

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J54F18000010009

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

ELETTRIFICAZIONE E POTENZIAMENTO LINEA BARLETTA - CANOSA DI PUGLIA

FERMATA OSPEDALE

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

SCALA:

--

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

IA6D 01 D 26 RH ID0002 001 A

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|---------------------|---|----------|------------|----------|-------------|----------|-----------------------|
| A | Emissione Esecutiva | ATI Sintagma - Ambiente MPA - Tunnel Consult | Lug-2020 | M. Ventura | Lug-2020 | T. Parfetti | Lug-2020 | A. Perego Lug-2020 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |



File: IA6D01D26RHID0002001A

n. Elab.: 6

IDRAULICA E IDROLOGIA

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|---------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 2 di 41 |

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

INDICE

| | |
|---|----|
| 1. PREMESSA | 4 |
| 2. COMPATIBILITÀ IDRAULICA INTERVENTI..... | 5 |
| 3. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DEGLI ELEMENTI | 10 |
| 3.1 IL METODO DELL'INVASO..... | 10 |
| 3.2 SEZIONI CHIUSE..... | 13 |
| 3.3 SEZIONI APERTE | 15 |
| 3.4 DIMENSIONAMENTO COLLETTORI | 17 |
| 3.5 CALCOLO PLUVIALI..... | 21 |
| 3.6 VASCA DI PRIMA PIOGGIA | 22 |
| 3.7 VASCA DI IRRIGAZIONE..... | 24 |
| 3.8 VASCA DI DISPERSIONE | 28 |
| 3.9 POZZETTI DI TIPO DRENANTE | 34 |
| 4. ACQUE METEORICHE RICADENTI SULLA PIATTAFORMA STRADALE..... | 36 |
| 4.1 FOSSI DI GUARDIA DI TIPO DRENANTE | 36 |
| 4.2 COLLETTORI | 38 |
| 4.3 EMBRICI..... | 40 |

INDICE DELLE FIGURE

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Stralcio Carta PAI Aree a pericolosità idraulica (in rosso area di intervento) | 7 |
| Figura 2 – Stralcio Carta PAI Aree a rischio idraulico (in rosso area di intervento)..... | 8 |
| Figura 3 – Stralcio Carta PPTR (in verde area di intervento)..... | 9 |
| Figura 4 – Andamento della portata in funzione della sezione liquida della condotta | 13 |
| Figura 5 – Superfici di competenza pluviali..... | 21 |
| Figura 6 – Calcolo volume vasca a dispersione | 30 |
| Figura 7 – Prova di permeabilità 1 | 32 |
| Figura 8 – Prova di permeabilità 2 | 33 |
| Figura 9 – Calcolo pozzetti disperdenti | 35 |

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|---------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 3 di 41 |

| | |
|--|----|
| Figura 10 – Calcolo fossi disperdenti | 38 |
| Figura 11 – Dettaglio degli embrici in pianta e in sezione | 41 |

INDICE DELLE TABELLE

| | |
|---|----|
| Tabella 1 – Valori di $\zeta_\alpha(z)$ in funzione di α | 16 |
| Tabella 2 – Calcolo collettori | 19 |
| Tabella 3 – Valori di $\zeta_\alpha(z)$ in funzione di α | 22 |
| Tabella 4 – Fabbisogni idrici annui | 25 |
| Tabella 5 – Stima volume accumulo | 25 |
| Tabella 6 – Calcolo tempo svuotamento | 31 |
| Tabella 7 – Calcolo tempo svuotamento | 35 |
| Tabella 8 – Calcolo tempo svuotamento | 38 |
| Tabella 9 – Verifica collettore DN500 | 40 |

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|---------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 4 di 41 |

1. Premessa

L'elettrificazione ed il potenziamento della linea Barletta-Canosa-Spinazzola rappresentano una risposta all'obiettivo di PRT di massimizzare l'accessibilità territoriale alla rete AC/AV attraverso un coordinamento con i servizi delle linee regionali in alcuni nodi ferroviari di interscambio sul territorio pugliese adeguatamente attrezzati su cui convergono le linee della rete regionale.

Nell'ambito di tale progetto, la realizzazione della nuova fermata "Barletta Ospedale" fra Barletta e Canne della Battaglia (approssimativamente al km 2,51), rappresenta una risposta agli obiettivi di Piano di integrazione con altri sistemi di trasporto.

Da un lato la nuova fermata consentirà di accedere al sistema ferroviario AV estendendo il bacino potenziale di viaggiatori, e consentirà un potenziamento dei flussi di cittadini e lavoratori diretti all'Ospedale.

Dall'altro, in accordo con il PUMS, potrà rappresentare un collegamento ferroviario metropolitano con Barletta Centrale consentendo il conseguimento degli obiettivi del PUMS di riduzione dei flussi veicolari sulla rete stradale dell'area urbana centrale.

La presente relazione idraulica illustra i criteri di progettazione e le procedure di calcolo in base ai quali sono state dimensionate le reti idrauliche inserite nel progetto della nuova Stazione sulla linea ferroviaria RFI a Barletta, progetto che si articola anche in parcheggi, collegamenti pedonali e viabilità accessorie. Più precisamente di seguito saranno descritti i criteri adottati nella progettazione e le procedure utilizzate nel dimensionamento dei sistemi di gestione delle acque meteoriche, quali:

- reti di drenaggio delle acque meteoriche gravanti sulle coperture, sui parcheggi, sui percorsi pedonali e viabilistici;
- sistema di trattamento delle acque di prima pioggia;
- sistema di smaltimento;
- vasca di accumulo per riutilizzo acque meteoriche.

Le opere citate verranno comunque descritte in dettaglio negli elaborati grafici allegati al progetto.

I parametri pluviometrici assunti a riferimento per la progettazione sono stati determinati nella relazione idrologica, alla quale si rimanda per i relativi dettagli.

Nella progettazione delle reti sono state seguite le indicazioni dettate da:

- D.lgs 152/06 e successive modifiche e integrazioni;
- Delibera di Giunta Regionale n. 1441 del 4 Agosto 2009. Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia;
- PTA della regione Puglia approvato ed adottato con Deliberazione di Consiglio regionale n. 230 del 20/10/2009;

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|---------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 5 di 41 |

- REGOLAMENTO REGIONALE 9 dicembre 2013, n. 26 “Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia” (attuazione dell’art 113 del Dl.gs. n. 152/06 e ss.mm. ed ii.);
- Manuale di progettazione sistemi di fognatura – Centro Studi deflussi Urbani – Hoepli;
- Fognature – L. Da Deppo e C. Datei – Univ. Padova Italia.

I risultati ottenuti dall’analisi statistica pluviometria nell’allegata relazione idrologica hanno condotto alla determinazione delle seguenti curve di pioggia, riportate per comodità:

$$Tr=20 \text{ anni} \quad x = 48,38 t^{0,269}$$

$$Tr=25 \text{ anni} \quad x = 50,52 t^{0,269}$$

$$Tr=50 \text{ anni} \quad x = 57,09 t^{0,269}$$

Il presente progetto, nel rispetto del più favorevole rapporto fra benefici, costi globali di costruzione, manutenzione e gestione, compatibilmente con le risorse a disposizione, ha previsto prestazioni conformi ai “Criteri ambientali minimi” (CAM), previsti dall’art. 34 del D.Lgs 50/2016, e in accordo al recente aggiornamento dettato dal DM 11/10/2017 pubblicato in G.U. il 6/11/2017.

I CAM applicati sono indicati in parentesi [...], le prestazioni superiori sono indicate con PS.

Specifiche tecniche per gruppi di edifici [2.2 dm] – prestazioni superiori

Riduzione del consumo di suolo e mantenimento della permeabilità dei suoli [2.2.3-PS]

Compatibilmente con le esigenze progettuali, il progetto ha minimizzato la superficie impermeabile, privilegiando soluzioni semi-permeabili.

Il progetto ha previsto inoltre l’impiego di materiali drenanti per le superfici pedonali (ad esempio: superfici verdi, pavimentazioni con maglie aperte o elementi grigliati).

Rete di irrigazione delle aree a verde pubblico [2.2.8.3-PS]

Al fine di minimizzare i consumi idrici ed energetici è stato previsto di un impianto di irrigazione conforme alla UNI/TS 11445, alimentato da acqua proveniente dalle vasche di raccolta delle acque meteoriche delle coperture.

2. Compatibilità idraulica interventi

La Legge n. 183/1989 sulla difesa del suolo ha stabilito che il bacino idrografico è inteso come “il territorio dal quale le acque pluviali o di fusione delle nevi e dei ghiacciai, defluendo in superficie, si raccolgono in un determinato corso d’acqua direttamente o a mezzo di affluenti, nonché il territorio che

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|---------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 6 di 41 |

può essere allagato dalle acque del medesimo corso d'acqua, ivi compresi i suoi rami terminali con le foci in mare ed il litorale marittimo prospiciente”.

Strumento di gestione del bacino idrografico è il Piano di Bacino che si configura quale strumento di carattere “conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, difesa e valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato”.

Il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Puglia è stato adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino il 15 dicembre 2004 ed approvato dallo stesso Comitato Istituzionale il 31 novembre 2005.

La determinazione più rilevante ai fini dell'uso del territorio è, senza dubbio, l'individuazione delle aree a pericolosità idraulica e a rischio di allagamento.

Il Piano definisce le aree caratterizzate da un significativo livello di pericolosità idraulica, in funzione della frequenza di accadimento di eventi di piena o comunque di eventi meteorici particolarmente intensi e delle caratteristiche morfologiche del territorio:

- Aree a alta pericolosità idraulica (AP): porzione di territorio soggette ad essere allagate con un tempo di ritorno (frequenza) inferiore a 30 anni;
- Aree a media pericolosità idraulica (MP): porzione di territorio soggette ad essere allagate con un tempo di ritorno (frequenza) compresa fra 30 anni e 200 anni;
- Aree a bassa pericolosità idraulica (BP): porzione di territorio soggette ad essere allagate con un tempo di ritorno (frequenza) compresa fra 200 anni e 500 anni.

Inoltre, sono state individuate, sul territorio, le aree a pericolosità geomorfologica crescente: PG1, PG2 e PG3; la PG3 comprende tutte le aree già coinvolte da un fenomeno di dissesto franoso. Versanti più o meno acclivi (a seconda della litologia affiorante), creste strette ed allungate, solchi di erosione ed in genere tutte quelle situazioni in cui si riscontrano bruschi salti di acclività sono aree PG2. Le aree PG1 si riscontrano in corrispondenza di depositi alluvionali (terrazzi, letti fluviali, piane di esondazione) o di aree morfologicamente spianate (paleosuperfici).

Il Piano definisce, infine, il Rischio Idraulico (R) come Entità del danno atteso correlato alla probabilità di inondazione (P), alla vulnerabilità del territorio (V), al valore esposto o di esposizione al rischio (E) determinando:

- Aree a rischio molto elevato – R4;
- Aree a rischio elevato – R3;
- Aree a rischio medio/moderato – R1 -R2.

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|---------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 7 di 41 |

A corredo del PAI le Norme Tecniche di Attuazione definiscono gli interventi per la disciplina, il controllo, la salvaguardia, la regolarizzazione dei corsi d'acqua e la sistemazione dei versanti e delle aree instabili, fornendo un supporto alla progettazione.

Con riferimento all'opera in progetto, dall'analisi della cartografia PAI vigente non è emersa interferenza con le aree a pericolosità idraulica, come risulta dagli stralci cartografici del PAI che seguono, unitamente alla legenda.

Pericolosità e Rischio

Peric. Geomorf.

Peric. Idraulica

bassa (BP)

media (MP)

alta (AP)

Rischio

R1

R2

R3

R4



Figura 1 – Stralcio Carta PAI Aree a pericolosità idraulica (in rosso area di intervento)

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|---------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 8 di 41 |



Figura 2 – Stralcio Carta PAI Aree a rischio idraulico (in rosso area di intervento)

Un ulteriore strumento di supporto alla pianificazione urbanistica è la Carta Idrogeomorfologica.

La Giunta Regionale della Puglia, con delibera n. 1792 del 2007, ha affidato all’Autorità di Bacino della Puglia il compito di redigere infatti una nuova Carta Idrogeomorfologica del territorio pugliese, quale parte integrante del quadro conoscitivo del nuovo Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR), adeguato al Decreto Legislativo 42/2004.

La nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia, in scala 1:25.000, ha come principale obiettivo quello di costituire un quadro di conoscenze, coerente e aggiornato, dei diversi elementi fisici che concorrono all’attuale configurazione del rilievo terrestre, con particolare riferimento a quelli relativi agli assetti morfologici ed idrografici dello stesso territorio, delineandone i caratteri morfografici e morfometrici ed interpretandone l’origine in funzione dei processi geomorfici, naturali o indotti dall’uomo.

La necessità di realizzare e rendere disponibile alla collettività questo nuovo strumento conoscitivo, che intende costituire anche il punto di partenza per gli opportuni approfondimenti di dettaglio di carattere sia scientifico che applicativo, è giustificata anche dalla specifica vulnerabilità geoambientale posseduta dal territorio pugliese; questo, ad una apparentemente “semplicità” e “uniformità” negli assetti morfologici ed idrologico-idraulici delle grandi regioni morfogenetiche che lo costituiscono, contrappone una estrema variabilità e complessità dei numerosi e spesso interagenti fenomeni dinamici in atto, alcuni dei quali anche in grado di minacciare direttamente l’uomo e le sue attività.

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|---------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 9 di 41 |

La carta fornisce un quadro di conoscenze, coerente e aggiornato, dei diversi elementi fisici che concorrono all'attuale configurazione del rilievo terrestre, con particolare riferimento a quelli relativi agli assetti morfologici ed idrografici dello stesso territorio.

Gli interventi previsti in progetto non interferiscono con alcun elemento idrografico riportato nella suddetta Carta Idrogeomorfologica, come da stralcio cartografico in calce, per il quale si riporta anche la legenda.



Territori costieri



Aree contermini ai laghi



Fiumi e torrenti, acque pubbliche



Reticolo idrografico di connessione della R.E.R.



Figura 3 – Stralcio Carta PPTR (in verde area di intervento)

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 10 di 41 |

3. Dimensionamento idraulico degli elementi

3.1 Il metodo dell'invaso

La portata pluviale della rete è calcolata con un metodo empirico dell'invaso che tiene conto della diminuzione di portata per il velo idrico che si forma sulla superficie afferente e per il volume immagazzinato in rete. Tale metodo è conforme alle indicazioni riportate sul manuale di Progettazione Ferroviario.

L'acqua di pioggia proveniente dall'atmosfera avrà una portata che indicheremo con "p", mentre con "I" indicheremo l'intensità di pioggia, cioè l'altezza d'acqua che cade nell'unità di tempo.

Dell'acqua piovana una parte viene assorbita dal terreno, una porzione evapora ed il resto defluisce; la porzione che evapora è molto piccola e quindi trascurabile.

Indicando con "φ" l'aliquota che defluisce sul terreno, bisogna tenere conto che tale valore dipenderà dalla natura del terreno, dalla durata dell'evento di pioggia, dal grado di umidità dell'atmosfera e dalla stagione; φ prende il nome di coefficiente di afflusso e moltiplicato per l'area del bacino (A) e per l'intensità di pioggia (I) ci fornirà una stima della portata che affluisce nel bacino nell'unità di tempo.

$$p = \phi \cdot I \cdot A$$

Nel tempo dt il volume d'acqua affluito sarà $p \cdot dt$, mentre nell'istante t nella rete di drenaggio defluirà una portata q , inizialmente nulla e man mano crescente.

Se il volume che affluisce nel tempo dt è pari a $p \cdot dt$ e quello che defluisce è $q \cdot dt$, la differenza, che indicheremo con dw , rappresenterà il volume d'acqua che si invasa nel tempo.

Pertanto, l'equazione di continuità in forma differenziale sarà:

$$p \cdot dt = q \cdot dt + dw$$

Il metodo dell'invaso utilizzato per lo studio idraulico e la verifica dei collettori di smaltimento delle acque delle aree esterne si basa proprio sull'equazione di continuità. Considerando che la portata q può essere considerata costante, le variabili da determinare sono $q(t)$, $w(t)$, e t , per cui l'equazione non sarebbe integrabile se non fissando q o w .

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 11 di 41 |

Tuttavia, valutando che il valore massimo di portata verrà raggiunto alla fine dell'evento di pioggia di durata t , il problema di progetto si riduce ad individuare, tramite processo iterativo, la durata di pioggia che massimizzi la portata, tenuto conto che al diminuire di questa aumenta l'intensità di pioggia I .

Tale problema è stato risolto, nell'ipotesi di intensità di pioggia (I) costante e di rete di drenaggio inizialmente vuota ($q = 0$ per $t = 0$), considerando:

- i. una relazione lineare tra il volume w immagazzinato nella rete a monte e l'area della sezione idrica

$$\omega: w/\omega = W/\omega = \text{cost}$$

Questa condizione, nel caso di un singolo tratto, corrisponde all'ipotesi di moto uniforme, mentre nel caso di reti, si basa su due ulteriori ipotesi: che i vari elementi si riempiano contemporaneamente senza che mai il deflusso affluente sia ostacolato (funzionamento autonomo) e che il grado di riempimento di ogni elemento sia coincidente con quello degli altri (funzionamento sincrono);

- ii. una relazione lineare tra la portata defluente e l'area della sezione a monte:

$$q/\omega = Q/\Omega = \text{cost}$$

Tale relazione corrisponde all'ipotesi di velocità costante in condotta, ipotesi abbastanza prossima alla realtà nella fascia dei tiranti idrici che in genere si considerano.

Con queste ipotesi semplificative si ottiene:

$$\frac{dw}{W} = \frac{dq}{Q}$$

$$dw = \frac{dq}{Q} \cdot W$$

L'equazione di continuità diviene quindi:

$$(p - q)dt = \frac{W}{Q} \cdot dq$$

Ovvero:

$$p - q = \frac{dW}{dt}$$

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 12 di 41 |

L'integrazione dell'equazione di continuità consente di ottenere una relazione tra la portata e il tempo di riempimento di un canale, ovvero consente la stima dell'intervallo temporale tra un valore nullo di portata ed un valore massimo.

Definendo τ il tempo necessario per passare da $q = 0$ a $q = q_{max}$, e t_r il tempo di riempimento, un canale risulterà adeguato se $\tau \leq t_r$, viceversa se $\tau > t_r$, il canale sarà insufficiente.

Il corretto dimensionamento del canale di drenaggio delle acque piovane si ottiene ponendo $\tau = t_r$, ovvero nel caso in cui la durata dell'evento piovoso eguagli il tempo di riempimento del canale. In quest'ottica nasce il metodo dell'invaso non come metodo di verifica, ma come strumento progettazione, imponendo la relazione $\tau = t_r$ si ottiene l'espressione analitica del coefficiente udometrico:

$$u = k \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{\frac{1}{n}}}{w^{\frac{1}{n}-1}}$$

Il coefficiente udometrico rappresenta la portata per unità di superficie del bacino, ed è espresso in $l/s \cdot ha$, φ è il coefficiente di afflusso, w è il volume di acqua invasata riferito all'area del bacino in $[m^3/m^2]$, a $[m/ora]$ ed n sono i coefficienti della curva di possibilità climatica, k un coefficiente che assume il valore di 2168 [*Sistemi di Fognatura, Manuale di Progettazione, CSU Editore, Hoepli; Appunti di Costruzioni idrauliche, Girolamo Ippolito, Liguori Editore*].

L'espressione del coefficiente udometrico utilizzata nel nostro studio è:

$$u = 2168 \cdot n \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{\frac{1}{n}}}{w^{\frac{1}{n}-1}}$$

I coefficienti di afflusso adottati sono:

- $\varphi = 0.5$, per le superfici semi-permeabili (parcheggio);
- $\varphi = 1$, per le superfici impermeabili (coperture);
- $\varphi = 0.9$, per le superfici impermeabili (viabilità);
- $\varphi = 0.6$, per le superfici esterne semipermeabili (scarpate e rilevati).
- $\varphi = 0.3$, per le superfici esterne permeabili (aree esterne vegetate).

Il volume w rappresenta il volume specifico di invaso totale pari al rapporto tra il volume di invaso totale W_{tot} e la superficie drenata. W_{tot} è dato dalla somma del volume proprio di invaso, W_i ; del volume di

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 13 di 41 |

invaso dei tratti confluenti depurato del termine dei piccoli invasi, W_2 ; del volume dei piccoli invasi considerando l'intera superficie del bacino drenata, W_3 .

In particolare, il volume dei piccoli invasi è stato calcolato considerando un apporto unitario di 30 [m³/ha] per le superfici dotate di pavimentazione impermeabile e di 50 [m³/ha] su terreni vegetati.

3.2 Sezioni chiuse

Per le sezioni chiuse è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo $\alpha=1.0$ (figura seguente).

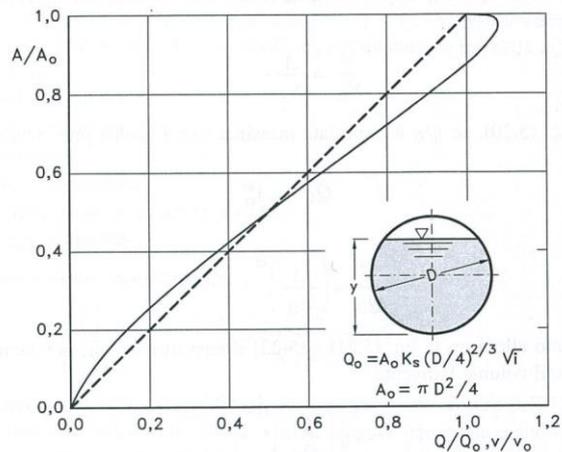


Figura 4 – Andamento della portata in funzione della sezione liquida della condotta

Quindi l'equazione precedente, avendo fatto la classica definizione:

$$dt = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \frac{dQ}{p - Q}$$

Posto p costante, l'equazione integrata nell'intervallo $t_2 - t_1$ dà:

$$t_2 - t_1 = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p - Q_1}{p - Q_2}$$

Per $t_1=0$ e $Q_1=0$, si ha il tempo di riempimento t_r necessario, a partire dalle condizioni di condotta vuota, per raggiungere il valore massimo Q_0 :

$$t_r = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p}{p - Q_0} = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \quad \text{con} \quad \varepsilon = \frac{p}{Q_0}$$

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 14 di 41 |

Nota la relazione $h = a \tau^n$, per una prefissata intensità $j = a \tau^{n-1}$, si ha:

$$\varepsilon = \frac{p}{Q_0} = \frac{\varphi j S}{Q_0} = \varphi \frac{S a \tau^{n-1}}{Q_0} \Rightarrow \tau = \left(\frac{\varepsilon Q_0}{\varphi S a} \right)^{1/(n-1)}$$

La condizione $t_r = \tau$ dà modo di ottenere:

$$V_0 = Q_0 \left(\frac{\varepsilon Q_0}{\varphi S a} \right)^{1/(n-1)} \cdot \left(\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{-1}$$

Ed anche, ricordando che $u = Q_0 / S$,

$$V_0 = \frac{S}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}} \cdot u \cdot \left(\frac{\varepsilon \cdot u}{\varphi \cdot a} \right)^{1/(n-1)}$$

dalla quale, definito $v_0 = V_0 / S$ come volume specifico si ha:

$$u = \varepsilon^{-1/n} \cdot \left(\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

La condizione $du / d\varepsilon = 0$ consente di calcolare il valore di $\varepsilon = p / Q_0$ relativo all'evento che sollecita, noto l'esponente n , in maggior misura la rete. Si ottiene:

$$n = 1 + (\varepsilon - 1) \cdot \ln \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}$$

da cui può dedursi, con un'approssimazione sufficiente nell'intervallo 0.25 – 0.50 dei valori di n , il desiderato valore di ε :

$$\varepsilon = 3.94 - 8.21n + 6.23n^2 + \dots$$

Esprimendo v_0 in m^3/ha , S in ha , a in $mm/oran$ e u in l/s ha si ha:

$$u = 10^{1/n} \cdot 0.278 \varepsilon^{-1/n} \cdot \left(\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

Raggruppando con la posizione:

$$K_c = \left(\frac{10 \varphi \cdot a}{\varepsilon \cdot 3.6^n} \right)^{1/(1-n)} \cdot \frac{1}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}}$$

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 15 di 41 |

le grandezze legate al carattere climatico del luogo (a e n), direttamente e nel parametro ε , e allo stato della superficie scolante (φ), l'equazione diventa:

$$u = \left(\frac{K_c}{v_0} \right)^{(1-n)/n}$$

L'equazione, per l'evidenza accordata al volume specifico v_0 , si presta principalmente allo svolgimento pratico del calcolo.

3.3 Sezioni aperte

Per le sezioni aperte è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo $\alpha=1.5$.

Quindi l'equazione precedente, avendo fatto la classica definizione:

$$z = \frac{Q}{p}$$

Integrata tra t_1 e q_1 , effettuando uno sviluppo in serie della funzione z (variabile tra 0 e 0,98):

$$t_2 - t_1 = \frac{V_0 \cdot p^{(1-\alpha)/\alpha}}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \cdot \int_{z_1}^{z_2} \frac{z^{(1-\alpha)/\alpha}}{1-z} dz = \frac{V_0 p^{(1-\alpha)/\alpha}}{Q_0^{1/\alpha}} \cdot [z_2^{1/\alpha} \zeta_\alpha(z_2) - z_1^{1/\alpha} \zeta_\alpha(z_1)]$$

avendo posto:

$$\zeta_\alpha(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{k\alpha + 1}$$

serie sicuramente convergente per $z < 1$.

In particolare, per $t_1 = 0$, $z_1 = 0$ (cioè $Q_1 = 0$) e $z_2 = Q_0/p$, si ottiene il tempo di riempimento t_r :

$$t_r = \frac{V_0}{p} \left(\frac{p}{Q_0} \right)^{1/\alpha} \cdot z^{1/\alpha} \cdot \zeta_\alpha(z) = \frac{V_0}{p} \cdot \zeta_\alpha(z) = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \zeta_\alpha(z)$$

I valori della funzione $\zeta_\alpha(z)$ sono stati riassunti in al variare di α nella tabella seguente.

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 16 di 41 |

| z | $\xi_1(z)$ | $\xi_{1,25}(z)$ | $\xi_{1,5}(z)$ | $\xi_{1,75}(z)$ | $\xi_2(z)$ |
|------|------------|-----------------|----------------|-----------------|------------|
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0,10 | 1,0536 | 1,0475 | 1,0427 | 1,0388 | 1,0355 |
| 0,20 | 1,1157 | 1,1023 | 1,0917 | 1,0831 | 1,0760 |
| 0,30 | 1,1889 | 1,1665 | 1,1489 | 1,1347 | 1,1230 |
| 0,40 | 1,2770 | 1,2435 | 1,2171 | 1,1960 | 1,1787 |
| 0,50 | 1,3862 | 1,3379 | 1,3006 | 1,2708 | 1,2464 |
| 0,60 | 1,5271 | 1,4589 | 1,4068 | 1,3655 | 1,3318 |
| 0,70 | 1,7198 | 1,6231 | 1,5499 | 1,4924 | 1,4460 |
| 0,75 | 1,8482 | 1,7317 | 1,6440 | 1,5756 | 1,5205 |
| 0,80 | 2,0116 | 1,8690 | 1,7627 | 1,6800 | 1,6138 |
| 0,84 | 2,1814 | 2,0109 | 1,8847 | 1,7871 | 1,7093 |
| 0,87 | 2,3447 | 2,1468 | 2,0011 | 1,8889 | 1,7998 |
| 0,90 | 2,5579 | 2,3231 | 2,1516 | 2,0203 | 1,9164 |
| 0,92 | 2,7447 | 2,4769 | 2,2824 | 2,1342 | 2,0172 |
| 0,94 | 2,9922 | 2,6798 | 2,4545 | 2,2836 | 2,1493 |
| 0,96 | 3,3518 | 2,9733 | 2,7024 | 2,4983 | 2,3387 |
| 0,98 | 3,9895 | 3,4903 | 3,1375 | 2,8738 | 2,6691 |

Tabella 1 – Valori di $\zeta_\alpha(z)$ in funzione di α .

Dall'equazione sopra ricavata, imponendo la condizione critica per cui il tempo di pioggia sia uguale al tempo di riempimento ($\tau = t_r$), si deduce, con semplici passaggi, l'espressione del coefficiente udometrico:

$$u = \frac{Q_0}{S} = z [\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

avendo assunto come volume specifico $v_0 = V_0 / S$ cioè il volume d'invaso dell'intero sistema, pari alla somma del volume contenuto nei collettori e diffuso sulla superficie scolante (fossi minori, avvallamenti, ecc..), immaginato distribuito sull'intera superficie del bacino.

Si può allora determinare, con la condizione $du/dz = 0$ (essendo z l'unica variabile), quale sia il valore di z (dipendente dall'intensità di precipitazione j) che rende massimo il coefficiente udometrico u . Lo svolgimento dei passaggi porta ad una espressione implicita di z di non agevole manipolazione. Alcuni calcoli offrono la possibilità di dare, con un'approssimazione più che soddisfacente, la seguente forma alla funzione di z :

$$z [\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} = (\lambda_1 \alpha + \lambda_2) n$$

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 17 di 41 |

e di fornire, quindi, un'espressione semplificata dell'equazione che definisce il coefficiente udometrico.

Esprimendo $[a]=$ metri \cdot giorni $^{-n}$ e $[v_0]=$ metri, e il coefficiente udometrico $[u]=$ litri \cdot secondo \cdot ettaro, l'equazione che definisce il coefficiente udometrico diventa:

$$u = (26\alpha + 66)n \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

3.4 Dimensionamento collettori

Il dimensionamento idraulico dei collettori di drenaggio e dei fossi di guardia per la raccolta delle acque di piattaforma stradale è stato eseguito mediante il metodo del volume d'invaso precedentemente esposto.

La determinazione delle portate all'interno di ciascun tratto è stata eseguita imponendo per il coefficiente udometrico, in favore di sicurezza, un tempo di riempimento della singola canaletta pari al tempo di pioggia ($t_r = t_p$).

Note la pendenza e le dimensioni dei fossi di guardia e dei collettori, è stato calcolato il tirante idrico che si instaura all'interno dell'elemento in condizioni di moto uniforme.

Il dimensionamento idraulico è soddisfatto se le configurazioni geometriche scelte sono tali da consentire lo smaltimento delle portate afferenti con un grado di riempimento massimo del 50 % per i collettori di diametro inferiore a DN500, inferiore al 70% invece per diametri maggiori o uguali a DN500.

Nell'applicazione del metodo dell'invaso viene definito il coefficiente udometrico:

$$u = \frac{Q_0}{S} = z[\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

per il quale vengono utilizzati i seguenti parametri:

Volume specifico piccoli invasi per la piattaforma stradale $W_p = 0.003$ m;

Volume specifico piccoli invasi per le aree esterne $W_{ae} = 0.005$ m;

Coefficiente di afflusso per le superfici impermeabili (coperture) $\varphi_p = 1.0$;

Coefficiente di afflusso per le superfici impermeabili (viabilità) $\varphi_p = 0.9$;

Coefficiente di afflusso per parcheggi $\varphi_{ae} = 0.5$;

Coefficiente di afflusso per le aree esterne $\varphi_{ae} = 0.3$;

Coefficiente di scabrezza di Manning del calcestruzzo $n_M = 0.015$ s/m $^{1/3}$;

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 18 di 41 |

Coefficiente di scabrezza di Manning delle tubazioni plastiche $n_p = 0.0133 \text{ s /m}^{1/3}$;

Larghezza piattaforma in trincea/rilevato L = variabile;

Larghezza area del rilevato L = variabile;

Lunghezza area esterna a monte della viabilità L=variabile.

La portata lungo l'elemento viene quindi calcolata moltiplicando il coefficiente udometrico per la superficie del bacino afferente alle varie sezioni prese in esame.

Determinata la portata defluente, il tirante idrico che s'instaura all'interno dell'elemento è calcolato mediante l'equazione del moto uniforme secondo Gauckler-Strickler:

$$Q_d = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

Dove:

- n – coefficiente di scabrezza secondo Manning [s /m^{1/3}];
- A – area bagnata [m²];
- Rh – raggio idraulico [m];
- i – pendenza del fondo.

Nota il tirante idrico si può verificare il grado di riempimento ed il franco di sicurezza.

Sono state definite le aree sottese ai vari punti di chiusura, quantificate le relative aree e calcolati i valori delle portate massime.

Dal punto di vista costruttivo i collettori sono in PVC SN8 con diametro variabile, i pozzetti sono in cls di dimensioni adeguate ai collettori intersecati; i pozzetti sono dotati di chiusini in calcestruzzo oppure di griglie in ghisa carrabile entrambi di classe D400.

Come descritto nell'allegata relazione idrologica la verifica dei collettori avviene per un tempo di ritorno $T_r=25$ anni, e quindi con la curva di pioggia: $x = 50,52 t^{0,269}$.

Nella tabella seguente si riportano i risultati delle verifiche del sistema di drenaggio delle viabilità in progetto.



ELETTRIFICAZIONE E POTENZIAMENTO LINEA BARLETTA – CANOSA DI PUGLIA FERMATA OSPEDALE

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IA6D 01 D26RH ID 00 02 001 A 19 di 41

| NODI | | i collettore | L tratto condotta | A parz imp | A _{tot} imp | A parz perm | A _{tot} perm | A _{tot} | φ Coeff. off. impem. | φ Coeff. off. Perm. | φ Coeff. off. tot | DN | Di | Ks Gauckler- Strickler | h | Y/D Grado di riemp. | Q _{max} Gauckler- Strickler | V _{max} | Wp invaso tratto condotta | Wp invaso prog. condotte | W0 invaso specifico | u coefficiente udometrico (metodo italiano) | Q _{max} Metodo invaso | Obiettivo ΔQ |
|-------|-------|-----------------|----------------------|---------------|-------------------------|----------------|--------------------------|------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|-----|-------|------------------------------|-------|---------------------------|--|------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---|--------------------------------------|-----------------|
| monte | valle | [m/m] | [m] | [mq] | [mq] | [mq] | [mq] | [mq] | [-] | [-] | [-] | [-] | [m] | [m ^{1/3}] | [m] | [%] | [mc/s] | [m/s] | [mc] | [mc] | [mc/mq] | [l/s/ha] | [mc/s] | [mc/s] |
| 1 | 2 | 0.008 | 20.00 | 540 | 540 | 0.0 | 0.0 | 540 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.137 | 36% | 0.0533 | 1.44 | 0.7 | 0.7 | 0.0054 | 988.359 | 0.053 | 0.000 |
| 2 | 3 | 0.008 | 20.00 | 395 | 935 | 0.0 | 0.0 | 935 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.165 | 43% | 0.075 | 1.58 | 1.0 | 1.7 | 0.0058 | 799.002 | 0.075 | 0.000 |
| 3 | 4 | 0.008 | 40.00 | 515 | 1.450 | 0.0 | 0.0 | 1.450 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 500 | 0.480 | 90 | 0.157 | 33% | 0.082 | 1.59 | 2.1 | 3.8 | 0.0066 | 568.316 | 0.082 | 0.000 |
| 5 | 6 | 0.008 | 20.00 | 395 | 395 | 0.0 | 0.0 | 395 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.114 | 30% | 0.038 | 1.30 | 0.6 | 0.6 | 0.0055 | 947.125 | 0.037 | 0.000 |
| 6 | 7 | 0.008 | 20.00 | 280 | 675 | 0.0 | 0.0 | 675 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.134 | 35% | 0.051 | 1.42 | 0.7 | 1.3 | 0.0059 | 759.789 | 0.051 | 0.000 |
| 7 | 4 | 0.008 | 20.00 | 360 | 1.035 | 0.0 | 0.0 | 1.035 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.160 | 42% | 0.071 | 1.55 | 0.9 | 2.2 | 0.0061 | 689.577 | 0.071 | 0.000 |
| 4 | 8 | 0.008 | 20.00 | 0 | 2.485 | 0.0 | 0.0 | 2.485 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 500 | 0.480 | 90 | 0.194 | 40% | 0.122 | 1.78 | 1.4 | 7.3 | 0.0069 | 491.200 | 0.122 | 0.000 |
| 9 | 10 | 0.008 | 20.00 | 455 | 455 | 0.0 | 0.0 | 455 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.124 | 32% | 0.044 | 1.36 | 0.6 | 0.6 | 0.0054 | 964.407 | 0.044 | 0.000 |
| 10 | 11 | 0.008 | 20.00 | 340 | 795 | 0.0 | 0.0 | 795 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.149 | 39% | 0.062 | 1.50 | 0.8 | 1.5 | 0.0059 | 781.339 | 0.062 | 0.000 |
| 11 | 8 | 0.008 | 20.00 | 450 | 1.245 | 0.0 | 0.0 | 1.245 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.182 | 47% | 0.089 | 1.65 | 1.1 | 2.6 | 0.0061 | 714.266 | 0.089 | 0.000 |
| 8 | 12 | 0.008 | 15.00 | 0 | 3.730 | 0.0 | 0.0 | 3.730 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 630 | 0.599 | 90 | 0.216 | 36% | 0.178 | 1.94 | 1.4 | 11.3 | 0.0070 | 478.086 | 0.178 | 0.000 |
| 13 | 14 | 0.008 | 20.00 | 460 | 460 | 0.0 | 0.0 | 460 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.125 | 33% | 0.045 | 1.37 | 0.7 | 0.7 | 0.0054 | 964.324 | 0.044 | 0.000 |
| 14 | 15 | 0.008 | 20.00 | 340 | 800 | 0.0 | 0.0 | 800 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.140 | 36% | 0.055 | 1.45 | 0.8 | 1.7 | 0.0061 | 692.436 | 0.055 | 0.000 |
| 16 | 17 | 0.008 | 18.00 | 522 | 522 | 0.0 | 0.0 | 522 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.138 | 36% | 0.054 | 1.44 | 0.7 | 0.7 | 0.0053 | 1030.544 | 0.054 | 0.000 |
| 18 | 19 | 0.008 | 20.00 | 360 | 360 | 0.0 | 0.0 | 360 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.108 | 28% | 0.034 | 1.26 | 0.5 | 0.5 | 0.0055 | 935.101 | 0.034 | 0.000 |
| 19 | 17 | 0.008 | 20.00 | 250 | 610 | 0.0 | 0.0 | 610 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.126 | 33% | 0.045 | 1.38 | 0.7 | 1.2 | 0.0060 | 745.767 | 0.045 | 0.000 |
| 17 | 23 | 0.008 | 18.00 | 270 | 880 | 0.0 | 0.0 | 880 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.145 | 38% | 0.059 | 1.48 | 0.7 | 1.9 | 0.0062 | 676.516 | 0.060 | 0.000 |
| 21 | 22 | 0.008 | 20.00 | 455 | 455 | 0.0 | 0.0 | 455 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.124 | 32% | 0.044 | 1.36 | 0.6 | 0.6 | 0.0054 | 964.407 | 0.044 | 0.000 |
| 22 | 20 | 0.008 | 20.00 | 345 | 800 | 0.0 | 0.0 | 800 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.150 | 39% | 0.063 | 1.50 | 0.8 | 1.5 | 0.0059 | 782.157 | 0.063 | 0.000 |
| 20 | 23 | 0.008 | 16.00 | 405 | 1.205 | 0.0 | 0.0 | 1.205 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.183 | 48% | 0.090 | 1.65 | 0.9 | 2.4 | 0.0060 | 747.309 | 0.090 | 0.000 |
| 15 | 12 | 0.008 | 20.00 | 250 | 1.050 | 0.0 | 0.0 | 1.050 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.151 | 39% | 0.064 | 1.51 | 0.8 | 2.5 | 0.0064 | 608.207 | 0.064 | 0.000 |
| 12 | 23 | 0.008 | 16.00 | 250 | 5.030 | 0.0 | 0.0 | 5.030 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 630 | 0.599 | 90 | 0.250 | 42% | 0.233 | 2.09 | 1.8 | 15.6 | 0.0071 | 463.585 | 0.233 | 0.000 |
| 23 | 24 | 0.008 | 5.00 | 486 | 7.601 | 0.0 | 0.0 | 7.601 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 630 | 0.599 | 90 | 0.348 | 58% | 0.409 | 2.41 | 0.8 | 20.7 | 0.0067 | 537.159 | 0.408 | 0.000 |
| 25 | 26 | 0.005 | 10.00 | 200 | 200 | 0.0 | 0.0 | 200 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.099 | 26% | 0.0223 | 0.95 | 0.2 | 0.2 | 0.0052 | 1095.362 | 0.022 | 0.000 |
| 27 | 28 | 0.005 | 10.00 | 430 | 430 | 0.0 | 0.0 | 430 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.153 | 40% | 0.0517 | 1.20 | 0.4 | 0.4 | 0.0050 | 1201.443 | 0.052 | 0.000 |
| 29 | 30 | 0.005 | 10.00 | 440 | 440 | 0.0 | 0.0 | 440 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.155 | 40% | 0.0529 | 1.21 | 0.4 | 0.4 | 0.0050 | 1205.130 | 0.053 | 0.000 |
| 31 | 32 | 0.005 | 10.00 | 325 | 325 | 0.0 | 0.0 | 325 | 0.50 | 0.3 | 0.50 | 400 | 0.384 | 90 | 0.130 | 34% | 0.0382 | 1.11 | 0.3 | 0.3 | 0.0051 | 1162.301 | 0.038 | 0.000 |
| 26 | 28 | 0.005 | 13.00 | 0 | 200 | 0.0 | 0.0 | 200 | 1.00 | 0.3 | 1.00 | 400 | 0.384 | 90 | 0.165 | 43% | 0.059 | 1.25 | 0.6 | 1.0 | 0.0092 | 2976.524 | 0.060 | 0.000 |
| 28 | 30 | 0.005 | 22.00 | 125 | 755 | 0.0 | 0.0 | 755 | 1.00 | 0.3 | 1.00 | 630 | 0.599 | 90 | 0.267 | 45% | 0.208 | 1.71 | 2.7 | 4.2 | 0.0095 | 2751.190 | 0.208 | 0.000 |
| 30 | 32 | 0.005 | 10.00 | 125 | 1.080 | 0.0 | 0.0 | 1.080 | 1.00 | 0.3 | 1.00 | 630 | 0.599 | 90 | 0.324 | 54% | 0.289 | 1.85 | 1.6 | 6.1 | 0.0096 | 2673.138 | 0.289 | 0.000 |
| 32 | VA | 0.009 | 5.50 | 0 | 1.280 | 0.0 | 0.0 | 1.280 | 1.00 | 0.3 | 1.00 | 630 | 0.599 | 90 | 0.314 | 52% | 0.366 | 2.45 | 0.8 | 6.9 | 0.0094 | 2860.011 | 0.366 | 0.000 |

Tabella 2 – Calcolo collettori



**ELETTRIFICAZIONE E POTENZIAMENTO LINEA
BARLETTA – CANOSA DI PUGLIA
FERMATA OSPEDALE**

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|-------------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 20 di 41 |

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 21 di 41 |

3.5 Calcolo pluviali

Conformemente alla norma EN 12056-3 la portata meteorica viene calcolata con la formula:

$$Q = r \times A \times C \text{ (l/s)}$$

In cui:

- r è l'intensità di pioggia
- A è l'area della copertura in m²
- C è il coefficiente di scorrimento posto pari ad 1

Per i valori dell'intensità di pioggia si fa riferimento alla legge di pioggia inferiore a d 1 ora riportata in precedenza per tempo di ritorno pari a 25 anni:

$$h = 54.77 t^{0.51}$$

Nel caso in esame si prende in considerazione un tempo di pioggia pari 10 minuti che corrisponde ad una pioggia di intensità pari a 140.04 mm/h.

La superficie sottesa da ogni singolo pluviale risulta al massimo pari a circa 325 m², come evidenziato dalla figura in calce.

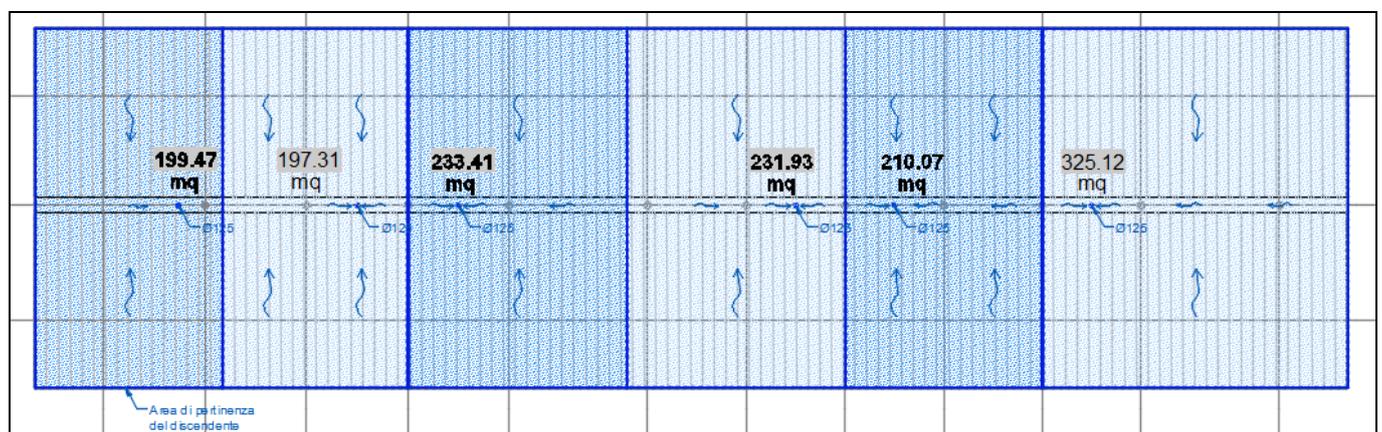


Figura 5 – Superfici di competenza pluviali

Pertanto la portata risulta pari a $140.04 \times 325/3600 = 12.64$ l/s.

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 22 di 41 |

Per le coperture della pensilina si ha invece un'area di pertinenza media di circa 80 mq; per essi pertanto la portata risulta pari a $140.04 \times 50/3600 = 3.11$ l/s.

Come si evince dal seguente prospetto tratto dalla norma EN 12056-3 si utilizza per l'edificio stazione un pluviale con diametro di 120 mm a cui corrisponde una portata di 17.4 l/s con coefficiente di riempimento pari a 0.33; per le pensiline un Dn80 a cui corrisponde invece una portata di 5,9 l/s con medesimo riempimento.

Capacità di pluviali verticali

| Diametro interno del pluviale d (mm) | Capacità idraulica Q_{zwp} (l/s) | | Diametro interno del pluviale d (mm) | Capacità idraulica Q_{zwp} (l/s) | |
|--|------------------------------------|-------------------------------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | Grado di riempimento $f=0,20$ | Grado di riempimento $f=0,33$ | | Grado di riempimento $f=0,20$ | Grado di riempimento $f=0,33$ |
| 50 | 0,7 | 1,7 | 140 | 11,4 | 26,3 |
| 55 | 0,9 | 2,2 | 150 | 13,7 | 31,6 |
| 60 | 1,2 | 2,7 | 160 | 16,3 | 37,5 |
| 65 | 1,5 | 3,4 | 170 | 19,1 | 44,1 |
| 70 | 1,8 | 4,1 | 180 | 22,3 | 51,4 |
| 75 | 2,2 | 5,0 | 190 | 25,7 | 59,3 |
| 80 | 2,6 | 5,9 | 200 | 29,5 | 68,0 |
| 85 | 3,0 | 6,9 | 220 | 38,1 | 87,7 |
| 90 | 3,5 | 8,1 | 240 | 48,0 | 110,6 |
| 95 | 4,0 | 9,3 | 260 | 59,4 | 137,0 |
| 100 | 4,6 | 10,7 | 280 | 72,4 | 166,9 |
| 110 | 6,0 | 13,8 | 300 | 87,1 | 200,6 |
| 120 | 7,6 | 17,4 | >300 | Utilizzare l'equazione di Wyly-Eaton | Utilizzare l'equazione di Wyly-Eaton |
| 130 | 9,4 | 21,6 | | | |

Nota
Sulla base dell'equazione di Wyly-Eaton:
 $Q_{zwp} = 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot K_s^{-0,157} \cdot d^{2,567} \cdot f^{1,567}$
dove:
 Q_{zwp} è la capacità del pluviale, in litri al secondo (l/s);
 K_s è la scabrezza del pluviale, in millimetri (considerata 0,25 mm);
 d è il diametro interno del pluviale, in millimetri (mm);
 f è il grado di riempimento, definito come proporzione della sezione trasversale riempita d'acqua, adimensionale.

Tabella 3 – Valori di $\zeta_\alpha(z)$ in funzione di α .

3.6 Vasca di prima pioggia

Il sistema di raccolta delle acque di prima pioggia è integrato nella rete di drenaggio ed è costituito da una camera di ingresso ad una vasca prefabbricata in calcestruzzo, da un sistema di rilancio delle acque accumulate, da un trattamento dotato di una sistema di separazione/sedimentazione e da un filtro a coalescenza e da un collettore di restituzione dell'acqua trattata alla vasca a dispersione. A volumi di

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 23 di 41 |

accumulo raggiunti, grazie agli otturatori a galleggiante, posti nelle vasche e alla quota del livello di sfioro nelle camerette di intercettazione, l'acqua in arrivo dalla rete defluisce direttamente alla vasca di dispersione (acque di seconda pioggia). Il sistema, collaudato dalla grande diffusione di impiego, garantisce il funzionamento della captazione delle acque di prima pioggia a gravità.

La dissabbiatura avviene all'interno della vasca di accumulo nella zona di calma in cui i solidi in sospensione, in considerazione della bassa velocità, precipitano sul fondo.

L'acqua accumulata, a fine evento meteorico, viene svuotata mediante pompaggio da una pompa capace di assicurare lo svuotamento in meno di 48 ore; la pompa rilancia al sistema di trattamento costituito da una prima cameretta di sedimentazione del solido trasportato e separazione per decantazione dell'olio, e da una seconda camera dove l'acqua proveniente dalla prima per sfioro, passa attraverso un filtro a coalescenza che elimina le particelle di olio residue; il sistema di disoleazione è in grado di trattare una portata massima di 10l/s. Dopo il trattamento, l'acqua viene inviata a gravità verso la vasca a dispersione.

Le vasche e i manufatti utilizzati nel sistema di accumulo/trattamento sono costruite in calcestruzzo C25/30 prefabbricato a tenuta stagna e hanno gli spechi di accesso corredati da chiusini in ghisa sferoidale classe D 400 EN 124. I collettori di rilancio in pressione dalle vasche al trattamento sono in polietilene ad alta densità (HDPE PN 16).

Il dimensionamento delle vasche viene eseguito in base alle indicazioni del REGOLAMENTO REGIONALE 9 dicembre 2013, n. 26 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia" che ha recepito gli obblighi imposti dall'art 113 del Dl.gs. n. 152/06 e ss.mm. ed ii. Come anticipato il regolamento stabilisce che le quantità di acque di prima pioggia da trattare siano pari a

- $W_0 = 50 \text{ mc} \times H_a$ per superfici con estensione $S < \text{di } 10.000 \text{ m}^2$
- $W_0 = 25 \div 50 \text{ mc} \times H_a$ per superfici con estensione $10000 < S < \text{di } 50.000 \text{ m}^2$
- $W_0 = 25 \text{ mc} \times H_a$ per superfici con estensione $S > \text{di } 50.000 \text{ m}^2$

Il regolamento stabilisce inoltre che le acque di prima pioggia sono quelle derivanti da eventi meteorici che siano stati preceduti da almeno 48 ore di tempo asciutto. Pertanto lo svuotamento delle vasche deve avvenire in un tempo pari a quello indicato (due giorni), per ripristinare il volume necessario in caso di nuovi eventi meteorici.

Il Regolamento Regionale 26/2013 sopra menzionato definisce "acque di prima pioggia: le prime acque meteoriche di dilavamento relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 (quarantotto) ore di tempo asciutto, per una altezza di precipitazione uniformemente distribuita", ed in particolare "di 5

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 24 di 41 |

(cinque) mm per superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, inferiore o uguale a 10.000 mq. Sulla base di tali indicazioni, sulla scorta di circa 7500 mq destinati a parcheggio ed a viabilità interne drenati dal sistema di collettamento si ritiene di impiegare una vasca di trattamento delle acque di pioggia pari a circa 40 mc, di dimensioni in pianta di circa 750x250 cm ed altezza utile di circa 2 metri. Per i dettaglio grafici si rimanda agli allegati progettuali.

3.7 Vasca di irrigazione

In questo capitolo, conformemente all'art. 11 del regolamento regionale n. 26 del 9 dicembre 2013, si quantificano i volumi di acqua che possono essere riutilizzati nell'ambito della struttura destinata a stazione.

I volumi di acqua meteorica, in virtù del fatto che non sono sempre disponibili, possono essere riutilizzati solo al fine di diminuire il fabbisogno totale di acqua.

Nel caso in questione le acque meteoriche possono essere reimpiegate per alimentare gli impianti di irrigazione del sistema del verde.

Il volume di acqua meteorica realmente disponibile è funzione dei periodi di siccità; dalla relazione idrologica si evince che i giorni piovosi durante l'anno sono mediamente pari a 64 e pertanto il periodo medio secco risulta pari a:

$$P_{sm} = (365-64)/12 = 25 \text{ giorni}$$

Naturalmente risulta sconveniente dimensionare un accumulo che possa fare fronte al fabbisogno annuale delle area a verde pari a circa 3500 mq.

Infatti il fabbisogno sarebbe (adottando un valore di 200 l/anno/m²) di complessivi 700 mc (2 mc giorno). A fronte di un volume potenzialmente disponibile di circa 780 mc si ottiene un volume stoccato di circa 48 mc come da tabella sottostante; il volume viene portato a 60 mc per garantire ad ogni modo 30 giorni di autonomia.

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 25 di 41 |

| Tipologia dello scarico | Fabbisogno idrico annuo (litri/anno · utente) |
|--------------------------|--|
| Tazza igienica domestica | 8.760 |
| Tazza igienica in uffici | 4.380 |
| Tazza igienica in scuole | 2.190 |
| Orinatoio | 730 |
| Lavatrice | 3.650 |
| Pulizie | 730 |

Tabella 3.1- Fabbisogno annuo di acqua per gli usi non potabili (Fanizzi, 2008)

| Tipologia irrigazione | Fabbisogno idrico annuo (litri/anno · m ²) |
|---|---|
| Irrigazione orto | 60 |
| Impianti sportivi (periodo vegetativo) | 200 |
| Aree verdi con terreno leggero (giardino) | 200 |
| Aree verdi con terreno pesante | 150 |

Tabella 3.2- Fabbisogno annuo di acqua per l'irrigazione (Fanizzi, 2008)

Tabella 4 – Fabbisogni idrici annui

| | | | |
|----------------------|---|------------------|--------------|
| Disponibilità idrica | Idrologia | | |
| | Pioggia media annua | <i>m</i> | 0.515 |
| | giorni piovosi medi annui | <i>n</i> | 64 |
| | Superfici di raccolta utilizzabili | | |
| | Area totale coperture | <i>mq</i> | 1400 |
| | Area totale marciapiede | <i>mq</i> | 400 |
| | Coefficienti | | |
| | coeff. medio afflusso coperture | | 1 |
| | coeff. medio afflusso marciapiede | | 0.5 |
| | coefficiente efficienza filtri | | 0.95 |
| | Volume max disponibile | <i>mc</i> | 782.8 |
| Riuso | Riuso irriguo | | |
| | Fabbisogno idrico verde | <i>l/anno/mq</i> | 200 |
| | Superficie verde da irrigare | <i>mq</i> | 3500 |
| | Fabbisogno irriguo | <i>mc</i> | 700 |
| | Fabbisogno totale annuo | <i>mc</i> | 700 |
| | Volume accumulo | <i>mc</i> | 48 |

Tabella 5 – Stima volume accumulo

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 26 di 41 |

Ai margini della vasca di accumulo sarà sistemata la batteria filtrante in apposito manufatto; l'acqua esce dal filtraggio e viene immagazzinata per complessivi 60 mc come determinati.

Dalla vasca normalmente (è presente un sollevamento che recapita alla vasca a dispersione quando questa supera il livello di sicurezza) l'acqua è prelevata da elettropompa verticale multistadio e prosegue entro le diverse tubazioni PEAD DN 110 disposte in parallelo; ciascuna delle quali serve un settore da irrigare; l'acqua viene prelevata con tubazione PEAD, DN 63, per alimentare le ali bagnanti dell'irrigazione.

Per garantire la tempestività e la regolarità dei cicli irrigui si installa un sistema di automazione costituito da programmatori elettronici a batteria ed elettrovalvole che consentono di aprire e chiudere i settori irrigui in giorni, ore e per tempi prestabiliti, sequenziandone il funzionamento ed evitando l'intervento manuale. Inoltre è possibile irrigare nelle ore notturne con vantaggi fisiologici per le piante e minori perdite idriche per evaporazione.

Sono pertanto previste elettrovalvole di controllo idrauliche programmabili alimentate a batteria in corrispondenza di ciascun settore da irrigare. Le elettrovalvole saranno sistemate all'interno di armadio stradale in SMC posato a pavimento, in corrispondenza della piazzetta.

Di seguito si riportano alcuni particolari del dispositivo, mettendo in evidenza l'ermeticità e l'alloggiamento in camera chiusa.

L'elettrovalvola è caratterizzata da una tensione di alimentazione di 9 volt, fornibile con una comune batteria da 9 volt, tipo transistor. L'autonomia è sufficiente per un'intera stagione con una media di 6 irrigazioni giornaliere. Quando la carica non è più sufficiente, il programmatore interrompe automaticamente le sue funzioni chiudendo l'elettrovalvola. La centralina controlla automaticamente la carica di alimentazione, è protetta da inversione di polarità ed è dotata di un rilevatore del livello di carica.

Generalmente nell'acqua accumulata possono essere presenti in sospensione particelle grossolane che devono essere bloccate prima che entrino nel sistema distributivo della rete irrigua. In particolare la filtrazione si rende necessaria per evitare l'ostruzione degli ugelli dei gocciolatoi.

Si installa pertanto una batteria filtrante a dischi, con processo di controlavaggio automatico e un pacco filtrante imbevuto di sostanza antiradici per eseguire il lavaggio delle ali bagnanti all'inizio della stagione irrigua; la batteria ha grado di filtrazione uguale a 120 mesh/130 micron, processo di controlavaggio automatico e pacco filtrante imbevuto di "treflan" o sostanze antiradici avente le seguenti caratteristiche:

- superficie totale filtrante 2820 cmq;
- peso del filtro 79 Kg;

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 27 di 41 |

- consumo minimo controlavaggio 52 l;
- connessione con flange f 3";
- pressione max di esercizio 10 bar;
- pressione minima di esercizio 1 bar;
- pressione minima di controlavaggio 2,5 bar.

Il programmatore a batteria con elettrovalvola incorporata ha invece le seguenti caratteristiche:

- alimentazione con 2 batterie alcaline da 1,5 V;
- scelta fra 7 frequenze prefissate del ciclo irriguo o ciclo personalizzato settimanale;
- tempi di irrigazione variabile da 1' a 24 h;
- possibili partenze giornaliere;
- mantenimento del programma durante la sostituzione delle batterie;
- segnalazione di batterie scariche o difettose;
- comando manuale.
- apertura e chiusura progressive che impediscono il colpo d'ariete.

L'ala gocciolante integrale autocompensante, antidreno, per irrigazione sotterranea, interrata a 15 cm di profondità sulle scarpate e 40 cm su terreno naturale, è costruita con tubo in PEAD tipo pesante diametro 20 mm interdistanza gocciolatoi 1.50 m, pressione di esercizio da 1 a 4 bar, portata effettiva $q=2.10$ l/h. L'ala gocciolante autocompensante è realizzata con tubo di polietilene con gocciolatore incorporato in fase di estrusione. L'ala autocompensante ha il vantaggio di erogare la stessa portata nel campo di pressioni ampio, da 1 a 4 bar.

Sull'ala gocciolante nel punto più alto è inserito la valvola di sfiato e nel punto più basso a valle la valvola di scarico automatico.

Le valvole di sezionamento sono in PVC f 63 mm f e manometro in corrispondenza di ogni elettrovalvola. Infine l'elettropompa verticale multistadio, con giranti, diffusori e camicia esterna interamente in acciaio inossidabile, con corpo pompa e testata superiore in ghisa, ha le seguenti caratteristiche:

- Portata: 140 l/h – 100 l/min
- Prevalenza: 80 m – 50 m
- Alimentazione trifase: 50 Hz
- Potenza: motori normalizzati da 4 kW
- Pressione massima d'esercizio: PN16
- Temperatura del liquido pompato: da -30°C a +120°C
- Protezione: IP55

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 28 di 41 |

- Isolamento classe: 155 (F)

3.8 Vasca di dispersione

Le acque trattate da sistema di prima pioggia e quelle sfiorate dalla vasca di accumulo vengono inviate alla vasca a dispersione che costituisce dunque il presidio finale di smaltimento.

Si prevede l'impiego di un sistema composto da strutture reticolari in polipropilene, materiale completamente riciclabile, a forma di parallelepipedo. I moduli hanno dimensioni, a seconda dei produttori presenti sul mercato, di dimensioni medie di 0,8x0,8 metri ed altezza di circa 60-70 cm.

La struttura può essere sviluppata sia in linee orizzontali che verticali a seconda dello spazio a disposizione e della conformazione del terreno.

I vari moduli sono uniti con un sistema di fissaggio a clipse.

I moduli, infatti, sono progettati in modo da formare dei tunnel all'interno della struttura.

Tramite un kit d'ispezione composto da sonda e lancia è possibile accedere a questi tunnel, esaminare la trincea drenante e, se necessario, effettuare la pulizia del materiale eventualmente depositato. Tutti i tunnel di ispezione, a monte e a valle, devono essere chiusi con le apposite piastre di chiusura.

Il sistema deve essere poi interamente avvolto da un tessuto geosintetico standard che lo protegge dall'infiltrazione di materiale.

L'intera struttura è trincea può essere collocata anche in una zona carrabile pesante, previo opportuno ricoprimento.

I principali vantaggi legati a tale impiego sono:

- efficace dispersione dell'acqua;
- profondità di escavazione ridotte rispetto ai tradizionali sistemi di dispersione;
- volume di accumulo (95%) decisamente superiore a quello di strati ghiaiosi disperdenti;
- flusso interno omogeneamente distribuito in orizzontale e in verticale;
- leggerezza dei moduli e semplicità di installazione;
- versatilità – è possibile realizzare trincee che si sviluppano in profondità o in superficie in funzione della disponibilità di spazio;
- carrabilità (con idonea ricopertura è installabile presso zone di transito pesante D/400);
- ispezionabilità dell'intero sistema per le eventuali operazioni di pulizia;
- applicabilità anche nei casi di falda sotterranea molto alta.

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 29 di 41 |

Il principio alla base del dimensionamento della trincea si può sintetizzare nella seguente formula:

$$volum\ e\ in\ ingresso = volum\ e\ allo\ scarico + volum\ e\ di\ accumul\ o$$

La portata in ingresso è determinata considerando l'area effettiva allacciata (in ha) più una serie d'intensità di pioggia (in l/s*ha) per un dato tempo di ritorno.

La portata allo scarico si determina dal dato di permeabilità del terreno (in m/s) moltiplicato per l'area effettiva utile ai fini della dispersione. La differenza tra ingresso e scarico determina il volume della trincea. Si ipotizza filtraggio solo dal fondo dell'elemento proposto.

Occorre inoltre tenere in considerazione che la trincea debba svuotarsi entro le 48ore dal termine dell'evento meteorico e invia un messaggio d'errore nel caso si superi questo valore. Il tempo di svuotamento (T_s) dell'invaso si calcola dividendo il volume (V_t) della trincea per la velocità d'infiltrazione (Q_s) e sommando alla velocità di infiltrazione il valore di regolazione di scarico (R_s), il tempo di svuotamento diminuirà.

$$T_s = V_t / (Q_s + R_s) \quad \frac{k_f \left[\frac{m}{s} \right]}{2} * AS[m^2] * 1000 = Q_s \left[\frac{l}{s} \right]$$

Per determinare la regolazione allo scarico necessaria a portare il tempo di svuotamento al di sotto delle 48 ore possiamo quindi lavorare inserendo il valore nella formula oppure sfruttando la formula inversa.

$$R_s = (V_t / T_s) - V_i$$

Per la loro realizzazione Inizialmente bisogna realizzare lo scavo di dimensioni adeguate a seconda dell'ingombro delle varie trincee. Sul fondo scavo va posato uno strato di sabbia media uniforme di 5-10 cm livellato (non utilizzare materiale troppo grosso, pezzatura massima 16 mm). Una volta realizzato il fondo scavo va posato il geotessile da 250 g/m² in modo tale da poter avvolgere tutta la trincea una volta installati i moduli e di pozzetti di controllo. I moduli vanno posati sul geotessile rispettando il numero di file concordato. Durante la posa fare attenzione a posare i moduli collegandoli reciprocamente in modo da creare correttamente il



IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 30 di 41 |

tunnel centrale che consente l'aerazione e l'ispezionabilità della trincea. I moduli vanno collegati l'uno all'altro con le apposite clipse di fissaggio fissandole nel centro dei moduli.

Per le calcolazioni viene utilizzato come detto un tempo di ritorno di 50 anni (curva di pioggia $x = 57,09 t^{0,269}$) ed un coefficiente di permeabilità un valore medio $1,3745 \cdot 10^{-5}$ (compreso tra i valori di $1,75 \cdot 10^{-05}$ m/sec e $9,99 \cdot 10^{-06}$ m/sec ottenuti dalle prove di permeabilità riportate in calce al paragrafo).

I volumi vengono dedotti a partire dalla curva di pioggia, considerando la superficie totale e il coefficiente d'afflusso medio. Si assume (considerando che la vasca di accumulo farà confluire le proprie portate qualora normalmente piena) una superficie complessiva di circa 9000 mq con coefficiente di afflusso medio 0,58, in quanto media pesata dei 7500 mq con coefficiente 0,5 e 1500 mq con coefficiente 1.

Si considera infatti cautelativamente che le coperture (seppure dotate di vasca di accumulo) contribuiscano alle portate da smaltire.

Di seguito si riporta la graficizzazione del calcolo del volume di invaso con coefficiente di sicurezza di 1,4, ragionevole per opere di questo tipo. Il volume ottenuto (comprensivo del volume di sicurezza) è dunque pari a circa 515 mc, il che considerando una altezza pari a due moduli (132 cm) si ottiene con un'area di circa 400 mq.

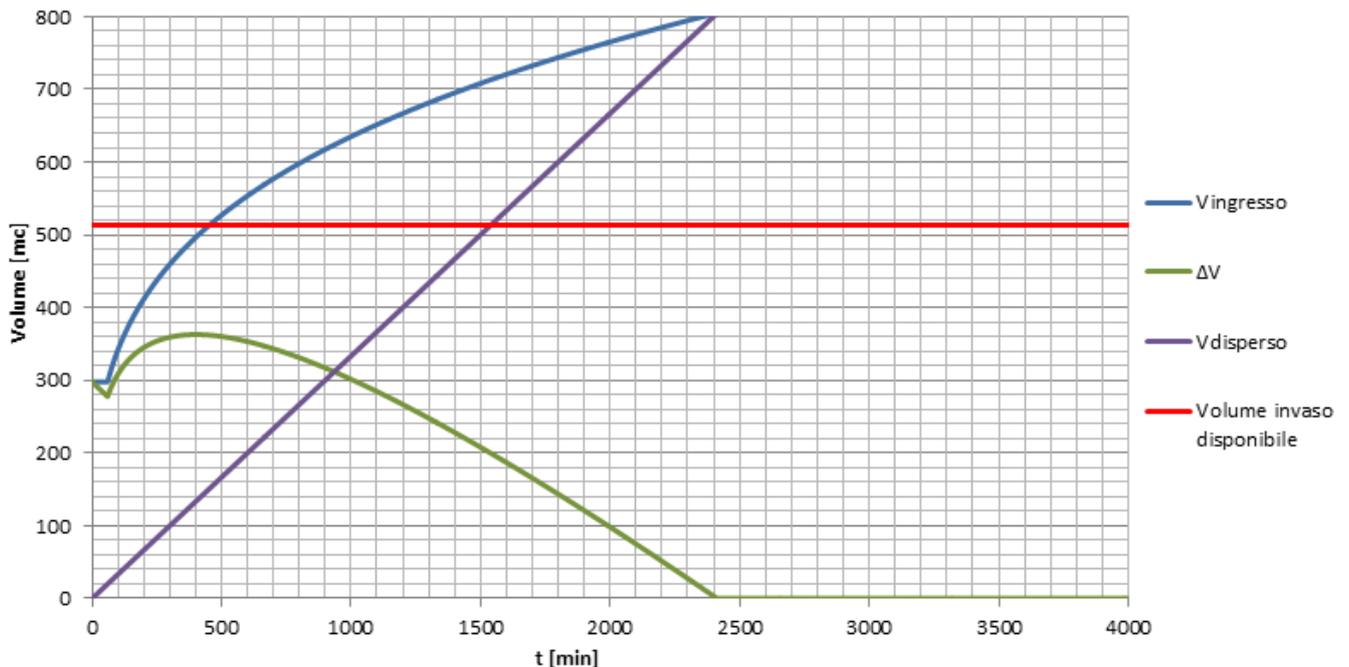


Figura 6 – Calcolo volume vasca a dispersione

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 31 di 41 |

La vasca così configurata consente uno svuotamento nelle 48 h come verifica in calce, come consigliato peraltro normativa tedesca DWA(ATV) A 138, nonché dalle norma della Regione Lombardia in materia.

| V max invasato [m ³] | Q _{filt,fosso} [m ³ /s] | t _{svuot} [h] | Volume disperso a 48h | Acqua in vasca a 48h | Volume disponibile a 48h |
|-------------------------------------|--|---------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| 363.04 | 0.0056 | 18.14 | 960.47 | 0.00 | 513.64 |

Tabella 6 – Calcolo tempo svuotamento

In calce si riportano invece le prove di permeabilità eseguite.

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 32 di 41 |



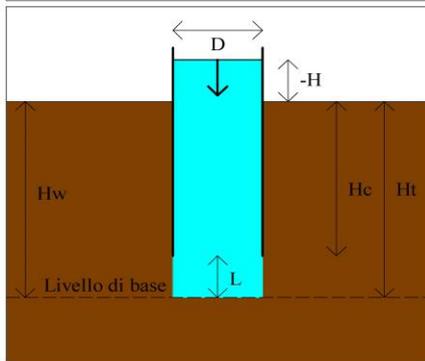
SONDEDILE srl
STUDI, OPERE, INTERVENTI NEL CAMPO
DELLA GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

Certificazione Ufficiale - Settore «C» - Prove geotecniche in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57211/5-11-2007 - DPR 380/2001 - Circolare 349/STC/1999

PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

| | |
|------------------------------|------------------|
| Committente: Italferr S.p.A. | Prova: 1 |
| Riferimento: Barletta Canosa | Data: 19/05/2020 |
| Località: | Orario prova: |
| Sondaggio: PFBC_S1 | |

Prova eseguita in abbassamento
 Livello di base dell'acqua [Hw] (m) 1,00
 Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m) -0,05
 Diametro del tratto di prova [D] (m) 0,127
 Profondità del rivestimento [Hc] (m) 0,05
 Profondità del foro [Ht] (m) 1,00
 Spessore del tratto di prova [L] (m) 0,95
 Coefficiente di forma 2,85



| T min | H m | dH m | H/Ho | T min | H m | dH m | H/Ho |
|-------|-----|------|--------|-------|-----|------|------|
| 0,0 | 1,1 | 0,0 | | | | | |
| 0,5 | 1,0 | 0,0 | 0,9810 | | | | |
| 1,0 | 1,0 | 0,0 | 0,9619 | | | | |
| 2,0 | 1,0 | 0,0 | 0,9581 | | | | |
| 3,0 | 1,0 | 0,1 | 0,9524 | | | | |
| 4,0 | 1,0 | 0,1 | 0,9476 | | | | |
| 5,0 | 1,0 | 0,1 | 0,9429 | | | | |
| 6,0 | 1,0 | 0,1 | 0,9381 | | | | |
| 8,0 | 1,0 | 0,1 | 0,9286 | | | | |
| 10,0 | 1,0 | 0,1 | 0,9190 | | | | |
| 12,0 | 1,0 | 0,1 | 0,9143 | | | | |
| 15,0 | 1,0 | 0,1 | 0,9095 | | | | |
| 20,0 | 0,9 | 0,1 | 0,9000 | | | | |
| 25,0 | 0,9 | 0,1 | 0,8905 | | | | |
| 30,0 | 0,9 | 0,1 | 0,8714 | | | | |
| 40,0 | 0,9 | 0,1 | 0,8619 | | | | |
| 50,0 | 0,9 | 0,2 | 0,8524 | | | | |
| 60,0 | 0,9 | 0,2 | 0,8429 | | | | |

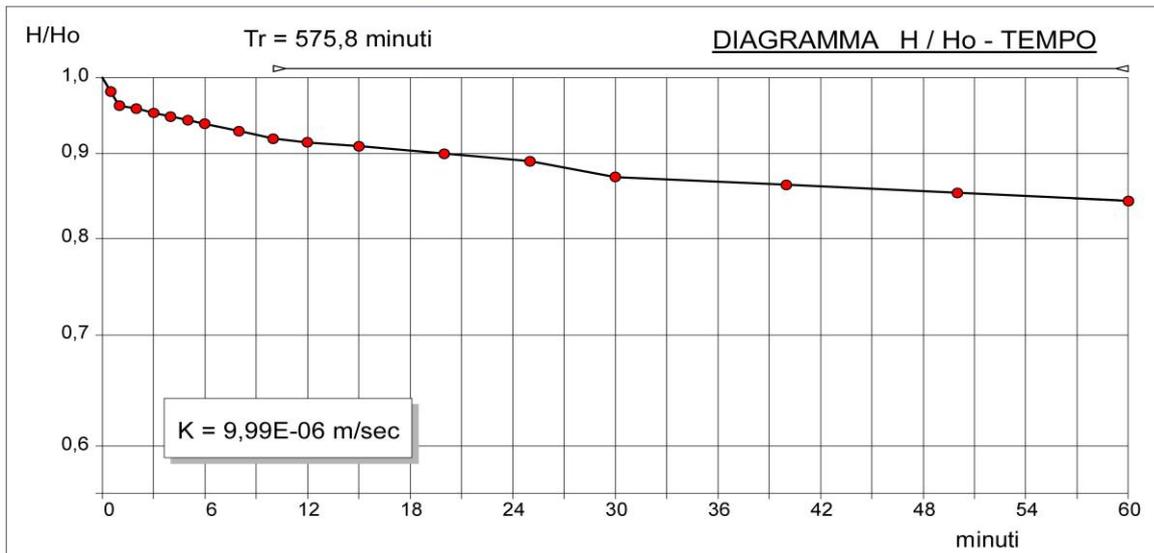


Figura 7 – Prova di permeabilità 1

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 33 di 41 |



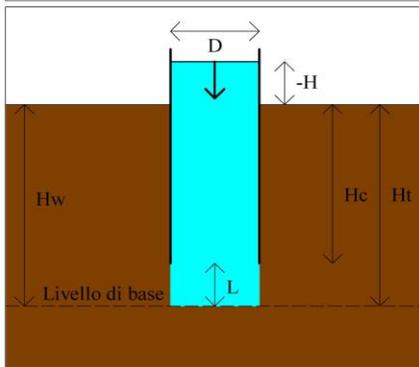
SONDEDILE srl
STUDI, OPERE, INTERVENTI NEL CAMPO
DELLA GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

Certificazione Ufficiale - Settore «C» - Prove geotecniche in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57211/5-11-2007 - DPR 380/2001 - Circolare 349/STC/1999

PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

| | |
|------------------------------|------------------|
| Committente: Italferr S.p.A. | Prova: 2 |
| Riferimento: Barletta Canosa | Data: 19/05/2020 |
| Località: | Orario prova: |
| Sondaggio: PFBC_S1 | |

Prova eseguita in abbassamento
 Livello di base dell'acqua [Hw] (m) 4,50
 Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m) -0,40
 Diametro del tratto di prova [D] (m) 0,101
 Profondità del rivestimento [Hc] (m) 3,00
 Profondità del foro [Ht] (m) 4,50
 Spessore del tratto di prova [L] (m) 1,50
 Coefficiente di forma 2,78



| T min | H m | dH m | H/Ho | T min | H m | dH m | H/Ho |
|-------|-----|------|--------|-------|-----|------|------|
| 0,0 | 4,9 | 0,0 | | | | | |
| 0,5 | 4,9 | 0,0 | 0,9918 | | | | |
| 1,0 | 4,8 | 0,1 | 0,9837 | | | | |
| 2,0 | 4,8 | 0,1 | 0,9714 | | | | |
| 3,0 | 4,7 | 0,2 | 0,9633 | | | | |
| 4,0 | 4,7 | 0,2 | 0,9531 | | | | |
| 5,0 | 4,6 | 0,3 | 0,9449 | | | | |
| 6,0 | 4,6 | 0,3 | 0,9367 | | | | |
| 8,0 | 4,5 | 0,4 | 0,9204 | | | | |
| 10,0 | 4,5 | 0,4 | 0,9102 | | | | |
| 12,0 | 4,4 | 0,5 | 0,8959 | | | | |
| 15,0 | 4,3 | 0,6 | 0,8776 | | | | |
| 20,0 | 4,2 | 0,7 | 0,8510 | | | | |
| 25,0 | 4,1 | 0,8 | 0,8286 | | | | |
| 30,0 | 4,0 | 1,0 | 0,8061 | | | | |
| 40,0 | 3,7 | 1,2 | 0,7612 | | | | |
| 50,0 | 3,5 | 1,4 | 0,7163 | | | | |
| 60,0 | 3,3 | 1,6 | 0,6735 | | | | |

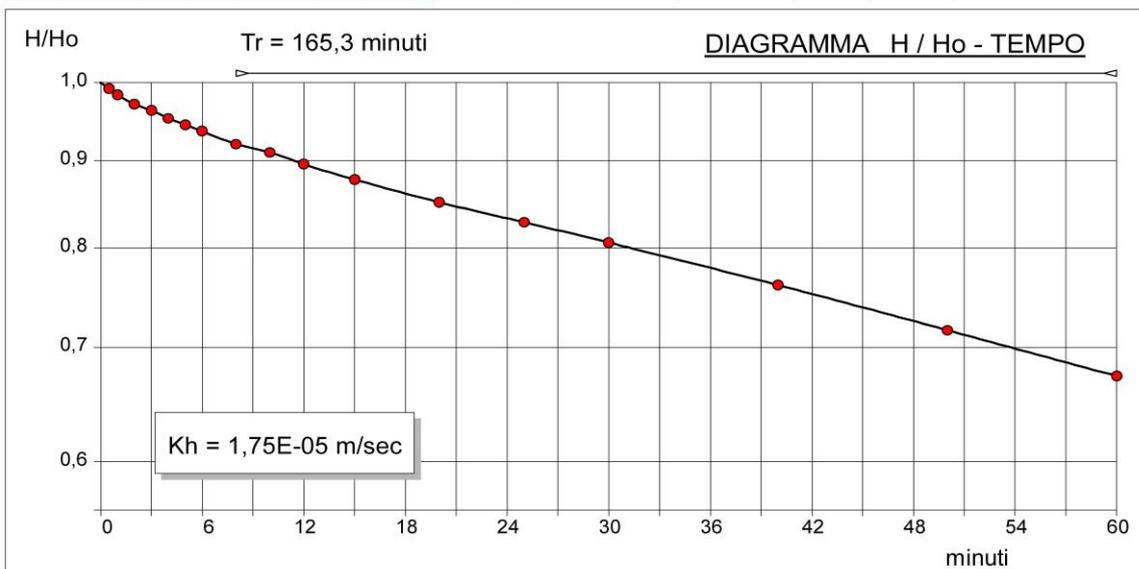


Figura 8 – Prova di permeabilità 2

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 34 di 41 |

3.9 Pozzetti di tipo drenante

I pozzetti di tipo drenante proposti, posti ai piedi del sistema pensilina pista ciclabile, hanno funzione di intercettare le acque meteoriche provenienti dalle superfici relative, e consentirne il loro smaltimento attraverso il terreno. Il principio alla base del dimensionamento della trincea si può sintetizzare nella seguente formula:

$$\text{volume in ingresso} = \text{volume allo scarico} + \text{volume di accumulo}$$

La portata in ingresso è determinata considerando l'area effettiva allacciata (in ha) più una serie d'intensità di pioggia (in l/s*ha) per un dato tempo di ritorno.

La portata allo scarico si determina dal dato di permeabilità del terreno (in m/s) moltiplicato per l'area effettiva utile ai fini della dispersione. La differenza tra ingresso e scarico determina il volume della trincea. Si ipotizza filtraggio solo dal fondo dell'elemento proposto.

La trincea è costituita da una base di cm 200 x 200 con drenaggio di fondo di cm 50.

Occorre inoltre tenere in considerazione che la trincea debba svuotarsi entro le 48ore dal termine dell'evento meteorico per evitare aggravii nelle aree circostanti. Il tempo di svuotamento (T_s) dell'invaso si calcola dividendo il volume (V_t) della trincea per la velocità d'infiltrazione (Q_s) e sommando alla velocità di infiltrazione il valore di regolazione di scarico (R_s), il tempo di svuotamento diminuirà.

$$T_s = V_t / (Q_s + R_s) \quad \frac{k_f \left[\frac{m}{s} \right]}{2} * A_s [m^2] * 1000 = Q_s \left[\frac{l}{s} \right]$$

Per determinare la regolazione allo scarico necessaria a portare il tempo di svuotamento al di sotto delle 48 ore possiamo quindi lavorare inserendo il valore nella formula oppure sfruttando la formula inversa.

$$R_s = (V_t / T_s) - V_i$$

Per le calcolazioni viene utilizzato come detto un tempo di ritorno di 25 anni (curve riportate in premessa e nella relazione idrologia allegata) ed un coefficiente di permeabilità un valore medio $1,3745 \cdot 10^{-5}$ (compreso tra i valori di $1,75 \cdot 10^{-05}$ m/sec e $9,99 \cdot 10^{-06}$ m/sec ottenuti dalle prove di permeabilità riportate in precedenza).

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 35 di 41 |

I volumi vengono dedotti a partire dalla curva di pioggia, considerando la superficie totale e il coefficiente d'afflusso medio.

Si assume una superficie complessiva di circa 100 mq con coefficiente di afflusso medio 1.

Di seguito si riporta la graficizzazione del calcolo del volume di invaso con coefficiente di sicurezza di 1,4, ragionevole per opere di questo tipo. Il volume ottenuto (comprensivo del volume di sicurezza) è dunque pari a circa 10,2 mc.

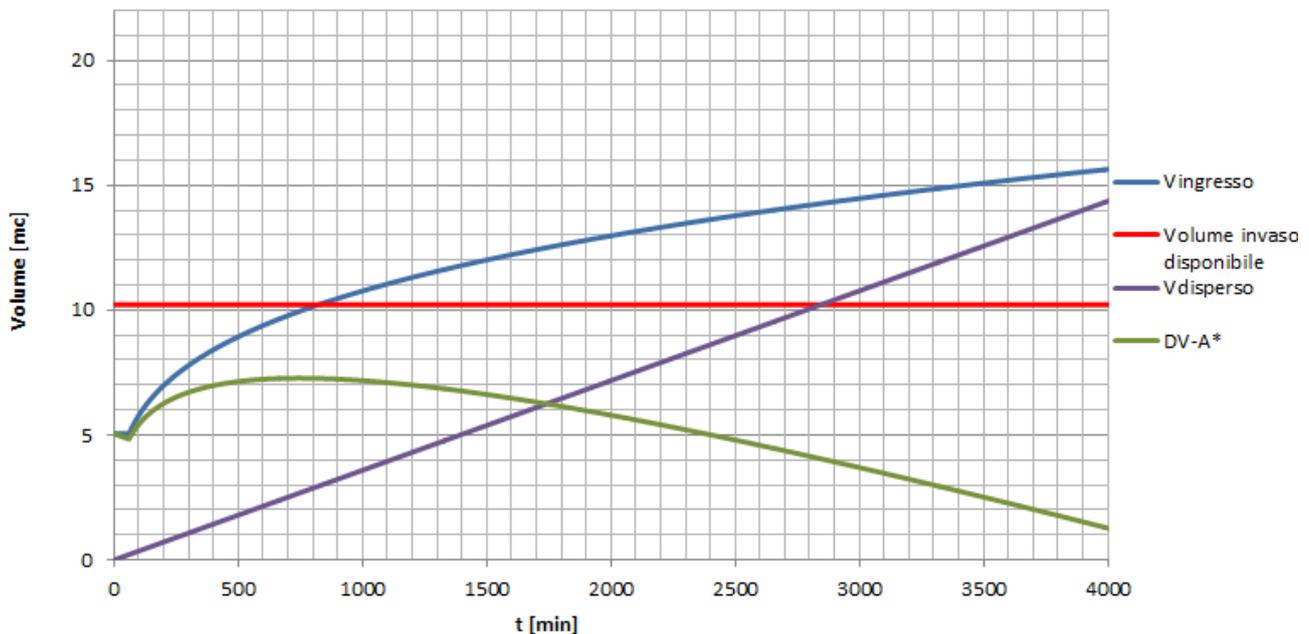


Figura 9 – Calcolo pozzetti disperdenti

Il fosso drenante così configurato consente uno svuotamento nelle 48 h come verifica in calce, come consigliato peraltro normativa tedesca DWA(ATV) A 138, nonché dalle norma della Regione Lombardia in materia.

| V max invasato [m ³] | Q _{filt,pozz} [m ³ /s] | t _{svuot} [h] | Volume disperso a 48h | Acqua nel pozzetto a 48h | Volume disponibile a 48h |
|----------------------------------|--|------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| 7.27 | 0.0001 | 33.76 | 10.34 | 0.00 | 10.22 |

Tabella 7 – Calcolo tempo svuotamento

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 36 di 41 |

4. ACQUE METEORICHE RICADENTI SULLA PIATTAFORMA STRADALE

Per l'intercettazione dei flussi d'acqua ricadenti sulla piattaforma stradale, nei tratti in rilevato e in trincea, ed assicurare il loro recapito all'esterno, si sono adottate generalmente le seguenti soluzioni ed opere idrauliche.

Sezioni in rilevato

La soluzione adottata consiste nello scarico dei deflussi meteorici provenienti dalla piattaforma, attraverso griglie posizionate ai margini della carreggiata e collettori sottostanti in cls che recapitano in fossi di guardia di tipo drenante collocati al piede dei rilevati. La geometria del fosso è di tipo trapezoidale, con larghezza di base ed altezza variabili a seconda delle necessità e sponde aventi pendenza pari a 1/1. Al di sotto del fondo del fosso per tutta la larghezza viene inserita una trincea di spessore variabile costituita da pietrisco di adeguata pezzatura involtato in TNT.

Per i tratti secondari saranno posizionati embrici lungo le scarpate recapitanti ai fossi di guardia, anch'essi drenanti; gli embrici saranno rivestiti solo per i tratti terminali per evitare fenomeni di erosione localizzata.

4.1 Fossi di guardia di tipo drenante

I fossi di guardia di tipo drenante proposti, posti ai piedi del rilevato, hanno funzione di intercettare le acque meteoriche provenienti dalla piattaforma e dal rilevato stradale, e consentirne il loro smaltimento attraverso il terreno.

Il principio alla base del dimensionamento della trincea si può sintetizzare nella seguente formula:

$$\text{volume in ingresso} = \text{volume allo scarico} + \text{volume di accumulo}$$

La portata in ingresso è determinata considerando l'area effettiva allacciata (in ha) più una serie d'intensità di pioggia (in l/s*ha) per un dato tempo di ritorno.

La portata allo scarico si determina dal dato di permeabilità del terreno (in m/s) moltiplicato per l'area effettiva utile ai fini della dispersione. La differenza tra ingresso e scarico determina il volume della

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 37 di 41 |

trincea; nel calcolo viene considerato anche il drenaggio di fondo di cm 80. Si ipotizza filtraggio solo dal fondo dell'elemento proposto.

Lungo la viabilità principale base ed altezza del fosso sono pari ad 1 metro con sponde inclinate 1/1. La lunghezza della trincea è pari a circa 200 metri. Essa viene realizzata a pendenza nulla; possono essere inseriti gabbioni metallici per il mantenimento di tale condizione.

Occorre inoltre tenere in considerazione che la trincea debba svuotarsi entro le 48ore dal termine dell'evento meteorico per evitare aggravii nelle aree circostanti. Il tempo di svuotamento (T_s) dell'invaso si calcola dividendo il volume (V_t) della trincea per la velocità d'infiltrazione (Q_s) e sommando alla velocità di infiltrazione il valore di regolazione di scarico (R_s), il tempo di svuotamento diminuirà.

$$T_s = V_t / (Q_s + R_s) \quad \frac{k_f \left[\frac{m}{s} \right]}{2} * AS[m^2] * 1000 = Q_s \left[\frac{l}{s} \right]$$

Per determinare la regolazione allo scarico necessaria a portare il tempo di svuotamento al di sotto delle 48 ore possiamo quindi lavorare inserendo il valore nella formula oppure sfruttando la formula inversa.

$$R_s = (V_t / T_s) - V_i$$

Per le calcolazioni viene utilizzato come detto un tempo di ritorno di 50 anni (curve riportate in premessa e nella relazione idrologia allegata) ed un coefficiente di permeabilità un valore medio $1,3745 \cdot 10^{-5}$ (compreso tra i valori di $1,75 \cdot 10^{-05}$ m/sec e $9,99 \cdot 10^{-06}$ m/sec ottenuti dalle prove di permeabilità riportate in precedenza).

I volumi vengono dedotti a partire dalla curva di pioggia, considerando la superficie totale e il coefficiente d'afflusso medio. Si assume (considerando che la vasca di accumulo farà confluire le proprie portate qualora normalmente piena) una superficie complessiva di circa 5000 mq con coefficiente di afflusso medio 0,9.

Di seguito si riporta la graficizzazione del calcolo del volume di invaso con coefficiente di sicurezza di 1,3, ragionevole per opere di questo tipo. Il volume ottenuto (comprensivo del volume di sicurezza) è dunque pari a circa 478 mc.

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 38 di 41 |

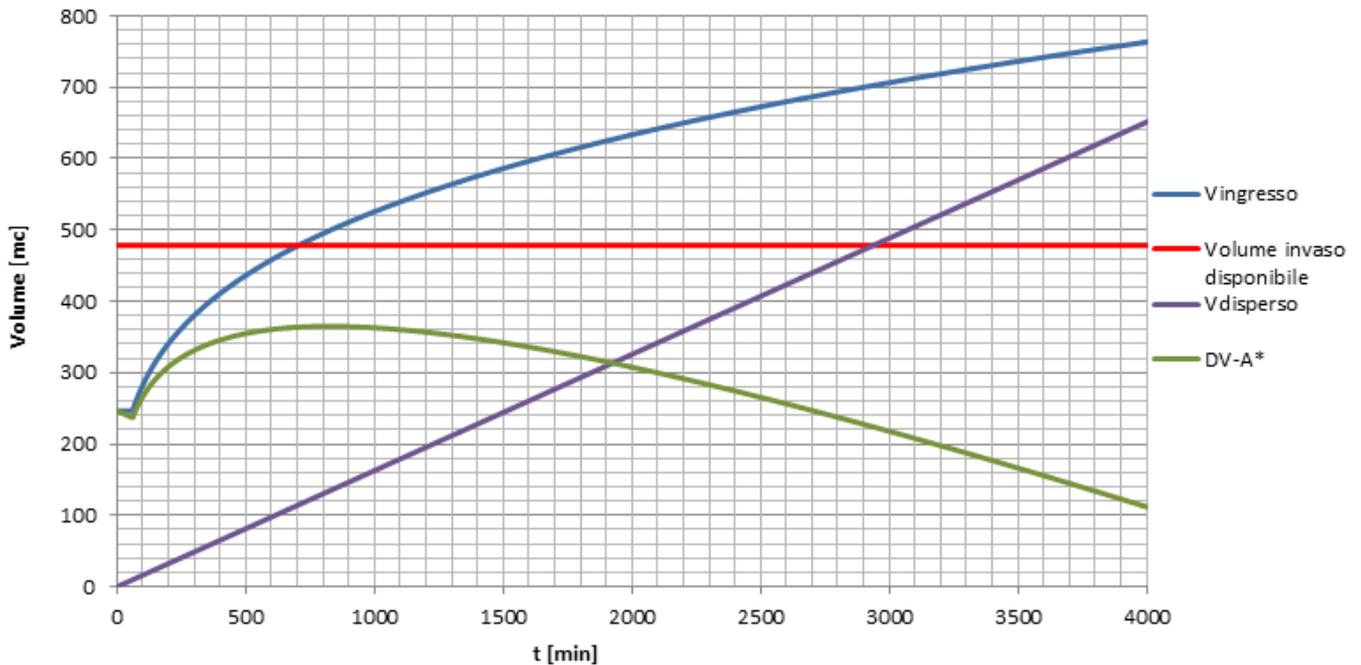


Figura 10 – Calcolo fossi disperdenti

Il fosso drenante così configurato consente uno svuotamento nelle 48 h come verifica in calce, come consigliato peraltro normativa tedesca DWA(ATV) A 138, nonché dalle norma della Regione Lombardia in materia.

| V max invasato [m ³] | Q _{filt,fosso} [m ³ /s] | ts _{vuot} [h] | Volume disperso a 48h | Acqua in vasca a 48h | Volume disponibile a 48h |
|----------------------------------|---|------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| 364.83 | 0.0027 | 37.34 | 468.9792 | 0.00 | 478.40 |

Tabella 8 – Calcolo tempo svuotamento

Nel caso delle viabilità minori il fosso drenante avrà invece base ed altezza 50 cm con il drenaggio di fondo di cm 50.

4.2 Collettori

Lo smaltimento delle acque gravanti sulla piattaforma avviene attraverso collettori in cls Dn500 posti con interasse di circa 20 m.

La portata afferente ad ogni collettore risulta pari a:

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 39 di 41 |

$$Q = r \times A \times C \text{ (l/s)}$$

In cui:

- r è l'intensità di pioggia
- A è l'area della copertura in m²
- C è il coefficiente di scorrimento posto pari ad 1

Per i valori dell'intensità di pioggia si fa riferimento alla legge di pioggia inferiore a d 1 ora riportata in precedenza per tempo di ritorno pari a 25 anni:

$$h = 54.77 t^{0.51}$$

Nel caso in esame si prende in considerazione un tempo di pioggia pari 10 minuti che corrisponde ad una pioggia di intensità pari a 140.04 mm/h.

La superficie sottesa da ogni singolo collettore risulta al massimo pari a circa 2.500 m².

Pertanto la portata risulta pari a $140.04 \times 2.500 / 3600 = 87.53 \text{ l/s}$.

La verifica del collettore in moto uniforme è riportata in calce, mediante formula di Chezy:

$$V = KR_H^{2/3} i^{1/2}$$

dove:

K = il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler assunto pari ad 75;

RH = raggio idraulico;

i = pendenza pari allo 0,5%

A = area della sezione bagnata;

V = velocità della corrente.

| % riempimento | rad. | Area defl. | Cont. Bagn. | R idr. | Portata (mc/s) | H riemp | Veloc m/s |
|------------------|--------|---------------|----------------|--------|-------------------|-------------|-----------|
| 5% | 51.68 | 0.90 | 0.01 | 0.22 | 0.04 | 0.01 | 0.024 |
| 10% | 73.74 | 1.29 | 0.02 | 0.31 | 0.06 | 0.01 | 0.048 |
| 15% | 91.15 | 1.59 | 0.03 | 0.38 | 0.07 | 0.02 | 0.072 |
| 20% | 106.26 | 1.85 | 0.04 | 0.45 | 0.08 | 0.04 | 0.096 |

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 40 di 41 |

| | | | | | | | |
|------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| 25% | 120.00 | 2.09 | 0.05 | 0.50 | 0.09 | 0.05 | 0.120 |
| 28% | 127.79 | 2.23 | 0.05 | 0.54 | 0.09 | 0.06 | 0.134 |
| 35% | 145.08 | 2.53 | 0.06 | 0.61 | 0.10 | 0.07 | 0.168 |
| 33% | 140.25 | 2.45 | 0.06 | 0.59 | 0.10 | 0.07 | 0.158 |
| 38% | 152.23 | 2.66 | 0.07 | 0.64 | 0.11 | 0.08 | 0.182 |
| 45% | 168.52 | 2.94 | 0.08 | 0.71 | 0.12 | 0.10 | 0.216 |
| 55% | 191.48 | 3.34 | 0.10 | 0.80 | 0.12 | 0.13 | 0.264 |
| 55% | 191.48 | 3.34 | 0.10 | 0.80 | 0.12 | 0.131 | 0.264 |
| 65% | 214.92 | 3.75 | 0.12 | 0.90 | 0.13 | 0.161 | 0.312 |
| 65% | 214.92 | 3.75 | 0.12 | 0.90 | 0.13 | 0.161 | 0.312 |
| 75% | 240.00 | 4.19 | 0.14 | 1.01 | 0.13 | 0.189 | 0.360 |
| 75% | 240.00 | 4.19 | 0.14 | 1.01 | 0.13 | 0.189 | 0.360 |
| 85% | 268.85 | 4.69 | 0.15 | 1.13 | 0.14 | 0.22 | 0.408 |
| 85% | 268.85 | 4.69 | 0.15 | 1.13 | 0.14 | 0.22 | 0.408 |
| 43% | 165.04 | 2.88 | 0.08 | 0.69 | 0.11 | 0.098 | 0.209 |

Tabella 9 – Verifica collettore DN500

Il riempimento ottenuto, pari al 33% risulta compatibile con la funzione svolta.

4.3 Embrici

Per i tratti stradali in rilevato la raccolta delle acque avviene in un canale di bordo formato dalla pavimentazione stradale stessa e dal cordolo che delimita l'arginello. Le acque sono dapprima convogliate nella zona compresa tra il cordolo bituminoso e lo strato di usura e poi indirizzate, per mezzo di embrici, nel fosso di guardia.

Gli embrici raccolgono le acque di ruscellamento e le convogliano al piede del rilevato, in un fosso di guardia.

IDRAULICA E IDROLOGIA

Relazione di smaltimento idraulico e compatibilità idraulica

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IA6D | 01 | D26RH | ID 00 02 001 | A | 41 di 41 |

La portata di progetto per una singola canaletta embriciata può essere determinata con il metodo razionale assumendo un coefficiente di deflusso pari a 0.9, un'intensità di pioggia $i = 140.04$ mm/h e un'area contribuyente $A = L \cdot S$, con S larghezza della sede stradale pari a 25.0 m e $L = 10.0$ m.

Quindi si ha:

$$Q = \frac{1}{3.6 \cdot 10^6} 0.9 \cdot 140.04 \cdot 250.0 = 0.0088 mc/s$$

Per la verifica si applica la formula del moto uniforme per una canaletta:

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

utilizzando i valori $K_s = 70$ m^{1/3}/s e $i = 2/3$ e ponendo pari a 35.0 cm la larghezza media della base della canaletta (sezione rettangolare).

Risolviendo rispetto all'unica incognita h si ottiene un'altezza di 5 cm circa. Considerando l'altezza media di una canaletta pari a circa 15.0 cm, la verifica risulta ampiamente soddisfatta.

In calce si riporta lo schema della canaletta embriciata.

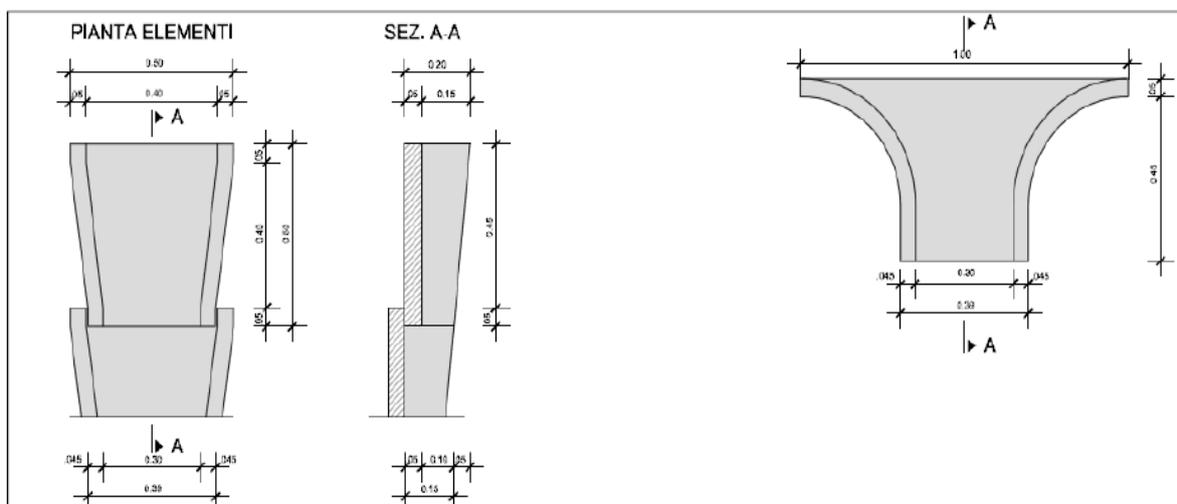


Figura 11 – Dettaglio degli embrici in pianta e in sezione