 - 1+730	Trincea	0.160	1.17	7.5	8.8	0.073	0.534	0.633	0.600	0.579
2+415 - 2+445	Trincea	0.160	0.66	7.5	5.0	0.067	0.357	0.442	0.600	0.478
2+610 - 2+645	Trincea	0.160	0.68	7.5	5.1	0.050	0.657	0.940	0.600	0.471
3+385 - 3+410	Trincea	0.160	0.60	15	8.9	0.062	0.757	0.974	0.600	0.594
3+730 - 3+925	Trincea	0.160	0.65	7.5	4.9	0.042	0.895	1.396	0.600	0.504
4+590 - 4+800 DX	Trincea	0.160	0.54	7.5	4.0	0.037	0.960	1.599	0.600	0.487

4.3. SISTEMA DI DRENAGGIO-TRATTI IN VIADOTTO

Le acque meteoriche che dilavano la pavimentazione stradale nei tratti che si sviluppano in viadotto sono raccolte a bordo banchina e defluiscono longitudinalmente in una cunetta delimitata lateralmente dal cordolo dell'impalcato ed inferiormente dalla piattaforma stradale. Lo smaltimento è, quindi, garantito da un sistema di caditoie grigliate cm poste ad interasse massimo di 12 m che

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE

convoglia le acque meteoriche, tramite bocchettoni Ø160, in un collettore in acciaio zincato (di diametro DN compreso tra 300 e 500 mm) longitudinale sospeso al di sotto della soletta, fissate mediante ancoraggi tipo Halfen (si veda tavola T00 ID 00 IDR DC 01 "Particolari costruttivi idraulici"). Considerando il passo scelto $p = 12$ m e la situazione più critica che si verifica nell'impalcato in curva del ponte S. Eracliano dove si drena l'intero impalcato per una larghezza totale 10.5 m si ha una portata massima generata pari a $Q_{max}=6.98$ l/s.

La verifica dei pluviali ubicati lungo il viadotto in esame viene eseguito considerandoli, a seconda del carico, come soglie sfioranti a pianta circolare o come luci sotto battente.

Detto h il carico sulla soglia sul bocchettone, la portata Q è:

- per $h \leq 0.429 D$ funzionamento con soglia sfiorante di diametro D :

$$Q = C_q h \pi D \sqrt{2gh}$$

dove $C_q = 0.35$;

- per $h > 0.429 D$ funzionamento sotto battente

$$Q = C_q A \sqrt{2gh}$$

dove $C_q = 0.6$.

Nella tabella sono riportati i valori della portata d'un bocchettone per differenti valori di carico. Si evidenziano in verde in valori per i quali il funzionamento avviene come soglia sfiorante mentre in celeste sotto battente.

Diametro (mm)	Carico sul bocchettone (mm)						
	50	75	100	125	150	200	250
75	2.63	3.22	3.71	4.15	4.55	5.25	5.87
100	4.67	5.72	6.60	7.38	8.08	9.33	10.44
125	7.29	8.93	10.31	11.53	12.63	14.59	16.31
160	8.71	14.63	16.90	18.89	20.70	23.90	26.72
175	9.53	17.51	20.21	22.60	24.76	28.59	31.96
200	10.89	22.87	26.40	29.52	32.34	37.34	41.75
225	12.25	28.94	33.42	37.36	40.93	47.26	52.84
250	13.61	25.01	41.25	46.12	50.53	58.34	65.23
275	14.97	27.51	49.92	55.81	61.14	70.59	78.93
300	16.34	30.01	59.41	66.42	72.76	84.01	93.93
325	17.70	32.51	50.06	77.95	85.39	98.60	110.24
350	19.06	35.01	53.91	90.40	99.03	114.35	127.85
375	20.42	37.51	57.76	103.78	113.68	131.27	146.77
400	21.78	40.01	61.61	86.10	129.35	149.36	166.99

Dalla tabella si verifica che il collettore in esame (discendente Ø160), per un'altezza del pelo libero pari a 5 cm (corrispondente all'altezza del velo idrico che si instaura in una zanella avente pendenza trasversale pari al 3.6% e pendenza longitudinale del 0.2%) permette lo smaltimento di una portata

PROGETTAZIONE ATI:

pari a 8.71 l/s con funzionamento a soglia sfiorante in quanto $h < 0.429 D$. Tale valore è maggiore della massima portata che si genera sull'impalcato tra un pluviale e l'altro $Q_{max}=6.98$ l/s per cui si conferma il passo $p=12$ m scelto.

5. ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO

5.1. CONDOTTE IN PVC

Quando gli elementi di raccolta raggiungono il riempimento massimo, essi scaricano nei collettori sottostanti. Vengono utilizzate condotte in PVC con diametri esterni che vanno dal DE 315 mm al DE 710 mm, classe di rigidità anulare SN8, conformi alla norma UNI EN 1401.

Gli elementi sono posti usualmente ad una distanza verticale minima di 0.70 m, misurata dalla superficie pavimentata alla generatrice superiore della tubazione.

Dal momento che la deformazione sotto carico di una tubazione flessibile interrata dipende in modo sostanziale dalle modalità di posa e rinterro, particolare attenzione deve essere posta durante la posa in opera. Il presente progetto prevede: un letto di posa in sabbia ben compattata e livellata, un rinfianco del tubo in sabbia ben compattata sino a 20 cm sopra la generatrice superiore del tubo, il rinterro di copertura rimanente ben compattato secondo le sezioni tipo di progetto.

Per il dimensionamento idraulico si è considerato il diametro interno riportato in tabella ed un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

DE	Spessore	Diametro interno
(mm)	(mm)	(mm)
315	9.2	296.6
400	11.7	376.6
500	14.6	470.8
630	18.4	593.2
710	20.7	668.6

Diametri interni dei collettori in PVC SN8 UNI EN 1401

Nel dimensionamento dei collettori si è utilizzata, dove possibile, la pendenza longitudinale stradale. Per i tratti molto pianeggianti e nel caso in cui il collettore è in contropendenza rispetto alla livelletta stradale si è posta una pendenza minima dello 0,20%. Per evitare che i collettori vadano in pressione, si è considerato un riempimento massimo pari al 50% per $\varnothing \leq 400$ mm con la portata di progetto avente tempo di ritorno di 50 anni 70% per $\varnothing > 400$ mm.

Le verifiche eseguite si riportano sotto forma di tabella negli allegati al presente studio.

5.2. CONDOTTE IN ACCIAIO ZINCATO

Per il convogliamento delle acque di drenaggio che insistono sui tratti dell'intervento in studio che si sviluppano in viadotto, sono state utilizzate tubazioni in acciaio zincato $\varnothing 300 - \varnothing 500$ ancorate al di sotto dell'impalcato. Per il dimensionamento si sono considerati i diametri riportati in tabella (si veda paragrafo 5.1) ed un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. Per evitare che i collettori vadano in pressione, si è considerato un riempimento massimo del 50% con la portata di progetto avente tempo di ritorno di 50 anni. I risultati delle verifiche sono riportati in forma tabellare in allegato.

PROGETTAZIONE ATI:

5.3. FOSSI DI GUARDIA

I fossi di guardia sono tutti di forma trapezoidale in calcestruzzo o in terra e vengono utilizzati sia quando la sezione stradale è in rilevato che quando si sviluppa in trincea.

- nel primo caso il fosso è posto al piede del rilevato e serve a raccogliere le acque che interessano il rilevato stesso, le aree limitrofe la cui superficie pende verso la sede stradale e a convogliarle verso il recapito finale più vicino;
- nel caso di sviluppo in trincea è posto in testa alla trincea e serve a raccogliere le acque di versante che insistono sulla sede stradale e a convogliarle verso il ricettore finale più vicino.

Il tempo di ritorno di progetto è pari a 50 anni.

Per quanto riguarda il dimensionamento si è considerato un riempimento massimo pari al 90% ed un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per le sezioni rivestite in calcestruzzo e pari a $40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per le sezioni in terra.

Con riferimento alla tavola T00 ID 00 IDR DC 01 "Particolari costruttivi idraulici", le dimensioni dei fossi trapezoidali sono di tre tipi, con base $b = 0.30, 0.50$ o 0.70 m , stessi valori di altezza con la sponda inclinata con rapporto 1/1.

6. VASCHE DI PRIMA PIOGGIA E DI RACCOLTA DEGLI SVERSAMENTI ACCIDENTALI

La superficie della piattaforma stradale rappresenta una sorta di contenitore nel quale si accumulano i prodotti di scarico derivanti dal traffico veicolare.

Il lavaggio effettuato dalle acque meteoriche sulla superficie stradale è chiaramente un processo temporaneo al termine del quale le acque defluenti riassumono caratteristiche di relativa purezza, scaricabili nel corpo idrico ricettore senza timore di inquinare.

A tale scopo, al termine della rete di drenaggio delle acque di piattaforma e subito a monte dello scarico nel mezzo di recapito finale, sono state inserite vasche di prima pioggia.

Inoltre, in caso di sversamento accidentale di fluidi inquinanti (oli e/o carburanti), conseguente ad incidenti stradali, che provocano la dispersione di quantità anche consistenti (ipotizzati pari a circa 40 m^3) di fluidi pericolosi, la presenza di tali vasche permette di trattenere l'inquinante.

Pertanto, in ragione delle caratteristiche plano-altimetriche dell'asse principale e delle opere di progetto, sono state posizionate n°7 vasche di prima pioggia di caratteristiche adeguate, che sottendono l'intero tracciato di progetto.

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

Nella progettazione della vasca si è avuta cura di:

- limitare al minimo la necessità di operazioni di manutenzione, evitando l'inserimento di meccanismi elettrici ovvero elettro-idraulici;

PROGETTAZIONE ATI:

- garantire basse velocità di deflusso tali da consentire la risalita in superficie degli oli e la sedimentazione dei solidi in sospensione;
- mantenere all'interno della vasca gli oli in superficie.

Le vasche sono dimensionate sia per intrappolare solo eventuali sversamenti accidentali sia per trattare anche le acque di prima pioggia.

Dal punto di vista funzionale la vasca prevede un pozzetto in entrata tale da consentire l'entrata nella vasca vera e propria della portata di prima pioggia e il by-pass dell'acqua in supero con scarico dall'apposita tubazione di uscita.

L'acqua di piattaforma che entra nella vasca dissipa dapprima la sua energia, quindi entra attraverso i fori nella vasca vera e propria. La quota 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.

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 vanno invece allontanati a breve scadenza in quanto saturano parzialmente la capacità disponibile.

Il dimensionamento delle vasche tiene infatti conto del volume dello sversamento (corrispondente ad una autocisterna di capacità pari a 39.000 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.

Per quanto riguarda la portata di progetto per le acque di prima pioggia, sono stati presi a riferimento i primi 5 mm di acqua meteorica di dilavamento uniformemente distribuita su tutta la superficie scolante servita dal sistema di collettamento. 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.

Sulla base di tale criterio, si è calcolata la portata di prima pioggia Q_{pp} per ciascuna vasca.

Si è quindi determinata la portata massima derivante dell'evento di pioggia relativo adottato per la verifica dei collettori ($T_r=50$ anni), definita portata di progetto Q_{50} .

Sulla base della portata maggiore tra Q_{pp} e Q_{50} si è quindi proceduto cautelativamente alla determinazione della lunghezza della vasca, ponendo tuttavia il limite minimo corrispondente al volume di sversamento (39.000 litri).

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

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

Ove

v_s = velocità di sedimentazione, in cm/s

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE

g = accelerazione di gravità = 981 cm/s²

γ_p = peso specifico delle particelle relativo all'acqua, assunto pari a 2 (adimensionale)

γ_w = peso specifico del liquido, relativo all'acqua, assunto pari a 1 (adimensionale)

D = diametro della particella, in mm

μ = viscosità cinematica del liquido, assunto pari a 1.306 cm²/s relativo ad una T=10°C.

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

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

mentre il tempo di caduta verticale è $t_2 = h/v_s$

Imponendo $t_1=t_2$ si ottiene la lunghezza minima per ottenere la sedimentazione delle particelle di diametro D :

$$L_{sed PP} = h Q / (v_s * b * h)$$

Nel progetto in esame, le particelle che si vogliono far sedimentare hanno peso specifico pari a 2000 kg/m³ e diametro $D = 0.2$ mm.

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 superiore a 2 minuti in maniera tale che la componente olio/carburante, più leggera, possa venire in superficie.

In caso di sversamento accidentale, la vasca deve essere in grado di accogliere l'intero volume inquinante in arrivo, fissato come detto in 39 m³. Tale volume è compreso tra il fondo della vasca e la soglia di sfioro in uscita. Nel progetto in esame, tale soglia è stata posta a $H_2 = +1.70$ m rispetto al fondo della vasca, pertanto la lunghezza minima della vasca necessario allo stoccaggio del volume di sversamento è pari a:

$$L_{sv} = 39 / (B * H_2) = 39 / (2.0 * 1.7) = 11.5 \text{ m}$$

Per definire la quota dello stramazzo che serve da by-pass, si è imposto che la distanza tra la soglia del bypass e quella della vasca (pari a 1.80 m) 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 a TR = 50 anni;
- la soglia deve consentire l'ingresso in vasca della portata derivante dallo sversamento.

Nella tabella sottostante si riassumono l'ubicazione e le caratteristiche delle vasche di prima pioggia.

NOME	Progr.	Ltot VASCA	L1	L2	L=(L1+L2)	Q _{pp}	Q ₅₀
(adim.)	(Km)	(m)	(m)	(m)	(m)	(l/s)	(l/s)

PROGETTAZIONE ATI:

PP.01	0+025	12	7,4	6,4	13,8	19.4	90
PP.02	1+500	12	7,4	6,4	13,8	22.2	120
PP.03	3+425	12	7,4	6,4	13,8	44.4	174
PP.04	3+725	12	7,4	6,4	13,8	26.6	150
PP.05	5+275	12	7,4	6,4	13,8	57.2	306
PP.06	6+040	12	7,4	6,4	13,8	66.7	343

6.1. DIMENSIONAMENTO TUBI DI MANDATA E POMPE DA VASCA PP N°1 A VASCA DI LAMINAZIONE

Tenuto conto che per condizioni plano-altimetriche la vasca di prima pioggia n°1 posta alla progressiva 0+025 non è in grado di scaricare a gravità nella vasca di laminazione prevista all'interno della nuova rotatoria, essa necessita di un impianto di sollevamento dimensionato per avere una portata di rilancio pari a 90 l/s; si prevedono 3 pompe indipendenti (2+1 di riserva) che alloggeranno all'interno di un pozzetto dedicato a valle della vasca di prima pioggia.

Si prevede un impianto con tre tubazioni distinte in acciaio con diametro Ø150mm lunghe ognuna L=5.00m fino alla confluenza in un collettore in acciaio Ø250mm; la linea di mandata proseguirà con una condotta in PEAD PE100 PN16 DE315 avente sviluppo L=28.00m; il sistema è stato determinato considerando una velocità di deflusso compresa tra 1 e 3 m/s in presenza di liquidi con trasporto solido. Le perdite di carico si possono calcolare, nota la portata Q e il diametro Ø delle tubazioni nel seguente modo:

Il dimensionamento dei collettori in pressione è stato eseguito valutando le perdite di carico ΔH indotte dal sistema di tubazioni con la seguente espressione:

$$\Delta H = j \cdot L + \sum H_c$$

dove:

- H_c sono le perdite concentrate;
- L è la lunghezza delle condotte;
- j è la cadente piezometrica;

Per la stima della cadente piezometrica j si è fatto uso della formula di Darcy—Weisbach

$$j = \frac{\lambda}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

dove:

- V è la velocità media [m/s];
- g è l'accelerazione gravitazionale [m/s²];
- λ è il coefficiente di attrito che, per correnti turbolente ($Re > 4000$), può essere stimato con la formula di Colebrook—White $\frac{1}{\lambda} = -2 \log \left(\frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon/D}{3.71} \right)$
- Re è il numero di Reynolds $Re = 4rv/\nu$;
- ε/D è la scabrezza relativa con $\varepsilon = 0.1$ mm;
- ν è la viscosità cinematica;

mentre le perdite di carico concentrate, dovute alla presenza di singolarità nelle condotte quali allargamenti e restringimenti della sezione, curve, saracinesche ecc., sono state individuate facendo riferimento alla seguente espressione:

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE

$$H_c = K \frac{V^2}{2g}$$

dove:

K è un coefficiente che dipende dalla singolarità;

V è la velocità del flusso all'interno del tubo.

Collettori Ø150mm				
Componente	Quantità	K	Velocità (m/s)	ΔH (m)
<i>Piede di accoppiamento</i>	1	0.3	2.55	
<i>Curva 90°</i>	1	0.25	2.55	
<i>Valvola di ritegno</i>	1	1.10	2.55	
<i>Saracinesca</i>	1	0.15	2.55	
<i>Confluenza a T</i>	1	0.6	2.55	
<i>Totale perdite concentrate</i>	-	-		0.79
<i>Perdite distribuite</i>				0.21
Collettore Ø250/315mm				
Componente	Quantità	K	Velocità (m/s)	ΔH (m)
<i>Curva 90°</i>	1	0.25	1.72	
<i>Sbocco</i>	1	1.00	1.72	
<i>Totale perdite concentrate</i>	-	-		0.19
<i>Perdite distribuite</i>				0.28

Sommando le perdite concentrate ΔH_c e distribuite ΔH_d calcolate al dislivello geodetico $\Delta H_g=3.50m$ si ricava la prevalenza manometrica pari a:

$$H = \Delta H_g + \Delta H_c + \Delta H_d = \Delta H_m = 5.00 \text{ m}$$

In funzione del diametro delle mandate, della prevalenza e della portata, nonché del rendimento stimato della macchina, si stima la potenza di ogni pompa che si può ricavare dalla relazione:

$$P_p = (\gamma \cdot Q_p \cdot H) / 1000 = 4.41 \text{ KW}$$

dove

γ = peso specifico del liquido sollevato = ρ (kg/m³) x g (9,8 m/s²);

Q_p = portata massima singola pompa (m³/s);

H = prevalenza massima (m);

Consideriamo un rendimento delle pompe pari a $\eta = 0.70$ (ipotesi cautelativa) la potenza del motore sarà pari a:

$$P_m = P_p / 0.70 = 6.3 \text{ KW}$$

L'impianto è stato dimensionato prevedendo l'installazione di tre pompe in parallelo, di cui una di riserva, ognuna con le seguenti caratteristiche:

- portata Q=45/s
- prevalenza H=5.0m
- potenza P=6.3KW

PROGETTAZIONE ATI:

7. INVARIANZA IDRAULICA

Le piogge di forte intensità che cadono su un bacino idrografico subiscono due tipi di processi che determinano l'entità delle piene nei corsi d'acqua riceventi: l'infiltrazione nei suoli e la laminazione superficiale. Il primo processo controlla i volumi di acqua restituiti, e viene descritto in via speditiva mediante un "coefficiente di deflusso" il quale rappresenta la percentuale della pioggia che raggiunge il corpo recettore. Il secondo processo, influenzato dalle caratteristiche del reticolo drenante e dalla morfologia delle aree contermini, agisce trattenendo i volumi che scorrono in superficie, facendoli transitare attraverso i volumi disponibili e determinandone una restituzione rallentata.

Un bacino naturale presenta la caratteristica di lasciare infiltrare una certa quantità di acqua durante gli eventi di piena, e di restituire i volumi che non si infiltrano in modo graduale. L'acqua ristagna nelle depressioni superficiali, segue percorsi tortuosi, si espande in aree normalmente non interessate dal deflusso, ed in questo modo le piene hanno un colmo di portata relativamente modesto ed una durata delle portate più lunga. Quando un bacino subisce un'artificializzazione, i deflussi vengono canalizzati e le superfici vengono regolarizzate, di modo che il deflusso viene accelerato.

Ciò comporta un aumento dei picchi di piena e può portare a situazioni di rischio idraulico. Inoltre, l'impermeabilizzazione dei suoli provoca una riduzione dell'infiltrazione nel sottosuolo ed un conseguente aumento dei volumi che scorrono in superficie, aggravando ulteriormente le possibili criticità. Maggiori volumi che scorrono in superficie rappresentano, oltre ad un aggravio dei possibili rischi idraulici, anche un più rapido esaurimento dei deflussi e una riduzione di apporti alla falda, e in definitiva una riduzione delle risorse idriche utilizzabili. L'urbanizzazione degli ultimi decenni ha configurato situazioni di rischio idraulico significative conseguentemente alla perdita di capacità di invaso del territorio connessa alla sensibile riduzione dei volumi del drenaggio minuto (scoline, fossi...).

Alla luce di quanto descritto, si pone il problema, nella pianificazione, sia di bacino che non, di adottare strumenti che garantiscano la sostenibilità di lungo periodo di un assetto idrografico. In particolare, è necessario limitare in futuro possibili effetti di aggravio delle piene legati alla progressiva urbanizzazione e all'impermeabilizzazione dei suoli conseguente alle trasformazioni di uso del suolo. Ogni intervento che provoca impermeabilizzazione dei suoli ed aumento delle velocità di corrivazione deve invece prevedere azioni correttive volte a mitigarne gli effetti, e tali azioni sono da rilevare essenzialmente nella realizzazione di volumi di invaso finalizzati alla laminazione; se la laminazione è attuata in modo da mantenere i colmi di piena prima e dopo la trasformazione inalterati, si parla di "invarianza idraulica" delle trasformazioni di uso del suolo (Pistocchi, 2001).

Con l'entrata in vigore della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali di cui all'art.10, comma 4, della L.R. 22/2011 Regione Marche "Norme in materia di riqualificazione urbana sostenibile e assetto idrogeologico e modifiche alle Leggi regionali 5 agosto 1992, n. 34 "Norme in materia urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio" e 8 ottobre 2009, n. 22 "Interventi della regione per il riavvio delle attività edilizie al fine di fronteggiare la crisi economica, difendere l'occupazione, migliorare la sicurezza degli edifici e promuovere tecniche di edilizia sostenibile" e dei "Criteri, modalità e indicazioni tecnico operative per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali" approvati con D.G.R. n. 53 del 27/01/2014 (BUR Marche n.19 del 17/02/2014), si è proceduto allo sviluppo di tale

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE

verifica che si svolge su più livelli di approfondimento atta a valutare la pericolosità presente e potenziale sull'area e le possibili alterazioni del regime idraulico.

La misura del volume minimo d'invaso da prescrivere in aree sottoposte a una quota di trasformazione I (% dell'area che viene trasformata) e in cui viene lasciata inalterata una quota P (tale che I+P=100%) è data dal valore convenzionale:

$$w=w^{\circ} (\phi/\phi^{\circ})^{1/(1-n)} - 15 I - w^{\circ}P$$

essendo $w^{\circ} = 50 \text{ m}^3/\text{ha}$, ϕ = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione, ϕ° = coefficiente di deflusso prima della trasformazione, I e P espressi come frazione dell'area trasformata e $n=0.48$ (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta - orientativamente - da vari studi sperimentali; si veda ad es. CSDU, 1997). Per le classi denominate come "Significativa" e "Marcata" impermeabilizzazione come di seguito definite nel presente Titolo è ammesso l'utilizzo di un valore diverso del parametro n qualora opportunamente motivato da un'analisi idrologica specifica contestualizzata al sito oggetto di trasformazione.

Il volume così ricavato è espresso in m^3/ha e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento (superficie territoriale, St), a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata.

Per la stima dei coefficienti di deflusso ϕ e ϕ° si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\phi^{\circ} = 0.9I_{mp} + 0.2 P_{er}$$

$$\phi = 0.9I_{mp} + 0.2 P_{er}$$

in cui I_{mp} e P_{er} sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (se connotati dall'apice) o dopo (se non c'è l'apice).

Il calcolo del volume di invaso richiede quindi la definizione delle seguenti grandezze:

- quota dell'area di progetto che viene interessata dalla trasformazione (I); è da notare che anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, devono essere incluse a computare la quota I;
- quota dell'area di progetto non interessata dalla trasformazione (P): essa è costituita solo da quelle parti che non vengono significativamente modificate, mediante regolarizzazione del terreno o altri interventi anche non impermeabilizzanti;
- quota dell'area da ritenersi permeabile (P_{er}): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione;
- quota dell'area da ritenersi impermeabile (I_{mp}): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione.

Oltre che alla superficie territoriale St, il calcolo dei valori I, P, I_{mp} e P_{er} , può essere riferito anche alla superficie dell'intero bacino scolante, S_b , di cui l'area dell'intervento fa parte. In questo caso, il volume w ottenuto con la formula [m^3/ha] deve essere moltiplicato per la superficie S_b [ha].

Nei due casi si ottiene un valore sostanzialmente equivalente e la scelta della superficie di riferimento è essenzialmente legata a motivi di praticità. In caso di significative discrepanze nei due valori calcolati, si consiglia di adottare il valore più cautelativo.

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE

Si noti che gli indici Imp ed I, Per e P sono concettualmente diversi: Imp e Per servono a valutare il coefficiente di deflusso convenzionale (che esprime la capacità del lotto di accettare le piogge prima di generare deflussi superficiali), mentre I e P rappresentano le porzioni rispettivamente urbanizzata e inalterata (agricola) del lotto oggetto di intervento.

Nel caso in oggetto relativo ad interventi infrastrutturali di trasporto quali strade si riporta quanto indicato nella legge regionale che nello specifico recita:

“Nel caso di impermeabilizzazioni dovute a strade, l'invarianza idraulica si può realizzare con un opportuno dimensionamento dei fossi laterali e delle canalette di drenaggio; in particolare, la totale impermeabilizzazione della superficie stradale porta a dimensionare, tramite la relazione sopra indicata, un volume di invaso di circa $0,09 \text{ m}^3/\text{m}^2$ di superficie stradale, ovvero poco più di $0,50 \text{ m}^3$ per ogni metro di lunghezza di una strada di larghezza pari a 6 m. Quindi la realizzazione di un fosso di volume pari a $(0,5 / 0,8) = 0,625 \text{ m}^3/\text{m}$ soddisfa i requisiti di volume di compensazione richiesti.”

Di seguito si riportano le tipologie suggerite nello stesso documento.

“Nella grande varietà di soluzioni progettuali, che sconsigliano di definire in modo rigido soluzioni “tecnicamente conformi”, si possono comunque individuare le tipologie di soluzione seguenti:

- a) vasca in c.a. o altro materiale “rigido” posta a monte del punto di scarico, sia aperta e sia coperta (sia in serie, sia in parallelo; in quest’ultimo caso, è richiesto uno studio idraulico);
- b) invaso in terra posto a monte del punto di scarico (sia in serie, sia in parallelo; in quest’ultimo caso, è richiesto uno studio idraulico);
- c) depressione in area verde o in piazzale posta a monte del punto di scarico;
- d) dimensionamento con “strozzatura” delle caditoie in modo da consentire un invaso su strade e piazzali (*);
- e) dimensionamento con “strozzatura” delle grondaie e tetti piatti con opportuno bordo di invaso in modo da consentire un invaso sulle coperture (*, #);
- f) delle fognature interne al lotto (1 mc di tubo o canale = 0,8 mc di invaso);
- g) mantenimento di aree allagabili (es. verde, piazzali) con “strozzatura” adeguata degli scarichi (*);
- h) scarico in acque costiere o comunque che non subiscono effetti idraulici dagli apporti meteorici;
- i) scarico in vasche adibite ad altri scopi (sedimentazione, depurazione ecc.) purché il volume di invaso si aggiunga al volume previsto per altri scopi, e purché siano comunque rispettati i vincoli e i limiti allo scarico per motivi di qualità delle acque;
- j) scarico a dispersione in terreni agricoli senza afflusso diretto alle reti di drenaggio sia superficiale, sia tubolare sotterraneo.

(*) = richiesto un calcolo di dimensionamento idraulico degli scarichi

(#) = i volumi così realizzati servono solo per la quota di impermeabilizzazione imputabile alle coperture, mentre quelli che servono per strade, piazzali ecc. devono essere realizzati a parte.”

Nel documento regionale si specifica inoltre che:

“Nei casi in cui lo scarico delle acque meteoriche da una superficie giunga direttamente al mare o ad altro corpo idrico il cui livello non risulti influenzato dagli apporti meteorici, l'invarianza idraulica

PROGETTAZIONE ATI:

delle trasformazioni delle superfici è implicitamente garantita a prescindere dalla realizzazione di dispositivi di laminazione.”

Tale disposizione è applicabile nei tratti di progetto compresi tra le progressive 0+660 fino a fine intervento presso la rotatoria sulla S.P. n.4 in quanto in tali tratti sia i fossi di guardia che i collettori drenanti la piattaforma stradale (che confluiscono nelle vasche di prima pioggia n. 2, 3, 4, 5, e 6), scaricano direttamente nel Fiume Metauro, ovvero in corsi d'acqua ad esso direttamente afferenti in ambiti territoriali fortemente incisi, ove i livelli idrici non possono essere influenzati dai nuovi apporti meteorici, rendendo di fatto l'invarianza idraulica garantita.

Per quanto sopra esposto, la rimanente rete di drenaggio a servizio della piattaforma stradale (collettori e fossi di guardia), nel tratto compreso tra le progressive 0+000 e 0+660 è stata dimensionata al fine di soddisfare quanto sopra riportato e indicato dalla normativa regionale.

Si evidenzia inoltre che nel caso in esame non si tratta di un intervento puntuale che va ad impermeabilizzare una grande superficie che concentra e velocizza i naturali deflussi preesistenti; il nastro stradale rappresenta un'impermeabilizzazione distribuita lungo una direzione, con asse di tracciato raramente disposto sulla linea di massima pendenza del terreno esistente.

Tale particolarità ritarda la portata massima regimando le acque afferenti il territorio; in precedenza i volumi degli eventi meteorici, benché mitigati da una minore permeabilità, giungevano direttamente al ricettore finale; nella situazione di progetto la rete di drenaggio offre capacità di invaso atta a trattenere i volumi in eccesso dovuti ad un diverso coefficiente di infiltrazione e costringe il deflusso a percorrere un percorso con maggiore lunghezza del precedente ritardando dunque il tempo di picco.

Si riportano di seguito le verifiche volumetriche relative all'impermeabilizzazione della striscia del tracciato stradale nel tratto compreso tra le progressive 0+000 e 0+660.

7.1. VERIFICA VOLUMI INVARIANZA IDRAULICA

Per il tratto compreso tra le progressive 0+000 e 0+660 si riportano le verifiche volumetriche della rete di drenaggio in ottemperanza a quanto prescritto dalla D.G.R. n. 53 del 27/01/2014 della Regione Marche.

Rimandando per ulteriori dettagli alle tabelle seguenti, tenuto conto che l'80% del volume totale dei collettori, delle canalette e delle cunette (punto *f* delle tipologie di cui al predetto D.G.R.) contribuisce per $(313.0 \text{ m}^3 + 91.2 \text{ m}^3 + 17.4 \text{ m}^3) \times 0.8 = 337 \text{ m}^3$ a compensare parzialmente il volume di laminazione necessario, calcolato pari a 471 m^3 , residuano 134 m^3 che saranno immagazzinati in un'apposita vasca di laminazione da ubicarsi al centro della rotatoria, di altezza utile interna pari a 1.5 m. Detta vasca sarà dotata di una condotta in uscita di diametro interno pari a 90 mm che, con funzionamento sotto battente e carico massimo pari a 1.5 m, consentirà di scaricare nel corpo idrico recettore una portata massima pari a circa 21 l/s, inferiore ai 22.44 l/s ammissibili ai sensi della D.G.R. n. 53.

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE

**CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DELLA FORMULA (1)
AI SENSI DEL TITOLO III DELLA DGR 53 DEL 27/01/2014**

Requisiti richiesti per ogni classe sulla base del volume minimo di laminazione determinato:

$$w = w^{\circ} (\phi / \phi^{\circ})^{(1/(1-n))} - 15 | - w^{\circ} P$$

$$\phi^{\circ} = 0.9 Imp^{\circ} + 0.2 Per^{\circ} \quad \phi = 0.9 Imp + 0.2 Per$$

$w^{\circ} = 50$ mc/ha volume "convenzionale" d'invaso prima della trasformazione

ϕ = coefficiente di deflusso post trasformazione ϕ° = coefficiente di deflusso ante trasformazione

$n = 0.48$ I e P espressi come frazione dell'area trasformata

Imp e Per espressi come frazione totale dell'area impermeabile e permeabile prima della trasformazione (se connotati dall'apice) o dopo (se non c'è l'apice)

VOLUME RICAIVATO dalla formula va moltiplicato per la Superficie territoriale dell'intervento

Oggetto:

(INSERIRE I DATI ESCLUSIVAMENTE NEI CAMPI CONTORNATI)

	Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	12218.00	mq	Inserire la superficie totale dell'intervento
ANTE OPERAM					
	Superficie impermeabile esistente	=	1410.00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
	Imp [°]	=	0.12		
	Superficie permeabile esistente (mq)	=	10808.00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
	Per [°]	=	0.88		
	Imp [°] + Per [°]	=	1.00		
POST OPERAM					
	Superficie impermeabile trasformata o di progetto	=	10972.00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
	Imp	=	0.90		
	Superficie permeabile di progetto	=	1246.00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
	Per	=	0.10		
	Imp + Per	=	1.00		
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA					
	Superficie trasformata/livellata	=	12218.00	mq	superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola
	I	=	1.00		
	Superficie agricola inalterata	=	0.00	mq	superficie inalterata
	P	=	0.00		
	I + P	=	1.00		
CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM					
ϕ°	$0,9 \times Imp^{\circ} + 0,2 \times Per^{\circ}$	=	0.9	x	0.12 + 0.2 x 0.88 = 0.28
ϕ	$0,9 \times Imp + 0,2 \times Per$	=	0.9	x	0.90 + 0.2 x 0.10 = 0.83
W	$w = w^{\circ} (\phi / \phi^{\circ})^{(1/(1-n))} - 15 - w^{\circ} P$	=	50	x	8.01 - 15 x 1.00 - 50 x 0.00 = 385.67 mc/ha
w°	50 mc/ha				
$(\phi / \phi^{\circ})^{(1/(1-n))}$	2.95				
	1.92				
VOLUME MINIMO DI INVASO					
			385.67	:	10,000.00 x 12,218.00 = 471 mc
Q	Portata ammissibile sul corpo ricettore 20 l/s/ha		24.44	l/sec	

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE

Sigla Condotta	Tipo	Lunghezza	Diametro Interno	Volume invasato dal collettore	Volume invasato dalla canaletta 30x30 cm nei tratti in rilevato	Volume invasato dalla cunetta alla francese nei tratti in trincea
		L_{idr} [m]	DI [mm]	V_{col} [mc]	V_{can} [mc]	V_{can} [mc]
AP_CC_SX_0+660-0+525	PVC DE 315	131.0	296.6	9.05		6.17
AP_CC_DX_0+660-0+525	PVC DE 500	128.0	470.8	22.28		6.03
AP_CP_SX_0+525-0+495	Acciaio DN 300	39.0	300.0	2.76		
AP_CP_DX_0+525-0+495	Acciaio DN 500	38.0	500.0	7.46		
AP_CC_SX_0+495-0+455	PVC DE 315	34.0	296.6	2.35		1.60
AP_CC_DX_0+495-0+410	PVC DE 710	76.0	668.6	26.68		3.58
AP_CA_SX_0+455-0+250	PVC DE 500	206.0	470.8	35.86	18.54	
AP_CA_DX_0+410-0+250	PVC DE 710	163.0	668.6	57.23	14.67	
AP_T_0+250	PVC DE 710	13.0	668.6	4.56		
AP_CA_SX_0+250-0+025	PVC DE 710	214.0	668.6	75.13	19.26	
RSS73_CA_NORD_1	PVC DE 315	76.0	296.6	5.25	6.84	
RSS73_CA_NORD_2	PVC DE 400	42.0	376.6	4.68	3.78	
RSS73_CA_NORD_3	PVC DE 500	75.0	470.8	13.06	6.75	
RSS73_EST_T_3	PVC DE 500	8.0	470.8	1.39		
RSS73_CA_EST	PVC DE 630	108.0	593.2	29.85	9.72	
RSS73_CA_OVEST_1	PVC DE 315	76.0	296.6	5.25	6.84	
RSS73_CA_OVEST_2	PVC DE 400	53.0	376.6	5.90	4.77	
AP_T1_0+025	PVC DE 400	13.0	376.6	1.45		
AP_T2_0+025	PVC DE 710	8.0	668.6	2.81		
TOT.				313.0	91.2	17.4

PROGETTAZIONE ATI:

APPENEDICE 1

DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI DELLE ACQUE METEORICHE DI PIATTAFORMA

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE

DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI DELLE ACQUE METEORICHE DI PIATTAFORMA																
Codice Condotta	Caratteristiche del Bacino		Caratteristiche geometriche della condotta				Tempo di accesso	Velocità di rete	Tempo di rete	Tempo di corrivazione	Intensità di pioggia	Coefficiente Udometrico	Portata	Scabrezza (Manning)	Altezza moto uniforme	Riempimento
	Superficie totale	Coefficiente di afflusso medio	Tipo	Lunghezza	Pendenza minima	Diametro Interno										
	Stot	Φ_{med}		Lidr	j _{min}	DI										
	[ha]			[m]	[‰]	[mm]										
						T _A	V _R	T _R	T _C	i	u	Q	n	h		
						[sec]	[m/s]	[sec]	[sec]	[mm/ore]	[l/s ha]	[mc/s]	[m ^{-1/3} s]	[m]	[‰]	
AP_CC_SX_0+660-0+525	0.0419	1.00	PVC DE 315	131.0	0.2%	296.6	300	0.61	213	513	121.57	337.69	0.0141	0.0111	0.11	37%
AP_CC_DX_0+660-0+525	0.2522	0.93	PVC DE 500	128.0	0.2%	470.8	300	0.97	132	432	131.17	338.83	0.0855	0.0111	0.24	50%
AP_CP_SX_0+525-0+495	0.0419	1.00	Acciaio DN 300	39.0	1.2%	300.0	300	1.17	33	547	118.09	328.04	0.0137	0.0111	0.07	22%
AP_CP_DX_0+525-0+495	0.2996	0.93	Acciaio DN 500	38.0	1.2%	500.0	300	1.96	19	451	128.72	330.80	0.0991	0.0111	0.15	30%
AP_CC_SX_0+495-0+455	0.0491	1.00	PVC DE 315	34.0	1.1%	296.6	300	1.18	29	575	115.29	320.25	0.0157	0.0111	0.07	25%
AP_CC_DX_0+495-0+410	0.3943	0.92	PVC DE 710	76.0	2.3%	668.6	300	2.55	30	481	125.16	319.56	0.1260	0.0111	0.13	20%
AP_CA_SX_0+455-0+250	0.1004	0.95	PVC DE 500	206.0	1.8%	470.8	300	1.55	133	708	104.23	274.72	0.0276	0.0111	0.07	16%
AP_CA_DX_0+410-0+250	0.5256	0.91	PVC DE 710	163.0	1.8%	668.6	300	2.49	65	547	118.11	299.98	0.1577	0.0111	0.16	24%
AP_T_0+250	0.5256	0.91	PVC DE 710	13.0	0.2%	668.6	300	1.09	12	720	103.35	262.51	0.1380	0.0111	0.26	39%
AP_CA_SX_0+250-0+025	0.8767	0.91	PVC DE 710	214.0	1.0%	668.6	300	2.20	97	817	96.90	246.07	0.2157	0.0111	0.22	32%
RSS73_CA_NORD_1	0.0482	0.90	PVC DE 315	76.0	0.2%	296.6	300	0.64	120	420	132.77	331.93	0.0160	0.0111	0.12	39%
RSS73_CA_NORD_2	0.0980	0.90	PVC DE 400	42.0	0.2%	376.6	300	0.75	56	476	125.78	314.45	0.0308	0.0111	0.15	40%
RSS73_CA_NORD_3	0.1438	0.90	PVC DE 500	75.0	0.2%	470.8	300	0.80	94	569	115.87	289.68	0.0417	0.0111	0.16	34%
RSS73_EST_T_3	0.1438	0.90	PVC DE 500	8.0	0.2%	470.8	300	0.80	10	579	114.92	287.31	0.0413	0.0111	0.16	34%
RSS73_CA_EST	0.2366	0.90	PVC DE 630	108.0	0.2%	593.2	300	0.88	123	702	104.65	261.63	0.0619	0.0111	0.18	30%
RSS73_CA_OVEST_1	0.0426	0.90	PVC DE 315	76.0	0.2%	296.6	300	0.61	124	424	132.21	330.53	0.0141	0.0111	0.11	37%
RSS73_CA_OVEST_2	0.1085	0.90	PVC DE 400	53.0	0.2%	376.6	300	0.77	69	493	123.79	309.48	0.0336	0.0111	0.16	42%
AP_T1_0+025	0.1085	0.90	PVC DE 400	13.0	0.2%	376.6	300	0.76	17	510	121.91	304.78	0.0331	0.0111	0.16	41%
AP_T2_0+025	0.3451	0.90	PVC DE 710	8.0	0.2%	668.6	300	0.97	8	711	104.04	260.10	0.0898	0.0111	0.21	31%
AP_CC_SX_1+475-1+508	0.0033	0.90	PVC DE 315	33.0	0.2%	296.6	300	0.29	113	413	133.62	334.06	0.0011	0.0111	0.03	10%
AP_CC_DX_1+475-1+508	0.0491	1.00	PVC DE 315	34.0	0.2%	296.6	300	0.67	51	351	142.67	396.31	0.0195	0.0111	0.13	44%
AP_T_1+508	0.0033	0.90	PVC DE 400	15.0	0.2%	376.6	300	0.28	54	467	126.77	316.93	0.0010	0.0111	0.03	7%
AP_CC_SX_1+725-1+705	0.0020	0.90	PVC DE 315	20.0	0.2%	296.6	300	0.25	79	379	138.42	346.08	0.0007	0.0111	0.02	8%
AP_CC_DX_1+725-1+705	0.0382	1.00	PVC DE 315	20.0	0.2%	296.6	300	0.63	32	332	145.69	404.69	0.0155	0.0111	0.11	39%
AP_T_1+705	0.0033	0.90	PVC DE 400	12.0	0.2%	376.6	300	0.28	43	422	132.50	331.26	0.0011	0.0111	0.03	8%
AP_CP_1+705-1+525	0.3188	0.91	Acciaio DN 450	180.0	0.3%	450.0	300	1.15	156	578	115.08	291.52	0.0929	0.0111	0.23	51%
AP_CC_SX_2+415-2+445	0.0187	0.90	PVC DE 315	30.0	0.3%	296.6	300	0.57	52	352	142.43	356.09	0.0067	0.0111	0.07	22%
AP_CC_DX_2+415-2+445	0.0308	0.90	PVC DE 315	30.0	0.3%	296.6	300	0.66	45	345	143.54	358.86	0.0111	0.0111	0.09	29%
AP_CP_SX_2+445-2+595	0.1387	0.90	Acciaio DN 350	150.0	0.6%	350.0	300	1.23	122	474	125.99	314.97	0.0437	0.0111	0.14	40%
AP_CP_DX_2+445-2+595	0.1459	0.90	Acciaio DN 350	150.0	0.6%	350.0	300	1.25	120	465	127.06	317.65	0.0463	0.0111	0.14	41%
AP_CC_SX_2+595-2+620	0.1544	0.90	PVC DE 400	25.0	0.9%	376.6	300	1.46	17	491	124.01	310.03	0.0479	0.0111	0.13	34%
AP_CC_DX_2+595-2+610	0.1595	0.90	PVC DE 400	15.0	0.9%	376.6	300	1.48	10	475	125.86	314.64	0.0502	0.0111	0.13	34%
AP_CC_SX_2+620-2+635	0.1684	0.90	PVC DE 400	15.0	0.9%	376.6	300	1.49	10	501	122.89	307.22	0.0517	0.0111	0.13	35%
AP_CC_DX_2+610-2+635	0.1902	0.90	PVC DE 400	25.0	0.9%	376.6	300	1.54	16	491	123.99	309.99	0.0590	0.0111	0.14	38%
AP_T1_2+635	0.1684	0.90	PVC DE 500	12.0	0.2%	470.8	300	0.85	14	515	121.35	303.36	0.0511	0.0111	0.18	38%
AP_T2_2+635	0.3586	0.90	PVC DE 500	2.0	0.2%	470.8	300	1.03	2	517	121.14	302.84	0.1086	0.0111	0.28	58%
AP_CC_DX_2+635-2+640	0.3586	0.90	PVC DE 500	5.0	0.9%	470.8	300	1.80	3	520	120.84	302.10	0.1083	0.0111	0.18	38%
AP_GA_DX_2+640-3+385	0.3586	0.90	PVC DE 500	750.0	0.9%	470.8	300	1.65	455	975	88.27	220.68	0.0791	0.0111	0.15	32%

PROGETTAZIONE ATI:

DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI DELLE ACQUE METEORICHE DI PIATTAFORMA

Codice Condotta	Caratteristiche del Bacino		Caratteristiche geometriche della condotta				Tempo di accesso	Velocità di rete	Tempo di rete	Tempo di corrivazione	Intensità di pioggia	Coefficiente Udometrico	Portata	Scabrezza (Manning)	Altezza moto uniforme	Riempimento
	Superficie totale	Coefficiente di afflusso medio	Tipo	Lunghezza	Pendenza minima	Diametro Interno										
	Stot	ϕ_{med}		L _{idr}	j _{min}	DI										
	[ha]			[m]	[%]	[mm]										
AP_CC_SX_3+385-3+425	0.0268	0.90	PVC DE 315	40.0	1.4%	296.6	300	1.10	36	336	144.97	362.42	0.0097	0.0111	0.05	19%
AP_CC_DX_3+385-3+425	0.3954	0.90	PVC DE 500	40.0	1.4%	470.8	300	1.98	20	995	87.31	218.27	0.0863	0.0111	0.14	30%
AP_CC_SX_3+920-3+730	0.1402	0.93	PVC DE 400	190.0	0.2%	376.6	300	0.82	232	532	119.56	307.76	0.0431	0.0111	0.18	48%
AP_CC_DX_3+920-3+875	0.1102	0.97	PVC DE 400	45.0	0.2%	376.6	300	0.81	55	355	141.96	380.73	0.0420	0.0111	0.18	47%
AP_CC_DX_3+875-3+730	0.3408	0.96	PVC DE 500	145.0	0.2%	470.8	300	1.04	140	495	123.54	330.82	0.1127	0.0111	0.28	60%
AP_T1_3+730	0.1402	0.93	PVC DE 400	16.0	0.2%	376.6	300	0.81	20	552	117.57	302.64	0.0424	0.0111	0.18	47%
AP_T2_3+730	0.4810	0.95	PVC DE 630	3.0	0.2%	593.2	300	1.12	3	555	117.30	310.58	0.1494	0.0111	0.29	49%
AP_CC_SX_3+730-3+660	0.0530	0.90	PVC DE 315	70.0	3.5%	296.6	300	1.86	38	338	144.76	361.89	0.0192	0.0111	0.06	21%
AP_CC_DX_3+730-3+660	0.0443	0.90	PVC DE 315	70.0	3.5%	296.6	300	1.77	40	340	144.43	361.07	0.0160	0.0111	0.06	19%
AP_CP_SX_3+660-3+425	0.1910	0.90	Acciaio DN 400	235.0	0.2%	400.0	300	0.86	272	610	112.15	280.38	0.0536	0.0111	0.20	49%
AP_CP_DX_3+660-3+425	0.1823	0.90	Acciaio DN 400	235.0	0.2%	400.0	300	0.85	276	615	111.66	279.15	0.0509	0.0111	0.19	48%
AP_T1_3+425	0.2178	0.90	PVC DE 500	12.0	0.2%	470.8	300	0.89	14	623	110.97	277.43	0.0604	0.0111	0.20	41%
AP_T2_3+425	0.7955	0.90	PVC DE 630	2.0	0.2%	593.2	300	1.16	2	997	87.23	218.06	0.1735	0.0111	0.32	53%
AP_CC_SX_4+590-4+800	0.1237	0.90	PVC DE 315	210.0	4.8%	296.6	300	2.63	80	380	138.30	345.74	0.0428	0.0111	0.08	29%
AP_CC_DX_4+590-4+800	0.2939	0.95	PVC DE 315	210.0	4.8%	296.6	300	3.40	62	362	140.99	372.98	0.1096	0.0111	0.14	47%
AP_CP_SX_4+800-4+812	0.1300	0.90	Acciaio DN 300	12.0	4.8%	300.0	300	2.66	5	384	137.64	344.11	0.0447	0.0111	0.09	29%
AP_CP_DX_4+800-4+812	0.3002	0.95	Acciaio DN 300	12.0	4.8%	300.0	300	3.41	4	365	140.46	371.15	0.1114	0.0111	0.14	47%
AP_CC_SX_4+812-5+000	0.2310	0.90	PVC DE 315	188.0	4.8%	296.6	300	3.07	61	446	129.43	323.57	0.0747	0.0111	0.11	38%
AP_CC_DX_4+812-5+000	0.4002	0.94	PVC DE 315	188.0	4.8%	296.6	300	3.60	52	417	133.07	346.88	0.1388	0.0111	0.16	55%
AP_T_5+000	0.4002	0.94	PVC DE 500	13.0	0.2%	470.8	300	1.08	12	430	131.48	342.74	0.1372	0.0111	0.32	69%
AP_CC_SX_5+000-5+140	0.7928	0.92	PVC DE 400	140.0	4.8%	376.6	300	4.19	33	479	125.40	320.27	0.2539	0.0111	0.20	53%
AP_CC_SX_5+140-5+290	1.0302	0.91	PVC DE 710	150.0	0.5%	668.6	300	1.88	80	559	116.90	297.11	0.3061	0.0111	0.32	47%
AP_CP_SX_5+330-5+430	0.0525	0.90	Acciaio DN 300	100.0	1.6%	300.0	300	1.39	72	372	139.47	348.67	0.0183	0.0111	0.07	24%
AP_CP_DX_5+330-5+430	0.0525	0.90	Acciaio DN 300	100.0	1.6%	300.0	300	1.39	72	372	139.47	348.67	0.0183	0.0111	0.07	24%
AP_CC_SX_5+430-5+480	0.0801	0.90	PVC DE 315	50.0	2.5%	296.6	300	1.83	27	399	135.54	338.86	0.0271	0.0111	0.08	27%
AP_CC_DX_5+430-5+480	0.0950	0.90	PVC DE 315	50.0	2.5%	296.6	300	1.92	26	398	135.73	339.31	0.0322	0.0111	0.09	29%
AP_T_5+480	0.0950	0.90	PVC DE 400	13.0	0.2%	376.6	300	0.75	17	415	133.37	333.42	0.0317	0.0111	0.15	40%
AP_CC_SX_5+480-5+775	0.5043	0.90	PVC DE 400	295.0	3.3%	376.6	300	3.21	92	507	122.25	305.63	0.1541	0.0111	0.17	45%
AP_CP_SX_5+775-6+040	0.7848	0.90	Acciaio DN 400	265.0	3.3%	400.0	300	3.54	75	582	114.69	286.71	0.2250	0.0111	0.20	50%
AP_CP_DX_5+975-6+040	0.0407	0.90	Acciaio DN 300	65.0	3.3%	300.0	300	1.69	39	339	144.60	361.50	0.0147	0.0111	0.05	18%
RSP4_CC_OVEST_1	0.1235	0.92	PVC DE 315	150.0	0.7%	296.6	300	1.30	115	415	133.35	341.81	0.0422	0.0111	0.14	48%
RSP4_CC_OVEST_2	0.1060	0.91	PVC DE 315	142.0	0.7%	296.6	300	1.25	114	414	133.55	338.53	0.0359	0.0111	0.13	43%
RSP4_T_OVEST	0.1235	0.92	PVC DE 400	13.0	0.2%	376.6	300	0.81	16	431	131.24	336.40	0.0415	0.0111	0.18	47%
RSP4_CC_OVEST_3	0.2674	0.92	PVC DE 500	34.0	0.2%	470.8	300	0.97	35	466	126.90	322.71	0.0863	0.0111	0.24	51%
RSP4_T1_SUD	1.0522	0.90	PVC DE 630	15.0	0.5%	593.2	300	1.87	8	590	113.94	286.10	0.3010	0.0111	0.33	56%
RSP4_CC_NORD	0.0639	0.91	PVC DE 315	55.0	0.2%	296.6	300	0.69	79	379	138.39	350.95	0.0224	0.0111	0.14	47%
RSP4_T_NORD	0.0639	0.91	PVC DE 315	24.0	0.2%	296.6	300	0.69	35	414	133.51	338.57	0.0216	0.0111	0.14	46%
RSP4_CA_SUD	0.1117	0.91	PVC DE 315	33.0	1.0%	296.6	300	1.43	23	437	130.49	328.91	0.0367	0.0111	0.12	40%
RSP4_T2_SUD	1.2046	0.90	PVC DE 630	13.0	1.0%	593.2	300	2.51	5	595	113.47	284.97	0.3433	0.0111	0.29	50%

PROGETTAZIONE ATI:

DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI DELLE ACQUE METEORICHE DI PIATTAFORMA																
Codice Condotta	Caratteristiche del Bacino		Caratteristiche geometriche della condotta													
	Superficie totale	Coefficiente di afflusso medio	Tipo	Lunghezza	Pendenza minima	Diametro Interno	Tempo di accesso	Velocità di rete	Tempo di rete	Tempo di corrivazione	Intensità di pioggia	Coefficiente Udometrico	Portata	Scabrezza (Manning)	Altezza moto uniforme	Riempimento
	S_{tot}	ϕ_{med}		L_{idr}	j_{min}	DI	T_A	V_R	T_R	T_C	i	u	Q	n	h	
	[ha]			[m]	[%]	[mm]	[sec]	[m/s]	[sec]	[sec]	[mm/ore]	[l/s ha]	[mc/s]	[m ^{-1/3} s]	[m]	[%]
RSP4_CC_EST_1	0.0970	0.91	PVC DE 315	105.0	1.4%	296.6	300	1.59	66	366	140.33	354.85	0.0344	0.0111	0.10	35%
RSP4_CC_EST_2	0.0972	0.91	PVC DE 315	108.0	1.4%	296.6	300	1.59	68	368	140.05	354.45	0.0345	0.0111	0.10	35%

APPENDICE 2

DIMENSIONAMENTO DEI FOSSI DI GUARDIA

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE

DIMENSIONAMENTO DEI FOSSI DI GUARDIA

Codice fosso di guardia	Caratteristiche del Bacino		Caratteristiche geometriche del fosso trapezio					Tempo di accesso T _A [sec]	Velocità di rete V _R [m/s]	Tempo di rete T _R [sec]	Tempo di corrivazione T _C [sec]	Intensità di pioggia i [mm/ore]	Coefficiente Udometrico u [l/s ha]	Portata Q [mc/s]	Scabrezza (Manning) n [m ^{-1/3} s]	Altezza moto uniforme h [m]	Riempimento [%]
	Superficie totale S _{tot} [ha]	Coefficiente di afflusso medio φ _{med}	Sezione tipo	Lunghezza L _{idr} [m]	Pendenza minima j _{min} [%]	Larghezza al fondo B [m]	Materiale										
RSS73_FP_SUD-1	2.5954	0.50	2	48.00	1.0%	0.50	CAV	900	2.15	22	922	90.93	127.38	0.3306	0.0125	0.22	43%
AP_FP_DX_0+475-0+000	5.6494	0.51	3	515.10	0.2%	0.70	Terra	900	0.81	637	1537	68.53	97.90	0.5531	0.0250	0.55	78%
AP_FP_SX_0+450-0+000	1.2228	0.59	2	514.00	0.2%	0.50	Terra	300	0.59	869	1169	79.96	131.02	0.1602	0.0250	0.33	65%
AP_FP_DX_0+475-0+500	0.0124	0.90	1	31.00	1.0%	0.30	CAV	300	0.60	52	352	142.49	356.23	0.0044	0.0125	0.02	8%
AP_FT_SX_0+725-0+525	0.0558	0.90	1	216.00	0.5%	0.30	CAV	300	0.73	297	597	113.32	283.31	0.0158	0.0125	0.06	20%
AP_FT_DX_0+725-0+525	0.3849	0.90	1	225.00	0.5%	0.30	CAV	300	1.31	172	472	126.20	315.51	0.1214	0.0125	0.19	63%
SL1_FT_DX_0+750-0+525	9.3396	0.50	2	275.00	2.0%	0.50	CAV	900	3.86	71	971	88.47	122.87	1.1475	0.0125	0.35	70%
SL1_FT_EST	0.8939	0.50	1	110.00	10.0%	0.30	CAV	900	3.76	29	929	90.57	125.79	0.1124	0.0125	0.08	26%
SL1_FP_OVEST_1	1.3006	0.63	1	147.00	1.0%	0.30	CAV	300	1.91	77	1006	86.80	150.72	0.1960	0.0125	0.20	68%
AP_FT_DX_1+475-1+550	0.3817	0.50	1	106.00	16.0%	0.30	CAV	900	3.36	32	932	90.46	125.63	0.0480	0.0125	0.04	14%
AP_FT_SX_1+475-1+550	0.0289	0.50	1	113.00	15.0%	0.30	CAV	900	1.28	88	988	87.65	121.73	0.0035	0.0125	0.01	3%
AP_FT_DX_1+725-1+675	0.1523	0.50	1	59.00	5.0%	0.30	CAV	900	1.68	35	935	90.27	125.37	0.0191	0.0125	0.03	11%
AP_FT_SX_1+725-1+675	0.1578	0.50	1	76.00	8.0%	0.30	CAV	900	1.98	38	938	90.10	125.14	0.0197	0.0125	0.03	10%
AP_FT_DX_2+425-2+450	0.0737	0.50	1	63.00	2.0%	0.30	CAV	300	1.13	56	356	141.90	197.09	0.0145	0.0125	0.04	13%
AP_FT_SX_2+425-2+450	0.1120	0.50	1	77.00	2.0%	0.30	CAV	300	1.30	59	359	141.35	196.31	0.0220	0.0125	0.05	16%
AP_FT_DX_2+475	0.6043	0.50	2	55.00	0.5%	0.50	Terra	900	0.67	83	983	87.91	122.10	0.0738	0.0250	0.17	33%
AP_FT_DX_2+650-2+575	0.1680	0.50	1	116.00	10.0%	0.30	CAV	300	2.55	45	345	143.51	199.32	0.0335	0.0125	0.04	13%
AP_FT_SX_2+650-2+575	0.1288	0.50	1	87.00	10.0%	0.30	CAV	300	2.34	37	337	144.82	201.13	0.0259	0.0125	0.03	11%
AP_FT_SX_2+575	0.3168	0.50	1	33.00	10.0%	0.30	CAV	300	3.13	11	356	141.87	197.04	0.0624	0.0125	0.06	19%
AP_FT_DX_3+375-3+425	0.0866	0.50	1	88.00	10.0%	0.30	CAV	300	2.03	43	343	143.85	199.79	0.0173	0.0125	0.03	9%
AP_FT_SX_3+375-3+425	0.1031	0.50	1	75.00	10.0%	0.30	CAV	300	2.17	35	335	145.23	201.71	0.0208	0.0125	0.03	10%
SL2_FT_SUD_1	3.0836	0.50	2	210.00	0.5%	0.50	CAV	900	1.72	122	1022	86.06	119.53	0.3686	0.0125	0.28	55%
SL2_FP_EST	0.3292	0.61	1	220.00	0.5%	0.30	CAV	300	1.12	196	496	123.44	208.69	0.0687	0.0125	0.14	46%
SL2_FP_NORD	0.4423	0.58	2	7.00	0.5%	0.50	CAV	300	1.14	6	502	122.76	198.06	0.0876	0.0125	0.12	25%
AP_FT_SX_3+950-3+675	0.1385	0.90	1	277.00	0.5%	0.30	CAV	300	0.96	289	589	114.05	285.12	0.0395	0.0125	0.10	34%
AP_FT_DX_3+950-3+750	0.3526	0.90	1	192.00	0.5%	0.30	CAV	300	1.28	150	450	128.94	322.36	0.1136	0.0125	0.18	61%
AP_FT_DX_3+750-3+650	3.7624	0.54	2	149.00	0.5%	0.50	CAV	300	1.83	82	1104	82.54	123.23	0.4636	0.0125	0.31	62%
AP_FT_SX_4+575-4+650	0.2919	0.52	1	87.00	0.5%	0.30	CAV	300	1.07	81	381	138.08	198.36	0.0579	0.0125	0.13	42%
AP_FT_DX_4+575-4+625	0.2245	0.50	1	56.00	0.5%	0.30	CAV	300	0.99	57	357	141.79	196.93	0.0442	0.0125	0.11	36%
AP_FT_DX_4+660-4+625	0.3155	0.50	1	31.00	0.5%	0.30	CAV	300	1.10	28	328	146.28	203.16	0.0641	0.0125	0.13	45%
AP_FT_DX_4+660-4+800	1.9323	0.50	1	140.00	0.5%	0.30	CAV	900	1.55	90	990	87.55	121.59	0.2350	0.0125	0.27	89%
SL3_FT_OVEST_2	0.1683	0.50	1	77.00	0.5%	0.30	CAV	900	0.79	98	998	87.19	121.10	0.0204	0.0125	0.07	23%
SL3_FT_OVEST_3	0.5780	0.50	1	59.00	0.5%	0.30	CAV	900	1.13	52	952	89.41	124.19	0.0718	0.0125	0.14	48%
AP_FT_SX_4+675-4+650	0.0195	0.50	1	33.00	4.0%	0.30	CAV	300	0.89	37	337	144.81	201.13	0.0039	0.0125	0.01	5%
AP_FT_SX_4+675-4+800	0.0446	0.50	1	112.00	0.5%	0.30	CAV	300	0.57	195	495	123.59	171.66	0.0077	0.0125	0.04	13%
SL3_FT_EST_1_4+675-4+800	0.0161	0.90	1	72.00	0.5%	0.30	CAV	300	0.50	143	443	129.79	324.48	0.0052	0.0125	0.03	10%

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE

DIMENSIONAMENTO DEI FOSSI DI GUARDIA

Codice fosso di guardia	Caratteristiche del Bacino		Caratteristiche geometriche del fosso trapezio					Tempo di accesso T _A [sec]	Velocità di rete V _R [m/s]	Tempo di rete T _R [sec]	Tempo di corrivazione T _C [sec]	Intensità di pioggia i [mm/ore]	Coefficiente Udometrico u [l/s ha]	Portata Q [mc/s]	Scabrezza (Manning) n [m ^{-1/3} s]	Altezza moto uniforme h [m]	Riempimento [%]
	Superficie totale S _{tot} [ha]	Coefficiente di afflusso medio Φ _{med}	Sezione tipo	Lunghezza L _{idr} [m]	Pendenza minima j _{min} [%]	Larghezza al fondo B [m]	Materiale										
SL3_FT_OVEST_1	2.7124	0.55	3	75.00	0.2%	0.70	CAV	900	1.19	63	1053	84.68	130.19	0.3531	0.0125	0.30	42%
SL3_FT_OVEST_4	0.3702	0.59	1	75.00	0.5%	0.30	CAV	900	1.05	72	972	88.44	144.99	0.0537	0.0125	0.12	41%
SL3_FT_EST_2	2.8689	0.55	3	110.00	0.5%	0.70	Terra	900	1.01	109	1163	80.22	123.18	0.3534	0.0250	0.34	48%
AP_FP_SX_4+800-4+875	0.1236	0.90	1	88.00	9.0%	0.30	CAV	300	2.72	32	332	145.59	363.98	0.0450	0.0125	0.05	16%
AP_FP_SX_4+925-4+875	0.0819	0.90	1	41.00	5.0%	0.30	CAV	300	1.96	21	321	147.47	368.66	0.0302	0.0125	0.04	15%
AP_FP_DX_4+800-4+860	0.1703	0.62	1	47.00	10.0%	0.30	CAV	900	2.37	20	920	91.06	158.05	0.0269	0.0125	0.03	11%
AP_FP_DX_4+925-4+860	0.3714	0.56	1	64.00	1.0%	0.30	CAV	900	1.33	48	948	89.60	139.19	0.0517	0.0125	0.10	33%
AP_FP_DX_4+925-5+050	2.6788	0.52	2	116.00	1.0%	0.50	CAV	900	2.17	54	954	89.34	127.86	0.3425	0.0125	0.22	44%
AP_FP_DX_5+275-5+050	5.9727	0.51	3	236.00	0.5%	0.70	Terra	900	1.21	195	1095	82.88	117.49	0.7018	0.0250	0.49	70%
AP_FP_DX_5+275-5+345	0.0172	0.90	1	67.00	2.5%	0.30	CAV	300	0.89	75	375	138.97	347.42	0.0060	0.0125	0.02	7%
AP_FP_DX_5+425-5+775	4.1706	0.51	2	378.00	2.5%	0.50	CAV	900	3.38	112	1012	86.53	123.31	0.5143	0.0125	0.21	43%
AP_FP_SX_5+425-5+775	0.1331	0.90	1	349.00	2.0%	0.30	CAV	300	1.57	223	523	120.58	301.45	0.0401	0.0125	0.07	23%
AP_FP_SX_5+775-5+875	4.3187	0.53	3	90.00	2.0%	0.70	CAV	300	3.05	29	1041	85.20	124.55	0.5379	0.0125	0.20	28%
AP_FP_SX_5+275-5+050	0.1516	0.90	1	215.00	0.5%	0.30	CAV	300	1.00	214	514	121.44	303.60	0.0460	0.0125	0.11	37%
AP_FP_SX_5+275-5+345	0.0201	0.90	1	77.00	1.5%	0.30	CAV	300	0.79	97	397	135.84	339.60	0.0068	0.0125	0.03	9%
AP_FP_SX_4+925-5+050	0.2140	0.90	1	122.00	1.5%	0.30	CAV	300	1.70	72	372	139.51	348.79	0.0746	0.0125	0.11	36%
RSP_FT_OVEST_2	0.7437	0.50	2	75.00	0.2%	0.50	CAV	900	0.83	90	990	87.57	121.62	0.0904	0.0125	0.16	33%
RSP_FT_OVEST_3	1.9923	0.50	2	48.00	0.2%	0.50	CAV	900	1.11	43	943	89.85	124.79	0.2486	0.0125	0.29	57%
RSP_FT_OVEST_4	0.4433	0.50	1	28.00	0.2%	0.30	CAV	900	0.76	37	937	90.18	125.25	0.0555	0.0125	0.16	53%
RSP_FT_OVEST_5	0.3822	0.50	1	30.00	0.2%	0.30	CAV	900	0.73	41	941	89.96	124.94	0.0478	0.0125	0.15	49%
RSP_FT_EST_3	0.1774	0.50	1	37.00	0.2%	0.30	CAV	900	0.58	63	963	88.85	123.40	0.0219	0.0125	0.09	32%
RSP_FT_EST_4	0.1118	0.50	1	17.00	0.2%	0.30	CAV	900	0.51	33	933	90.37	125.51	0.0140	0.0125	0.07	24%
RSP_FT_EST_2	0.3591	0.50	1	83.00	0.2%	0.30	CAV	900	0.71	117	1017	86.28	119.84	0.0430	0.0125	0.14	46%
RSP_FP_OVEST_1	0.0146	0.90	1	82.00	0.2%	0.30	CAV	300	0.35	233	533	119.44	298.60	0.0044	0.0125	0.04	12%
RSP_FT_EST_1	3.9260	0.51	2	178.00	2.0%	0.50	CAV	900	3.08	58	958	89.13	125.68	0.4934	0.0125	0.22	44%
RSP_FP_OVEST_6	3.6050	0.50	2	54.00	2.0%	0.50	CAV	900	3.02	18	918	91.17	127.85	0.4609	0.0125	0.21	43%
SL1_FT_OVEST_2	0.1840	0.90	1	91.00	0.5%	0.30	CAV	300	1.10	83	383	137.85	344.63	0.0634	0.0125	0.13	44%
AP_FT_DX_1+693	0.3300	0.50	2	10.00	5.0%	0.50	CAV	300	1.92	5	944	89.84	124.77	0.0412	0.0125	0.04	8%