

**E 78 GROSSETO - FANO
TRATTO SELCI - LAMA (E 45) - S.STEFANO DI GAIFA
Adeguamento a 2 corsie del tratto Mercatello sul Metauro Ovest -
Mercatello sul Metauro Est (Lotto 4°)**

PROGETTO DEFINITIVO

AN 245

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. A35114</p> <p><i>Ing. Moreno Panfilì</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. David Cremonesi</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Frosinone n. A1762</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GPI INGEGNERIA <i>GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</i></p> <p>coopprogetti</p> <p>engeko</p> <p>AIM <i>Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</i></p> <p>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>	<p>Sezione A N. A2657</p> <p>ORDINE INGEGNERI MURENO PANFILI</p> <p>SETTORE CIVILE E AMBIENTALE SETTORE INDUSTRIALE SETTORE DELL'INFORMAZIONE</p>	<p>(Mandante)</p> <p>(Mandante)</p> <p>(Mandante)</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

<p>CODICE PROGETTO</p> <p>PROGETTO LIV.PROG ANNO</p> <p>DTAN245 D 22</p>	<p>NOME FILE</p> <p align="center">T00ID00IDRRE02B</p> <p>CODICE ELAB.</p> <p align="center">T 0 0 I D 0 0 I D R R E 0 2</p>	<p>REVISIONE</p> <p align="center">B</p>	<p>SCALA</p> <p align="center">-</p>
<p>D</p> <p>C</p>			
<p>B</p>	<p>Revisione a seguito istruttoria U.0030221 del 16.01.2023</p>	<p>Febbraio '23</p>	<p>Capponi Panfilì Guiducci</p>
<p>A</p>	<p>Emissione</p>	<p>Ottobre '22</p>	<p>Capponi Panfilì Guiducci</p>
<p>REV.</p>	<p>DESCRIZIONE</p>	<p>DATA</p>	<p>REDATTO VERIFICATO APPROVATO</p>

INDICE

1. <u>PREMESSA</u>	2
2. <u>RIFERIMENTI NORMATIVI</u>	2
3. <u>SISTEMA DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE</u>	3
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	5
4. <u>ELEMENTI DI RACCOLTA</u>	6
4.1. SISTEMA DI DRENAGGIO – TRATTI IN RILEVATO	7
4.1.1. <i>Embrici</i>	8
4.2. SISTEMA DI DRENAGGIO – TRATTI IN TRINCEA.....	9
4.3. SISTEMA DI DRENAGGIO – TRATTI IN VIADOTTO.....	12
5. <u>ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO</u>	13
5.1. CONDOTTE IN PEAD CORRUGATO	13
5.2. CONDOTTE IN ACCIAIO ZINCATO	14
5.3. FOSSI DI GUARDIA	14
6. <u>VASCHE DI PRIMA PIOGGIA E DI RACCOLTA DEGLI SVERSAMENTI ACCIDENTALI</u>	15
7. <u>INVARIANZA IDRAULICA</u>	17
7.1. VERIFICA VOLUMI INVARIANZA IDRAULICA	21
APPENDICE 1	24
APPENDICE 2	27

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 (E45) - S. Stefano di Gaifa, Adeguamento a 2 corsie del tratto Mercatello sul Metauro Ovest – Mercatello sul Metauro Est".

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".

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:

- 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:

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

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 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;
- $t_r = \sum_i \frac{L_i}{3600 \cdot V_i}$ = 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:

- 1 per le superfici pavimentate;
- 0.9 per le superfici sterrate e le scarpate;
- 0.3 per le superfici permeabili.

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 alle 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.

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

PROGETTAZIONE ATI:

di Chezy basato sull'equazione di seguito riportata, risolvibile per via iterativa una volta noti i dati fondamentali di progetto:

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

dove:

Q = portata di progetto (m³/s)

K_s = coefficiente di scabrezza di Gauckler – Strickler (m^{1/3} / s)

A = area della sezione bagnata (m²)

R_H = raggio idraulico (m);

i = pendenza motrice coincidente con la pendenza del fondo (m/m).

Il coefficiente di scabrezza di Gauckler – Strickler è 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 (PEAD) e (acciaio zincato). Nella verifica si considera un grado di riempimento massimo pari a:

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

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

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

In caso di velocità troppo elevate dovute alle pendenze delle scarpate si è previsto l'impiego di briglie rompitratta.

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 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 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.

PROGETTAZIONE ATI:

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.

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

Dove:

K_s = coefficiente di scabrezza di Gauckler – Strickler, assunto pari a $70 \text{ (m}^{1/3} / \text{s)}$;

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, 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.

Tempo di ritorno	Durata evento di pioggia	Intensità di pioggia	Coefficiente di deflusso $\Phi(5)$	Coefficiente Udometrico	Materiale
[anni]	[ore]	[mm/ora]	[-]	[l/s/ha]	K_s [$\text{m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$]
50	0.083	167.09	0.90	417.73	70

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

PROGETTAZIONE ATI:

Il valore di interasse “*l*” 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:

Progressiva	Rilevato /Trincea	Larghezza a Max velo idrico	Altezza Max velo idrico	Tratto	Larghezza media carreggiata	Larghezza media scarpate tratti in trincea	Pendenza longitudinale	Pendenza trasversale	Portata massima evacuabile	Portata affluente unitaria	Interasse Max	Interasse progetto
		b	h		B	B sc	il	it	Qev	Qp.s.	lmax	l
		[m]	[m]		[m]	[m]	[-]	[-]	[l/s]	[l/s/m]	[m]	[m]
0 - 0+084	Rilevato	1	0.025	Rettilineo	12.88	0.00	0.013	0.025	5.30	0.54	9.8	7.5
0+084 - 0+188	Rilevato	1	0.029	Rettilineo	10.56	0.00	0.004	0.029	3.65	0.44	8.3	7.5
0+188 - 0+419	Rilevato	1	0.032	Curva	11.99	0.00	0.008	0.032	6.00	0.50	12.0	7.5
0+484 - 0+751	Rilevato	1	0.044	Curva	11.97	0.00	0.037	0.044	22.61	0.50	45.2	15
0+751 - 0+852	Rilevato	1	0.044	Curva	11.97	0.00	0.049	0.044	26.19	0.50	52.4	15
0+852 - 1+025,49	Rilevato	1	0.044	Curva	11.97	0.00	0.036	0.044	22.43	0.50	44.9	15
1+160,30 - 1+285	Rilevato	1	0.028	Curva	12.17	0.00	0.006	0.028	4.60	0.51	9.0	7.5
1+620 - 1+656	Rilevato	1	0.040	Curva	10.50	0.00	0.006	0.040	7.64	0.44	17.4	15
2+685 - 2+725	Rilevato	1	0.035	Curva	11.57	0.00	0.025	0.035	12.89	0.48	26.7	15
2+725 - 2+933	Rilevato	1	0.035	Curva	10.88	0.00	0.019	0.035	11.11	0.45	24.4	15
2+933 - 3+075	Rilevato	1	0.035	Curva	10.50	0.00	0.011	0.035	8.71	0.44	19.8	15
3+075 - 3+218	Rilevato	1	0.023	Curva	10.50	0.00	0.011	0.023	4.35	0.44	9.9	7.5
3+218 - 3+314	Rilevato	1	0.025	Rettilineo	10.50	0.00	0.011	0.025	4.93	0.44	11.2	7.5
3+314 - 3+790	Rilevato	1	0.025	Rettilineo	10.50	0.00	0.018	0.025	6.17	0.44	14.1	7.5

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

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
- ξ: 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.

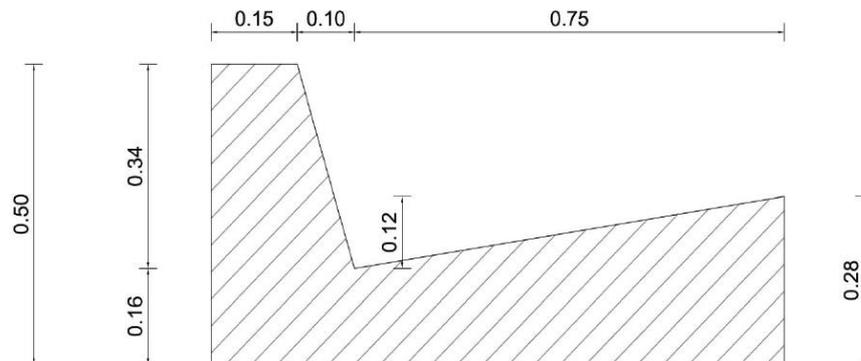
Progressiva	Rilevato /Trincea	Pendenza trasversale	Portata affluente unitaria	Interasse progetto	Portata in ogni tratto di banchina	h velo di progetto	Larghezza a sfioro embrici	Portata smaltibile embrici
		it	Qp.s.	I	Qout	Y0 pro	Lemb	Qemb
		[-]	[l/s/m]	[m]	[l/s]	[m]	[m]	[l/s]
0 - 0+084	Rilevato	0.025	0.54	7.5	4.03	0.023	1.2	7.0
0+084 - 0+188	Rilevato	0.029	0.44	7.5	3.31	0.028	1.2	9.7
0+188 - 0+419	Rilevato	0.032	0.50	7.5	3.76	0.027	1.2	9.1
0+484 - 0+751	Rilevato	0.044	0.50	15	7.50	0.029	1.2	10.3
0+751 - 0+852	Rilevato	0.044	0.50	15	7.50	0.028	1.2	9.5
0+852 - 1+025,49	Rilevato	0.044	0.50	15	7.50	0.029	1.2	10.4
1+160,30 - 1+285	Rilevato	0.028	0.51	7.5	3.81	0.026	1.2	8.9
1+620 - 1+656	Rilevato	0.040	0.44	15	6.58	0.038	1.2	15.2
2+685 - 2+725	Rilevato	0.035	0.48	15	7.25	0.028	1.2	9.9
2+725 - 2+933	Rilevato	0.035	0.45	15	6.81	0.029	1.2	10.4
2+933 - 3+075	Rilevato	0.035	0.44	15	6.58	0.032	1.2	11.7
3+075 - 3+218	Rilevato	0.023	0.44	7.5	3.29	0.021	1.2	6.2
3+218 - 3+314	Rilevato	0.025	0.44	7.5	3.29	0.021	1.2	6.5
3+314 - 3+790	Rilevato	0.025	0.44	7.5	3.29	0.020	1.2	5.8

Tabella 4-3: Verifica embrici

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.

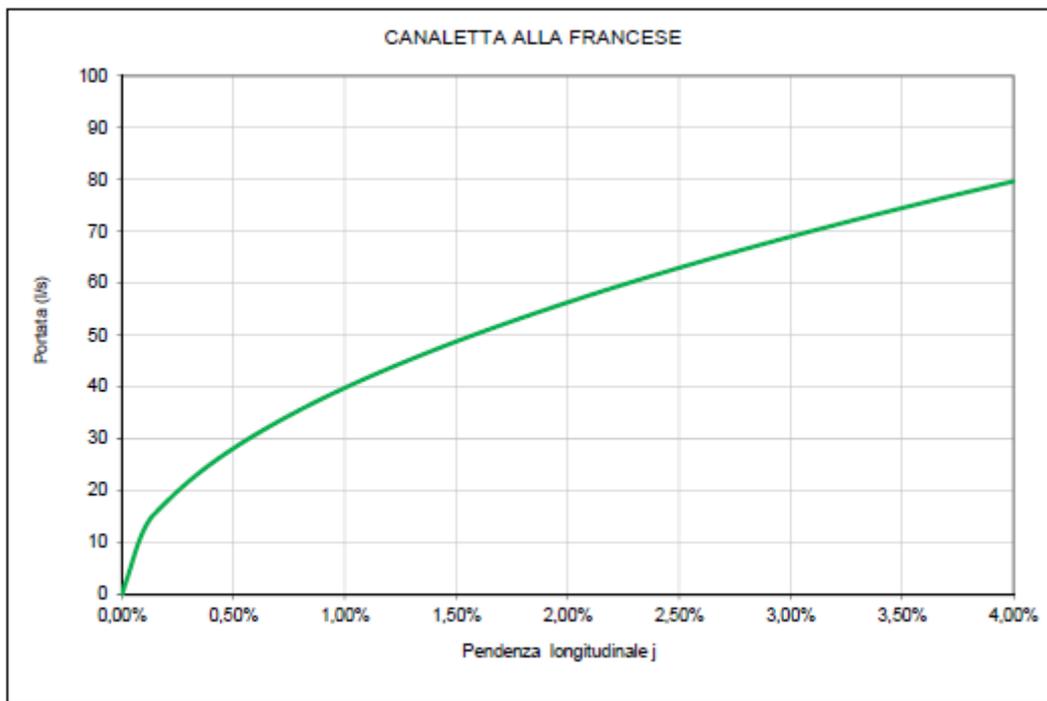
PROGETTAZIONE ATI:

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.



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 catturare 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:

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

Dove:

K_s = coefficiente di scabrezza di Gauckler – Strickler, assunto pari a 70 ($m^{1/3} / s$);

h = altezza massima ammissibile: $h = 12$ cm;

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

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

PROGETTAZIONE ATI:

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

i_l = pendenza longitudinale del tratto stradale;

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

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

Progressiva	Rilevato /Trincea	Larghezza a Max velo idrico	Altezza Max velo idrico	Tratto	Larghezza media carreggiata	Larghezza media scarpate tratti in trincea	Pendenza longitudinale	Pendenza trasversale	Portata massima evacuabile	Portata affluente unitaria	Interasse Max	Interasse progetto
		b	h		B	B sc	il	it	Q _{ev}	Q _{p.s.}	l _{max}	l
		[m]	[m]		[m]	[m]	[-]	[-]	[l/s]	[l/s/m]	[m]	[m]
0+419 - 0+484	Trincea	0.75	0.120	Curva	11.87	2.417	0.021	0.160	62.81	0.60	105.27	7.5
1+285 - 1+326,82	Trincea	0.75	0.120	Curva	11.59	0.000	0.014	0.160	52.20	0.48	107.78	7.5
1+598 - 1+620	Trincea	0.75	0.120	Curva	10.50	13.810	0.005	0.160	30.00	1.02	29.54	7.5
1+656 - 1+714,13	Trincea	0.75	0.120	Curva	10.50	7.417	0.010	0.160	42.92	0.75	57.35	7.5
2+580,34 + 2+685	Trincea	0.75	0.120	Curva	12.44	4.915	0.025	0.160	68.68	0.72	94.76	7.5
3+790 - 3+854	Trincea	0.75	0.120	Rettilineo	11.50	8.103	0.025	0.160	69.28	0.82	84.60	7.5
3+854 - 4+100	Trincea	0.75	0.120	Curva	12.07	9.185	0.025	0.160	68.15	0.89	76.74	7.5

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

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:

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

dove:

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

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

C = coefficiente di contrazione, pari a 0.6;

ρ = area efficace della grata, pari a 0.5.

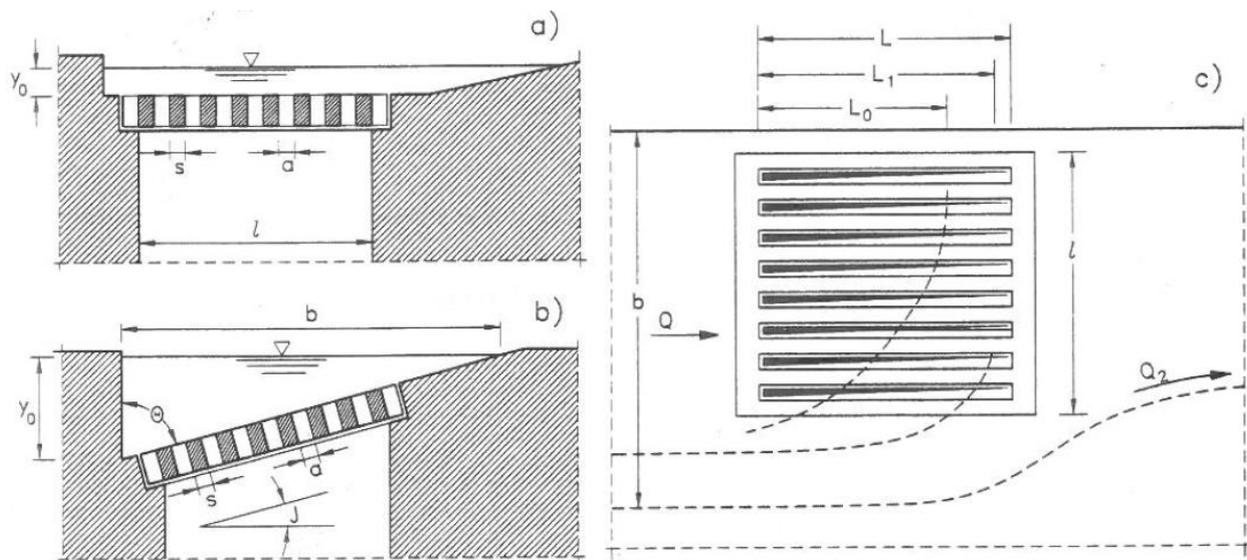


Figura 4-1: schema di deflusso in prossimità d'una caditoia "Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali", L. Da Deppo e C. Datei ed. Bois, Cosenza 1999.

Nella tabella seguente sono riportate le verifiche

Progressiva	Rilevato /Trincea	Pendenza trasversale	Portata affluente unitaria	Interasse progetto	Portata in ogni tratto di cunetta	h velo di progetto	Velocità corrente su cunetta	Froude	Lunghezza a griglia di progetto	Lunghezza minima griglia
			Qp.s.	I	Qout	Y0 pro	V0			
			[l/s/m]	[m]	[l/s]	[m]	[m/s]			
	[-]	it								
	[-]	[-]	[l/s/m]	[m]	[l/s]	[m]	[m/s]	[-]	[m]	[m]
0+419 - 0+484	Trincea	0.160	0.60	7.5	4.5	0.045	0.721	1.091	0.600	0.458
1+285 - 1+326,82	Trincea	0.160	0.48	7.5	3.6	0.044	0.596	0.905	0.600	0.410
1+598 - 1+620	Trincea	0.160	1.02	7.5	7.6	0.072	0.473	0.564	0.600	0.550
1+656 - 1+714,13	Trincea	0.160	0.75	7.5	5.6	0.056	0.574	0.774	0.600	0.483
2+580,34 + 2+685	Trincea	0.160	0.72	7.5	5.4	0.046	0.810	1.201	0.600	0.505
3+790 - 3+854	Trincea	0.160	0.82	7.5	6.1	0.048	0.840	1.220	0.600	0.532
3+854 - 4+100	Trincea	0.160	0.89	7.5	6.7	0.050	0.847	1.207	0.600	0.549

Tabella 4-5: verifica caditoie

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 7.5 m che convoglia le acque meteoriche, tramite bocchettoni Ø160, in un collettore in acciaio zincato (di diametro DN 450 e 600 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 $p = 7.5$ m e la situazione più critica che si verifica nell'impalcato in curva del ponte S. Antonio dove si drena l'intero impalcato per una larghezza totale 13.47 m si ha una portata massima generata pari a $Q_{max} = 4.22$ 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.

PROGETTAZIONE ATI:

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 4.4% e pendenza longitudinale del 0.1%) permette lo smaltimento di una portata 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 $Q_{max} = 4.22$ l/s per cui si conferma il passo $p = 7.5$ m scelto.

5. ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO

5.1. CONDOTTE IN PEAD CORRUGATO

Quando gli elementi di raccolta raggiungono il riempimento massimo, essi scaricano nei collettori sottostanti. Vengono utilizzate condotte in PEAD corrugato con diametri interni che vanno dal DI 300 mm al DI 800 mm, classe di rigidità anulare SN8, conformi alla norma UNI EN 1401.

PROGETTAZIONE ATI:

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 (mm)	Spessore (mm)	Diametro interno (mm)
350	25	300
465	32.5	400
580	40	500
700	50	600
830	15	800

Tabella 5-1: Diametri interni dei collettori in PEAD 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 $\varnothing \leq 400 \text{ mm}$ con la portata di progetto avente tempo di ritorno di 50 anni 70% per $\varnothing > 400 \text{ mm}$.

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 $\varnothing 450$ e $\varnothing 600$ 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 $90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. I risultati delle verifiche sono riportati in forma tabellare in allegato.

5.3. FOSSI DI GUARDIA

I fossi di guardia sono tutti di forma trapezoidale in cav 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. 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.

PROGETTAZIONE ATI:

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 m³) 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°8 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 massimo la necessità di operazioni di manutenzione, evitando l'inserimento di meccanismi elettrici ovvero elettro-idraulici;
- 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.

PROGETTAZIONE ATI:

Si è quindi determinata la portata massima derivante dell'evento di pioggia relativo adottato per la verifica dei collettori (Tr=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:

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

dove

V_s = velocità di sedimentazione, in cm/s

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 mm²/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;

PROGETTAZIONE ATI:

- 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. (km)	Ltot VASCA (m)	L1 (m)	L2 (m)	L=L1+L2 (m)	Qpp (l/s)	Q50 (l/s)
PP.01	0+700	12	7.4	6.4	13.8	48	391
PP.02	1+175	12	7.4	6.4	13.8	46	376
PP.03	1+656	12	7.4	6.4	13.8	7	51
PP.04	2+578	12	7.4	6.4	13.8	22	171
PP.05	3+075	12	7.4	6.4	13.8	36	289
PP.06	3+675	12	7.4	6.4	13.8	35	291
PP.07-1	4+100	12	7.4	6.4	13.8	40	315
PP.07-2	4+100	12	7.4	6.4	13.8	40	315

Nella tabella sottostante si riassumono le caratteristiche delle tubazioni afferenti alle vasche prima pioggia con le relative quote assolute di ingresso e di uscita.

Nome	Progr. (km)	Collettore DI (mm)	Quota ingresso (m slm)	Quota uscita (m slm)
PP.01	0+700	600	443,40	440,80
PP.02	1+175	800	430,85	428,25
PP.03	1+656	400	444,06	441,46
PP.04	2+578	500	410,50	407,90
PP.05	3+075	500	401,40	398,80
PP.06	3+675	500	400,50	397,90
PP.07-1	4+100	800	394,64	392,04
PP.07-2	4+100	800	394,54	391,94

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.

PROGETTAZIONE ATI:

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 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:

PROGETTAZIONE ATI:

$$\varphi^\circ = 0.9 \text{ Imp}^\circ + 0.2 \text{ Per}^\circ$$

$$\varphi = 0.9 \text{ Imp} + 0.2 \text{ Per}$$

in cui Imp e Per 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 (Per): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione;
- quota dell'area da ritenersi impermeabile (Imp): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione.

Oltre che alla superficie territoriale St, il calcolo dei valori I, P, Imp e Per, può essere riferito anche alla superficie dell'intero bacino scolante, Sb, di cui l'area dell'intervento fa parte. In questo caso, il volume w ottenuto con la formula [m³/ha] deve essere moltiplicato per la superficie Sb [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.

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 m³/m² di superficie stradale, ovvero poco più di 0,50 m³ 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 m³/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:

- 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);*

PROGETTAZIONE ATI:

- 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 vaso su strade e piazzali (*);*
- e. *dimensionamento con "strozzatura" delle grondaie e tetti piatti con opportuno bordo di vaso in modo da consentire un vaso sulle coperture (*, #);*
- f. *delle fognature interne al lotto (1 mc di tubo o canale = 0,8 mc di vaso);*
- 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 vaso 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 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+000 fino a 3+675 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. 1, 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 3+675 e 4+100 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.

PROGETTAZIONE ATI:

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 3+675 e 4+100.

7.1. VERIFICA VOLUMI INVARIANZA IDRAULICA

Per il tratto compreso tra le progressive 3+675 e 4+100 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 (punto *f* delle tipologie di cui al predetto D.G.R.) contribuisce per $142.0 \text{ m}^3 \times 0.8 = 114 \text{ m}^3$ a compensare parzialmente il volume di laminazione necessario, calcolato pari a 288 m^3 , residuano 174 m^3 che saranno immagazzinati in un'apposita vasca di laminazione da ubicarsi subito fuori 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 100 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 26 l/s, inferiore ai 32.88 l/s ammissibili ai sensi della D.G.R. n. 53.

PROGETTAZIONE ATI:

**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:

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

$$\phi = 0.9 Imp^* + 0.2 Per^* \quad \phi^* = 0.9 Imp + 0.2 Per$$

$w^* = 50$ mc/ha volume "convenzionale" d'invaso minima 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 RICAVATO dalla formula va moltiplicato per la Superficie territoriale dell'intervento

Oggetto:

(INSERIRE I DATI ESCLUSIVAMENTE NEI CAMPI CONTORNATI)

Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	16441,24	mq	Inserire la superficie totale dell'intervento
ANTE OPERAM				
Superficie impermeabile esistente	=	1057,54	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Imp*	=	0,06		
Superficie permeabile esistente (mq)	=	15383,70	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Per*	=	0,94		
Imp* + Per*	=	1,00		

POST OPERAM				
Superficie impermeabile trasformata o di progetto	=	6827,39	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Imp	=	0,42		
Superficie permeabile di progetto	=	9613,85	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Per	=	0,58		
Imp + Per	=	1,00		

INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA				
Superficie trasformata/livellata	=	16441,24	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^*	$0,9 \times Imp^* + 0,2 \times Per^*$	=	0,9	x	0,06	+	0,2	x	0,94	=	0,25
ϕ	$0,9 \times Imp + 0,2 \times Per$	=	0,9	x	0,42	+	0,2	x	0,58	=	0,49

w	$w = w^* (\phi / \phi^*)^{(1/n) - 1} - 15 I - w^* P$	=	50	x	3,80	-	15	x	1,00	-	50	x	0,00	=	175,09	mc/ha
w^*	50 mc/ha															
$(\phi / \phi^*)^{(1/n) - 1}$	2,00															
	1,92															

VOLUME MINIMO DI INVASO 175,09 : 10.000,00 x 16.441,24 = **287,86 mc**

Q Portata ammissibile sul corpo riceettore 20 l/s/ha 32,88 l/sec

PROGETTAZIONE ATI:

Codice condotta	Tipo	Lunghezza	Diametro interno	Volume invasato dal collettore
		L idr	DI	V
		[m]	[m]	[mc]
AP_CA_SX_3+675-3+790	PEAD DI 300	115,0	0,3	8,12
AP_CC_SX_3+790-4+025	PEAD DI 500	235,0	0,5	46,12
AP_CC_SX_4+025-4+100	PEAD DI 800	75,0	0,8	37,68
AP_CC_DX_3+790-3+820	PEAD DI 300	30,0	0,3	2,12
AP_CC_DX_3+820-3+986	PEAD DI 400	166,0	0,4	20,85
AP_CC_DX_3+986-4+025	PEAD DI 400	39,0	0,4	4,90
AP_CC_DX_4+025-4+100	PEAD DI 500	75,0	0,5	14,72
AP_T1_4+100	PEAD DI 800	16,0	0,8	8,04
TOTALE				142,55

Nella tabella sottostante si riassumono le caratteristiche delle tubazioni afferenti alla vasca di laminazione con le relative quote assolute di ingresso e di uscita.

Collettore	Collettore DI	Quota ingresso	Quota uscita
(km)	(mm)	(m slm)	(m slm)
Ingresso	800	391,40	
Uscita	100		389,90

APPENDICE 1

**DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI DELLE ACQUE METEORICHE DI
PIATTAFORMA**

PROGETTAZIONE ATI:

DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI DELLE ACQUE METEORICHE DI PIATTAFORMA																			
Codice condotta	Caratteristiche del bacino		Caratteristiche geometriche della condotta					Velocità di rete	Tempo di rete	Tempo di corrvazione	Intensità di pioggia	Coefficiente Udometrico	Portata	Scabrezza (Manning)	Altezza modo uniforme	Riempimento			
	Superficie totale	Coefficiente di afflusso medio	Tipo	Lunghezza	Pendenza minima	Diametro interno	Tempo accesso										L idr	J min	DI
	Stot [ha]	φm		[m]	[%]	[mm]	[sec]	[m/s]	[sec]	[sec]	[mm/ore]	[l/s ha]	[mc/s]	[m-1/3 s]	[m]	[%]			
AP_CA_SX_0+000-0+188	0,203843	1,00	PEAD DI 500	188	0,002	500	300	0,94	200	500	136,12	378,11	0,0771	0,0111	0,22	43%			
AP_T1_0+188	0,203843	1,00	PEAD DI 500	13	0,002	500	300	0,99	13	313	164,61	457,25	0,0932	0,0111	0,24	48%			
AP_CA_DX_0+188-0+419	0,481016	1,00	PEAD DI 600	231	0,002	600	300	1,17	197	497	136,22	378,40	0,1820	0,0111	0,32	54%			
AP_CC_DX_0+419-0+484	0,575316	1,00	PEAD DI 600	65	0,023	600	300	3,14	21	321	163,16	451,88	0,2600	0,0111	0,20	33%			
AP_CA_DX_0+484-0+500	0,594902	1,00	PEAD DI 600	16	0,023	600	300	3,18	5	305	166,13	460,15	0,2737	0,0111	0,20	34%			
AP_CA_SX_0+414-0+500	0,029943	0,90	PEAD DI 300	86	0,023	300	300	1,34	64	364	155,51	388,79	0,0116	0,0111	0,05	17%			
AP_T1_0+500	0,029943	0,90	PEAD DI 300	14	0,023	300	300	1,37	10	310	165,16	412,89	0,0124	0,0111	0,05	18%			
AP_CA_DX_0+500-0+700	0,864049	0,99	PEAD DI 600	200	0,035	600	300	4,05	49	349	157,76	435,82	0,3766	0,0111	0,22	36%			
AP_T1_0+700	0,864049	0,99	PEAD DI 600	68,48	0,035	600	300	4,09	17	317	163,89	452,76	0,3912	0,0111	0,22	37%			
AP_T2_0+700	0,864049	0,99	PEAD DI 600	56,89	0,005	600	300	1,98	29	329	161,70	446,71	0,3860	0,0111	0,39	65%			
AP_CA_DX_0+700-0+925	0,269104	1,00	PEAD DI 300	225	0,050	300	300	3,49	64	364	155,10	430,83	0,1159	0,0111	0,14	47%			
AP_CA_DX_0+925-1+025	0,388706	1,00	PEAD DI 500	100	0,023	500	300	2,84	35	335	160,48	445,76	0,1733	0,0111	0,17	34%			
AP_CP_DX_1+025-1+160	0,550545	1,00	ACC DN 600	135	0,002	600	300	1,23	110	410	148,38	412,16	0,2269	0,0111	0,37	62%			
AP_CA_DX_1+160-1+175	0,567330	1,00	PEAD DI 800	15	0,002	800	300	1,27	12	312	164,86	457,94	0,2598	0,0111	0,34	42%			
AP_CA_SX_1+327-1+285	0,088843	0,96	PEAD DI 300	42	0,014	300	300	1,63	26	326	162,26	434,90	0,0386	0,0111	0,11	37%			
AP_CC_DX_1+327-1+285	0,037960	0,90	PEAD DI 300	42	0,014	300	300	1,24	34	334	160,83	402,07	0,0153	0,0111	0,07	22%			
AP_T1_1+285	0,088843	0,96	PEAD DI 300	15	0,014	300	300	1,64	9	309	165,35	443,18	0,0394	0,0111	0,11	37%			
AP_CC_DX_1+285-1+175	0,263273	0,97	PEAD DI 500	110	0,009	500	300	1,79	61	361	155,88	421,62	0,1110	0,0111	0,17	35%			
AP_T1_1+175	0,830603	0,99	PEAD DI 800	38	0,009	800	300	2,42	16	316	164,12	452,10	0,3755	0,0111	0,27	34%			
AP_T2_1+175	0,830603	0,99	PEAD DI 800	39	0,002	800	300	1,40	28	328	161,87	445,90	0,3704	0,0111	0,42	52%			
AP_CC_DX_1+598-1+620	0,029532	0,90	PEAD DI 300	22	0,005	300	300	0,80	28	328	161,97	404,93	0,0120	0,0111	0,08	26%			
AP_CA_DX_1+620-1+656	0,029532	0,90	PEAD DI 300	36	0,005	300	300	0,79	46	346	158,86	397,16	0,0117	0,0111	0,08	25%			
AP_T1_1+656	0,029532	0,90	PEAD DI 300	12	0,005	300	300	0,80	15	315	164,26	410,66	0,0121	0,0111	0,08	26%			
AP_CC_SX_1+598-1+620	0,051589	0,94	PEAD DI 300	22	0,005	300	300	0,96	23	323	162,80	424,67	0,0219	0,0111	0,11	36%			
AP_CA_SX_1+620-1+656	0,088863	0,96	PEAD DI 400	36	0,005	400	300	1,10	33	333	161,03	431,48	0,0383	0,0111	0,13	32%			
AP_T2_1+656	0,118395	0,95	PEAD DI 400	21	0,005	400	300	1,19	18	318	163,77	431,49	0,0511	0,0111	0,15	37%			
AP_T3_1+656	0,118395	0,95	PEAD DI 400	9,89	0,005	400	300	1,19	8	308	165,51	436,08	0,0516	0,0111	0,15	37%			
AP_CC_DX_1+656-1+714	0,080990	0,90	PEAD DI 300	54	0,010	300	300	1,37	39	339	159,79	399,48	0,0324	0,0111	0,11	36%			
AP_CP_DX_2+503-2+578	0,401252	0,94	ACC DN 450	75	0,025	450	300	2,95	25	325	162,27	424,11	0,1702	0,0111	0,18	39%			
AP_CC_SX_1+656-1+714	0,211669	0,93	PEAD DI 400	58	0,010	400	300	1,78	33	333	160,99	414,22	0,0877	0,0111	0,17	41%			
AP_T1_2+503	0,211669	0,93	PEAD DI 400	12	0,025	400	300	2,49	5	305	166,17	427,55	0,0905	0,0111	0,13	33%			
AP_T1_2+578	0,401252	0,94	PEAD DI 500	68	0,025	500	300	2,91	23	323	162,68	425,18	0,1706	0,0111	0,17	33%			
AP_T2_2+578	0,401252	0,94	PEAD DI 500	41	0,025	500	300	2,92	14	314	164,42	429,75	0,1724	0,0111	0,17	34%			
AP_CC_SX_2+578-2+663	0,032354	0,90	PEAD DI 300	85	0,025	300	300	1,42	60	360	156,18	390,44	0,0126	0,0111	0,05	17%			

RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE

AP_T1_2+663	0,032354	0,90	PEAD DI 300	11	0,025	300	300	1,45	8	308	165,65	414,13	0,0134	0,0111	0,05	18%
AP_CC_DX_2+578-2+663	0,164812	0,96	PEAD DI 300	85	0,025	300	300	2,37	36	336	160,39	427,50	0,0705	0,0111	0,13	43%
AP_CC_DX_2+663-2+685	0,230567	0,95	PEAD DI 400	22	0,025	400	300	2,56	9	309	165,45	437,77	0,1009	0,0111	0,14	35%
AP_CA_DX_2+685-2+850	0,412770	0,97	PEAD DI 500	165	0,025	500	300	2,94	56	356	156,65	423,60	0,1748	0,0111	0,17	34%
AP_CA_DX_2+850-3+075	0,649019	0,98	PEAD DI 500	225	0,010	500	300	2,35	96	396	150,06	409,81	0,2660	0,0111	0,28	56%
AP_T1_3+075	0,649019	0,98	PEAD DI 500	52,25	0,010	500	300	2,41	22	322	163,03	445,22	0,2890	0,0111	0,30	60%
AP_T2_3+075	0,649019	0,98	PEAD DI 500	202	0,010	500	300	2,35	86	386	151,69	414,27	0,2689	0,0111	0,28	56%
AP_CA_DX_3+075-3+187	0,118018	1,00	PEAD DI 300	112	0,010	300	300	1,55	72	372	154,11	428,07	0,0505	0,0111	0,14	47%
AP_T1_3+187	0,118018	1,00	PEAD DI 400	12	0,010	400	300	1,55	8	308	165,62	460,06	0,0543	0,0111	0,13	32%
AP_CA_SX_3+187-3+425	0,367500	1,00	PEAD DI 500	238	0,012	500	300	2,17	110	410	147,76	410,45	0,1508	0,0111	0,19	38%
AP_CA_SX_3+425-3+675	0,630000	1,00	PEAD DI 500	250	0,018	500	300	2,93	85	385	151,58	421,04	0,2653	0,0111	0,23	47%
AP_T1_3+675	0,630000	1,00	PEAD DI 500	13,18	0,030	500	300	3,62	4	304	166,39	462,21	0,2912	0,0111	0,21	43%
AP_T2_3+675	0,630000	1,00	PEAD DI 500	61,86	0,030	500	300	3,60	17	317	163,82	455,06	0,2867	0,0111	0,21	42%
AP_CA_SX_3+675-3+790	0,120750	1,00	PEAD DI 300	115	0,023	300	300	2,13	54	354	157,14	436,49	0,0527	0,0111	0,11	38%
AP_CC_SX_3+790-4+025	0,617727	0,96	PEAD DI 500	235	0,030	500	300	3,50	67	367	154,54	412,47	0,2548	0,0111	0,20	40%
AP_CC_SX_4+025-4+100	0,731061	0,96	PEAD DI 800	75	0,002	800	300	1,33	56	356	156,83	419,54	0,3067	0,0111	0,37	47%
AP_CC_DX_3+790-3+820	0,015367	0,90	PEAD DI 300	30	0,030	300	300	1,21	25	325	162,46	406,16	0,0062	0,0111	0,03	12%
AP_CC_DX_3+820-3+986	0,254058	0,90	PEAD DI 400	166	0,030	400	300	2,72	61	361	155,85	389,63	0,0990	0,0111	0,13	33%
AP_CC_DX_3+986-4+025	0,306272	0,90	PEAD DI 400	39	0,030	400	300	2,91	13	313	164,54	411,36	0,1260	0,0111	0,15	37%
AP_CC_DX_4+025-4+100	0,334134	0,90	PEAD DI 500	75	0,002	500	300	1,07	70	370	154,62	386,54	0,1292	0,0111	0,29	59%
RSS73_CA_NORD_1	0,046137	1,00	PEAD DI 300	73	0,002	300	300	0,66	111	411	148,50	412,49	0,0190	0,0111	0,13	42%
RSS73_NORD_T1	0,046137	1,00	PEAD DI 300	12	0,002	300	300	0,68	18	318	163,77	454,92	0,0210	0,0111	0,13	45%
RSS73_CC_OVEST_1	0,015960	0,90	PEAD DI 300	73	0,002	300	300	0,47	155	455	142,32	355,79	0,0057	0,0111	0,07	22%
RSS73_CC_OVEST_2	0,112895	0,96	PEAD DI 500	27	0,002	500	300	0,83	33	333	161,07	431,12	0,0487	0,0111	0,17	34%
RSS73_CA_NORD_2	0,134253	0,95	PEAD DI 400	77	0,002	400	300	0,86	90	390	151,65	402,25	0,0540	0,0111	0,20	50%
RSS73_NORD_T2	0,134253	0,95	PEAD DI 500	12	0,002	500	300	0,87	14	314	164,49	436,31	0,0586	0,0111	0,19	37%
RSS73_CC_EST_1	0,061473	0,97	PEAD DI 300	52	0,030	300	300	0,83	63	363	155,98	420,04	0,0258	0,0111	0,13	45%
RSS73_CC_EST_2	0,264491	0,96	PEAD DI 500	41	0,002	500	300	1,04	39	339	159,77	424,62	0,1123	0,0111	0,27	54%
AP_T1_4+100	0,843956	0,96	PEAD DI 800	16	0,010	800	300	2,52	6	306	165,88	443,78	0,3745	0,0111	0,27	33%
AP_T2_4+100	1,442581	0,95	PEAD DI 800	20	0,010	800	300	2,91	7	307	165,78	436,23	0,6293	0,0111	0,35	44%
RSS73_NORD_T3	1,442581	0,95	PEAD DI 800	145	0,005	800	300	2,21	66	366	155,16	408,29	0,5890	0,0111	0,42	52%

APPENDICE 2

DIMENSIONAMENTO DEI FOSSI DI GUARDIA

PROGETTAZIONE ATI:

DIMENSIONAMENTO FOSSI DI GUARDIA																	
Codice fosso di guardia	Caratteristiche del bacino		Caratteristiche geometriche del fosso trapezoidale														
	Superficie totale	Coefficiente di afflusso medio	Sezione tipo	Lunghezza	Pendenza minima	Larghezza di fondo	Materiale	Tempo accesso	Velocità di rete	Tempo di rete	Tempo di corrvazione	Intensità di pioggia	Coefficiente Udometrico	Portata	Scabrezza (Manning)	Altezza modo uniforme	Riempimento
	Stot [ha]	φm		L idr [m]	J min [%]	B [m]		Ta [sec]	Vr [m/s]	Tr [sec]	Tc [sec]	i [mm/ore]	u [l/s ha]	Q [mc/s]	Ks [m-1/3 s]	h [m]	[%]
AP-FP-SX 0+025-0+150	0,77	0,55	1	133,77	0,2%	0,3	CAV	900	1,11	120	1020	95,33	144,92	0,1120	0,0125	0,20	67%
AP-FP-DX 0+025-0+150	0,17	0,90	1	134,33	1,2%	0,3	CAV	300	1,69	80	380	153,06	382,64	0,0638	0,0125	0,10	32%
AP-FP-SX 0+300-0+175	0,21	0,92	1	120,76	0,2%	0,3	CAV	900	0,87	140	1040	94,36	239,84	0,0504	0,0125	0,13	45%
SL1-FT-SX 0+250-0+200	0,43	0,50	1	54,99	2,0%	0,3	CAV	900	1,95	81	981	97,37	135,24	0,0586	0,0125	0,08	26%
AP-FP-SX 0+300-0+325	0,04	0,92	1	20,52	9,0%	0,3	CAV	900	1,66	12	912	101,19	258,08	0,0099	0,0125	0,02	6%
AP-FP-DX 0+200-0+317	0,21	0,90	1	123,61	0,2%	0,3	CAV	300	1,00	124	424	146,29	365,71	0,0785	0,0125	0,17	56%
AP-FP-DX 0+188-0+160	0,03	0,90	1	22,87	0,2%	0,3	CAV	300	0,55	41	341	159,48	398,71	0,0124	0,0125	0,06	21%
SL1-FT-SX 0+250-0+325	0,50	0,54	1	82,27	1,0%	0,3	CAV	900	1,69	72	972	97,84	147,00	0,0734	0,0125	0,11	36%
AP-FP-SX 0+450-0+325	0,51	0,79	1	134,68	0,2%	0,3	CAV	300	1,25	108	408	148,64	326,19	0,1656	0,0125	0,24	81%
AP-FP-DX 0+450-0+325	0,06	0,90	1	130,90	0,2%	0,3	CAV	300	0,66	199	499	136,24	340,60	0,0213	0,0125	0,08	28%
SL1-FT-SX 0+450-0+325	2,14	0,60	2	137,16	3,5%	0,5	CAV	900	3,82	82	982	97,32	160,99	0,3447	0,0125	0,14	28%
AP-FT-SX 0+475-0+500	0,08	0,50	1	36,47	14,5%	0,3	CAV	900	2,03	18	918	100,87	140,09	0,0117	0,0125	0,02	6%
AP-FP-SX 0+500-0+550	0,58	0,51	1	46,36	6,5%	0,3	CAV	900	3,25	78	978	97,54	138,33	0,0807	0,0125	0,07	23%
AP-FP-SX 0+550-0+675	3,89	0,51	2	126,09	5,0%	0,5	CAV	900	4,96	124	1024	95,11	135,91	0,5287	0,0125	0,16	32%
AP-FP-DX 0+500-0+625	0,20	0,71	1	133,06	5,5%	0,3	CAV	900	2,39	56	956	98,73	195,84	0,0401	0,0125	0,05	16%
SL2-FT-SX 0+550-0+625	0,10	0,50	1	72,99	5,9%	0,3	CAV	900	1,66	44	944	99,38	138,02	0,0131	0,0125	0,02	8%
SL2-FT-SX 0+675-0+750	4,37	0,51	2	85,92	3,8%	0,5	CAV	900	4,61	220	1120	90,58	129,04	0,5633	0,0125	0,18	36%
SL2-FT-SX 0+750-0+950	2,46	0,50	1	221,21	0,6%	0,3	CAV	900	2,25	98	998	96,44	133,95	0,3290	0,0125	0,26	87%
SL2-FP-SX 0+950-1+050	9,75	0,51	3	187,46	0,2%	0,7	CAV	900	1,96	532	1432	78,96	112,02	1,0920	0,0125	0,47	67%
SL2-FP-DX 0+700-1+025	0,27	0,92	1	377,27	1,3%	0,3	CAV	900	1,74	216	1116	90,76	232,45	0,0623	0,0125	0,09	30%
AP-FP-SX 0+700-0+750	0,14	0,82	1	45,65	11,0%	0,3	CAV	300	3,31	14	314	164,49	375,98	0,0540	0,0125	0,05	16%
AP-FP-DX 0+650-0+775	0,51	0,75	1	137,57	0,2%	0,3	CAV	900	1,07	128	1028	94,93	197,67	0,1000	0,0125	0,19	63%
AP-FP-SX 0+750-1+025	0,99	0,66	1	298,71	3,1%	0,3	CAV	900	3,27	91	991	96,81	178,37	0,1760	0,0125	0,13	42%
AP-FP-DX 0+775-0+900	0,37	0,90	1	120,98	3,4%	0,3	CAV	300	3,21	38	338	160,14	400,35	0,1496	0,0125	0,11	38%
AP-FP-DX 0+950-0+900	0,10	0,90	1	49,07	1,5%	0,3	CAV	300	1,58	31	331	161,32	403,31	0,0416	0,0125	0,07	24%
AP-FP-DX 0+950-1+025	0,18	0,90	1	67,67	1,5%	0,3	CAV	300	1,82	37	337	160,24	400,61	0,0726	0,0125	0,10	32%
AP-FP-SX 1+050-1+100	11,00	0,53	3	35,13	3,5%	0,7	CAV	900	4,94	1268	2168	61,95	91,96	1,0119	0,0125	0,21	30%
AP-FP-SX 1+200-1+150	0,28	0,73	1	67,2	4,2%	0,3	CAV	300	2,94	23	323	162,81	330,48	0,0934	0,0125	0,08	28%
AP-FP-SX 1+350-1+200	0,18	0,63	1	186,06	7,7%	0,3	CAV	300	2,83	66	366	155,35	270,73	0,0475	0,0125	0,05	16%
SL6-FP-SX 1+275-1+150	0,61	0,54	1	130,04	1,0%	0,3	CAV	300	2,09	62	362	155,90	235,83	0,1433	0,0125	0,15	51%
SL6-FP-SX 1+144-1+150	0,11	0,94	1	36,33	2,2%	0,3	CAV	300	1,90	19	319	163,50	427,41	0,0486	0,0125	0,07	23%
SL6-FP-SX 1+250-1+275	1,41	0,51	2	96,85	10,0%	0,5	CAV	900	4,41	66	966	98,15	138,73	0,1962	0,0125	0,08	15%
AP-FP-DX 1+350-1+275	1,16	0,50	1	98,08	8,9%	0,3	CAV	900	4,52	52	952	98,91	137,38	0,1593	0,0125	0,20	65%

RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE

AP-FP-DX 1+275-1+144	2,87	0,55	2	114,15	2,7%	0,5	CAV	300	4,44	26	326	162,29	246,39	0,7076	0,0125	0,22	44%
SL6-FP-DX 1+250-1+144	0,44	0,67	1	129,56	3,7%	0,3	CAV	900	2,68	48	948	99,14	183,86	0,0812	0,0125	0,08	27%
AP-FP-DX 1+144-1+050	3,31	0,56	2	55,82	4,5%	0,5	CAV	900	4,78	12	912	101,24	158,23	0,5243	0,0125	0,16	33%
AP-FT-SX 1+575-1+650	0,03	0,50	1	69,99	13,0%	0,3	CAV	900	1,38	51	951	99,00	137,50	0,0048	0,0125	0,01	4%
AP-FT-DX 1+575-1+650	0,22	0,50	1	55,42	17,4%	0,3	CAV	900	3,07	26	926	100,43	139,48	0,0303	0,0125	0,03	10%
AP-FT-SX 1+725-1+675	0,14	0,50	1	93,03	8,4%	0,3	CAV	900	2,10	44	944	99,36	138,00	0,0196	0,0125	0,03	9%
SL7-FP-SX 1+700-1+675	0,32	1,50	2	44,16	0,2%	0,5	CAV	300	1,21	119	419	146,99	612,44	0,1951	0,0125	0,22	45%
AP-FT-DX 1+575	0,06	0,50	1	47,76	1,0%	0,3	CAV	900	0,77	62	962	98,36	136,61	0,0078	0,0125	0,03	10%
AP-FT-SX 2+475-2+525	0,11	0,50	1	58,23	0,2%	0,3	CAV	900	0,58	101	1001	96,30	133,74	0,0150	0,0125	0,07	23%
AP-FT-DX 2+475-2+525	0,07	0,50	1	48,16	0,3%	0,3	CAV	900	0,56	87	987	97,05	134,79	0,0094	0,0125	0,05	16%
SL4-FT-SX 2+575	0,04	0,50	1	36,13	9,7%	0,3	CAV	900	1,18	31	931	100,14	139,08	0,0049	0,0125	0,01	4%
SL4-NORD	0,29	0,51	1	25,42	15,0%	0,3	CAV	900	3,33	8	908	101,47	143,10	0,0418	0,0125	0,04	12%
SL4-FT-OVEST	0,29	0,51	1	13,62	8,2%	0,3	CAV	900	2,75	5	905	101,63	143,33	0,0419	0,0125	0,04	15%
AP-FT-SX 2+675-2+600	0,24	0,51	1	128,51	0,2%	0,3	CAV	900	0,74	174	1074	92,69	131,16	0,0313	0,0125	0,10	35%
AP-FT-DX 2+625-2+575	0,06	0,50	1	56,34	0,3%	0,3	CAV	900	0,54	104	1004	96,13	133,51	0,0085	0,0125	0,05	15%
SL4-FT-DX 2+575	0,24	0,50	1	59,7	0,2%	0,3	CAV	900	0,74	107	1007	96,01	133,34	0,0316	0,0125	0,11	35%
SL4-FP-SX 2+575	0,24	0,50	1	15,90	10,0%	0,3	CAV	900	2,70	6	906	101,58	141,08	0,0335	0,0125	0,04	12%
AP-FT-DX 2+625-2+775	0,95	0,51	1	154,47	3,0%	0,3	CAV	900	2,96	52	952	98,92	139,92	0,1335	0,0125	0,11	37%
AP-FP-SX 2+800-2+775	0,02	0,90	1	17,22	0,3%	0,3	CAV	300	0,53	33	333	161,05	402,63	0,0082	0,0125	0,05	15%
AP-FP-DX 2+800-2+775	0,00	0,90	1	16,96	8,6%	0,3	CAV	300	0,77	22	322	162,99	407,47	0,0018	0,0125	0,01	3%
AP-FP-SX 2+800-3+100	0,52	0,90	1	300,61	2,7%	0,3	CAV	300	3,24	93	393	150,96	377,39	0,1963	0,0125	0,14	46%
AP-FP-DX 2+800-3+100	7,00	0,51	3	289,63	0,2%	0,7	CAV	900	1,83	263	1163	88,72	125,82	0,8807	0,0125	0,43	61%
SL5-FP-SX 3+100	0,41	0,50	1	68,61	8,1%	0,3	CAV	900	3,09	22	922	100,62	139,75	0,0578	0,0125	0,05	18%
AP-FP-SX 3+175-3+125	0,11	0,90	1	70,66	0,2%	0,3	CAV	300	0,80	88	388	151,76	379,40	0,0404	0,0125	0,12	40%
AP-FP-DX 3+125-3+250	0,52	0,68	1	144,25	0,2%	0,3	CAV	900	1,05	138	1038	94,45	178,77	0,0924	0,0125	0,18	61%
SL5-FP-DX 3+125-3+250	1,39	0,50	2	159,35	0,2%	0,5	CAV	900	1,19	147	1047	93,97	130,52	0,1819	0,0125	0,21	43%
AP-FP-SX 3+175-3+250	0,08	0,90	1	58,82	0,2%	0,3	CAV	300	0,73	81	381	152,86	382,14	0,0303	0,0125	0,10	34%
AP-FP-DX 3+375-3+250	0,51	0,72	1	122,45	0,2%	0,3	CAV	900	1,06	115	1015	95,57	189,96	0,0966	0,0125	0,19	62%
SL5-FT-DX 3+375-3+250	1,48	0,50	1	125,67	4,3%	0,3	CAV	900	3,83	62	962	98,40	136,67	0,2028	0,0125	0,12	42%
AP-FP-SX 3+250-3+450	0,31	0,90	1	197,52	2,0%	0,3	CAV	300	2,47	80	380	153,03	382,58	0,1177	0,0125	0,11	38%
AP-FP-DX 3+375-3+450	0,30	0,76	1	72,45	5,4%	0,3	CAV	900	2,82	26	926	100,42	212,59	0,0639	0,0125	0,06	21%
SL5-FT-DX 3+375-3+450	0,48	0,51	1	73,09	8,5%	0,3	CAV	900	3,30	40	940	99,63	140,63	0,0672	0,0125	0,06	19%
AP-FP-SX 3+525-3+450	0,11	0,90	1	58,8	0,2%	0,3	CAV	300	0,81	73	373	154,18	385,46	0,0414	0,0125	0,12	41%
AP-FP-DX 3+475-3+450	0,08	0,78	1	24,31	0,2%	0,3	CAV	300	0,73	34	334	160,89	346,97	0,0294	0,0125	0,10	34%
SL5-FP-DX 3+525-3+450	0,37	0,52	1	67,98	0,2%	0,3	CAV	900	0,86	125	1025	95,08	136,20	0,0499	0,0125	0,13	45%
AP-FP-DX 3+475-3+725	0,67	0,75	2	237,56	0,2%	0,5	CAV	900	1,05	226	1126	90,34	187,41	0,1259	0,0125	0,18	35%
SL5-FT-DX 3+525-3+725	4,48	0,51	2	196,64	0,2%	0,5	CAV	900	1,68	271	1171	88,41	126,04	0,5650	0,0125	0,38	76%
AP-FP-SX 3+600-3+750	0,08	0,90	1	120,76	0,2%	0,3	CAV	300	0,70	172	472	139,68	349,21	0,0269	0,0125	0,10	32%
AP-FP-SX 3+750-3+725	0,02	0,90	1	29,98	0,3%	0,3	CAV	300	0,52	57	357	156,78	391,94	0,0085	0,0125	0,05	16%
SL5-FT-DX 3+800-3+725	1,29	0,53	1	91,6	5,4%	0,3	CAV	900	4,04	70	970	97,97	145,19	0,1868	0,0125	0,11	37%
AP-FP-SX 3+800-3+750	0,02	0,90	1	37,77	8,3%	0,3	CAV	300	1,37	28	328	161,97	404,91	0,0070	0,0125	0,02	5%
AP-FT-DX 3+925-3+800	1,27	0,50	1	136,36	6,3%	0,3	CAV	900	4,16	45	945	99,33	137,96	0,1755	0,0125	0,10	35%

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE

AP-FT-DX 3+925-4+100	2,29	0,50	1	204,65	5,2%	0,3	CAV	900	4,71	48	948	99,18	137,75	0,3156	0,0125	0,15	50%
AP-FT-SX 4+025-4+100	0,10	0,50	1	69,68	5,7%	0,3	CAV	900	1,57	44	944	99,36	138,00	0,0134	0,0125	0,03	9%
AP-FP-DX 4+100-4+125	4,22	0,50	2	43,7	0,2%	0,5	CAV	900	1,38	1402	2302	59,77	83,01	0,3500	0,0125	0,30	60%
AP-FP-DX 4+125-4+150	0,41	0,50	1	41,29	0,2%	0,3	CAV	900	0,86	230	1130	90,17	125,24	0,0512	0,0125	0,14	45%
AP-FP-SX 4+100-4+125	0,13	0,50	1	28,22	0,2%	0,3	CAV	900	0,63	45	945	99,34	137,97	0,0185	0,0125	0,08	26%
AP-FP-SX 4+125-4+150	0,72	0,50	1	47,25	0,2%	0,3	CAV	900	1,03	299	1199	87,26	121,20	0,0877	0,0125	0,18	60%
AP-FP-DX 4+150	0,02	0,90	1	45,97	0,3%	0,3	CAV	300	0,47	97	397	150,34	375,84	0,0068	0,0125	0,04	14%
AP-FP-SX 4+150	0,02	0,90	1	43,73	0,2%	0,3	CAV	300	0,20	218	518	133,97	334,92	0,0060	0,0125	0,04	14%
AP-FP-SX 4+175	4,66	0,50	3	47,77	0,2%	0,7	CAV	900	1,68	29	929	100,26	140,17	0,6537	0,0125	0,37	52%
AP-FP-DX 4+175	0,90	0,52	2	48,55	0,2%	0,5	CAV	900	1,06	46	946	99,27	142,87	0,1283	0,0125	0,18	36%
SL3-FP-DX 1+025	0,18	0,90	2	13,72	11,0%	0,5	CAV	300	3,20	4	304	166,27	415,69	0,0753	0,0125	0,04	9%
SL8-FT-DX 1	1,06	0,50	1	131,34	0,2%	0,3	CAV	900	1,18	136	1036	94,51	131,27	0,1393	0,0125	0,22	75%
SL8-FP-SX 2	0,16	0,94	1	119,96	0,2%	0,3	CAV	300	0,91	132	432	145,14	378,33	0,0600	0,0125	0,15	49%
SL8-FT-SX 3	1,33	0,55	1	57,8	3,8%	0,3	CAV	300	4,30	13	313	164,56	252,38	0,3363	0,0125	0,17	56%
SL8-FP-SX 4	0,51	0,58	1	85,6	5,2%	0,3	CAV	900	3,02	40	940	99,63	161,09	0,0824	0,0125	0,07	24%
SL8-FT-SX 5	0,30	0,54	1	86,95	0,6%	0,3	CAV	900	1,20	72	972	97,83	147,79	0,0447	0,0125	0,09	31%
SL8-FP-DX 6	0,60	0,63	1	172,54	0,2%	0,3	CAV	900	1,06	162	1062	93,26	163,03	0,0977	0,0125	0,19	63%