Elaborato:

RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

OPERE ESTERNE PER L'ADEGUAMENTO DEL PIAZZALE ESISTENTE ALLE MUTATE ESIGENZE AZIENDALI – VIA NAZIONALE 3, COMUNE DI SONICO (BS)

27 APRILE 2023

Dott. ssa Geol. Miriam Toaldo

ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol. Miriam TOALDO N° 859
REGIONE DEL VENETO

Dott.ssa Miriam Toaldo | Geologa
Cell: 3476922951
E-mail: miriamtoaldo@gmail.com
C.F.: TLDMRM90S42B563D – P.I.: 05032150285
Iscrizione Albo Geologi Regione Veneto n°859

SOMMARIO

1 PREMESSA 3

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA 4

3 QUADRO NORMATIVO 5

3.1 LEGGE REGIONALE 15 MARZO 2016 N. 4 ART. 7 5

3.2 REGOLAMENTO REGIONALE N° 7/2017 (AGGIORNATO DAL R.R. N° 8/2019) 6

4 BREVE DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO 9

5 ASPETTI IDROGEOLOGICI E PROVA DI PERMEABILITÀ 11

6 INDIVIDUAZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO 14

7 SCELTA E DIMENSIONAMENTO DELL'OPERA DI INVARIANZA 16

8 PIANO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE 19

1 PREMESSA

La presente relazione tratta il tema dell'**invarianza idraulica e idrologica** relativa alle opere di adeguamento del piazzale esistente di proprietà dell'azienda della Segheria Bianchi Pietro Eredi s.a.s., in Comune di Sonico (BS).

La crescente impermeabilizzazione dei suoli impone un controllo quantitativo delle portate che possono essere scaricate nei ricettori superficiali, che si traduce nella progettazione di tipologie di interventi che non alterino le condizioni di deflusso esistenti verso i ricettori superficiali. Entra quindi in gioco il tema dell'invarianza idraulica e idrologica, e parimenti la necessità di rispettare le condizioni di deflusso con riferimento allo scenario ante-operam.

Ogni nuovo intervento di impermeabilizzazione delle superfici determina infatti un incremento del valore dei coefficienti di deflusso, con una corrispondente riduzione dei processi di infiltrazione nel terreno.

A questo aspetto si associa un contestuale decremento del tempo di corrivazione, parametro che gioca un ruolo fondamentale nel processo di formazione dell'onda di piena. Ogni intervento che produce una contrazione di questa variabile contribuisce ad innalzare il picco del colmo di piena, a sfavore della capacità di smaltimento del ricettore finale con il rischio di contribuire ad esaltare i fenomeni di piena.

Con l'entrata in vigore del Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, così come confermato dal Regolamento Regionale n. 8 del 24/04/2019 che lo ha modificato e integrato, tutti gli interventi edilizi sul territorio che comportano un aumento delle superfici impermeabili devono quindi garantire il rispetto delle condizioni originarie.

Per raggiungere tale obiettivo, è necessario ricorrere alla laminazione delle portate di natura meteorica ovvero all'accumulo dei volumi di pioggia e alla restituzione al ricettore finale in modo graduale e commisurato alla criticità idraulica dell'area in cui si interviene.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

L'area di interesse si trova nella piana alluvionale del fiume Oglio, in destra orografica della media Val Camonica e nello specifico in comune di Sonico (BS).
Il lotto oggetto di intervento ricade a bordo della strada statale SS42 del Tonale e della Mendola.
Le aree sono individuabili nella Carta Tecnica Regionale (CTR) al foglio D3 alla scala 1: 50.000 e alla sezione D3C2 alla scala 1: 10.000.

Figura 1. Inquadramento su ortofoto dell'area di interesse (Fonte: Google Earth)

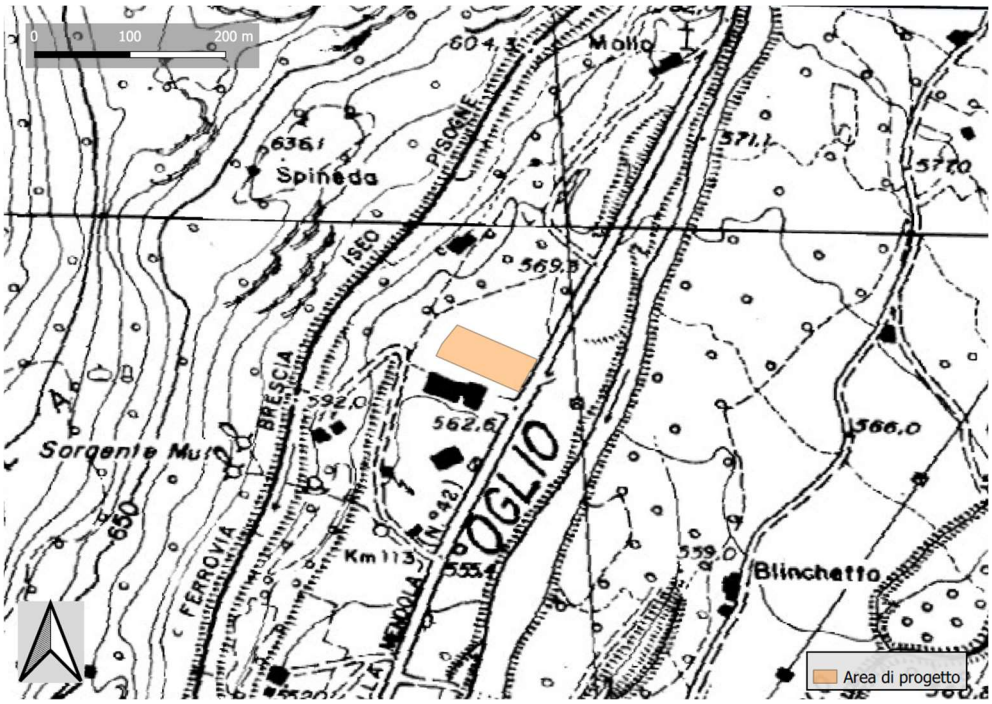

Figura 2. Inquadramento su CTR dell'area di interesse (Fonte: Geoportale Lombardia)

3 QUADRO NORMATIVO

3.1 LEGGE REGIONALE 15 MARZO 2016 N. 4 ART. 7

Il tema dell'invarianza idraulica e idrologica è stato introdotto dall'art. 7 della Legge Regionale 15 marzo 2016 n. 4 recante "Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua".
In particolare il comma 1 di tale articolo recita: "*al fine di prevenire e mitigare i fenomeni di esondazione e di dissesto idrogeologico provocati dall'incremento dell'impermeabilizzazione dei suoli e, conseguentemente, di contribuire ad assicurare elevati livelli di salvaguardia idraulica ed ambientale, gli strumenti urbanistici ed i regolamenti edilizi comunali recepiscono il principio di invarianza idraulica e idrologica per le trasformazioni di uso del suolo, secondo quanto previsto dal presente articolo.*"
Al comma 2 la legge evidenzia come gli obbiettivi previsti dal comma 1 hanno condotto ad alcune modifiche alla legge regionale 11 marzo 2015 (Legge per il governo del territorio) e in particolare si assiste all'introduzione dell'art. 58 bis "Invarianza idraulica, invarianza idrologica e drenaggio urbano sostenibile".
Il comma 1 del suddetto articolo introduce i seguenti principi:

- INVARIANZA IDRAULICA: principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti l'urbanizzazione;
- INVARIANZA IDROLOGICA: principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione;
- DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE: sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo alla sorgente delle acque meteoriche e a ridurre il degrado qualitativo delle acque.

Il comma 4 dell'art. 58 bis indica come *"…il regolamento edilizio comunale disciplina le modalità per il conseguimento dell'invarianza idraulica e idrologica secondo i criteri e metodi stabiliti con il regolamento regionale…*" che deve essere recepito entro sei mesi dalla sua pubblicazione.
Il comma 5 dell'art. 58 bis stabilisce in centottanta giorni dall'entrata in vigore della legge regionale, l'approvazione di *"…un regolamento contenente i criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica…"* la cui efficacia diventa effettiva alla data di recepimento dello stesso nel regolamento edilizio comunale.
Gli estratti della legge sopra riportati evidenziano chiaramente come il percorso a cui devono sottostare tutti gli interventi edilizi che comportano un aumento delle superfici impermeabili sia ormai chiaramente tracciato. In particolare esso è stato reso attuativo dall'entrata in vigore del Regolamento Regionale n° 7/2017, così come confermato dal Regolamento Regionale n. 8 del 24/04/2019 che lo ha modificato e integrato.

3.2 REGOLAMENTO REGIONALE N° 7/2017 (AGGIORNATO DAL R.R. N° 8/2019)

Il Regolamento Regionale è strutturato in una serie di articoli che indicano le modalità di attuazione dell'art. 7 della Legge Regionale n. 4 /2016 e la metodologia di esecuzione del progetto di invarianza idraulica.
Ai fini della sua puntuale applicazione appare importante evidenziare i punti essenziali che in esso vengono evidenziati:
Art. 5 – Sistemi di controllo e gestione delle acque pluviali;
Art. 7 – Ambiti territoriali di riferimento;
Art. 8 – Valori massimi ammissibili della portata meteorica scaricabile nei ricettori;
Art. 9 – Classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica idrologica e modalità di calcolo;
Art. 12 – Requisiti minimi delle misure di invarianza idraulica e idrologica.

- **Art. 5: Sistema di controllo e gestione delle acque pluviali**

Il Regolamento Regionale valorizza gli interventi che promuovono l'infiltrazione, l'evapotraspirazione ed il riuso delle acque meteoriche.
In particolare al comma 3 si specifica come lo smaltimento dei volumi invasati deve avvenire secondo il seguente ordine di priorità:
1) mediante il riuso dei volumi stoccati (innaffiamento giardini, acque grigie e lavaggio di pavimenti e auto);
2) mediante infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo;
3) mediante scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale con i limiti ammessi al ricettore;
4) mediante scarico in fognatura con i limiti imposti.

- **Art. 7: Ambiti territoriali di riferimento**

Dal momento che gli effetti dell'apporto di nuove acque meteoriche sono differenti nelle aree urbane o extraurbane, di pianura o di collina, e dipendono fortemente dalle caratteristiche del ricettore finale, il territorio regionale è stato suddiviso in tre tipologie di aree, in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori:

- Aree A: aree ad alta criticità idraulica: comprendono i territori dei Comuni, elencati nell'Allegato B, ricadenti, anche parzialmente, nei bacini idrografici elencati nell'Allegato C; il Regolamento sancisce inoltre che, indipendentemente dall'ubicazione territoriale, sono assoggettate ai limiti e alle procedure d'invarianza per le aree A anche le aree lombarde inserite nel PGT comunale come "Ambiti di Trasformazione" o anche come "Piani Attuativi" previsti nel Piano delle Regole.
- Aree B: aree a media criticità idraulica: comprendono i territori dei Comuni, elencati nell'Allegato B, non rientranti nelle aree A e ricadenti, anche parzialmente, all'interno dei Comprensori di Bonifica e Irrigazione.
- Aree C: aree a bassa criticità idraulica: comprendono i territori dei Comuni, elencati nell'Allegato B, non rientranti nelle aree A e B.

La rappresentazione della suddivisione del territorio regionale secondo tale zonazione è stata rappresentata cartograficamente e riportata nell'Allegato B.

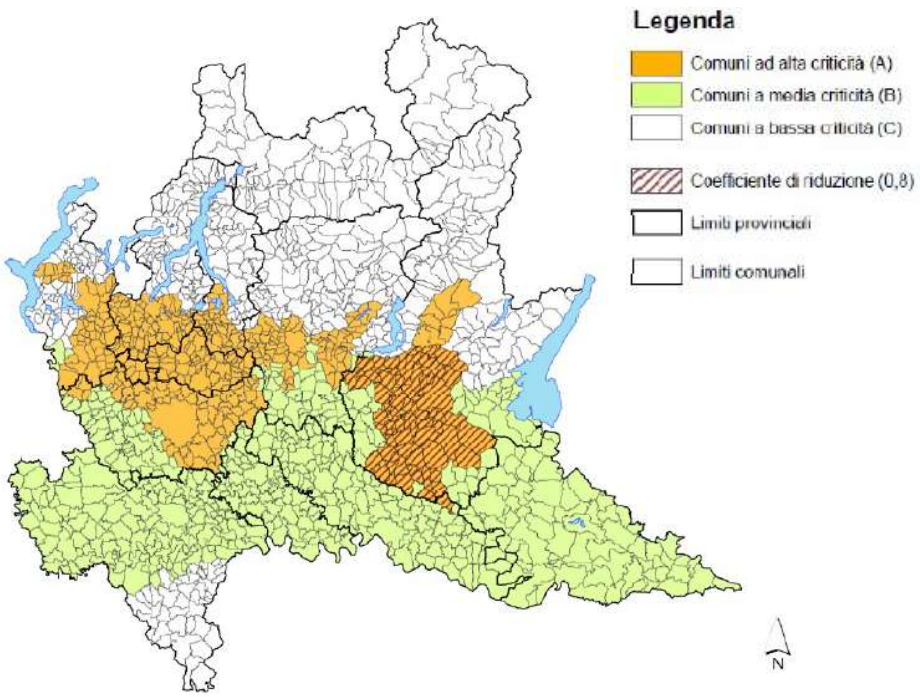

Figura 3. Suddivisione del territorio regionale in ambiti di criticità

- **Art. 8: Valori ammissibili della portata meteorica scaricabile nei recettori**

All'interno degli ambiti territoriali individuati in precedenza gli scarichi nel ricettore sono limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore e comunque entro i valori massimi ammissibili riportati nella tabella successiva.

AREE A ad alta criticità idraulica	u_{lim} = 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
AREE B a media criticità idraulica	u_{lim} = 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
AREE C a bassa criticità idraulica	u_{lim} = 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento

Come già anticipato in precedenza, i limiti alle portate di scarico sono ottenuti mediante l'adozione di sistemi finalizzati prioritariamente a favorire l'attenuazione della generazione dei deflussi meteorici a monte del loro scarico nel ricettore, mediante misure locali incentivanti l'evapotraspirazione, il riuso, l'infiltrazione, la laminazione diffusa e/o centralizzata.

Nel caso in cui, nonostante il ricorso ai sistemi precedentemente richiamati, sia comunque necessario realizzare lo scarico delle acque meteoriche nel ricettore, il medesimo scarico deve avvenire a valle di invasi di laminazione dimensionati per rispettare i suddetti limiti alle portate. Per tenere conto di possibili eventi meteorici ravvicinati, lo svuotamento degli invasi deve avvenire in tempo massimo di 48 ore.

- **Art. 9: Classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica ed idrologica e modalità di calcolo**

Il Regolamento Regionale propone una tabella che individua quattro classi di intervento in funzione dell'impermeabilizzazione potenziale prodotta dall'intervento stesso, dalla superficie interessata dall'intervento e dall'areale di interesse.

La medesima tabella indica inoltre le modalità di calcolo da utilizzare in relazione alla classificazione di criticità dell'ambito territoriale ove è ubicato l'intervento.

Se si escludono i soli interventi che interessano una superficie ridotta, le modalità di calcolo hanno livello di complessità crescente in funzione sia della classe di importanza sia della classe di criticità dell'ambito territoriale.

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="3">CLASSE DI INTERVENTO</th><th rowspan="3">SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO</th><th rowspan="3">COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE</th><th colspan="2">MODALITÀ DI CALCOLO</th></tr>
<tr><th colspan="2">AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)</th></tr>
<tr><th>Aree A, B</th><th>Aree C</th></tr>
<tr><td>0</td><td>Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi</td><td>≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)</td><td>qualsiasi</td><td colspan="2">Requisiti minimi articolo 12 comma 1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Impermeabilizzazione potenziale bassa</td><td>da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)</td><td>≤ 0,4</td><td colspan="2">Requisiti minimi articolo 12 comma 2</td></tr>
<tr><td rowspan="3">2</td><td rowspan="3">Impermeabilizzazione potenziale media</td><td>da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)</td><td>> 0,4</td><td rowspan="3">Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)</td><td rowspan="6">Requisiti minimi articolo 12 comma 2</td></tr>
<tr><td>da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)</td><td>qualsiasi</td></tr>
<tr><td>da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a < 100.000 mq)</td><td>≤ 0,4</td></tr>
<tr><td rowspan="3">3</td><td rowspan="3">Impermeabilizzazione potenziale alta</td><td>da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤100.000 mq)</td><td>> 0,4</td><td rowspan="2">Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)</td></tr>
<tr><td>> 10 ha (> 100.000 mq)</td><td>qualsiasi</td></tr>
</table>

Figura 4. Classificazione degli interventi con rispettive modalità di calcolo

- **Art. 12: Requisiti minimi delle misure di invarianza idraulica e idrologica**

In ultima analisi il Regolamento Regionale individua in forma parametrica un range di volumi di invaso minimi da rispettare per il rispetto dei principi dell'invarianza idraulica. La tabella che segue ne è la sintesi.

AREE A ad alta criticità idraulica	800 m^3 per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
AREE B a media criticità idraulica	500 m^3 per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
AREE C a bassa criticità idraulica	400 m^3 per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento

Tabella 1. Volumi minimi di invaso per ambito territoriale

A fronte dell'applicazione di una procedura di calcolo dettagliata il Progettista è tenuto ad assumere come ***volume di dimensionamento il più cautelativo tra i valori derivanti dai requisiti minimi ovvero dalle procedure di calcolo più dettagliate.***

4 BREVE DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO

Come precedentemente detto, il progetto consiste nella realizzazione di un piazzale a uso della Segheria Bianchi. L'area risulta attualmente a verde.

Sulla scorta dei dati forniti dai progettisti, l'intervento di impermeabilizzazione riguarderà una superficie di 3'290 mq, con la realizzazione di un'aiuola di 304 mq lungo il lato della strada.

Come opera di mitigazione, si prevede una trincea realizzata con moduli tipo Rigofill a sud dell'area di intervento, al confine con il piazzale esistente.

Di seguito si riportano due stralci delle opere in progetto, nello specifico una planimetria delle aree a diversa capacità scolante e un dettaglio con l'indicazione dell'opera di mitigazione.

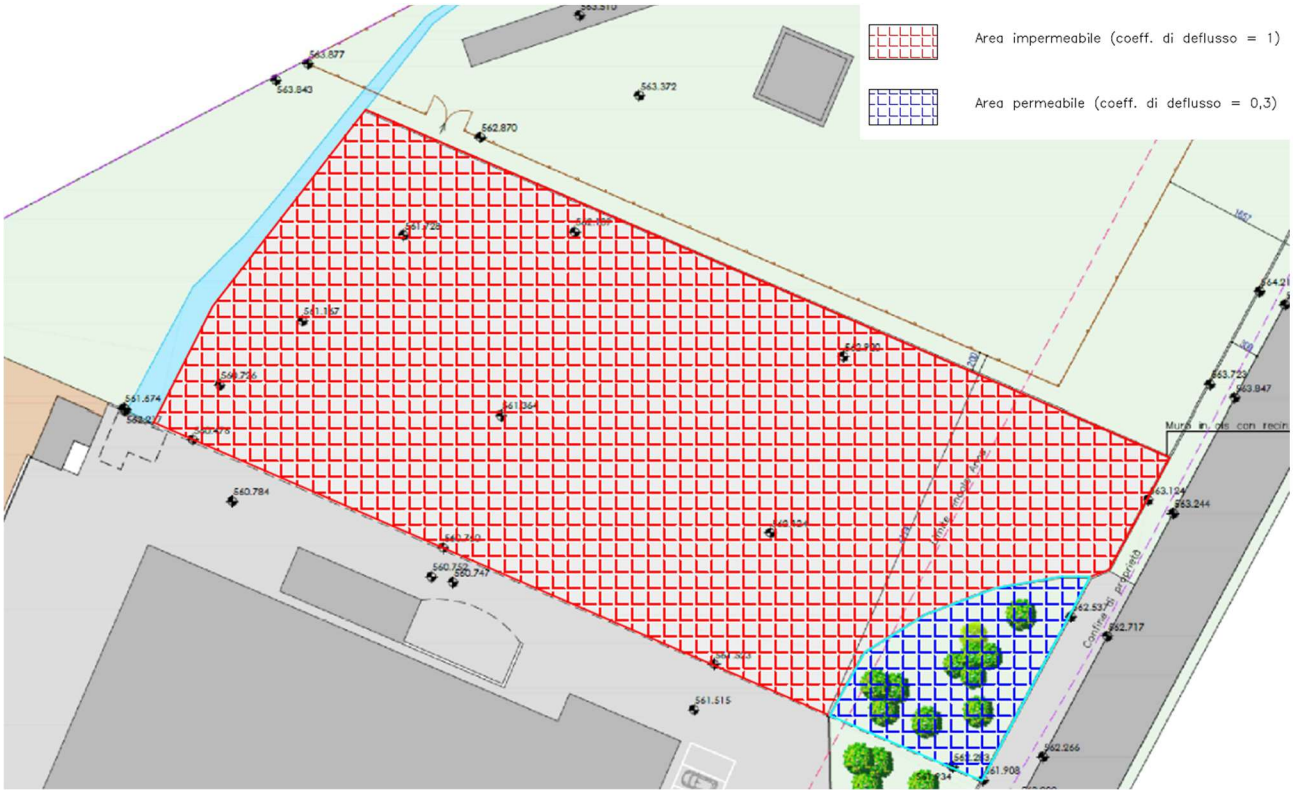

Figura 5. Stralcio della planimetria delle aree a diversa capacità scolante e della trincea di progetto

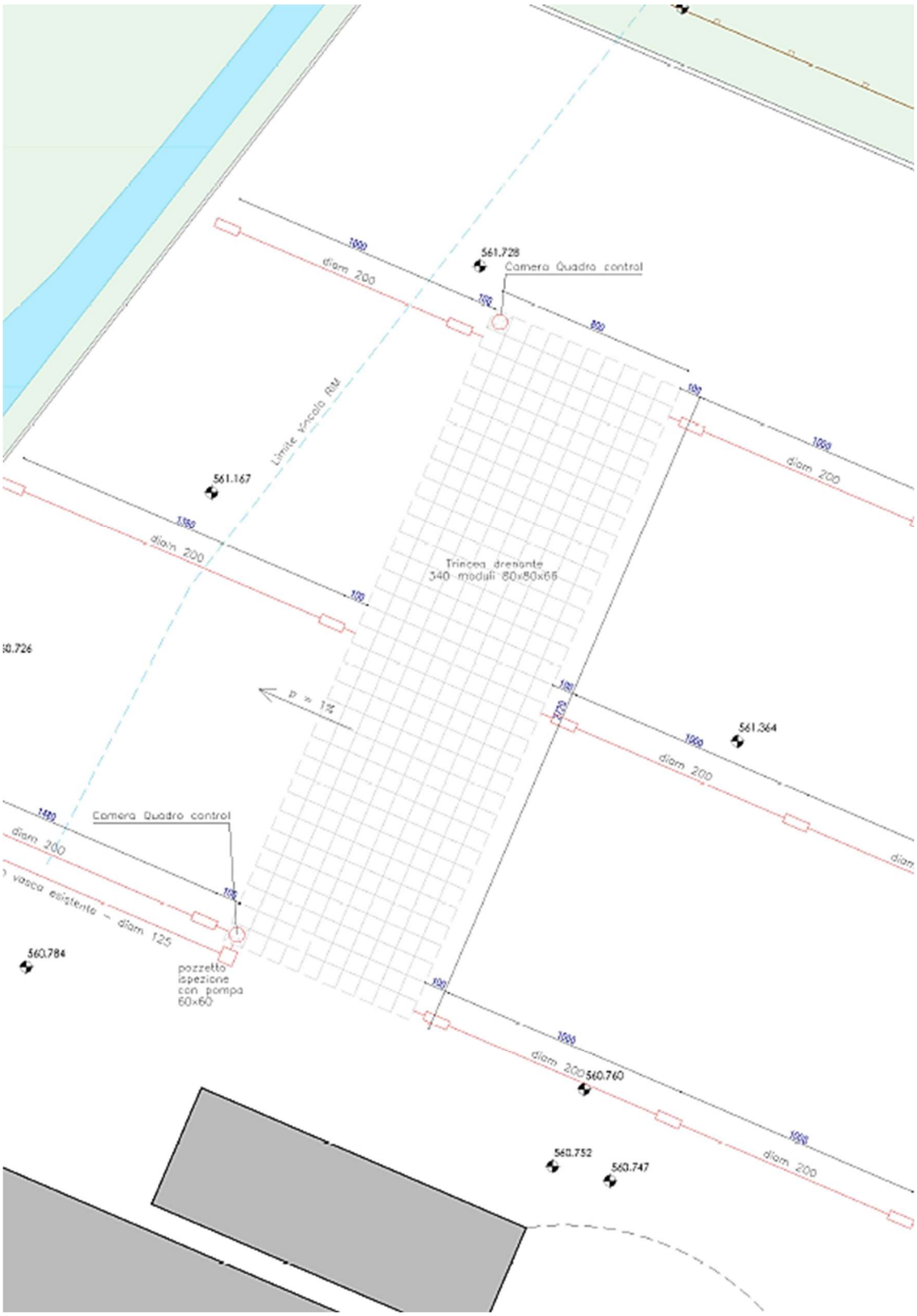

Figura 6. Dettaglio del posizionamento del sistema di rigofill

5 ASPETTI IDROGEOLOGICI E PROVA DI PERMEABILITÀ

L'area di interesse è caratterizzata dalla presenza di depositi quaternari alluvionali, costituiti da sedimenti di granulometria variabile da limi – argillosi a ghiaie e sabbie limose.

Come da descrizione in "*Relazione geologica*" redatta dalla Scrivente, non si rileva la presenza di falde superficiali. Per quanto concerne gli elementi idrografici, l'area di progetto si trova poche decine di metri a ovest del Fiume Oglio e il confine ovest del lotto coincide con un elemento del Reticolo Idrico Minore (RIM) Torrente Spineda (45-01-BS001), in parte intubato.

Il primo corso d'acqua appartiene al Reticolo Idrico Principale, mentre il secondo al Reticolo Idrico Minore, di competenza comunale.

Al fine di determinare le proprietà di conducibilità del terreno superficiale è stata eseguita una prova di permeabilità in pozzetto, particolarmente adatta a terreni granulari. Per l'esecuzione del test si è fatto riferimento agli schemi contenuti nelle raccomandazioni AGI (Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche – 1977).

La procedura prevede di eseguire pozzetti cilindrici o a base quadrata con pareti verticali o inclinate. Le prove sono effettuate riempiendo d'acqua il pozzetto e misurando la portata necessaria per mantenere costante il livello (prove a carico costante) oppure calcolando la velocità di abbassamento del livello in funzione del tempo (prova a carico variabile).

Le prove si ritengono eseguite in modo corretto quando si presentano le seguenti condizioni:

a) Il terreno deve essere saturato preventivamente in modo da stabilire un regime di flusso permanente;
b) La profondità del pozzetto deve essere pari a circa 1/7 dell'altezza del fondo dal livello di falda;
c) Il diametro (o lato di base) del pozzetto deve essere almeno 10-15 volte il diametro massimo dei granuli del terreno;
d) Il terreno sia omogeneo, isotropo e con coefficiente di permeabilità $k>10^{-6}$ m/s.

In questo caso è stata eseguita una prova a carico variabile in un pozzetto di forma rettangolare, assimilabile a un equivalente pozzetto di forma quadrata.

Figura 7. Esecuzione dello scavo per la prova di permeabilità

Figura 8. Prova di permeabilità (a sx fase di immissione e a dx fase di misura del livello in abbassamento)

Per la valutazione del coefficiente di permeabilità, si utilizzano generalmente formule empiriche.
Quella adottata nel caso specifico è la seguente:

$$k = \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} * \frac{1 + 2\frac{h_m}{b}}{\frac{27h_m}{b} + 3}$$

dove:
k = coefficiente di permeabilità [m/s];
h_m = altezza media dell'acqua nel pozzetto durante la prova a carico variabile (h_m > ¼ d) [m];
b = lato della base del pozzetto a base quadrata (o equivalente) [m];
$t_1 – t_2$ = durata della prova a carico variabile [s];
h1 e h2 = altezze dell'acqua nel pozzetto misurate dalla base del pozzetto all'inizio e alla fine della prova a carico variabile [m]

Il valore di permeabilità ottenuto dalla prova a carico variabile è di 6,7 x 10^{-4} m/s.
Tale valore permette di collocare i terreni tra i depositi contraddistinti da un grado di permeabilità medio, tipico di sabbie fini e sabbie pulite.

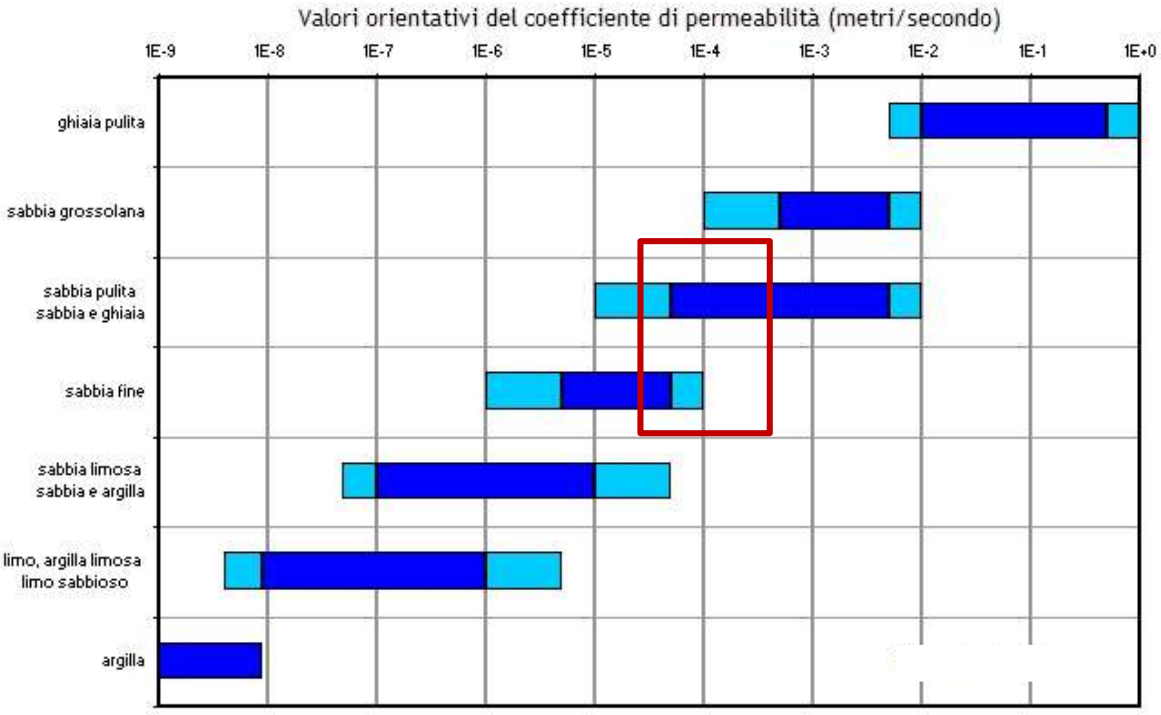

Figura 9. Range di valori del coefficiente di permeabilità (m/s) correlato alle diverse tipologie di deposito

6 INDIVIDUAZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO

Secondo l'Allegato B del Regolamento Regionale, il Comune di Sonico è classificato in Zona C – Area a bassa criticità idraulica; per tali aree il valore massimo ammissibile allo scarico secondo la Normativa risulta pari a 20 l/s per ettaro di superficie impermeabile dell'intervento.

All'Articolo 11 del medesimo regolamento sono indicati i valori standard del coefficiente di deflusso Ø, impiegati per la determinazione delle perdite idrologiche:

- Ø = 1, per le superfici impermeabili;
- Ø = 0,7, per le pavimentazioni drenanti/semipermeabili;
- Ø = 0,3, per le aree verdi.

Di seguito una sintesi dei coefficienti di deflusso assegnati alle diverse superfici di progetto:

DESCRIZIONE	TIPO AREA	SUPERFICIE [m²]	COEFF. DEFLUSSO Φ
Aree oggetto di asfaltatura	Area impermeabile	3'290,79	1,00
Aree a verde	Area permeabile	304,1	0,30
	A_{TOT} [m²]	**3'594,89**	
	COEFF. DEFLUSSO MEDIO PONDERALE		**0,94**

Tabella 2. Calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale

La procedura da utilizzare per il calcolo del volume di invarianza, considerando che:

- Il valore di superficie fornito dai progettisti risulta essere pari a 3'595 mq, corrispondente alla classe 2 riferita a un *intervento di impermeabilizzazione potenziale media*;
- il coefficiente di deflusso medio ponderale risulta essere pari a 0,94;
- l'ambito territoriale di riferimento per il calcolo è costituito dall'*Area C*.

risulta essere quella relativa al **METODO DEI REQUISITI MINIMI,** come si evince dalla sottostante tabella.

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO AMBITI TERRITORIALI (articolo 7) Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Si ricorda che i limiti minimi (per il volume dell'invaso) e massimi (per la portata scaricabile) prescritti per le Aree C a bassa criticità idraulica (come quella che interessa la presente relazione), nel calcolo dei requisiti minimi sono:

- per quanto riguarda il volume dell'invaso, **400 m^3** per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- per quanto riguarda la portata massima scaricata nel ricettore, **20 l/s** per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

<u>Calcolo secondo i requisiti minimi</u>

Il volume minimo di laminazione calcolato con i requisiti minimi è dato dalla seguente formula:

$W_{min} = V_{min} \times S_{si}$

dove:
W_{min} = volume minimo di laminazione
V_{min} = volume di invaso minimo da rispettare (nello specifico caso di area a criticità C, esso è pari a 400 m^3 per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento)
S_{si} = superficie scolante impermeabile

La Superficie scolante impermeabile (S_{si}) è data dalla superficie totale dell'intervento (S_{tot}) moltiplicata per il coefficiente di deflusso medio ponderale (ϕ_m) precedentemente calcolato; per cui si ha:

$S_{si} = S_{tot} \times \phi_m$ = 3'595 m^2 x 0,94 = 3'379 m^2 = 0,337 ha

Ne deriva il volume minimo di laminazione:

$W_{min} = V_{min} \times S_{si}$ = 400 m^3/ha_{imp} x 0,3 ha = 134,8 m^3

Pertanto, secondo i requisiti minimi, il volume delle opere di invarianza idraulica è pari a 134,8 m^3.

7 SCELTA E DIMENSIONAMENTO DELL'OPERA DI INVARIANZA

La proposta dell'opera di invarianza in accordo con i progettisti prevede l'utilizzo di sistemi modulari tipo "Rigofill" o similari, facilmente reperibili in commercio.
Tali sistemi creano nel sottosuolo un volume di contenimento delle acque e, se installati con appositi geo - tessuti e sottofondo permeabile e drenante, consentono inoltre la dispersione delle acque con elevate portate di infiltrazione.
L'impiego di queste strutture è efficace quando si hanno a disposizione superfici di sufficiente estensione e terreni che permettano il drenaggio delle acque.

Figura 10 – Sistemi di accumulo – laminazione tipo "Rigofill"

Nello specifico caso in cui si ha circolazione di mezzi pesanti, occorre predisporre la formazione di un pacchetto di sottofondo di altezza minima 80 cm con precise caratteristiche, rappresentate di seguito. Si rimanda alla scheda tecnica per informazioni di maggiore dettaglio.

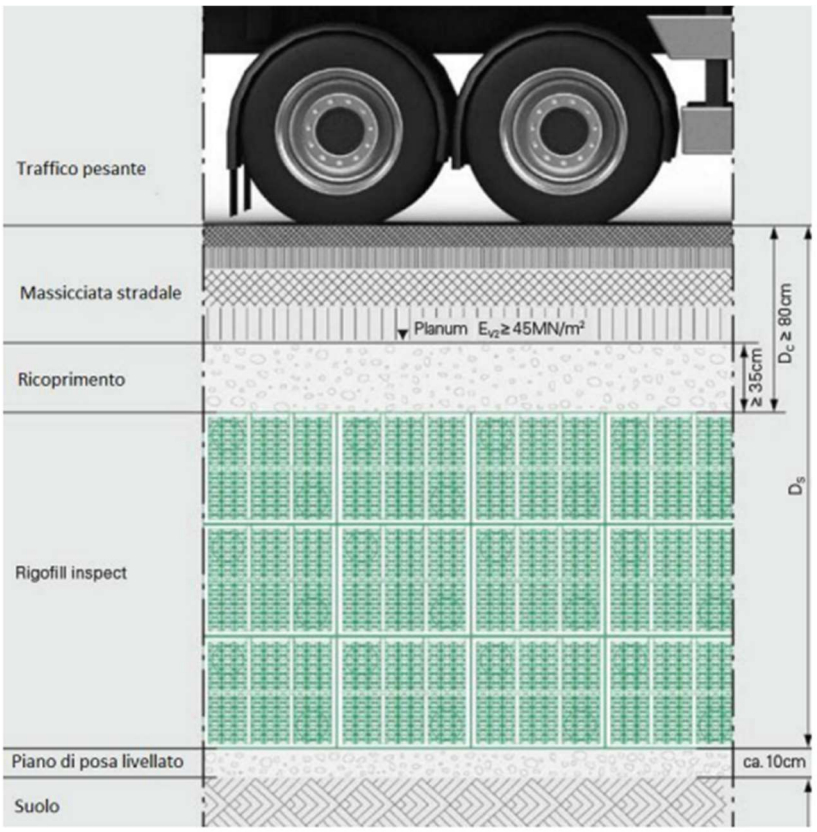

Figura 11. Schema del pacchetto di sottofondo

Il vantaggio di tale prodotto è che il volume di stoccaggio è 3-4 volte superiore di quello di una trincea in ghiaia, garantendo quindi un maggior risparmio in termini di spazio e sbancamento.
Il modulo standard Rigofill è contraddistinto dalle seguenti caratteristiche geometriche e di volume:

DIMENSIONI IN PIANTA: 800 x 800 mm
ALTEZZA: 660 mm
VOLUME LORDO: 422 lt
VOLUME UTILE DI STOCCAGGIO: 400 lt
VOLUME DEI VUOTI: 95%

Singolo modulo tipo Rigofill

La portata di dispersione Q_i del sistema disperdente, viene valutata con la seguente formula:

$$Q_i = K\ A\ i$$

dove:
K = permeabilità (*)
A = area filtrante
i = cadente piezometrica (**)

(*) = si assume il valore di permeabilità ricavato con la prova in pozzetto pari a 6,7 x 10^{-4} m/s = 0,00067 m/s;
(**) = durante gli scavi eseguiti nel lotto non è stata intercettata falda acquifera; pertanto questa è stata ipotizzata ad una profondità superiore al piano di posa delle trincee. Di conseguenza la cadente piezometrica J viene posta pari a 1 in quanto il tirante idrico della superficie filtrante è trascurabile rispetto all'altezza dello strato filtrante e la superficie piezometrica della falda è convenientemente al di sotto del fondo disperdente.

Per quanto riguarda invece il tempo di svuotamento t_s, questo è dato dalla seguente formula:

$$t_s = V / Q_i$$

dove:
V = volume effettivo d'invaso;
Q_i = portata di dispersione.

Dato il volume di deflusso stimato pari a 134,8 m^3 e considerate le dimensioni dei singoli Rigofill, l'opera di invarianza avrà dimensioni pari a 27,2m x 8m x 0,66m pari a 143,6 m^3, al lordo dell'ingombro dei moduli. Tale dimensionamento si basa sulla posa di 34 elementi disposti su 10 file su un unico livello.
Qualora in fase di cantiere sorgessero criticità (piano di posa, presenza di sottoservizi, impianti, ecc..) o per motivazioni logistiche di cantiere in senso esteso, sarà possibile valutare alternative rispetto alla disposizione dell'opera di mitigazione.
In questo modo il tempo di svuotamento risulta pari a pari a 5,6 ore, assicurando così i requisiti che sono in linea con il rispetto dei principi di invarianza idraulica del Regolamento Regionale, che prevede il ripristino della capacità volumetrica di progetto entro 48 ore dal termine dell'evento meteorico.

PROPOSTA DI INTERVENTO CON TRINCEE DRENANTI TIPO RIGOFILL

Volume acque di invarianza idraulica totale	134.8	mc

Larghezza trincee	8	m
Altezza trincee	0.66	m
Lunghezza complessiva trincee	27.2	m
Cadente piezometrica	1	m
Area filtrante	217.6	mq
Volume effettivo di invaso	136.4	mc
Tempo di svuotamento	5.6	ore

Figura 12. Sintesi delle caratteristiche della trincea drenante tipo Rigofill

8 PIANO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE

Il fabbisogno manutentivo di una trincea tipo Rigofill Inspect è direttamente proporzionale allo stato delle superfici dilavate ed è tanto meno oneroso quanto maggiore è il grado di efficienza in cui sono mantenuti gli eventuali impianti di prima pioggia o di decantazione che pretrattano i reflui prima dello scarico nelle trincee disperdenti.

In fase di progettazione delle trincee occorre fare attenzione alla presenza di piante che possiedono un apparato radicale molto sviluppato/invasivo che possa nel tempo danneggiare le strutture disperdenti sotterranee.

Oltre al rispetto delle istruzioni di manutenzione si consiglia comunque di considerare e applicare eventuali normative locali.

In fase di costruzione deve essere sempre garantito che nessun oggetto estraneo entri nei tubi o nei moduli disperdenti. Si richiede particolare attenzione perché, immediatamente dopo la fase di costruzione, è previsto un elevato carico inquinante delle aree collegate. I primi controlli (e l'eventuale pulizia) dovrebbero avvenire prima della consegna del materiale e subito dopo il completamento del montaggio dell'impianto.

Un'ispezione visiva dell'impianto e dei pozzetti d'immissione, nonché un'ispezione con videocamera, sono raccomandati. Queste ispezioni dovrebbero essere registrate su un libro di manutenzione.

Ulteriori controlli, se necessario, dovrebbero avvenire ogni sei mesi per il primo anno di utilizzo.

Questi daranno informazioni utili per gli interventi di pulizia e ispezione che dovranno essere eseguiti in futuro.

Secondo la normativa tedesca DWA-A 138 è consigliabile l'ispezione e la pulizia della trincea almeno due volte l'anno, da fare preferibilmente in primavera e in autunno. Naturalmente in caso di eventi meteorici eccezionali è consigliato un controllo/pulizia della trincea.

Di norma può essere effettuata una pulizia del sistema di drenaggio attraverso il lavaggio e l'aspirazione della sporcizia dal pozzetto di ispezione (per piogge normali difatti lo sporco si ferma nei primi metri di trincea).

In caso di forte inquinamento (elevata quantità di sedimento) dell'area in esame deve essere prevista una pulizia della trincea con un lavaggio ad alta pressione dei canali interni alla trincea.

Per la pulizia con sonda spray si consiglia l'utilizzo di un ugello rotante a 90° con getto d'acqua a 45°.

Gli ugelli utilizzati dovranno avere una pressione compresa tra 80 e 120 bar; valori di pressione superiori potrebbero danneggiare il geo - tessuto. Esiste inoltre una normativa tedesca (DIN 19523) che definisce la densità di potenza del getto d'acqua con un valore pari a 300 W/mm^2.

Gli step da seguire sono quindi i seguenti:

- riempire di acqua la trincea;
- lasciare che il flusso d'acqua smuova le particelle bloccate;
- aspirare l'acqua dal sistema;
- in caso di elevato inquinamento della trincea utilizzare un ugello per pulire le griglie interne al sistema e il geotessile, in modo da eliminare anche particelle più ostinate e poi aspirare l'acqua dal sistema.

Sonico (BS), lì aprile 2023

Dott.ssa Geol. Miriam Toaldo

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE DEL VENETO
Dott. Geol. Miriam TOALDO N° 859