

COMUNE DI CASTELFRANCO VENETO

PROVINCIA DI TREVISO

VARIANTE IN CORSO D'OPERA AL “PIANO DI
LOTTIZZAZIONE - Z.T.O. D2.2 - EX FORNACE
MONTEGRAPPA”

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA PER INVARIANZA IDRAULICA

COMMITTENTE: **PLUTONE IMMOBILIARE S.R.L. - LOREGGIA (PD)**

CASTELFRANCO VENETO, 14 DICEMBRE 2018

PREMESSA

La Plutone Immobiliare s.r.l., proprietaria dell'area, ha ottenuto il Permesso di Costruire n. 340 del 16/10/2008, Rif. archivio n. 2006/209, per "Opere di urbanizzazione del Piano di Lottizzazione - Z.T.O. D2.2 Ex Fornace Montegrappa" da realizzare in località Campigo in comune di Castelfranco Veneto in Via Resana, zona sud-est del territorio comunale, catastalmente censita al Foglio 35 mappali n. 541-625(parte)-627(parte)-618-616.



Il progetto riguarda una variante in corso d'opera, con completamento della parte rimasta inattuata, sostanzialmente per sottostare alle nuove e non previste esigenze imposte dal mercato immobiliare e dalla vigente normativa ed in particolare per rimuovere definitivamente, dal sopra citato piano di lottizzazione approvato, l'area destinata ad attività commerciali prevedendo invece un unico lotto a destinazione industriale/artigianale.

Il nuovo progetto inoltre si semplifica confinando la viabilità e tutti gli standards su un'unica zona a ridosso della via pubblica e lasciando l'area rimanente destinata a corrispondere esattamente con l'unico lotto a destinazione industriale/artigianale avente la Superficie Fondiaria pari a ca. **9684 m²**. I livelli pianoaltimetrici dell'intervento verranno inevitabilmente basati sugli attuali livelli della viabilità pubblica di via Resana e della pista ciclo-pedonale esistente a monte.

La presente relazione idraulica per garantire l'invarianza idraulica, riguarda la realizzazione del parcheggio fronte strada e le previsioni di costruzione di un capannone artigianale ipotizzando le massime superfici impermeabilizzate.



Per la dimostrazione di invarianza idraulica le superfici da computare sono individuate dall'area evidenziata in rosso sulla vista aerea della foto sopra riportata, la superficie in totale è di ca. **12.324 m²**.

La presente valutazione idraulica ha lo scopo di individuare le modificazioni all'assetto idrogeologico in seguito alla realizzazione dell'ampliamento, ovvero alla trasformazione territoriale, con lo scopo di valutare le misure e gli accorgimenti necessari per non aggravare l'attuale regime idraulico.

Verrà evidenziato, per l'intervento previsto, il procedimento che permette di rilevare qualitativamente la trasformazione idraulica del territorio, la trasformazione afflussi deflussi conseguente all'esecuzione delle opere e le soluzioni di mitigazione per invarianza idraulica da adottare.

STATO DI FATTO

L'area oggetto di intervento si trova in un'area pianeggiante attualmente seminata a prato, in una zona urbanizzata in via Resana in comune di Castelfranco Veneto. L'area, nella zona sud-est del territorio comunale, fa parte del sottobacino idraulico del *Rio Musoncello*.

Per quanto riguarda il rischio idraulico: il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino Idrografico del Fiume Sile non comprende l'area interessata; la carta delle esondazioni del comprensorio del consorzio di bonifica Piave non individua l'area come zona soggetta ad allagamenti; la valutazione di compatibilità del PAT del comune di Castelfranco Veneto ha redatto una cartografia delle aree pericolose del suo territorio da cui risulta che il sito non si trova in una zona pericolosa.

RETE DI PROGETTO

La rete di raccolta delle acque meteoriche sarà realizzata con due tubazioni principali in calcestruzzo turbovibrocentrifugato armato ad alta resistenza idonea a carichi di 1° categoria $\phi = 80 \text{ cm}$ con pendenza pari all'1‰, posizionate in previsione, lungo i lati nord e sud del capannone da realizzarsi, convogliando sia la portata generata dalle superfici scoperte sia quella generata dal capannone stesso verso i bacini di invaso. La rete del piazzale antistante destinato a parcheggio sarà invece realizzata con una tubazione principale in calcestruzzo turbovibrocentrifugato armato ad alta resistenza idonea a carichi di 1° categoria, del diametro $\phi = 60 \text{ cm}$ e due secondarie $\phi = 40 \text{ cm}$ (pendenza 1‰), da pozzetti di raccordo e ispezione, e da caditoie stradali con chiusino in ghisa. La rete completa, una volta realizzata permetterà l'invaso, necessario in caso di evento eccezionale con i tempi di ritorno considerati, per la sicurezza idraulica dell'area e il drenaggio delle portate in caso di eventi meteorologici eccezionali. Nelle aree a verde dell'area a parcheggio è prevista la realizzazione di due bacini di invaso a cielo aperto, con letto drenante, con una capacità massima (corrispondente al massimo invaso) di ca. 315 m^3 .

SITUAZIONE IDROGEOLOGICA DELL'AREA

La situazione idrogeologica dell'area di progetto si configura costituita dall'apporto di alluvioni d'origine fluviale unite a quelli dei torrenti che solcano la zona. La granulometria del deposito, che nella fascia immediatamente a ridosso dei rilievi montuosi è molto grossolana, diminuisce procedendo verso sud. Queste alluvioni sono formate da ghiaie a matrice sabbiosa molto

grossolane nell'area intervalliva e nella fascia immediatamente a ridosso dei rilievi montuosi. Più a sud, nella fascia intermedia, la granulometria dei sedimenti diminuisce e sono presenti ghiaie più minute con livelli sabbiosi e lenti limose ed argillose fino ad arrivare, nella zona delle risorgive, ad avere una prevalenza di sedimenti a grana ancora più fine con frequenti livelli argillosi che, diventando continui, determinano la suddivisione del complesso idrico indifferenziato in un sistema multifalde.

Dalle indagini effettuate sul posto si è rilevata la seguente stratigrafia:

- ✓ Terreno: Il sottosuolo dell'area in esame è costituito per una profondità di circa 1,20 m di materiale di riporto di origine edile. Successivamente, e fino alla profondità della falda, il terreno è prevalentemente costituito da argilla limosa leggermente sabbiosa, oltre tale profondità (ca. 3,00 m) si trova ghiaia a matrice sabbiosa;
- ✓ Posizione falda: Con riferimento ai sondaggi e alle prove profonde eseguite, nell'area in esame la falda acquifera è presente e il livello medio non supera, se non per eventi di carattere eccezionale, la profondità di circa 3,00 m rispetto al piano campagna.

Durante le prove per il riconoscimento delle caratteristiche litologiche e stratigrafiche dell'area, si è valutato anche il coefficiente di permeabilità k . Sono state effettuate due prove di permeabilità a carico variabile.

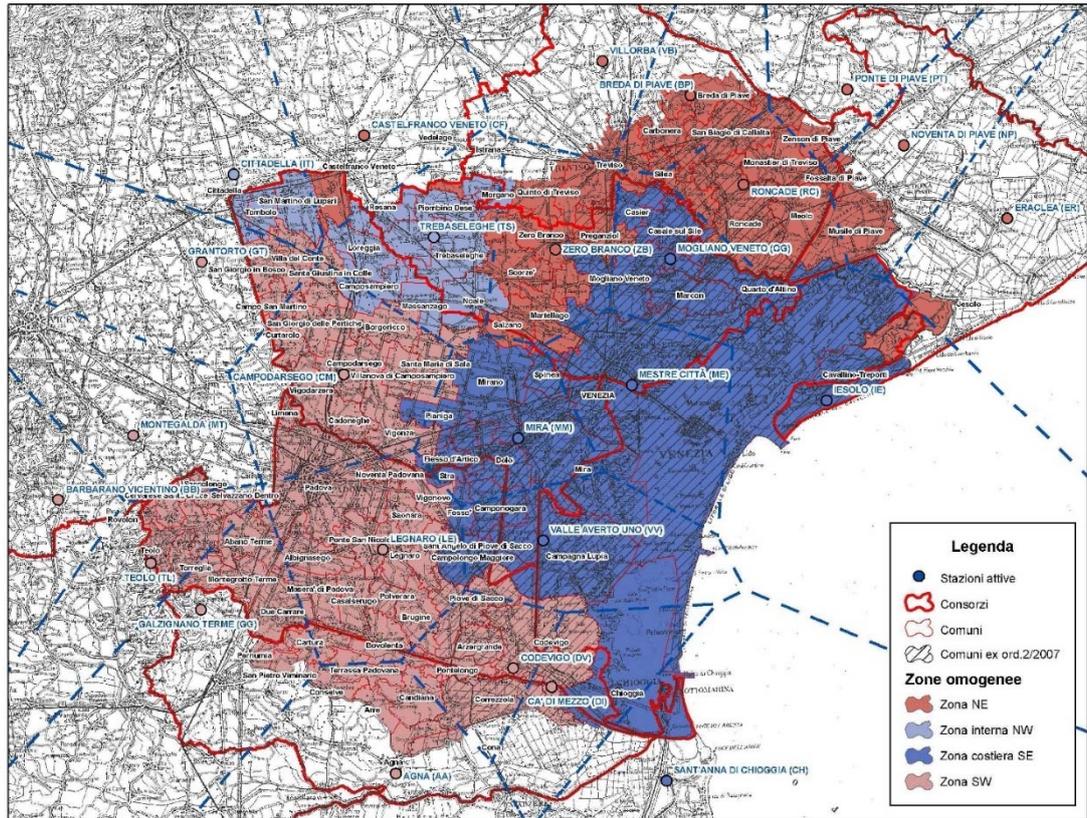
Le prove (vedi Relazione sulle indagini geognostiche) hanno dato come esito, un valore medio, come coefficiente di permeabilità del terreno ad una profondità di circa 2,00 m dal piano campagna, corrispondente a **$K = 2 \times 10^{-4} \text{ m/s}$** .

VALUTAZIONE DEI PARAMETRI IDRAULICI

Per le analisi di tipo idraulico, il dimensionamento di reti di smaltimento di acque bianche, di manufatti idraulici e di canali, è necessario conoscere la legge che lega le precipitazioni alle portate idrauliche generate.

Per le aree di maggiore rilevanza, sono eseguite delle analisi idrologiche ed elaborazioni statistiche sui dati di pioggia, restando fin d'ora inteso che i risultati riportati sono da ritenersi attendibili solamente per aree e per scopi di entità confrontabili a quelli di cui alla presente relazione.

Per lo studio ed il dimensionamento delle opere, supportati dall'utilizzo degli strumenti di simulazione matematica si sono utilizzati gli studi predisposti dal *Commissario Delegato per l'Emergenza concernente gli eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto nel settembre 2007 (OPCM n. 3621 del 18.10.2007)*.



L'elaborazione dei dati pluviometrici forniti da una stazione di misura si svolge ricercando la relazione esistente tra l'altezza h delle precipitazioni e le loro durate t in funzione del tempo di ritorno. Dopo gli eventi meteorologici del 26 settembre 2007, che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto, è stato affidato l'incarico, al Commissario Delegato per l'Emergenza, di individuare delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento per l'area nelle province di Venezia, Padova e Treviso. Si è scelto pertanto di svolgere un'analisi regionalizzata, che mira cioè ad analizzare in forma congiunta le registrazioni operate in diversi siti di interesse, valutando contestualmente il grado di omogeneità dei valori massimi annuali misurati nelle varie stazioni e la presenza di eventuali trend spaziali. Tale procedimento limita l'influenza di singole registrazioni eccezionali, individua le caratteristiche comuni del regime pluviometrico sull'intero territorio considerato e fornisce gli strumenti per un'eventuale suddivisione dell'area in sottoinsiemi omogenei, ai quali attribuire una singola curva segnalatrice di possibilità pluviometrica. È necessario elaborare delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica. Tutte le relazioni proposte in letteratura evidenziano la legge fisica in base alla quale l'intensità di pioggia diminuisce con la durata t del fenomeno. Una delle formule più diffuse ha struttura a tre parametri:

$$h = \frac{a}{(t + b)^c} t$$

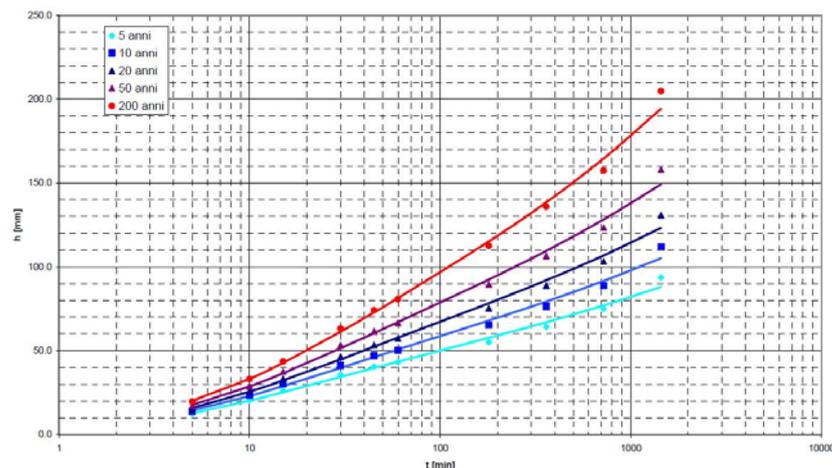
e consente una buona interpolazione dei dati per tutte le durate considerate.

Le elaborazioni descritte portano alle curve di possibilità pluviometrica in corrispondenza a diversi tempi di ritorno e divise per macrogruppi (quattro), valutando per ciascuna durata la media dei massimi di precipitazione delle stazioni del gruppo, calcolando poi le altezze di precipitazione per i vari tempi di ritorno e per le varie durate e producendo infine la stima dei parametri a, b e c per ottimizzazione numerica. Per la determinazione della "pioggia di progetto" e il dimensionamento della rete si farà riferimento ai risultati per la macrozona di Castelfranco Veneto.

Per la determinazione della "pioggia di progetto" e il dimensionamento della rete si è fatto riferimento ai dati della **Zona Nord Orientale** (area definita dall'analisi regionalizzata), zona di cui fa parte il comune di Castelfranco Veneto (TV), di seguito i parametri della curva segnalatrice (i tempi t devono essere espressi in minuti):

Tr	a	b	c
20	29.4	10.9	0.802
50	32.7	11.6	0.790
100	34.9	12.2	0.781
200	36.9	12.7	0.771

Grafico delle curve segnalatrici a tre parametri:



L'equazione di possibilità pluviometrica a due parametri, invece, secondo la distribuzione di *Gumbel* è determinata dalla seguente funzione:

$$h = a \cdot t^n$$

dove:

h *altezza della precipitazione in mm*
 t *durata della precipitazione in ore*
 a e n *parametri adimensionali*

Questa legge fornisce, per un assegnato tempo di pioggia t , il valore massimo di altezza di pioggia h per il periodo pari al tempo di ritorno Tr (frequenza). I dati ottenuti dall'analisi probabilistica regionalizzata sopraesposta, non possono essere interpolati adeguatamente da un'unica curva a due parametri per l'intero range di durate da 5 minuti a 24 ore. È opportuno considerare intervalli più ristretti di durate, entro i quali la formula bene approssimi i valori ottenuti con la regolarizzazione regionale. Di seguito i parametri delle curve segnalatrici tarate su intervalli di quattro dati, per i vari tempi di ritorno. Il parametro Δ indica l'errore medio relativo dell'approssimazione (i tempi t devono essere espressi in minuti):

Tr	tp≈30 minuti			tp≈45 minuti			tp≈1 ora			tp≈3 ore		
	DA 10 MIN A 1 ORA			DA 15 MIN A 3 ORE			DA 30 MIN A 6 ORE			DA 45 MI A 12 ORE		
(anni)	a	n	Δ%									
5	8.3	0.413	3.6	12.8	0.290	4.6	16.5	0.232	1.0	17.4	0.222	0.0
10	9.1	0.430	3.7	14.0	0.305	4.7	18.4	0.244	1.1	19.6	0.231	0.3
20	9.7	0.446	3.7	15.0	0.321	4.8	19.8	0.256	1.2	21.5	0.240	0.7
50	10.3	0.467	3.7	16.0	0.341	4.8	21.4	0.275	1.3	23.6	0.254	1.1
100	10.7	0.484	3.7	16.6	0.357	4.9	22.3	0.289	1.4	25.0	0.265	1.4
200	11.0	0.500	3.7	17.0	0.373	4.9	23.0	0.304	1.4	26.2	0.276	1.7

Per il calcolo della portata massima di progetto e per il calcolo dei volumi di invaso assumeremo come tempo di ritorno $Tr = 50$ anni, per i quali l'equazione di possibilità pluviometrica a due parametri assume i seguenti valori (i tempi t devono essere espressi in ore):

Tr (anni)	tp≈30 minuti			tp≈45 minuti			tp≈1 ora			tp≈3 ore		
	DA 10 MIN A 1 ORA			DA 15 MIN A 3 ORE			DA 30 MIN A 6 ORE			DA 45 MIN A 12 ORE		
	a	n	Δ%	a	n	Δ%	a	n	Δ%	a	n	Δ%
50	69.70	0.467	3.7	64.64	0.341	4.8	65.98	0.275	1.3	66.77	0.254	1.1
200	85.21	0.500	3.7	78.29	0.373	4.9	79.85	0.304	1.4	81.11	0.276	2.5

CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO ORARIO MEDIO

Della portata determinata mediante la curva di possibilità pluviometrica, solamente una sua frazione viene raccolta dai collettori. Tale frazione è individuata da un coefficiente di deflusso φ , inteso come il rapporto tra il volume defluito attraverso una determinata sezione in un definito intervallo di tempo e il volume meteorico precipitato nell'intervallo stesso.

Detto φ_i il coefficiente di deflusso relativo alla superficie S_i , il valore medio del coefficiente relativo ad aree caratterizzate da differenti valori di φ si ottiene con una media ponderale:

$$\bar{\varphi} = \frac{\sum \varphi_i \cdot S_i}{\sum S_i}$$

Tipi di superficie	φ
<i>Tetti metallici – Tetti a tegole</i>	<i>0,95-0,90</i>
<i>Tetti piani con rivestimento in calcestruzzo</i>	<i>0,70-0,80</i>
<i>Pavimentazioni asfaltate</i>	<i>0,85-0,90</i>
<i>Strade in terra</i>	<i>0,40-0,60</i>
<i>Zone con ghiaia non compressa</i>	<i>0,15-0,25</i>
<i>Giardini</i>	<i>0,05-0,25</i>

L'area individuata dal progetto si presenta come superficie verde incolta per una superficie totale di ca. **12.324 m²**. Per quanto riguarda il progetto, si individua l'area dove sorgerà il nuovo capannone con una superficie pari a ca. **9.684 m²**, divisi in: **5.595 m²** (*massima superficie*) di copertura ($\varphi=0,90$), **3.204 m²** di piazzale e percorsi in ghiaio ($\varphi=0,60$) e **885 m²** di marciapiede perimetrale e zona ingresso in cls o pietra ($\varphi=0,90$), ovvero una superficie che non potrà superare il 10% dell'area del lotto. L'area di **2.640 m²** a parcheggio fronte via Resana individua: **447 m²** di parcheggi drenanti in betonella (masselli in cls tipo *Ecofilter Micheletto* - $\varphi=0,50$), **145 m²** di marciapiedi drenanti in betonella (masselli in cls tipo *Ecofilter Micheletto* - $\varphi=0,50$), **957 m²** di area di manovra e marciapiede in asfalto ($\varphi=0,90$) mentre la restante area di **1.091 m²** è destinata a verde pubblico e verrà esclusa dal calcolo per il coefficiente di deflusso e dal calcolo per i volumi di compensazione. La superficie da computare per l'invarianza idraulica è dunque pari a **11.233 m²**.

Calcolando la media ponderata di tutte le superfici, il coefficiente di deflusso orario medio di progetto è pari a $\varphi_{med} = \mathbf{0,79}$.

VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO

La stima del coefficiente idrometrico, per bacini scolanti di relativa limitata estensione, come abbiamo già detto, può essere svolta mediante il metodo cinematico. Se in un bacino di superficie S cade, per una durata t , una precipitazione di altezza h , solo una frazione φ del volume meteorico ($S \cdot h$) risulta efficace agli effetti del deflusso.

Questo metodo, detto anche metodo razionale, è largamente usato per il calcolo della portata conseguente ad una assegnata precipitazione per bacini scolanti di limitata estensione.

Il valore della portata massima Q_{max} , essendo τ il ritardo di corrivazione, e t la durata della pioggia, è:

$$Q_{max} = \frac{\varphi S h}{\tau} = \varphi \cdot S \cdot a \tau^{n-1}$$

Per quanto riguarda le piogge assumeremo come tempo di ritorno **$Tr = 50$ anni** per il quale l'equazione di possibilità pluviometrica assume i seguenti valori (considerando che l'area abbia un tempo critico di circa quarantacinque minuti):

$$h = a \cdot t^n = 64,64 \cdot t^{0,341}$$

Durante una precipitazione una parte dell'acqua si infiltra nel terreno e va ad alimentare le falde acquifere sotterranee, una parte viene trattenuta dal terreno, una parte scorre superficialmente e viene raccolta dai corsi d'acqua, una parte evapora sia durante che dopo la precipitazione ed infine una parte viene trattenuta dalla vegetazione e dagli avvallamenti del terreno.

Questi percorsi vengono cambiati radicalmente nel loro aspetto quantitativo nell'ipotesi di terreno urbanizzato, per quanto riguarda il coefficiente di deflusso dovremo prendere il valore medio rispetto alle diverse superfici del bacino.

Calcoliamo ora la portata generata dai singoli bacini in corrispondenza della sezione di chiusura, per un tempo di corrivazione pari a *30 minuti*. Applicando al bacino in esame, il metodo esposto, il risultato, per deflusso libero dell'acqua, nella sezione di chiusura, è il seguente:

$$Q_{max} = \frac{\varphi S h}{\tau} = \varphi \cdot S \cdot a \cdot \tau^{n-1} = 0,79 \cdot 11.233 \cdot 64,64 \cdot \frac{\left(\frac{30}{60}\right)^{0,341-1}}{1000} = 906 \text{ m}^3/\text{ora}$$

ovvero: $906 \text{ m}^3/\text{ora} \cong 251 \text{ l/s} = Q_{max}$

Il coefficiente udometrico è pari a circa **$u_{max} = 224 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$**

Modello e verifica della tubazione:

Scopo del modello è la verifica, mediante simulazione in moto permanente ed uniforme, dei collettori primari delle fognature che, funzionanti a pelo libero, devono provvedere all'allontanamento delle acque meteoriche. Verifichiamo che il tratto finale delle reti siano in grado di smaltire la portata di progetto.

La portata, nell'ipotesi di moto a pelo libero è determinato con la relazione di *Gauckler-Strickler* che in funzione del grado di riempimento è:

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

dove:

Q = portata massima da convogliare;

$$A = \frac{1}{4} D^2 \left[\frac{\pi}{2} - \sin^{-1} \left(1 - \frac{2Y}{D} \right) - 2 \left(1 - \frac{2Y}{D} \right) \sqrt{\frac{Y}{D} \left(1 - \frac{Y}{D} \right)} \right] =$$

= area della sezione liquida in funzione del grado di riempimento (Y/D);

Y = altezza liquida o tirante d'acqua;

D = diametro tubazione;

K_s = coeff. di scabrezza di Gauckler-Strickler funzione del materiale della tubazione;

R_H = raggio idraulico della sezione bagnata funzione del grado di riempimento = AP ;

$$P = \text{perimetro bagnato in funzione } (Y/D) = D \left[\pi - \cos^{-1} \left(\frac{2Y}{D} - 1 \right) \right];$$

i = pendenza da dare alla tubazione.

Nota la portata viene determinata la velocità mediante l'applicazione dell'equazione di continuità che, nell'ipotesi di moto uniforme, è la seguente:

$$Q = V \cdot A \quad \text{dove} \quad V = \text{velocità fluido alla portata massima}$$

La tabella esplicita la verifica della portata di progetto. La verifica riguarda il moto a pelo libero nelle tubazioni per i vari gradi di riempimento.

Diametro condotta a monte pozzetto D (m) =	0,8
Pendenza condotta i (m/m) =	0,001
Coeff. scabrezza Gauckler-Strickler Ks (m ^{1/3} s ⁻¹) =	70

Grado riemp. Y/D	Altez. liquida Y (m)	Area liquida A (m ²)	Raggio idra. Rh	Portata Q (l/s)	Velocità V (m/s)	Tau al fondo T (kg/m ²)
0,05	0,04	0,009	0,026	1,827	0,194	0,026
0,1	0,08	0,026	0,051	7,945	0,304	0,051
0,15	0,12	0,047	0,074	18,497	0,391	0,074
0,2	0,16	0,072	0,096	33,323	0,466	0,096
0,25	0,2	0,098	0,117	52,126	0,530	0,117
0,3	0,24	0,127	0,137	74,519	0,588	0,137
0,35	0,28	0,157	0,155	100,056	0,638	0,155
0,4	0,32	0,188	0,171	128,234	0,683	0,171
0,45	0,36	0,219	0,186	158,502	0,722	0,186
0,5	0,4	0,251	0,200	190,265	0,757	0,200
0,55	0,44	0,283	0,212	222,880	0,787	0,212
0,6	0,48	0,315	0,222	255,655	0,812	0,222
0,65	0,52	0,346	0,231	287,835	0,832	0,231
0,7	0,56	0,376	0,237	318,593	0,848	0,237
0,75	0,6	0,404	0,241	346,996	0,858	0,241
0,8	0,64	0,431	0,243	371,955	0,863	0,243
0,85	0,68	0,455	0,243	392,113	0,861	0,243
0,9	0,72	0,476	0,238	405,567	0,851	0,238
0,95	0,76	0,493	0,229	408,884	0,829	0,229
1	0,8	0,503	0,200	380,529	0,757	0,200

DIMENSIONAMENTO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

Prima di calcolare il volume minimo di laminazione dobbiamo calcolare la **portata filtrata attraverso il letto drenante**. Si applica un coefficiente di permeabilità seguendo le indicazioni della Relazione Geologica che ha effettuato le prove di permeabilità del terreno in situ, quindi $K = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$. La superficie planimetrica del letto dei due bacini è pari a 250 m^2 , l'indice dei vuoti di $n = 0,30$ e il gradiente idraulico J di $1,80 \text{ m}$ (altezza del cuscino di ghiaione + massimo invasore). La portata per filtrazione è dunque pari a (si trascura la filtrazione laterale):

$$Q_{filtrata} = K \cdot J \cdot A = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 1,80 \cdot 250 \cong 90 \text{ l/s} \cong 73 \text{ l/s} \cdot \text{ha} = \text{portata specifica in uscita}$$

Verifichiamo ora l'invarianza idraulica, dimensionando i volumi di laminazione con il metodo delle piogge considerando la curva di possibilità pluviometrica a tre parametri.

Per verificare l'invarianza idraulica dobbiamo calcolare il volume di invasore necessario per mantenere la portata specifica in uscita pari a quella drenata dal letto drenante realizzato sul fondo dei bacini di laminazione ovvero **73 l/s·ha**.

Il modello di calcolo con il **metodo delle piogge** si basa sul confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante. L'impostazione concettuale è la stessa del metodo dell'invasore, si semplifica però notevolmente la scelta dei parametri della curva di possibilità pluviometrica, non c'è la scelta del tempo critico, essendo unica per tutte le durate di pioggia comprese tra i minuti e le 24 ore.

Calcoliamo ora il volume di invasore di progetto con tale metodo usando i parametri della curva di possibilità pluviometrica a tre parametri.

$$V = V_{IN} - V_{OUT} = \varphi \cdot S \cdot h(t) - Q_{IMP} \cdot t = \varphi \cdot S \cdot \frac{a \cdot t}{(b+t)^c} - Q_{IMP} \cdot t$$

La condizione di massima si trova annullando la derivata prima della precedente:

$$\frac{\partial V}{\partial t} = \frac{\varphi \cdot a \cdot [(b+t)^c - t \cdot c \cdot (b+t)^{c-1}]}{(b+t)^{2c}} - u_{IMP} = 0$$

Il successivo foglio di calcolo risolve l'espressione precedente numericamente mediante metodo di convergenza (*Metodo della secante o Regula Falsi o della Falsa Posizione*), si protraggono le iterazioni sino ad approssimare lo zero della funzione.

Assegnati i parametri della curva di possibilità pluviometrica a , b e c , il grado di impermeabilizzazione del terreno φ , l'espressione consente di stimare il volume di invaso specifico necessario perché il sistema scarichi al massimo la portata corrispondente al coefficiente udometrico imposto u .

Di seguito (foglio di calcolo excel elaborato dal *Consorzio di Bonifica Acque Risorgive*) si esegue il calcolo dei volumi di invaso richiesti per l'invarianza idraulica, con il metodo delle piogge (tempo di ritorno $Tr = 200$ anni), per la trasformazione urbana richiesta nel comune di Castelfranco Veneto e con i parametri di progetto scelti:

PARAMETRI IN INGRESSO

Castelfranco Veneto	200
Coefficiente d'afflusso k	0,79 [-]
Coefficiente udometrico imposto allo scarico	73 [l/s, ha]
Superficie intervento	11.233 [m ²]

RISULTATI

Parametri della curva di possibilità pluviometrica
$$h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$$

Comune di	Castelfranco Veneto	a	36,9 [mm min ⁻¹]
Zona	NORD-ORIENTALE	b	12,7 [min]
Tempo di ritorno [anni]	200	c	0,771 [-]
Tempo critico			53 [min]
Tempo critico			0,88 [ore]
Volume specifico richiesto per l'invarianza			381 [m ³ ha ⁻¹]
Volume richiesto per l'invarianza			428,0 [m ³]

Il volume minimo di laminazione da realizzare risulta, per l'evento critico che lo massimizza, pari a circa **428 m³**.

Il Consorzio di Bonifica Piave, impone, per aree ricadenti in zone artigianali, anche nel caso il calcolo puntuale evidenziasse la necessità di volumi di laminazione inferiori, un volume di invaso specifico minimo pari a 700 m³/ha.

Il volume minimo di laminazione dunque risulta essere pari a:

$$V_{min\ lam} = 700\ m^3/ha \times 0,79 [\varphi_{med}] \times 11.233\ m^2 [Sup.] = 621\ m^3$$

Calcoliamo ora il volume di invaso di progetto che garantisce che le precipitazioni di carattere eccezionale vengano trattenute e smaltite in tempi differiti. Calcoleremo gli invasi a disposizione delle aree in progetto ovvero, la capacità di trattenere il più a lungo possibile l'acqua delle precipitazioni.

La capacità di invaso delle reti di progetto è data: dal volume profondo della rete delle acque meteoriche e dalle opere accessorie (derivazioni, pozzetti di ispezione, pozzetti di raccolta), stimato in via approssimativa pari al 10 % del volume totale della rete, dal volume dei bacini di laminazione a cielo aperto fino alla quota massima di invaso, dal volume dei rispettivi letti drenanti con indice dei vuoti $n = 0,30$ e dai microinvasi superficiali, corrispondenti ad un velo liquido di 4 mm distribuito uniformemente su tutta la superficie.

La rete di raccolta delle acque meteoriche è composta da ca. 430 m di tubazione in cls $\phi 80$ cm, da ca. 44 m di tubazione in cls $\phi 60$ cm e da ca. 64 m di tubazione in cls $\phi 40$ cm.

Di seguito i volumi ricavabili:

	CAPACITÀ DI INVASO DELLA RETE	
Invaso profondo della rete + opere accessorie	430 m x 0,5024 m ² x 1,10	238,00 m ³
Invaso profondo della rete + opere accessorie	44 m x 0,2826 m ² x 1,10 =	14,00 m ³
Invaso profondo della rete + opere accessorie	64 m x 0,1256 m ² x 1,10 =	9,00 m ³
Bacino di invaso 1 a cielo aperto	(122+170)/2 x 0,80 =	117,00 m ³
Letto drenante bacino 1	122 x 1,00 x 0,30 =	37,00 m ³
Bacino di invaso 2 a cielo aperto	(129+177)/2 x 0,80 =	122,00 m ³
Letto drenante bacino 2	129 x 1,00 x 0,30	39,00 m ³
Microinvasi superficiali	11.233 x 0,004 =	45,00 m ³
TOTALE VOLUME > VOLUME MINIMO DI INVASO RICHIESTO		621,00 m³

Pari a **700 m³/ha** di volume di invaso specifico.

CONCLUSIONI

L'analisi delle condizioni al contorno e le elaborazioni eseguite hanno permesso di concludere quanto segue:

- ✓ l'area oggetto d'intervento si trova a sud est del centro di Castelfranco Veneto, lungo Via Resana;
- ✓ il progetto riguarda una variante in corso d'opera, con completamento della parte rimasta inattuata, su una superficie totale di ca. $12.324 m^2$;
- ✓ per lo studio e la verifica del dimensionamento delle opere idrauliche, si sono utilizzati gli studi predisposti dal *Commissario Delegato per l'Emergenza concernente gli eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto nel settembre 2007 (OPCM n. 3621 del 18.10.2007). Zona Nord Orientale* (distribuzione regionalizzata delle piogge) e un tempo di ritorno *200 anni*;
- ✓ la rete di raccolta delle acque meteoriche sarà realizzata con due tubazioni principali in calcestruzzo turbobibrocentrifugato armato ad alta resistenza idonea a carichi di 1° categoria $\phi = 80 cm$ con pendenza pari all'1‰, posizionate in previsione, lungo i lati nord e sud del capannone da realizzarsi, convogliando sia la portata generata verso i bacini di invaso. La rete del piazzale antistante destinato a parcheggio sarà invece realizzata con una tubazione principale in calcestruzzo turbobibrocentrifugato armato ad alta resistenza idonea a carichi di 1° categoria, del diametro $\phi = 60 cm$ e due secondarie $\phi = 40 cm$ (pendenza 1‰). Nelle aree a verde dell'area a parcheggio è prevista la realizzazione di due bacini di invaso a cielo aperto, con letto drenante, con una capacità massima di ca. $315 m^3$;
- ✓ l'area di $1.091 m^2$ è destinata a verde pubblico ed è esclusa dal calcolo per il coefficiente di deflusso e dal calcolo per i volumi di compensazione. La superficie da computare per l'invarianza idraulica è dunque pari a $11.233 m^2$. Calcolando la media ponderata delle superfici impermeabilizzate, il coefficiente di deflusso orario medio di progetto è pari a $\phi_{med} = 0,79$;
- ✓ la portata massima generata dall'intera area, nella situazione di progetto, con un *tempo di ritorno di 50 anni*, è pari a $Q_{max} = 251 l/s$;
- ✓ i volumi minimi di laminazione da realizzare, imposti dal Consorzio di Bonifica Piave, sono pari a $621 m^3$;
- ✓ complessivamente il volume di invaso ricavato in progetto è di ca. $621 m^3$;

- ✓ **all'interno del lotto edificabile, le superfici impermeabilizzate, dedicate a marciapiedi perimetrali e/o di ingresso, non potranno superare il 10% dell'area del lotto stesso;**
- ✓ si allegano le schede tecniche della betonella drenante scelta per realizzare i parcheggi e parte del marciapiede, masselli in cls tipo *Ecofilter Micheletto*.

La soluzione proposta e i provvedimenti descritti, sono idonei a conservare l'equilibrio esistente prima dell'intervento. Deve essere posta particolare attenzione al corretto funzionamento della rete e quindi sarà necessario procedere alla pulizia periodica delle tubazioni (canaljet) in particolar modo prima dell'inizio delle piogge autunnali.

Particolare attenzione va dedicata alle strutture autoportanti interrate, essendo questa tipologia di manufatto facilmente soggetta ad intasamento. La verifica ed eventuale pulizia dovranno essere effettuate dopo ogni evento significativo.

Si può ritenere quindi che la struttura sia dimensionata correttamente e che consenta di assorbire eventi meteorologici con i tempi di ritorno richiesti dalla normativa vigente. Il progetto di trasformazione descritto quindi diviene idraulicamente compatibile con il territorio.

Castelfranco Veneto, 14 dicembre 2018

Il tecnico

dott. ing. Anita Scalco
(firmato digitalmente)

MASSELLI IN CALCESTRUZZO PER PAVIMENTI

Nome commerciale	Ecofilter
Linea	Drenanti
Finiture disponibili	Doppio strato base

Spessore (mm)	80
Peso (kg/m ²)	170
Impiego previsto	Pavimentazioni esterne

CARATTERISTICHE TECNICHE COME DA NORMA UNI EN 1338

Spessore nominale	80 (± 2 mm)	Durabilità assorbimento d'acqua	≤ 6%
Lunghezza rettangolo circoscritto	250 (± 2 mm)	Resistenza a trazione indiretta per taglio	≥ 3,6 Mpa
Larghezza rettangolo circoscritto	125 (± 2 mm)	Carico di rottura per unità di lunghezza	250 N/mm
Differenza massima sulla diagonale	Classe 2K (3 mm)	Resistenza all'abrasione doppio strato base	Classe 3H (impronta ≤ 23 mm)
Convessità massima	1,5 mm	Resistenza all'abrasione doppio strato al quarzo	-
Cavità massima	1,0 mm	Scivolamento/slittamento	60
Emissioni di amianto	Assente	Conduttività termica	Non pertinente
Reazione al fuoco	Classe A1	Comportamento al fuoco esterno	Soddisfacente

COLORI



bicolore

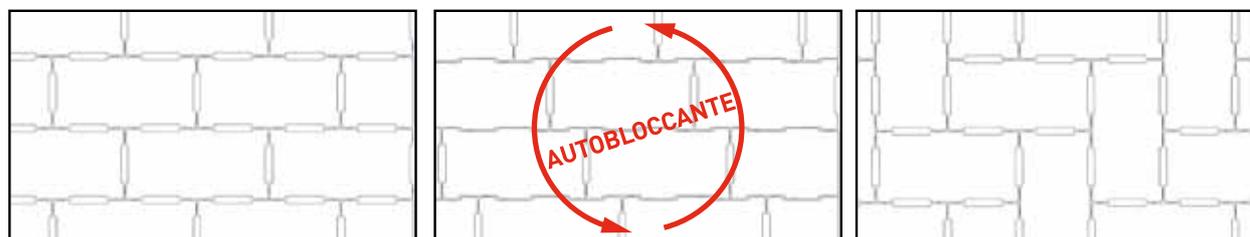


grigio

DESTINAZIONE D'USO



SCHEMI DI POSA



Voce di capitolato:

Le pavimentazioni saranno costituite da masselli in cls, tipo ECOFILTER delle dimensioni di mm 250 x 125, spessore mm 80, colore....., realizzati in doppio strato, con strato di supporto realizzato con inerti naturali, e con strato di usura di spessore compreso tra 4-8 mm dello spessore totale del massello. Il prodotto dovrà essere conforme alla normativa UNI EN 1338. La colorazione dovrà essere ottenuta con ossidi di ferro all'atto della preparazione a secco del calcestruzzo.

Finiture:

FINITURA DOPPIO STRATO: I masselli presentano uno strato di finitura composto da una miscela di sabbie selezionate, le quali danno alla pavimentazione un aspetto omogeneo alla superficie a vista.

LT LABORATORIO TRENTINO s.r.l.

Via degli Artigiani, 34 - Z.I. Giré
38057 PERGINE VALSUGANA (TN)
Tel. 0461/509040 - Fax 0461/509020
E-mail: info@laboratoriotrentino.it

RAPPORTO DI PROVA

N. 092/10

Foglio 3 di 7

Data 10/03/2010

5.0 RISULTATI OTTENUTI

Prova	Superficie S_a (dm ²)	V_1 (l)	V_2 (l)	P (l/min m ²)
CAMPIONE A	18,5	59	89	480
CAMPIONE B	18,9	78	117	633

LEGGENDA:

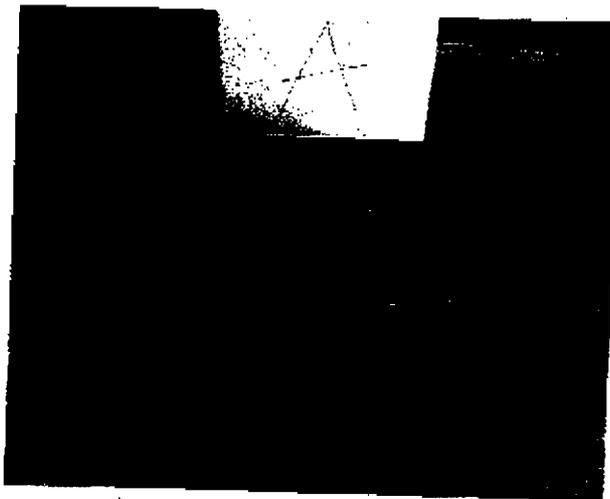
- V_1 : Volume d'acqua che ha attraversato il campione in 40"
 V_2 : Volume d'acqua calcolato che attraversa il campione in 1"
 S_a : Superficie del campione di pavimentazione sottoposto a prova
 P (permeabilità della pavimentazione) = $V [100 / S_a]$ (l/min m²)

6.0 CONCLUSIONI

La permeabilità della pavimentazione eseguita con mattonelle ECO FILTER è risultata:

Posa lineare: 480 l/min m²

Posa a spina di pesce: 633 l/min m²



MICHELETTO s.a.s.
di Michele Severino & C.

Via Desman 4 - Tel. 049 5747139

35010 S. GIORGIO DELLE PERTICHE (PD)
C.F./P.IVA 00272660263

Foto n. 1 - Campione A

I risultati di prova si riferiscono solo al materiale provato. È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'approvazione scritta

Prove eseguite da
Tel. 0461/509040

LT LABORATORIO
TRENTINO s.r.l.

Firma
Severino

Controllato da
Orlatti

LABORATORIO TRENTINO s.r.l.
IORIATTI dott. ing. LUCIANO

Firma
Orlatti

Ispezion.
Russo

Firma
Russo

 LABORATORIO TRENTINO s.r.l. Via degli Artigiani, 34- Z.I. Cirè 38057 PERGINE VALSUGANA (TN) Tel. 0461/509040 - Fax 0461/509020 E-mail: info@laboratoriotrentino.it	RAPPORTO DI PROVA	N. 092/10 Foglio 1 di 7 Data 10/03/2010
---	--------------------------	---

CLIENTE: F.lli MICHELETTO s.a.s.

Via Desman, 4

35010 S. GIORGIO DELLE PERTICIE (PD)

OGGETTO: PROVE DI PERMEABILITA' ALL'ACQUA DI PAVIMENTAZIONE IN
 MATTONELLE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO VIBROCOMPRESSO.

1.0 CAMPIONI IN PROVA: Mattonella ECO FILTER 12,5 x 25 x 8 mm COLORATO

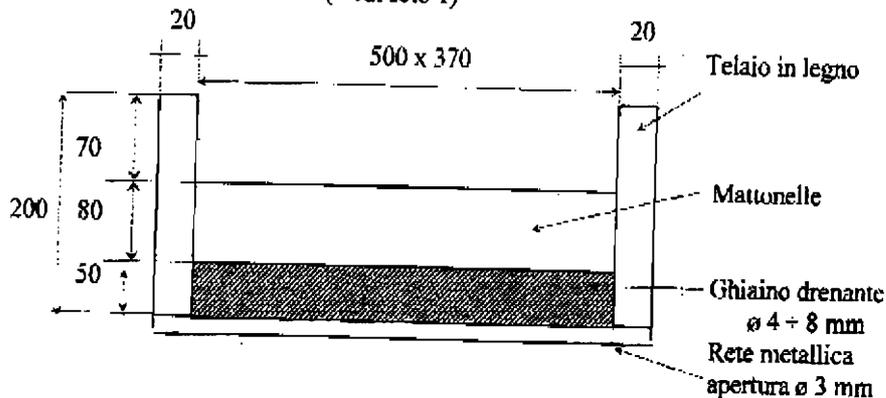
2.0 DATA EFFETTUAZIONE PROVE: Marzo 2010

3.0 PREPARAZIONE DEI CAMPIONI

3.1 Sono stati preparati due campioni entrambi con sei mattonelle secondo gli schemi di seguito riportati.

CAMPIONE A

(Vedi foto 1)



Schema campione con 6 mattonelle ECO FILTER nella disposizione con posa lineare.

I risultati di prova si riferiscono solo al materiale provato. È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza Ns. approvazione scritta.

Prove eseguite da
Test conducted by



**LABORATORIO
TRENTINO s.r.l.**

Firma
Signature

Controllato da
Controlled by

LABORATORIO TRENTINO s.r.l.
 IORIATTI dott. ing. LUCIANO

Firma
Signature

Ispezioni
Inspection

Firma
Signature

LT LABORATORIO TRENTINO s.r.l.
 Via degli Artigiani, 34- Z.I. Cirà
 38057 PERGINE VALSUGANA (TN)
 Tel. 0461/509040 - Fax 0461/509020
 E-mail: info@laboratoriorentino.it

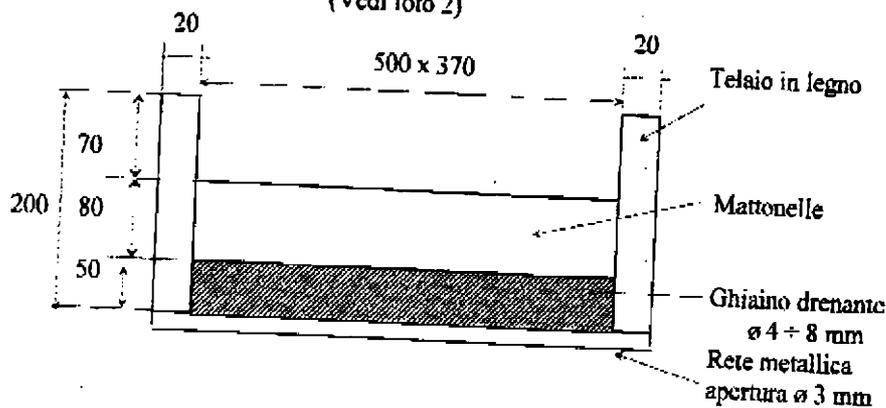
RAPPORTO DI PROVA

N. 092/10

Foglio 2 di 7
 Data 10/03/2010

CAMPIONE A

(Vedi foto 2)



Schema campione con 6 mattonelle ECO FILTER nella disposizione con posa a spina di pesce.

3.2 Il ghiaino utilizzato per la preparazione dei campioni (fornito dal cliente) presentava la granulometria di cui al ns. Rapporto di Prova n. 092-01/10 del 10/03/10 (vedi foto 3).

4.0 MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE PROVE

4.1 Le prove e misure sono state effettuate secondo una metodica interna che sommariamente viene di seguito descritta.

Si versa acqua con continuità sul campione in modo da raggiungere e mantenere un battente costante di circa 10 mm e si prende nota della portata (vedi foto 4).

Si colloca una vasca di opportune dimensioni sotto il campione in modo che in essa si raccolga tutta l'acqua che lo attraversa (vedi foto 5). Si apre il rubinetto dell'acqua con la portata precedentemente determinata e, dopo il tempo occorrente per raggiungere la situazione di regime, si versa l'acqua sul campione e la si raccoglie nel contenitore (vedi foto 6 e 7).

Dopo 40 secondi si interrompe il versamento dell'acqua e si misura, pesandola, l'acqua accumulata nel contenitore (vedi foto 8 e 9).

I risultati di prova si riferiscono solo al materiale provato. È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza N.s. approvazione scritta.

Prove eseguite da
 Test conducted by

LT LABORATORIO
 TRENTINO s.r.l.

Firma
 Signature

Controllato da
 Controlled by

LABORATORIO TRENTINO s.r.l.
 IORIATTI dott. ing. LUCIANO

Firma
 Signature

Ispettori
 Inspectors

Firma
 Signature