

PROVINCIA DI PADOVA

# COMUNI DI FONTANIVA E CITTADELLA

- CIASCUNO PER LE RISPETTIVE AREE DI COMPETENZA TERRITORIALE -

**Ing. EDI MORANDIN**

Via S. Caterina da Siena, 13 - Cittadella (Pd)  
Tel. e Fax 049.9403823, email: edimor@mediacity.it

Progetto:

## **AMPLIAMENTO DI UN INSEDIAMENTO PRODUTTIVO ESISTENTE - L.R. 55/2012 - Art. 4**

Il committente:

**PONENTE S.R.L.**

Contenuto:

**RELAZIONE COMPATIBILITÀ IDRAULICA**

Progettista:

**ING. EDI MORANDIN**

Tavola n.:

**C**

Collaboratori:

Revisione n.:

Data:

Luglio 2018

Scala:

File:

2017\_83.dwg

Committente: <b>PONENTE SRL</b>	Ampliamento di un insediamento produttivo esistente ai sensi dell'art. 4 della L.R. 55/2012  <b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	File: Relazione compatibilità idraulica_SCILM_R1.doc  Pagina 1 di 18
------------------------------------	--	--

## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>INQUADRAMENTO DEL SITO</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>LINEE GUIDA DELLA VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	<b>3</b>
<b>4.</b>	<b>CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA</b>	<b>3</b>
4.1.1	<i>COEFFICIENTI DI DEFLUSSO</i>	<i>7</i>
4.1.2	<i>COEFFICIENTI UDOMETRICI</i>	<i>7</i>
4.1.3	<i>VOLUMI D'INVASO</i>	<i>9</i>
<b>5.</b>	<b>CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DELL'AREA</b>	<b>10</b>
5.1.1	<i>STATO ATTUALE</i>	<i>10</i>
5.1.2	<i>DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO ATTUALE</i>	<i>12</i>
5.1.3	<i>STATO DI PROGETTO</i>	<i>12</i>
5.1.4	<i>DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO DI PROGETTO</i>	<i>14</i>
<b>6.</b>	<b>DETERMINAZIONE DEL VOLUME D'INVASO NECESSARIO</b>	<b>14</b>
<b>7.</b>	<b>DESCRIZIONE RETE METEORICHE ED ANALISI DEI VOLUMI D'INVASO DISPONIBILI</b>	<b>15</b>
<b>8.</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DEL MANUFATTO DI LAMINAZIONE</b>	<b>17</b>
<b>9.</b>	<b>MANUTENZIONE DELLA RETE</b>	<b>18</b>
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>18</b>

Committente: <b>PONENTE SRL</b>	Ampliamento di un insediamento produttivo esistente ai sensi dell'art. 4 della L.R. 55/2012  <b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	File: Relazione compatibilità idraulica_SCILM_R1.doc  Pagina 2 di 18
------------------------------------	---	---

## 1. PREMESSA

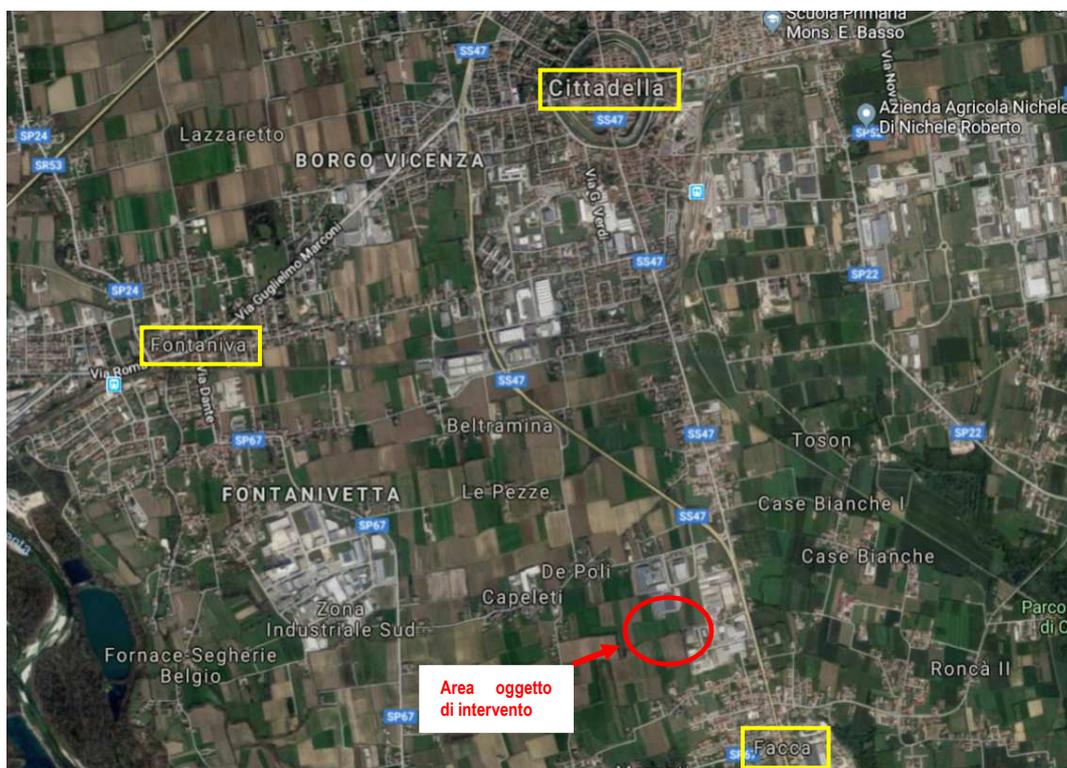
Oggetto della presente relazione è la definizione ed il dimensionamento della rete meteorica a servizio del nuovo edificio ad uso produttivo e relative aree pertinenziali oggetto dell'intervento di "Ampliamento di un insediamento produttivo esistente ai sensi dell'art. 4 della L.R. 55/2012", da realizzare su terreni insistenti principalmente in Comune di Fontaniva e per una porzione minore in Comune di Cittadella (Pd), accessibile da via delle Pezze in Comune di Cittadella.

Il soggetto proponente è la società PONENTE srl con sede a Cittadella in via delle Pezze n° 7, proprietaria dei terreni oggetto dell'intervento. Viene riportata di seguito una trattazione generale del sito e successivamente l'analisi idrologica ed idraulica.

## 2. INQUADRAMENTO DEL SITO

La zona interessata dalla realizzazione del nuovo edificio ad uso produttivo è situata in Comune di Fontaniva in prossimità del confine comunale con Cittadella, località Facca di Cittadella, e dista circa 2,50 Km dal centro di Cittadella in direzione sud e circa 3,0 Km dal centro di Fontaniva in direzione sud-est. L'area pertinenziale all'edificio di nuova realizzazione presenta una superficie territoriale di 13.025 m<sup>2</sup> ed attualmente si configura prevalentemente come un'area agricola, coltivata prevalentemente a seminativo, ad eccezione di una piccola porzione che risulta già pavimentata ed attualmente a servizio degli edifici esistenti.

Si riporta di seguito un estratto ortofoto al fine di inquadrare compiutamente l'area oggetto di indagine.



**Figura 1: ortofoto della zona di intervento**

Committente: <b>PONENTE SRL</b>	Ampliamento di un insediamento produttivo esistente ai sensi dell'art. 4 della L.R. 55/2012  <b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	File: Relazione compatibilità idraulica_SCILM_R1.doc  Pagina 3 di 18
------------------------------------	---	---

### 3. LINEE GUIDA DELLA VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

La presente valutazione di Compatibilità Idraulica viene redatta ai sensi della D.G.R.V. (Delibera della Giunta Regionale del Veneto) n. 1841 del 19/06/2007, della D.G.R.V. n° 2948 del 06/10/2008 e s.m.i. .

Scopo della valutazione è l'individuazione delle modifiche all'assetto idrogeologico esistente, conseguenti alla realizzazione dell'intervento edilizio previsto, con l'obiettivo di definire le misure compensative e gli accorgimenti tecnici necessari ad evitare l'aggravio delle condizioni idrauliche dell'ambito territoriale interessato.

L'area pertinenziale dell'edificio di nuova realizzazione si estende per circa 13.025 mq: in base alla succitata D.G.R.V. è classificato come "significativa impermeabilizzazione potenziale" (intervento su superfici comprese tra 1 e 10 ha) per la quale si dovranno dimensionare gli interventi compensativi al fine di rispettare il principio di invarianza idraulica.

### 4. CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Per lo sviluppo dell'analisi idrologica sugli interventi di trasformazione urbanistica in oggetto si sono utilizzati i dati riportati nello studio " *Pioggie critiche e criteri di rischio nella definizione degli interventi di difesa idraulica dell'entroterra veneziano*" (Bixio-Fiume, 2009).

Nel corso degli ultimi anni, ed in particolare dall'inizio degli anni '90, si è estesa infatti in tale ambito la disponibilità di dati per le piogge di durata ridotta (specie per quelle inferiori all'ora) utilizzando modalità di acquisizione basata sulla scansione di piogge di durata unitaria di 5 minuti primi, non agevole con le precedenti letture su supporto cartaceo. In tal modo, è stato possibile definire equazioni delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica anche per durate inferiori all'ora, senza la necessità di ricorrere ad estrapolazione a partire da quelle di durata maggiore, basandosi sui dati raccolti dall'Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione Ambientale del Veneto – ARPAV – presso il Centro Meteorologico di Teolo.

Oltre che per le serie di durata inferiore all'ora, tali dati consistono altresì nella disponibilità più ampia di valori di pioggia di durata compresa fra 1 ora e 24 ore, le quali risultano fra quelle di interesse maggiore per l'area padovana.

Per le indagini effettuate sono stati utilizzati i valori di precipitazione raccolti dall'ARPAV – Centro meteorologico di Teolo, aggregati a partire da una scansione minima di 5 minuti primi, i quali costituiscono una serie di durata più breve rispetto ai valori del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN), ma più completa, specie nelle durate brevi, per numero di dati in relazione alla diversa modalità di acquisizione rispetto a quella attivabile dal supporto

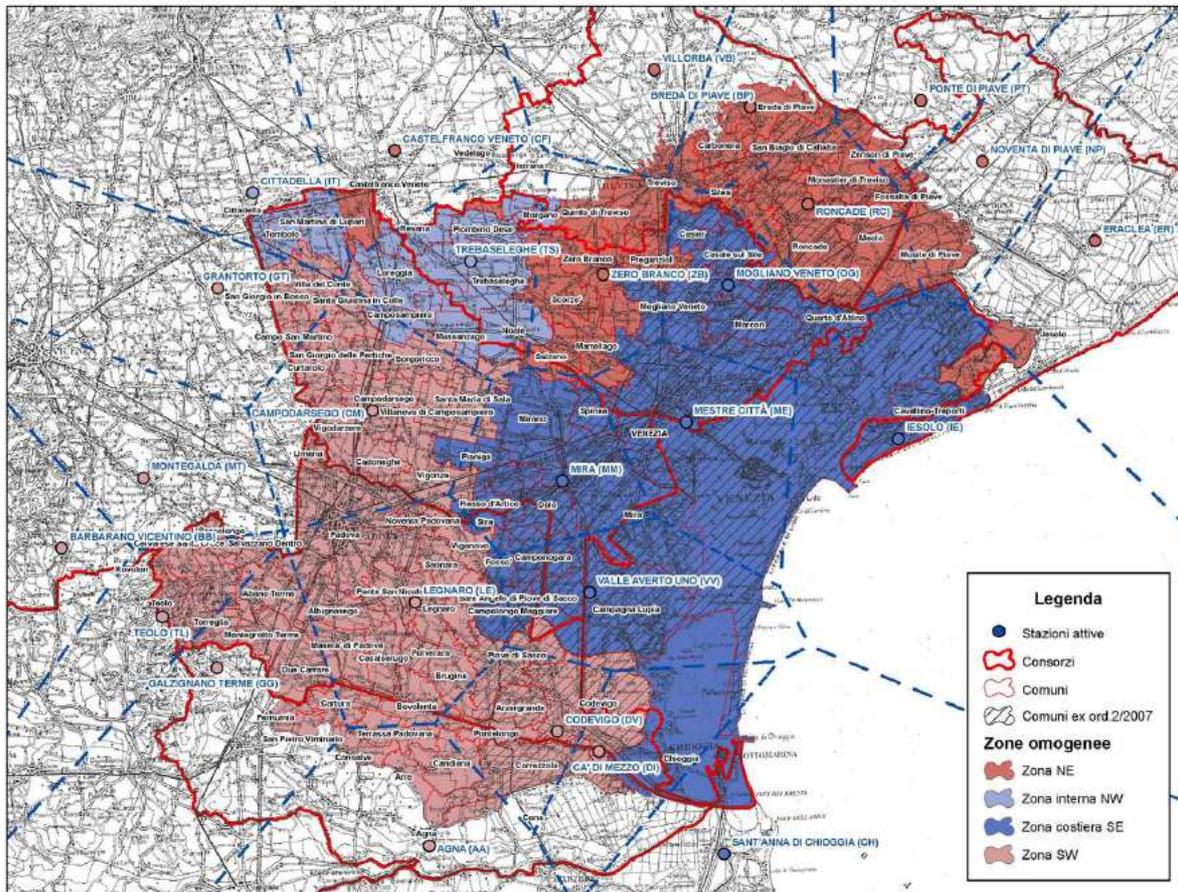
Committente: <b>PONENTE SRL</b>	Ampliamento di un insediamento produttivo esistente ai sensi dell'art. 4 della L.R. 55/2012  <b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	File: Relazione compatibilità idraulica_SCILM_R1.doc  Pagina 4 di 18
------------------------------------	---	---

cartaceo tradizionale. Tale approccio presenta inoltre l'indubbio vantaggio di poter cogliere in maniera maggiormente efficace le tendenze più recenti dell'andamento statistico delle serie di pioggia di varia durata, le quali si può presumere possano differire dal trend precedente.

Le elaborazioni svolte nello studio sopra citato hanno permesso di individuare, all'interno del bacino scolante della laguna di Venezia, quattro zone omogenee per caratteristiche pluviometriche: si riportano di seguito una tabella riassuntiva del raggruppamento ed una cartografia che le individua spazialmente.

Zona omogenea	Provincia		
	PD	TV	VE
SW	Abano Terme, Agna, Albignasego, Arre, Arzergrande, Borgorico, Bovolenta, Brugine, Cadoneghe, Campo San Martino, Campodarsego, Candiana, Cartura, Casalserugo, Cervarese Santa Croce, Codevigo, Conselve, Correzzola, Curtarolo, Due Carrare, Legnaro, Limena, Masera' di Padova, Montegrotto Terme, Noventa Padovana, Padova, Pernumia, Piove di Sacco, Polverara, Ponte San Nicolo', Pontelongo, Rovolon, Saccolongo, San Giorgio delle Pertiche, San Giorgio in Bosco, San Pietro Viminario, Santa Giustina in Colle, Sant'Angelo di Piove di Sacco, Saonara, Selvazzano Dentro, Teolo, Terrassa Padovana, Torreglia, Vigodarzere, Vigonza, Villa del Conte, Villanova di Camposampiero		Cona, Santa Maria di Sala, Vigonovo
Costiera SE		Casale sul Sile, Casier, Mogliano Veneto	Campagna Lupia, Campolongo Maggiore, Camponogara, Cavallino-Treporti, Chioggia, Dolo, Fiesso d'Artico, Fosso', Marcon, Mira, Mirano, Pianiga, Quarto d'Altino, Spinea, Stra, Venezia
Interna NW	Camposampiero, Cittadella, Loreggia, Massanzago, Piombino Dese, San Martino di Lupari, Tombolo, Trebaseleghe	Istrana, Morgano, Resana	Noale
NE		Breda di Piave, Carbonera, Castelfranco Veneto, Monastier di Treviso, Preganziol, Quinto di Treviso, Roncade, San Biagio di Callalta, Silea, Treviso, Vedelago, Zenson di Piave, Zero Branco	Fossalta di Piave, Jesolo, Martellago, Meolo, Musile di Piave, Salzano, Scorze'

**Tabella 1: raggruppamento in zone omogenee**



**Figura 2:** individuazione delle zone omogenee all'interno del bacino scolante della laguna di Venezia

Di seguito   riportata il valore dei coefficienti delle curve segnalatrici a due parametri per la zona interna nord-occidentale, all'interno della quale ricade il Comune di Cittadella. Tali valori sono stati utilizzati unicamente per l'utilizzo delle formule esplicite del metodo cinematico e dell'invaso per il calcolo del coefficiente udometrico, che richiedono i coefficienti  $a$  e  $n$  dell'espressione tradizionale a due parametri. I dati ottenuti dall'analisi probabilistica, infatti, non possono essere interpolati adeguatamente da una curva a due parametri per l'intero range di durate da 5 minuti a 24 ore.

  opportuno invece individuare intervalli pi  ristretti di durate, entro i quali la formula bene approssimi i valori ottenuti con la regolarizzazione regionale. Si forniscono pertanto i parametri delle curve segnalatrici tarate su intervalli di cinque dati, per i vari tempi di ritorno. I tempi  $t$  devono essere espressi in minuti. Il risultato   in millimetri.

Committente: <b>PONENTE SRL</b>	Ampliamento di un insediamento produttivo esistente ai sensi dell'art. 4 della L.R. 55/2012  <b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	File: Relazione compatibilità idraulica_SCILM_R1.doc  Pagina 6 di 18
------------------------------------	---	---

<i>Zona interna nord-occidentale</i>																		
T	tp≈15 minuti			tp≈30 minuti			tp≈45 minuti			tp≈1 ora			tp≈3 ore			tp≈6 ore		
	da 5 min a 45 min			da 10 min a 1 ora			da 15 min a 3 ore			da 30 min a 6 ore			da 45 min a 12 ore			da 1 ora a 24 ore		
anni	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ
2	4.4	0.551	6.6%	6.4	0.439	2.5%	10.0	0.306	5.5%	14.3	0.224	2.5%	15.4	0.210	1.7%	15.1	0.216	2.1%
5	5.4	0.574	6.4%	7.6	0.463	2.6%	12.2	0.326	5.8%	17.9	0.237	2.6%	19.8	0.218	1.6%	19.7	0.222	1.9%
10	5.9	0.587	6.2%	8.3	0.480	2.6%	13.4	0.341	5.9%	19.9	0.249	2.7%	22.4	0.226	1.7%	22.4	0.228	1.9%
20	6.4	0.600	6.0%	8.9	0.496	2.6%	14.3	0.356	6.0%	21.5	0.262	2.8%	24.5	0.235	1.9%	24.8	0.236	1.9%
30	6.6	0.607	5.9%	9.1	0.506	2.6%	14.8	0.365	6.0%	22.3	0.270	2.9%	25.7	0.241	2.0%	26.1	0.241	1.8%
50	6.9	0.616	5.7%	9.4	0.518	2.6%	15.3	0.377	6.1%	23.1	0.280	2.9%	27.0	0.249	2.0%	27.6	0.247	1.8%
100	7.3	0.628	5.4%	9.8	0.534	2.6%	15.9	0.393	6.1%	24.1	0.294	3.0%	28.5	0.260	2.3%	29.5	0.257	1.7%

**Tabella 2:** valori dei coefficienti delle curve di possibilità pluviometrica utilizzati

Ai fini della presente trattazione, in considerazione anche delle indicazioni del Consorzio di Bonifica Brenta e della D.G.R.V. 2948 del 06/10/2008, si adotta un tempo di ritorno di **50 anni** cui corrispondono le curve riportate a seguire:

$$t_p \cong 15 \text{ min} \Rightarrow h = 6,9 \cdot (t)^{0,616} \Rightarrow \text{valida per piogge di durata compresa tra 5 min e 45 min}$$

$$t_p \cong 30 \text{ min} \Rightarrow h = 9,4 \cdot (t)^{0,518} \Rightarrow \text{valida per piogge di durata compresa tra 10 min e 1 ora}$$

$$t_p \cong 45 \text{ min} \Rightarrow h = 15,3 \cdot (t)^{0,377} \Rightarrow \text{valida per piogge di durata compresa tra 15 min e 3 ore}$$

$$t_p \cong 1 \text{ ora} \Rightarrow h = 23,1 \cdot (t)^{0,280} \Rightarrow \text{valida per piogge di durata compresa tra 30 min e 6 ore}$$

$$t_p \cong 3 \text{ ore} \Rightarrow h = 27,0 \cdot (t)^{0,249} \Rightarrow \text{valida per piogge di durata compresa tra 45 min e 12 ore}$$

$$t_p \cong 6 \text{ ore} \Rightarrow h = 27,6 \cdot (t)^{0,247} \Rightarrow \text{valida per piogge di durata compresa tra 1 ora e 24 ore}$$

Le grandezze considerate sono:

- h: altezza di pioggia (mm)  $h = at^n$
- a: intercetta della retta di regressione (mm)
- n: pendenza della retta di regressione
- t: tempo di pioggia (min)

Per tenere conto dell'estensione superficiale S dell'area in oggetto (ragguaglio spaziale) sarebbe necessario utilizzare le formule di Puppini, valide per superfici inferiori a 1300 ha:

$$a' = a \cdot \left[ 1 - 0.052 \cdot \frac{S}{100} + 0.002 \cdot \left( \frac{S}{100} \right)^2 \right]$$

Committente: <b>PONENTE SRL</b>	Ampliamento di un insediamento produttivo esistente ai sensi dell'art. 4 della L.R. 55/2012  <b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	File: Relazione compatibilità idraulica_SCILM_R1.doc  Pagina 7 di 18
------------------------------------	---	---

$$n' = n + 0.0175 \cdot \frac{S}{100}$$

Tuttavia si è scelto, operando a favore della sicurezza, di non ragguagliare spazialmente le piogge; allo stesso modo, nonostante la variabilità del coefficiente di deflusso con la durata della precipitazione, non si è moltiplicato l'esponente  $n$  delle equazioni di possibilità pluviometrica per  $4/3$  (come richiede il metodo cosiddetto napoletano).

#### 4.1.1 COEFFICIENTI DI DEFLUSSO

Individuata l'equazione di possibilità pluviometrica  $h = at^n$ , è necessario stimare quale sia la frazione di afflusso meteorico efficace ai fini del deflusso attraverso la rete di collettori; essa si individua mediante il *coefficiente di deflusso*  $\varphi$ , inteso come rapporto tra il volume defluito attraverso un'assegnata sezione in un definito intervallo di tempo ed il volume di pioggia precipitato nell'intervallo stesso. L'afflusso unitario alla rete è dunque pari a  $\varphi h$ . Per le reti destinate alla raccolta delle acque meteoriche (fognature bianche) valgono, di massima, i coefficienti relativi a piogge di durata oraria ( $\varphi_1$ ) riportati nella tabella seguente:

Tipo di superficie	Coefficiente di deflusso $\varphi$
Coperture	0,90
Pavimentazioni asfaltate	0,90
Pavimentazioni drenanti	0,60
Aree verdi (giardini)	0,20
Aree agricole	0,10

**Tabella 3:** Valori caratteristici del coefficiente di deflusso

Nel caso in cui superfici scolanti di diversa natura (caratterizzate da diversi valori del coefficiente di deflusso  $\varphi$ ), siano afferenti al medesimo tratto di tubazione, è necessario calcolare la media ponderale di  $\varphi$ ; detto  $\varphi_i$  il coefficiente di deflusso relativo alla superficie  $S_i$ , sarà:

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

Per l'area esaminata nel presente studio verrà determinato, secondo questa metodologia, il coefficiente di deflusso medio, in relazione all'estensione e alla natura delle superfici distinte per destinazione d'uso.

#### 4.1.2 COEFFICIENTI UDOMETRICI

Il parametro di riferimento che descrive la risposta idrologica di un terreno in termini di tra-

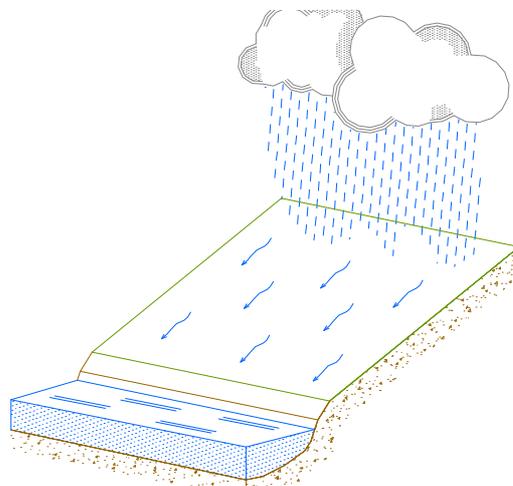
Committente: <b>PONENTE SRL</b>	Ampliamento di un insediamento produttivo esistente ai sensi dell'art. 4 della L.R. 55/2012  <b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	File: Relazione compatibilità idraulica_SCILM_R1.doc  Pagina 8 di 18
------------------------------------	---	---

sformazione degli afflussi (piogge) in deflussi (portate) è detto “coefficiente udometrico” o “contributo specifico di piena” e si esprime usualmente in  $[l/s \cdot ha]$  (litri al secondo per ettaro). L'ordine di grandezza del coefficiente udometrico (nel seguito indicato con “ $u$ ”) dipende dall'estensione del bacino o comprensorio in esame: i valori ricorrenti in letteratura per terreni adibiti ad uso agricolo si attestano intorno a  $u = 1\div 2 l/s \cdot ha$  per le aree di maggior estensione (bonifiche della Val Padana), mentre sono generalmente maggiori di un ordine di grandezza  $u = 10\div 20 l/s \cdot ha$  per aree relativamente piccole come quella in esame.

La stima di  $u$  può essere eseguita con il metodo cinematico, di seguito brevemente descritto. La portata defluente attraverso una sezione di un corso d'acqua, naturale o artificiale, dipende dalle caratteristiche del bacino tributario sotteso alla sezione stessa (lunghezza, estensione, natura del terreno, pendenza, ecc.) e da quelle dell'evento pluviometrico, poiché la portata generata è legata alla durata della precipitazione. Ipotizzando che nella sezione terminale vi sia un incremento lineare della portata con il tempo, che la superficie scolante sia piana e di forma rettangolare, investita da una pioggia uniforme e d'intensità costante, il valore massimo  $Q_{max}$  si ottiene quando alla sezione considerata giungono insieme i contributi di tutte le parti che formano il bacino stesso. Il tempo necessario affinché ciò avvenga è definito *ritardo* o *tempo di corrivazione*  $\tau_c$  ed è assunto come elemento caratteristico del bacino.

Se consideriamo un bacino scolante di superficie  $S$  e coefficiente di deflusso  $\varphi$ , sul quale cade una pioggia di durata  $\tau$ , di altezza  $h$ , e se  $\tau_c$  è il tempo di corrivazione, la portata massima generata sarà:

$$Q_{max} = \frac{\varphi \cdot S \cdot h}{\tau_c} \Rightarrow u = \frac{Q_{max}}{S} = \frac{\varphi \cdot h}{\tau_c}$$



**Figura 3:** Rappresentazione schematica di un bacino scolante

Committente: <b>PONENTE SRL</b>	Ampliamento di un insediamento produttivo esistente ai sensi dell'art. 4 della L.R. 55/2012  <b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	File: Relazione compatibilità idraulica_SCILM_R1.doc  Pagina 9 di 18
------------------------------------	---	---

Varie formule empiriche sono state proposte per il calcolo di  $\tau_c$

Un' impostazione corretta può essere quella di considerare  $\tau_c$  come somma di due tempi (qualora il bacino considerato sia dotato di una rete scolante:

$$\tau_c = \tau_0 + \tau_{rete}$$

In cui:

$\tau_0$ : tempo di ingresso in rete o tempo di ruscellamento ;

$\tau_{rete}$ : tempo di transito in rete fino alla sezione di chiusura ;

Per il calcolo di  $\tau_c$  è opportuno adottare formule sperimentali tarate per superfici di modesta entità, da applicare sia per il calcolo di  $\tau_0$  che per  $\tau_{rete}$ .

#### 4.1.3 VOLUMI D'INVASO

La trasformazione d'uso del suolo introdotta dalle nuove urbanizzazioni implica l'aumento del coefficiente udometrico  $u$ , con il conseguente aumento della portata scaricata nei corpi idrici recettori; per mantenere inalterato il contributo specifico dell'area d'intervento risulta necessario formare volumi d'invaso (superficiale o profondo) che consentano di ridurre ragionevolmente le portate in uscita durante gli eventi meteorici.

La valutazione del volume di invaso si basa sulla curva di possibilità pluviometrica, sulle caratteristiche di permeabilità della superficie e sulla portata massima, supposta costante, imposta in uscita dal sistema. La risposta idrologica del sistema è quindi estremamente semplificata, trascurando tutti i processi di trasformazione afflussi-deflussi (Routing): permane unicamente la determinazione delle precipitazioni efficaci (separazione dei deflussi) ottenuta con il metodo del coefficiente di deflusso.

Il calcolo dei volumi d'invaso necessari a tal fine si effettua considerando, come detto, costante il valore della portata in uscita ( $Q_u = u \cdot S$ ) dal bacino, posto pari a quello che si stima essere prodotto dalle superfici scolanti, prima che ne venga modificata la destinazione d'uso.

Il volume in ingresso al sistema per effetto di una pioggia di durata  $\tau$  risulta:

$$V_i = S \cdot \varphi \cdot h(\tau)$$

dove  $S$  è la superficie del bacino,  $\varphi$  è il coefficiente di deflusso (costante) e  $h(\tau)$  l'altezza di pioggia caduta nel tempo  $\tau$ .

Nello stesso tempo il volume in uscita dal sistema è:

$$V_u = Q_u \cdot \tau$$

Il volume da invasare è quindi:

Committente: <b>PONENTE SRL</b>	Ampliamento di un insediamento produttivo esistente ai sensi dell'art. 4 della L.R. 55/2012  <b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	File: Relazione compatibilità idraulica_SCILM_R1.doc  Pagina 10 di 18
------------------------------------	---	--

$$V = V_e - V_u = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \tau^n - Q_u \cdot \tau$$

Il volume da assegnare alla laminazione è quello massimo ottenibile dalla precedente e quindi quello corrispondente ad una precipitazione di durata  $T_{V_{\max}}$ . Il problema si riduce al calcolo del massimo di una funzione, che matematicamente si esprime eguagliando a zero la sua derivata prima.

$$\tau_{V_{\max}} = \left( \frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

e quindi

$$V_{\max} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left( \frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left( \frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

## 5. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DELL'AREA

### 5.1.1 STATO ATTUALE

La zona interessata dalla trasformazione urbanistica prevista dal presente intervento edilizio è situata nei Comuni di Fontaniva e Cittadella, in località Facca, e dista circa 2,50 Km dal centro di Cittadella in direzione sud e 3,0 Km dal centro di Fontaniva in direzione sud-est.

L'accesso è garantito da via delle Pezze in Comune di Cittadella dall'area industriale ivi presente.

L'area pertinenziale oggetto dell'intervento di progetto presenta una superficie territoriale di 13.025 m<sup>2</sup> ed attualmente risulta parzialmente coltivata come area agricola, per una estensione di circa 12.170 m<sup>2</sup>, mentre per la rimanente porzione di 855 m<sup>2</sup> risulta adibita a piazzale pavimentato attualmente in uso agli edifici produttivi esistenti.

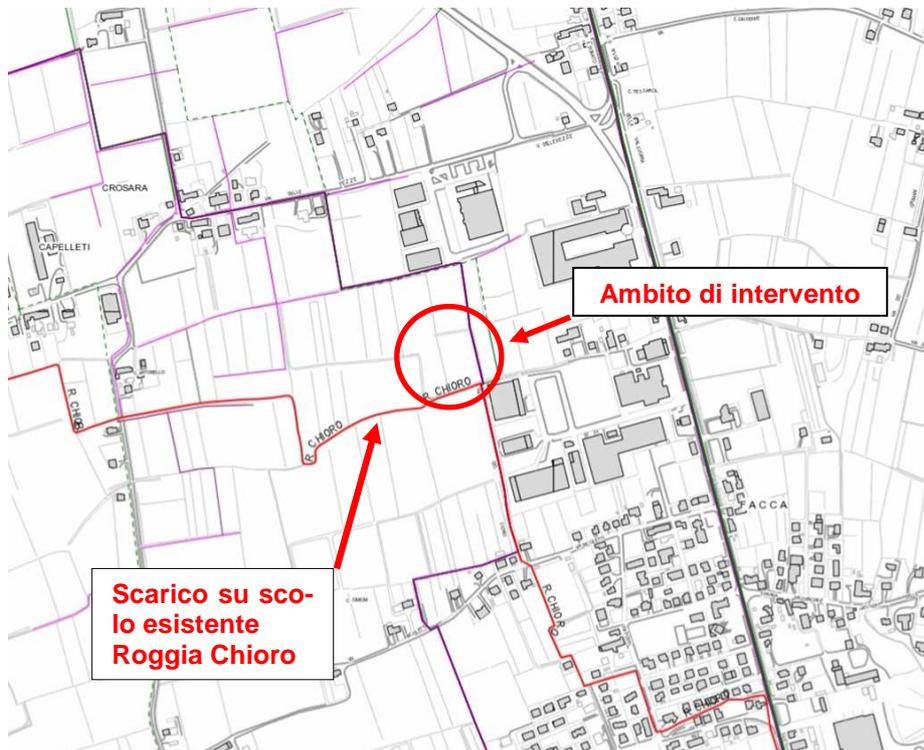
Dal punto di vista morfologico l'area risulta pianeggiante, situata nella parte alta della pianura alluvionale veneta, ad una quota di circa 40.00 m s.l.m.m., presenta una leggera pendenza verso sud-est. L'area oggetto di intervento confina a sud con la roggia demaniale Roggia Chiuro sulla quale confluiscono le varie affossature tipiche dei terreni agricoli e presenti nelle immediate vicinanze. Sono inoltre presenti nelle immediate vicinanze delle canalette irrigue, gestite dal Consorzio di Bonifica Brenta, che garantiscono il servizio irriguo delle aree attualmente a destinazione agricola.

L'immagine aerea di seguito riportata, fig. 4, individua l'area allo stato attuale evidenziandone le colture in atto e il corpo recettore Roggia Chiuro; nell'immagine successiva, fig. 5, invece è riportato un estratto della cartografia del Consorzio Brenta con rappresentata la rete idrografica dell'area in esame.

Committente: <b>PONENTE SRL</b>	Ampliamento di un insediamento produttivo esistente ai sensi dell'art. 4 della L.R. 55/2012  <b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	File: Relazione compatibilità idraulica_SCILM_R1.doc  Pagina 11 di 18
------------------------------------	---	--



**Figura 4:** immagine aerea dell'ambito di intervento



**Figura 5:** rete canali Consorzio Brenta

Committente: <b>PONENTE SRL</b>	Ampliamento di un insediamento produttivo esistente ai sensi dell'art. 4 della L.R. 55/2012  <b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	File: Relazione compatibilità idraulica_SCILM_R1.doc  Pagina 12 di 18
------------------------------------	---	--

### 5.1.2 DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO ATTUALE

Con riferimento alla suddivisione delle aree per destinazione d'uso dello stato attuale precedentemente descritta e procedendo con la metodologia indicata al paragrafo 4.1.1, si ottiene un coefficiente medio dello stato attuale dell'intera area pari a  $\varphi_{med} = 0,15$ . La seguente tabella riassume i dati utilizzati nel calcolo:

<b>SITUAZIONE ATTUALE</b>			
<b>USO SUOLO</b>	<b>S (mq)</b>	<b><math>\Phi</math></b>	<b><math>\varphi S</math> (mq)</b>
Aree verde assimilabile ad agricola	12.170,0	0,10	1.217,0
Area a verde	0,0	0,20	0,0
Area piazzali semi permeabile	0,0	0,60	0,0
Aree parcheggi - spazi manovra e viabilità – sup. impermeabile	855,0	0,90	769,5
Superficie coperta	0,0	0,90	0,0
<b>Superficie Totale</b>	<b>13.025,0</b>		<b>13316,5</b>
<b>Coefficiente deflusso Medio</b>			<b>0,15</b>

**Tabella 4:** Calcolo coefficiente di deflusso medio dello stato attuale

### 5.1.3 STATO DI PROGETTO

Il progetto prevede la trasformazione dell'area sopra descritta avente una estensione di circa 13.025 m<sup>2</sup>, dei quali 855 m<sup>2</sup> attualmente già pavimentati ed adibiti a piazzale, mediante il ricorso all'art. 4 della L.R. 55/2012 che disciplina gli Interventi di edilizia produttiva in variante allo strumento urbanistico generale. L'organizzazione planimetrica del nuovo insediamento è stato redatto tenendo anche conto della forma dell'area, dello spazio disponibile e della necessità di rispettare le aree a standards.

Nel dettaglio l'intervento prevede la realizzazione del nuovo edificio in ampliamento ubicato a sud degli insediamenti esistenti e collegato agli stessi tramite delle tettoie che consentono il ricavo di percorsi coperti per il flusso dei materiali. L'edificio è inoltre dotato di una tettoia sul lato est per consentire le operazioni di carico e scarico al coperto. Infine si prevede la realizzazione di alcuni locali tecnici addossati sulla parete ovest del fabbricato di progetto.

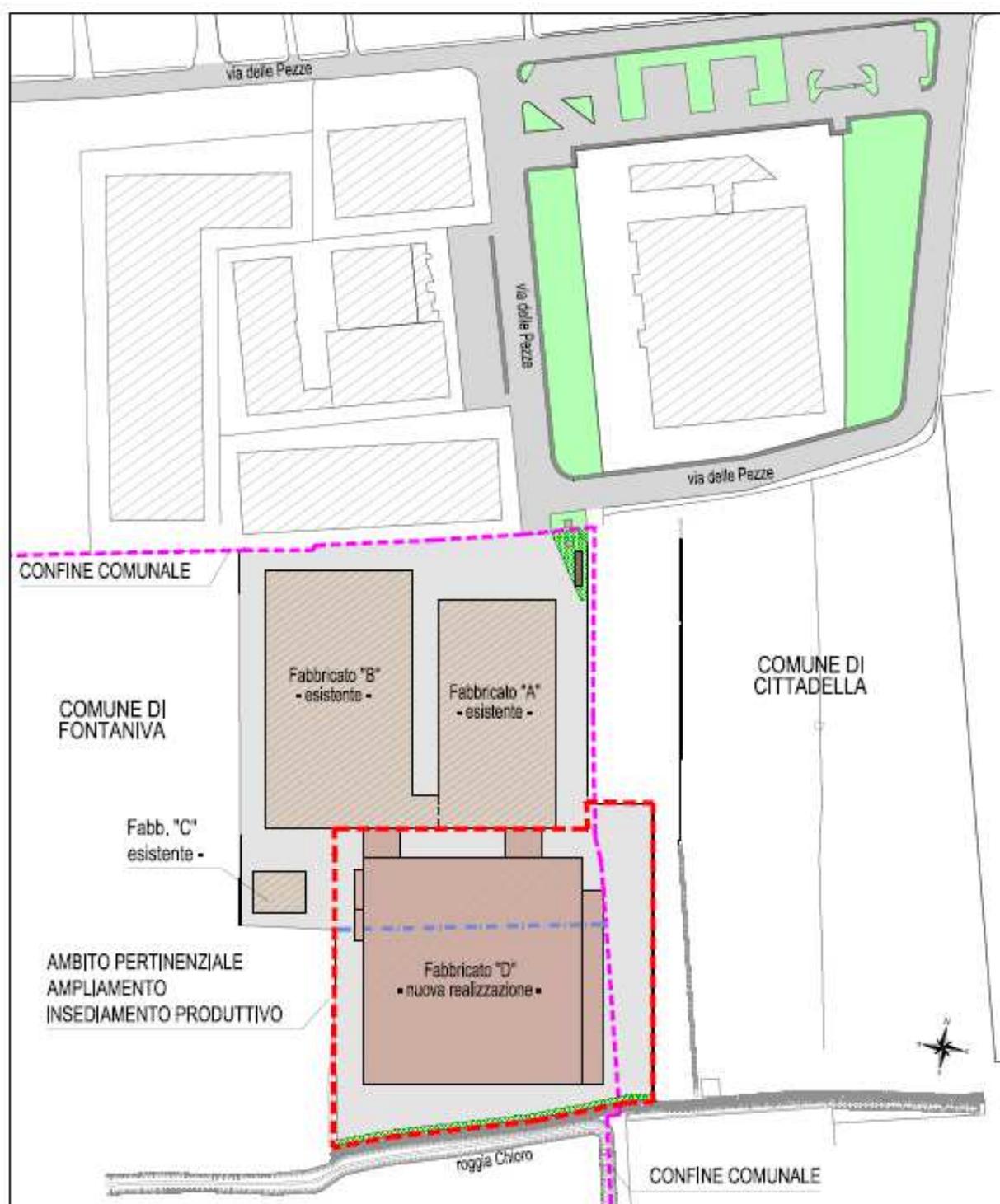
Per quanto concerne le aree esterne pertinenziali al nuovo edificio saranno pavimentate con pavimentazione in bynder e adibite a parcheggio, spazio di manovra e transito per l'accessibilità al nuovo edificio.

Lungo il limite sud della proprietà si prevede la realizzazione di una recinzione e la creazione di una fascia a verde della larghezza di 2,00 m interposta alla strada sterrata di accesso ai

Committente: <b>PONENTE SRL</b>	Ampliamento di un insediamento produttivo esistente ai sensi dell'art. 4 della L.R. 55/2012  <b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	File: Relazione compatibilità idraulica_SCILM_R1.doc  Pagina 13 di 18
------------------------------------	---	--

fondi rustici. Complessivamente pertanto la superficie di pertinenza del nuovo edificio risulterà così suddivisa: 8.336,82 m<sup>2</sup> superficie coperta nuovo edificio, 4.443,08 m<sup>2</sup> superficie piazzali impermeabili, 245,10 m<sup>2</sup> superficie a verde.

L'immagine sotto riportata rappresenta la planimetria di progetto.



**Figura 6:** planimetria di progetto

Committente: <b>PONENTE SRL</b>	Ampliamento di un insediamento produttivo esistente ai sensi dell'art. 4 della L.R. 55/2012  <b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	File: Relazione compatibilità idraulica_SCILM_R1.doc  Pagina 14 di 18
------------------------------------	---	--

#### 5.1.4 DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO DI PROGETTO

Con riferimento alla suddivisione delle aree per destinazione d'uso riportata nel paragrafo precedente e procedendo con la metodologia indicata al paragrafo 4.1.1, si ottiene un coefficiente medio di progetto :  $\varphi_{porg.} = 0,88$

La seguente tabella riassume i dati utilizzati nel calcolo:

<b>SITUAZIONE ATTUALE</b>			
<b>USO SUOLO</b>	<b>S (mq)</b>	<b><math>\Phi</math></b>	<b><math>\varphi S</math> (mq)</b>
Aree verde assimilabile ad agricola	245,10	0,10	24,51
Area a verde	0,00	0,20	0,00
Area piazzali semi permeabile	0,00	0,60	0,00
Aree parcheggi - spazi manovra e viabilità – sup. impermeabile	4.443,08	0,90	3.998,77
Superficie coperta	8.336,82	0,90	7.503,14
<b>Superficie Totale</b>	<b>13.025,0</b>		<b>11.526,42</b>
<b>Coefficiente deflusso Medio</b>			<b>0,88</b>

**Tabella 5:** Calcolo del coefficiente di deflusso medio dell'intero ambito

## 6. DETERMINAZIONE DEL VOLUME D'INVASO NECESSARIO

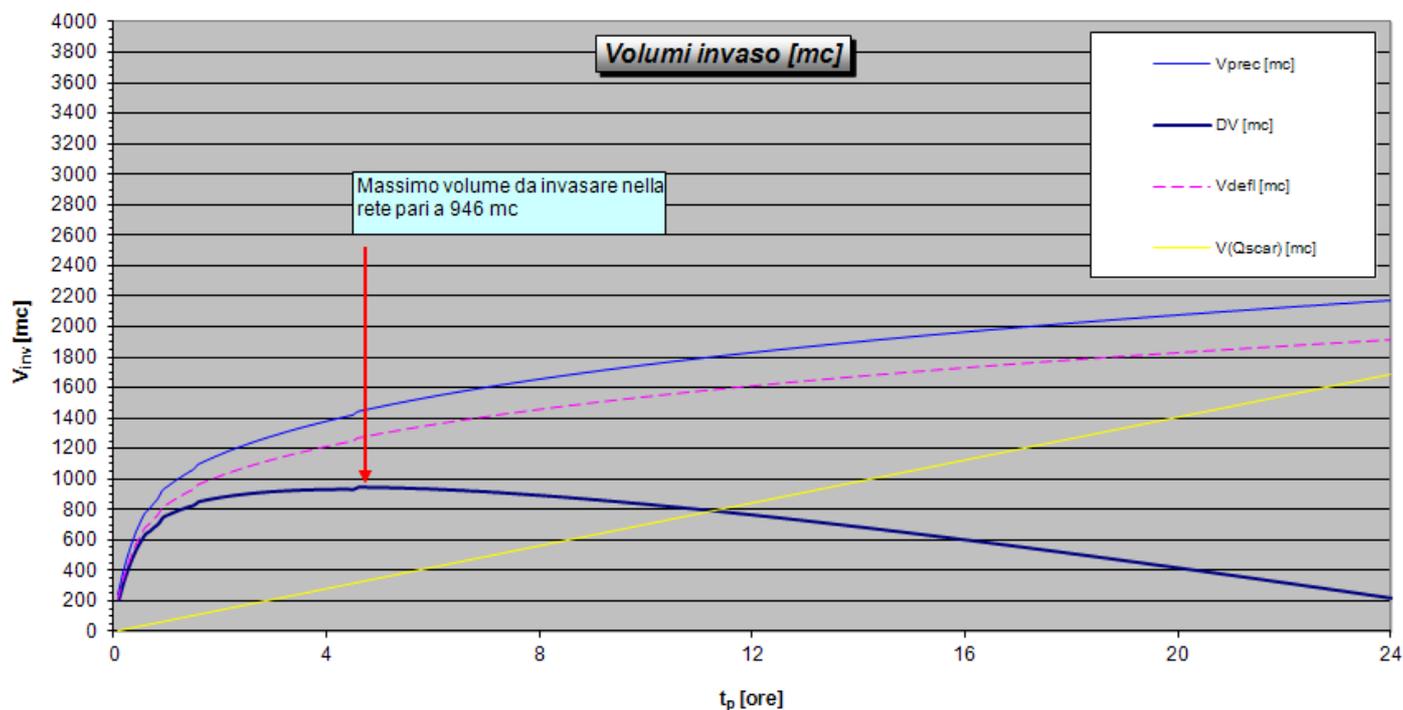
Con riferimento al metodo di calcolo descritto al paragrafo 4.1.3, si procede alla determinazione del volume di invaso necessario al fine di garantire l'invarianza idraulica del sistema. Nel dettaglio, considerata la destinazione dell'area allo stato attuale ed il relativo coefficiente di deflusso medio pari a  $\varphi = 0,15$ , si ritiene che per l'area in esame allo stato attuale completa un coefficiente idrometrico pari a  $u = 15$  l/sxha. Considerata l'estensione dell'area in esame ed oggetto della presente valutazione di compatibilità idraulica ne consegue che allo stato attuale la portata in uscita dal sistema è pari a circa **19,5 l/s**.

Procedendo con il calcolo si ottiene che il volume di invaso necessario alla conservazione della portata in uscita è pari a  $V_{max} = 946 \text{ m}^3$  che corrisponde ad una pioggia della durata di circa 4,5 ore (275 minuti). Si ottiene quindi un valore di invaso specifico di circa 726 mc/ha.

Le curve riportate nel grafico successivo rappresentano la trattazione di cui sopra. La curva relativa al volume di pioggia in ingresso al sistema [ $V_{precipitazione}$ ] è composta dai volumi derivanti dalle equazioni di possibilità pluviometrica viste in precedenza; la curva relativa ai corrispondenti volumi che defluiscono in rete [ $V_{defluito}$ ], deriva dalla precedente ma tiene conto del coefficiente di deflusso medio assegnato. La curva dei volumi teorici di laminazione [ $V_{invasato}$ ]

Committente: <b>PONENTE SRL</b>	Ampliamento di un insediamento produttivo esistente ai sensi dell'art. 4 della L.R. 55/2012  <b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	File: Relazione compatibilità idraulica_SCILM_R1.doc  Pagina 15 di 18
------------------------------------	---	--

si ottiene per differenza tra la curva dei volumi defluenti [ $V_{\text{defluito}}$ ] e la curva del volume corrispondente al massimo teorico (imposto) di portata scaricabile [ $V_{\text{scaricato}}$ ].



**Figura 7:** volume di invaso richiesto

Tale volume di invaso risulta comunque superiore a quanto richiesto dal punto 10 della relazione allegata al P.A.T.I. "Alta Padovana", il quale prevede che nelle nuove aree produttive sia previsto un volume di invaso minimo di  $700 \text{ m}^3$  per ettaro di zona urbanizzata. Ne consegue che applicando le prescrizioni del P.A.T.I. il volume di invaso minimo da individuare nell'ambito dell'intervento di progetto in esame, risulta essere pari a  $912 \text{ m}^3$ .

## 7. DESCRIZIONE RETE METEORICHE ED ANALISI DEI VOLUMI D'INVASO DISPONIBILI

La rete di raccolta delle acque meteoriche è stata dimensionata prevedendo di utilizzare tubazioni in calcestruzzo del diametro interno di 120 cm, al fine di creare il necessario invaso di laminazione, raccordati con pozzetti in cls di adeguate dimensioni.

La rete di raccolta è stata suddivisa in due reti distinte: la prima a servizio delle coperture, la seconda a servizio dei piazzali; lo scarico di quest'ultima al termine, previo trattamento delle acque con disoleatore a funzionamento in continuo, si unisce allo scarico delle acque meteoriche provenienti dalle coperture.

Committente: <b>PONENTE SRL</b>	Ampliamento di un insediamento produttivo esistente ai sensi dell'art. 4 della L.R. 55/2012  <b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	File: Relazione compatibilità idraulica_SCILM_R1.doc  Pagina 16 di 18
------------------------------------	--	---

Le tubazioni principali saranno in conglomerato cementizio armato e centrifugato, con giunto a bicchiere aventi un diametro variabile in funzione del dimensionamento. Le condotte saranno poste su di un letto di sabbia ed il riempimento dello scavo sarà effettuato con lo stesso materiale scavato.

Sui piazzali si prevede una distribuzione omogenea di caditoie stradali di raccolta. Queste saranno costituite da opportuni pozzetti ispezionabili sifonati prefabbricato in c.a tipo "Padova". Su ciascuno di questi pozzetti sarà posta una caditoia in ghisa sferoidale adatta a sopportare i carichi del traffico su una strada di prima categoria e così pure i pozzetti. Questi ultimi saranno collegati ai pozzetti ispezionabili principali della fognatura bianca o direttamente alla condotta con delle tubazioni in P.V.C.  $\phi$  160 posate su di un letto di sabbia. Per quanto concerne lo scarico dei pluviali delle coperture gli stessi confluiranno in opportuni pozzetti, collegati a loro volta ai pozzetti ispezionabili principali della fognatura bianca o direttamente alla condotta con delle tubazioni in P.V.C.  $\phi$  250 posate su di un letto di sabbia.

La determinazione del volume di invaso utile a garantire l'invarianza idraulica ha reso necessaria l'individuazione di idonee capacità, atte a contenere i deflussi meteoriche che risultano di seguito riepilogate:

• ml 674 di condotte in cls $\phi$ 120	Volume =	762 mc
• ml 24 di condotte in cls $\phi$ 100	Volume =	19 mc
• ml 97 di condotte in cls $\phi$ 80	Volume =	49 mc
• ml 12 di condotte in cls $\phi$ 50	Volume =	2 mc
• ml 53 di condotte in cls $\phi$ 40	Volume =	6 mc
• n° 22 Pz. 150x150x h 2,00	Volume =	99 mc
• n° 6 Pz. 120x120x h 2,00	Volume =	17 mc
• n° 2 Pz. 80x 80 x h 2,00	Volume =	2 mc
• n° 50 Caditoie e Pz. Pluv. 40x40x h 60	Volume =	5 mc
• ml 170 di condotte in PVC $\phi$ 160	Volume =	8 mc
• ml 80 di condotte in PVC $\phi$ 250	Volume =	4 mc
• manufatto regolatore portata	Volume =	4 mc

---

**Totale volume invasabile = 977 mc**

Committente: <b>PONENTE SRL</b>	Ampliamento di un insediamento produttivo esistente ai sensi dell'art. 4 della L.R. 55/2012  <b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	File: Relazione compatibilità idraulica_SCILM_R1.doc  Pagina 17 di 18
------------------------------------	---	--

Da questa valutazione risulta che il volume d'invaso a disposizione è sufficiente per garantire la laminazione, essendo il volume minimo richiesto pari a 946 mc. In particolare si evidenzia come il volume di invaso per unità di superficie ottenuto dal dimensionamento del sistema risulta essere di circa 750 mc/ha.

Ai fini della verifica della effettiva capacità di invaso del sistema progettato si segnala come le condotte siano previste ad una profondità tale da non interferire con la falda.

Nel dettaglio si segnala che in occasione delle indagini geologiche (rif. relazione geologica del 30/05/2018 a firma del Dott. Geologo Gabriele Soppelsa) la falda è stata rilevata ad una profondità di circa 2,50 – 2,80 dal piano campagna attuale, ed è stata indicata dal geologo un possibile innalzamento (in fase di piena) fino ad una profondità di 2,00 m dal piano campagna attuale. Considerato che il piano campagna attuale si trova mediamente più basso di circa 1,30 m dal piano del piazzali dei capannoni esistenti, risulta che la profondità della falda potrà arrivare a circa 3,30 m dai piazzali esistenti e circa 2,70-3,00 m dai piazzali del nuovo edificio.

Considerato che le nuove condotte fognarie avranno una profondità massima di 2,00 m risulta che le non interferiscono con la falda.

## 8. DIMENSIONAMENTO DEL MANUFATTO DI LAMINAZIONE

La limitazione allo scarico nella rete esterna sarà garantita da una luce di fondo realizzata con una tubazione in PVC con diametro interno 90 mm. presidiata da un clapet, sufficiente a far defluire la portata max di circa 19,5 l/s con un carico idraulico di 150 cm, collocata in un setto all'interno di un pozzetto limitatore posto in prossimità del limite della proprietà a sud, prospiciente la Roggia Chiaro. Da tale manufatto la portata verrà esitata al corpo recettore tramite una condotta in cls con Ø 50 cm; in caso di parziale o totale ostruzione della luce di fondo entrerà in funzione uno scarico di superficie funzionante come stramazzo.

Si specifica che, al fine di scongiurare la parzializzazione della luce di fondo, a monte della stessa verrà installata una griglia removibile opportunamente inclinata, permettendo così all'eventuale materiale flottante di superare la soglia.

Per il calcolo della portata in uscita dalla luce di fondo, funzionante con lo schema idraulico della paratoia sollevata a battente, si è adottata la formula :

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

Con:  $C_q$  = coefficiente di contrazione (funzione di S e h) = 0,610

Committente: <b>PONENTE SRL</b>	Ampliamento di un insediamento produttivo esistente ai sensi dell'art. 4 della L.R. 55/2012  <b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	File: Relazione compatibilità idraulica_SCILM_R1.doc  Pagina 18 di 18
------------------------------------	---	--

$S$  = superficie della tubazione di scarico (mq).

$h$  = altezza del tirante a monte della tubazione di scarico (m)

## 9. MANUTENZIONE DELLA RETE

Per favorire il funzionamento della luce di scarico anche in presenza di livelli idrometrici elevati, come detto, è opportuno inserire una disconnessione idraulica tra il manufatto di modulazione delle portate scaricate e la tubazione di recapito, inserendo un clapet di non ritorno nel manufatto di modulazione.

Andrà inoltre prevista nel piano di manutenzione delle opere l'ispezione, la verifica ed eventuale pulizia, con cadenza almeno annuale, del manufatto di modulazione delle portate scaricate per assicurare non vi siano ostruzioni al deflusso così da garantire nel tempo la piena efficacia delle opere progettate.

Allo stesso modo anche la rete di fognatura, realizzata con tubazioni posate a debole pendenza, quindi con uno scarso effetto autopulente, andrà ispezionata con cadenza almeno annuale, ed eventualmente pulite per mezzo di dispositivi tipo canal-jet, per mantenere effettivamente disponibili i volumi di invaso predisposti.

## 10. CONCLUSIONI

L'analisi dei risultati sul calcolo dei volumi compensativi che verranno realizzati per far fronte alle modifiche dell'assetto idraulico, conseguenti alla variazione sulle destinazioni d'uso dei suoli, permette di attestare il raggiungimento dell'**invarianza idraulica** e pertanto della **compatibilità idraulica dell'intervento proposto**.

Cittadella, 27.07.2018

Il Progettista  
 Ing. Edi Morandin

---