

COMUNE DI CASALSERUGO  
Provincia di PADOVA



P.A.T.

Elaborato

A

.

Scala

-

# Valutazione di Compatibilità Idraulica

Relazione



IL SINDACO

( )

IL SEGRETARIO

( )

IL PROGETTISTA

ing. Nico Perpinello

DATA 29/02/2008

PNC — ASSOCIATI architettura & ingegneria	Valutazione di compatibilità idraulica	Febbraio 2008	Rev. 0
	Relazione	Autore:	NP

## Indice

<b>1.PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2.ANALISI IDROLOGICA.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1.DESCRIZIONE DEL TERRITORIO.....</b>	<b>2</b>
<b>2.2.CONTESTO IDROGEOLOGICO.....</b>	<b>2</b>
<b>2.3.CONTESTO IDRAULICO.....</b>	<b>3</b>
<b>3.STIMA DELLE PRECIPITAZIONI.....</b>	<b>3</b>
<b>4.NORME E PRESCRIZIONI GENERALI PER LE NUOVE URBANIZZAZIONI.....</b>	<b>6</b>
<b>4.1.RECUPERO DEI VOLUMI D'INVASO.....</b>	<b>6</b>
<b>4.2.MANTENERE E RIPRISTINARE I FOSSI IN SEDE PRIVATA.....</b>	<b>7</b>
<b>4.3.TOMBINATURE.....</b>	<b>7</b>
<b>4.4.REALIZZAZIONE DI OPERE PUBBLICHE E DI INFRASTRUTTURE.....</b>	<b>8</b>
<b>4.5.IL PIANO D'IMPOSTA DEI FABBRICATI.....</b>	<b>8</b>
<b>4.6.NUOVE SUPERFICI IMPERMEABILI.....</b>	<b>8</b>
<b>4.7.PLUVIALI.....</b>	<b>8</b>
<b>4.8.CORSI D'ACQUA CONSORZIALI.....</b>	<b>8</b>
<b>4.9.VERDE PUBBLICO.....</b>	<b>9</b>
<b>5.COEFFICIENTE DI DEFLUSSO.....</b>	<b>9</b>
<b>6.METODI DI CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA.....</b>	<b>10</b>
<b>6.1.METODO DELL'INVASO.....</b>	<b>11</b>
<b>7.COMPATIBILITÀ IDRAULICA PER LE A.T.O.....</b>	<b>11</b>
<b>7.1.A.T.O. 1/1.....</b>	<b>12</b>
<b>7.2.A.T.O. 1/2.....</b>	<b>13</b>
<b>7.3.A.T.O. 2.....</b>	<b>14</b>
<b>7.4.A.T.O. 3/1 – 3/2.....</b>	<b>15</b>
<b>8.CONCLUSIONI.....</b>	<b>15</b>

PNC — ASSOCIATI architettura & ingegneria	Valutazione di compatibilità idraulica	Febbraio 2008	Rev. 0
	Relazione	Autore:	NP

## 1. PREMESSA

La presente relazione segue le modalità operative e le indicazioni tecniche per la “valutazione di compatibilità idraulica” definite dalla delibera della Giunta Regionale del Veneto 13/12/2002 n. 3637 ai sensi della Legge Regionale 03/08/1998 n. 267 e della D.G.R.V. n. 1841 del 19/06/2007 per la Piano di Assetto Territoriale del Comune di Casalserugo.

In virtù dei cambiamenti del territorio dovuti alla trasformazione di destinazione degli stessi, si analizzerà la portata d’acqua che verrà scaricata nella rete di canali di bonifica; dovranno inoltre essere prese in considerazione nuove misure compensative atte a favorire l’infiltrazione delle acque o la realizzazione di nuovi volumi di invaso, in modo tale da non modificare in maniera significativa la risposta del territorio agli eventi meteorologici.

## 2. ANALISI IDROLOGICA

### 2.1. Descrizione del territorio

Il territorio comunale di Casalserugo si estende nella fascia centro meridionale della Provincia di Padova e confina con i Comuni di Maserà, Cartura, Bovolenta, Polverara, Ponte San Niccolò e Albignasego. Il Comune si presenta con una forma regolare allungata lungo l’asse nord – sud.

Il territorio è caratterizzato da una morfologia pianeggiante con quote sul livello del mare che degradano dolcemente da nord a sud, variando da circa 8 m nella porzione settentrionale a circa 3 m in quella meridionale. L’aspetto del territorio è quello tipico di pianura, con vaste aree adibite alla coltivazione delimitate dai fiumi principali e da una rete di canali ad uso irriguo.

Le aree abitate si concentrano nel capoluogo di Casalserugo e nelle località Ronchi, Ronchi Nuova, La Madonnetta, Scardola, Ca’ Ferrante e Villa Argenti.

### 2.2. Contesto idrogeologico

Il territorio è caratterizzato da una morfologia pianeggiante con quote sul livello del mare che degradano dolcemente da nord a sud, variando da circa 8 m nella porzione settentrionale a circa 3 m in quella meridionale. L’aspetto del territorio è quello tipico di pianura, con vaste aree adibite alla coltivazione delimitate dai fiumi principali e da una rete di canali ad uso irriguo.

Dal punto di vista geologico, l’area è caratterizzata dalla presenza di terreni di origine alluvionale, depositati dai principali corsi d’acqua, che hanno determinato eventi alluvionali che si sono succeduti nel tempo ed ora non più possibili essendo gli alvei arginati. Il sottosuolo è costituito da livelli limoso-argillosi generalmente a scarsa competenza che si spingono in profondità. Livelli marcatamente sabbiosi si rinvengono a profondità di circa 4-6 m e oltre i 10 m rispetto al piano campagna.

Dal punto di vista idrogeologico, l’area si inserisce nel contesto del sistema multifalda, caratterizzato cioè una sequenza di acquiferi alloggiati negli strati sabbiosi separati da livelli praticamente impermeabili (limoso-argillosi) che ostacolano gli scambi idrici in senso verticale. La prima falda, quella freatica, è di norma prossima al piano campagna.

PNC — ASSOCIATI architettura & ingegneria	Valutazione di compatibilità idraulica	Febbraio 2008	Rev. 0
	Relazione	Autore:	NP

### 2.3. Contesto idraulico

Il Comune è attraversato da due canali di scolo principali che seguono la direttrice nord – sud mentre il confine territoriale ad est è costituito dal fiume Bacchiglione. I due canali di scolo, denominati Scolo superiore di Casalserugo e Scolo inferiore di Casalserugo sono situati rispettivamente ad ovest ed ad est della linea mediana che divide verticalmente il territorio comunale; entrambi confluiscono nel fiume Bacchiglione. Inoltre sono presenti altri due scoli di rilievo denominati Scolo Mediano e Scolo Bolzani che entrambi confluiscono nello Scolo superiore di Casalserugo.

Tutti questi scoli sono di competenza del Consorzio di Bonifica “Bacchiglione Brenta” e raccolgono tutte le acque meteoriche tramite i fossi e la rete di fognatura presente sul territorio.

Nella tavola 2 viene riportata la planimetria dell'intero territorio comunale con indicate le zone a rischio secondo quanto riportato nello studio del rischio idraulico sviluppato dalla Provincia di Padova in collaborazione con il Genio Civile, la Regione Veneto, i Consorzi di Bonifica e le Amministrazioni Comunali. Tale studio valuta il rischio associato a ciascuno dei comuni della provincia utilizzando la probabilità composta tra il dato relativo alla pericolosità idraulica del singolo territorio comunale e quello relativo alla vulnerabilità dello stesso e ragionando in termini percentuali, ovvero associando al massimo di rischio, pericolosità e vulnerabilità il valore di 100% e al minimo il valore dello 0%. La pericolosità è stata valutata in base al dato storico disponibile in merito agli eventi alluvionali progressi, alle aree a rischio di allagamento per problemi della rete di bonifica valutate seguendo le indicazioni fornite dai Consorzi, alla presenza di corsi d'acqua soggetti a pericolosità arginale o a possibile tracimazione.

Come indicato sono presenti due fasce principali all'interno dell'ambito comunale, una a ridosso del capoluogo e l'altra nell'area a sud del territorio. Entrambe presentano dei problemi a causa della rete di bonifica, specialmente le zone agli estremi est ed ovest in corrispondenza del capoluogo dove sono presenti aree condizionate da deflusso difficoltoso delle acque. Inoltre la zona a sud è a rischio anche per possibili inondazioni dovute al fiume Bacchiglione. In ogni caso lo studio condotto riporta un basso valore di rischio per entrambe le zone.

Sono presenti inoltre alcune zone classificate come P1 secondo il PAI del bacino idrografico del fiume Brenta-Bacchiglione situate a ridosso del fiume Bacchiglione e classificate come aree non idonee secondo la compatibilità geologica allegata al PAT del Comune di Casalserugo.

### 3. STIMA DELLE PRECIPITAZIONI

L'elaborazione dei dati pluviometrici si svolge ricercando la relazione esistente tra l'altezza delle precipitazioni e le loro durate  $\tau$ . Affinché le deduzioni siano attendibili, è necessario che il periodo di osservazione sia sufficientemente esteso nel tempo: si ammette che un periodo non inferiore a 30-35 anni possa dare discreto fondamento all'elaborazione. Le relazioni  $h=h(\tau)$  sono generalmente date nella forma  $h=a \cdot \tau^n$ , nella quale  $a$  e  $n$  sono determinate caso per caso.

PNC — ASSOCIATI architettura & ingegneria	Valutazione di compatibilità idraulica	Febbraio 2008	Rev. 0
	Relazione	Autore:	NP

Fissata l'unità di tempo (di durata) da considerare per le precipitazioni – minuti, ore oppure giorni – ed estratta dagli Annali Idrologici, per una stazione significativa in senso climatico, l'intera serie degli eventi estremi osservati, purché per un periodo lungo a sufficienza, si può procedere alla loro elaborazione per dedurre l'equazione di possibilità pluviometrica.

L'intensità delle precipitazioni è statisticamente maggiore per le piogge di breve durata che per quelle che durano di più nel tempo.

Sono state considerate le piogge rilevate dalla stazione pluviografica di Padova; i dati sono stati forniti dall'ARPAV che ha fornito le tabelle delle precipitazioni relativi gli ultimi 25 anni.

La regolarizzazione statistico-probabilistica, impiegata per il calcolo dei tempi di ritorno, è stata eseguita facendo riferimento alla distribuzione del valore estremo EV1 o di Gumbel la cui distribuzione cumulata di probabilità è descritta dalla seguente funzione:  $P(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$  dove  $\alpha$  e  $\beta$  rappresentano rispettivamente i parametri di concentrazione e della tendenza centrale stimati secondo il procedimento dei minimi quadrati. Tale legge si basa sull'introduzione di un'ipotesi relativa al tipo di distribuzione dei più grandi valori estraibili da più serie costituite da osservazioni tra loro indipendenti. Indicando con  $P(x)$  la probabilità di non superamento del valore  $x$ , il tempo medio di ritorno è calcolato dalla relazione:  $T_r = 1/(1-P(x))$  dove  $T_r$  rappresenta quindi il numero medio di anni entro cui il valore  $x$  viene superato una sola volta.

Vengono riportate di seguito le serie di precipitazioni per tempi superiori all'ora e inferiori all'ora riferiti alla stazione di Padova.

**Tabella 1: Valori di  $\alpha$  e  $n$  al variare del periodo di ritorno per durate inferiori all'ora**

Stazione di PADOVA				
Parametri regolarizzazione dati di precipitazione				legge di GUMBEL
$P(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$				
5 min	10 min	15 min	30 min	45 min
N: 0	N: 9	N: 17	N: 14	N: 13
Media: 0,000	Media: 16,556	Media: 19,059	Media: 25,657	Media: 30,877
Alfa: 0,000	Alfa: 0,118	Alfa: 0,146	Alfa: 0,123	Alfa: 0,102
Beta: 0,000	Beta: 12,391	Beta: 15,511	Beta: 21,498	Beta: 25,921
Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2
dati mancanti	Xt = 15,50	Xt = 18,02	Xt = 24,49	Xt = 29,50
Parametri curva $H = \alpha * T^n$ : $\alpha = 10,322$ $n = 0,244$ (T = minuti)				
Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5
dati mancanti	Xt = 25,14	Xt = 25,79	Xt = 33,73	Xt = 40,58
Parametri curva $H = \alpha * T^n$ : $\alpha = 16,568$ $n = 0,216$ (T = minuti)				
Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10
dati mancanti	Xt = 31,51	Xt = 30,93	Xt = 39,85	Xt = 47,92
Parametri curva $H = \alpha * T^n$ : $\alpha = 20,809$ $n = 0,205$ (T = minuti)				
Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25
dati mancanti	Xt = 39,57	Xt = 37,43	Xt = 47,58	Xt = 57,19
Parametri curva $H = \alpha * T^n$ : $\alpha = 26,241$ $n = 0,195$ (T = minuti)				
Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50
dati mancanti	Xt = 45,55	Xt = 42,52	Xt = 53,32	Xt = 64,07
Parametri curva $H = \alpha * T^n$ : $\alpha = 30,308$ $n = 0,189$ (T = minuti)				
Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100
dati mancanti	Xt = 51,48	Xt = 47,04	Xt = 59,01	Xt = 70,89
Parametri curva $H = \alpha * T^n$ : $\alpha = 34,369$ $n = 0,185$ (T = minuti)				
Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200
dati mancanti	Xt = 57,39	Xt = 51,80	Xt = 64,68	Xt = 77,69
Parametri curva $H = \alpha * T^n$ : $\alpha = 38,432$ $n = 0,181$ (T = minuti)				

**Tabella 2: Valori di  $\alpha$  e  $n$  al variare del periodo di ritorno per durate superiori all'ora**

Stazione di PADOVA Parametri regolarizzazione dati di precipitazione $P(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$					legge di GUMBEL
1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore	
N: 25 Media: 31,860 Alfa: 0,095 Beta: 26,287	N: 25 Media: 42,236 Alfa: 0,062 Beta: 33,704	N: 25 Media: 49,700 Alfa: 0,053 Beta: 39,605	N: 25 Media: 56,776 Alfa: 0,054 Beta: 46,881	N: 25 Media: 68,280 Alfa: 0,054 Beta: 58,417	
Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	
Xt = 30,13	Xt = 39,59	Xt = 46,57	Xt = 53,71	Xt = 65,23	
Parametri curva $H = \alpha * T^n$ : $\alpha = 10,322$ $n = 0,244$ (T = minuti)					
Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	
Xt = 42,03	Xt = 57,81	Xt = 68,13	Xt = 74,84	Xt = 86,23	
Parametri curva $H = \alpha * T^n$ : $\alpha = 16,568$ $n = 0,216$ (T = minuti)					
Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	
Xt = 49,91	Xt = 69,87	Xt = 82,40	Xt = 88,83	Xt = 100,23	
Parametri curva $H = \alpha * T^n$ : $\alpha = 20,809$ $n = 0,205$ (T = minuti)					
Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	
Xt = 59,86	Xt = 85,11	Xt = 100,43	Xt = 106,50	Xt = 117,84	
Parametri curva $H = \alpha * T^n$ : $\alpha = 26,241$ $n = 0,195$ (T = minuti)					
Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	
Xt = 67,25	Xt = 96,42	Xt = 113,80	Xt = 119,61	Xt = 117,84	
Parametri curva $H = \alpha * T^n$ : $\alpha = 30,308$ $n = 0,189$ (T = minuti)					
Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	
Xt = 74,58	Xt = 107,64	Xt = 127,08	Xt = 132,62	Xt = 143,88	
Parametri curva $H = \alpha * T^n$ : $\alpha = 34,369$ $n = 0,185$ (T = minuti)					
Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	
Xt = 81,88	Xt = 118,82	Xt = 140,31	Xt = 145,59	Xt = 156,81	
Parametri curva $H = \alpha * T^n$ : $\alpha = 38,432$ $n = 0,181$ (T = minuti)					

Il calcolo per la determinazione dei volumi di invaso deve essere effettuato per un tempo di ritorno di 50 anni, come previsto dall'Allegato A della D.G.R.V. n. 1322 del 10/05/2006.

#### 4. NORME E PRESCRIZIONI GENERALI PER LE NUOVE URBANIZZAZIONI

Vengono riportate di seguito le prescrizioni ad integrazione delle N.T.A. del PAT necessarie per mitigare l'impatto idraulico delle nuove urbanizzazioni.

##### 4.1. Recupero dei volumi d'invaso.

Dovrà avvenire mediante la realizzazione di invasi superficiali (nuove affossature, zone a momentanea sommersione, ecc.), o profondi (vasche di laminazione, tunnel drenanti, sovradimensionamento delle condotte acque meteoriche, ecc.). Al fine di garantirne l'effettivo utilizzo e riempimento e quindi il loro

PNC — ASSOCIATI architettura & ingegneria	Valutazione di compatibilità idraulica	Febbraio 2008	Rev. 0
	Relazione	Autore:	NP

sfruttamento per la moderazione delle portate scaricate, in corrispondenza della sezione terminale della rete di smaltimento delle acque bianche, dovrà essere posizionato un dispositivo di controllo che limiti la portata scaricata a quello massimo consentito (10 l/s x ha). Qualsiasi sia la sua configurazione, il sistema utilizzato deve avere i requisiti che ne garantiscano un'agevole pulizia e manutenzione ordinaria e straordinaria.

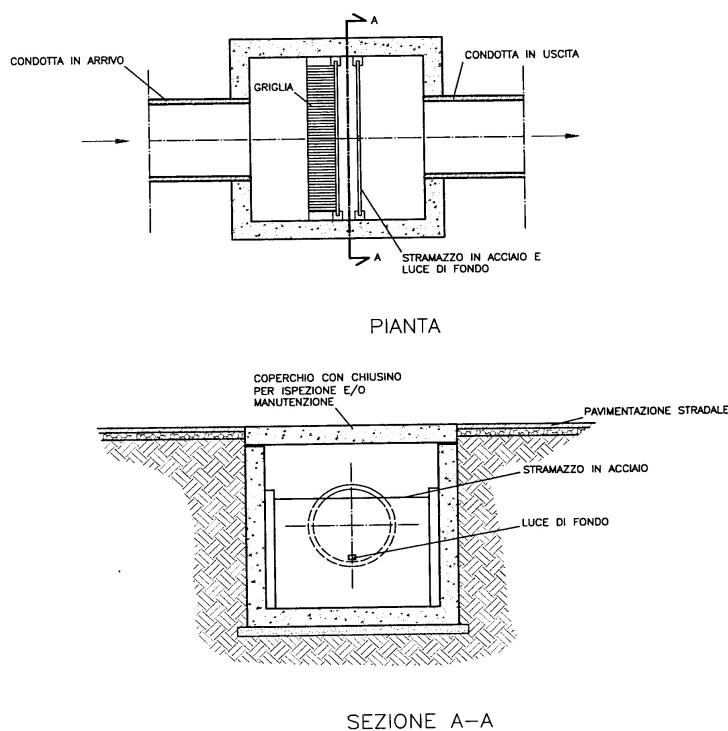


Figura 1 - esempio di dispositivo di controllo

#### 4.2. **Mantenere e ripristinare i fossi in sede privata.**

I fossi in sede privata devono essere tenuti in manutenzione, non possono essere eliminati, non devono essere ridotte le loro dimensioni se non si prevedono adeguate misure di compensazione. La fossatura esistente non va in ogni caso considerata ai fini del recupero degli invasi per gli interventi in parola.

#### 4.3. **Tombinature.**

In aree agricole è vietata la tombinatura dei fossi fatta eccezione per la costruzione di accessi carrai. In particolare Le nuove tombinature dovranno assicurare la funzione iniziale del fossato sia in termini di volume d'invaso che di smaltimento delle portate. In riferimento alla pianificazione regionale e specificatamente dei contenuti dei Piani Generali di Bonifica non potranno essere autorizzati interventi di tombinamento o chiusura d'affossature esistenti, di qualsiasi natura esse siano, salvo che non si verifichi una delle seguenti condizioni e previo parere del consorzio di bonifica competente:

- evidenti e motivate necessità attinenti la sicurezza pubblica;
- giustificate motivazioni di carattere igienico sanitario;

PNC — ASSOCIATI architettura & ingegneria	Valutazione di compatibilità idraulica	Febbraio 2008	Rev. 0
	Relazione	Autore:	NP

l'intervento sia concordato e approvato dal Consorzio di Bonifica. Per una domanda di tombinamento, dovrà essere presentata un'apposita relazione tecnica nella quale si evidenzierà la funzione del fossato e le misure che s'intendono adottare per mantenere inalterata la funzione dello stesso in relazione al suo il bacino afferente. In ogni caso si dovranno preferire diametri di tombinatura adeguati (non inferiori a cm 80).

#### **4.4. Realizzazione di opere pubbliche e di infrastrutture.**

Anche nella realizzazione di opere pubbliche ed infrastrutture dovranno essere adottati gli indirizzi sopra indicati. In particolare per le strade di collegamento dovranno essere previste ampie scoline laterali e dovrà essere assicurata la continuità del deflusso delle acque fra monte e valle dei rilevati. In particolare per le strade di collegamento dovranno essere previste ampie scoline laterali tali da garantire un volume almeno pari a 7 m<sup>3</sup> ogni 100 m<sup>2</sup> di pavimentazione e dovrà essere garantita la continuità di deflusso delle acque fra monte e valle dei rilevati.

Nella realizzazione di piste ciclabili si dovrà evitare il tombinamento di fossi prevedendo, invece, il loro spostamento.

#### **4.5. Il piano d'imposta dei fabbricati.**

Il piano d'imposta dei fabbricati sarà fissato ad una quota superiore di almeno 20+40 cm rispetto al piano stradale o al piano campagna medio circostante. In alternativa i piani interrati saranno impermeabilizzati al di sotto del piano d'imposta di cui sopra e saranno previste aperture (comprese rampe e bocche di lupo) solo a quote superiori.

#### **4.6. Nuove superfici impermeabili**

Le superfici impermeabili dovranno essere limitate al minimo. Le pavimentazioni destinate a parcheggio dovranno essere di tipo drenante, o in ogni caso permeabili, realizzate su idoneo sottofondo che ne garantisca l'efficienza, con la sola deroga per le aree destinate a portatori di handicap e a ridosso della viabilità principale.

#### **4.7. Pluviali.**

Ove è ragionevolmente possibile, dovranno scaricare superficialmente oppure in pozzi disperdenti collegati in sommità alla rete delle acque meteoriche.

#### **4.8. Corsi d'acqua consorziali.**

Nel caso siano interessati canali appartenenti alla rete in manutenzione al Consorzio di Bonifica competente per territorio, qualsiasi intervento o modificazione della configurazione esistente all'interno della fascia di metri 10 dal ciglio superiore della scarpata, sarà soggetto, anche ai fini della servitù di passaggio, a quanto previsto dal R.D. n° 368 del 1904 e dovrà quindi essere specificatamente autorizzato. Per la prevenzione del rischio idraulico è importante che i corsi d'acqua siano rispettati e valorizzati. Occorre creare le condizioni perché possano essere mantenuti in efficienza senza eccessivi oneri e non risultino marginalizzati dalle previsioni urbanistiche. In particolare è opportuno collocare le

PNC — ASSOCIATI architettura & ingegneria	Valutazione di compatibilità idraulica	Febbraio 2008	Rev. 0
	Relazione	Autore:	NP

aree a verde delle nuove urbanizzazioni lungo i corsi d'acqua ai fini della maggior separazione possibile.

Nelle aree adiacenti agli scoli consorziali dovrà essere mantenuta una fascia di rispetto della larghezza minima di metri 5.00 dal ciglio degli stessi o dall'unghia arginale verso campagna in modo da consentire il transito dei mezzi adibiti alle manutenzioni periodiche.

Nella suddetta fascia di rispetto non potranno essere messe a dimora piante o siepi, né potranno essere installate strutture o depositati materiali che impediscano il transito dei mezzi.

Inoltre nelle fasce di rispetto in questione, eventuali sistemazioni, dovute a motivi di sicurezza o paesaggistici o ambientali che prevedano la posa di piante isolate o recinzioni in rete metallica e stanti in ferro asportabili dovranno essere preventivamente autorizzate dal Consorzio di Bonifica.

#### **4.9. Verde pubblico.**

La distribuzione planovolumetrica dell'area dovrà essere preferibilmente definita in modo che le aree a verde siano distribuite lungo le sponde dell'affossatura esistente o eventualmente di progetto, a garanzia e salvaguardia di un'idonea fascia di rispetto.

Le aree a verde dovranno assumere una configurazione che attribuisca loro due funzioni:

- di ricettore di una parte delle precipitazioni defluenti lungo le aree,
- di bacino di laminazione del sistema di smaltimento delle acque piovane.

Tali aree possibilmente dovranno:

- essere poste ad una quota inferiore rispetto al piano stradale circostante,
- essere idraulicamente connesse tramite opportuni collegamenti con la strada.

La loro configurazione plano-altimetrica dovrà prevedere la realizzazione d'invasi superficiali adeguatamente disposti ed integrati con la rete di smaltimento delle acque meteorologiche in modo che i due sistemi possano interagire.

### **5. COEFFICIENTE DI DEFLUSSO**

Individuata l'equazione di possibilità pluviometrica, è da stimarsi quale frazione di essa viene raccolta dalla rete di collettori: frazione individuata da un coefficiente di deflusso, inteso come rapporto tra il volume defluito attraverso un'assegnata sezione in un definito intervallo di tempo e il volume meteorico precipitato nell'intervallo stesso.

Per i coefficienti di deflusso si assumono i valori indicati dall'Allegato A della D.G.R.V. n. 1841 del 19/06/2007:

<b>Tipo di superficie</b>	<b>Coefficiente di deflusso <math>\phi</math></b>
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali, ecc.)	0,90
Pavimentazioni esterne delle abitazioni e tetti. Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti, strade in terra battuta o stabilizzato, ecc.)	0,60
Superfici permeabili (aree verdi)	0,20
Aree agricole	0,10

PNC — ASSOCIATI architettura & ingegneria	Valutazione di compatibilità idraulica	Febbraio 2008	Rev. 0
	Relazione	Autore:	NP

## 6. METODI DI CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA

Il dimensionamento degli specchi di una rete fognaria richiede la valutazione delle *massime portate al colmo* o *portate critiche* che si possono verificare nelle varie sezioni della rete con assegnato periodo di ritorno.

Un'ipotesi a base di tutti i modelli comunemente adottati è che *il sistema idrologico si lineare e invariante nel tempo*. In particolare, un sistema idrologico viene così definito se l'idrogramma corrispondente a un assegnato pluviogramma dipende soltanto dalle caratteristiche del bacino, ammesse stazionarie e indipendenti dall'evento e dalla storia pregressa del bacino stesso, e se, quindi, due pluviogrammi che istante per istante sono tra loro in rapporto costante danno origini a due idrogrammi che istante per istante sono tra loro nello stesso rapporto. Si potrà in questo caso considerare la sovrapposizione degli effetti.

In questa ipotesi risulta molto utile il concetto di *idrogramma unitario* e quello successivo di *idrogramma unitario istantaneo (IUH)*. Questo, che di seguito verrà indicato con  $u(t)$ , è l'idrogramma generato da un afflusso di altezza unitaria e di durata infinitamente piccola. Infatti in queste ipotesi la portata superficiale  $Q(t)$  di un bacino, per un afflusso netto qualsiasi  $I(t)$ , è dato dall'integrale di convoluzione:

$$Q(t) = \int_0^{t'} u(t-\tau) I(\tau) d\tau \quad \begin{array}{l} \tau' = t \text{ per } t < t_p \\ \tau' = t_p \text{ per } t \geq t_p \end{array}$$

Con  $t_p$  durata della pioggia.

Un'altra ipotesi è che *l'afflusso netto  $I(t)$  sia costante e pari a  $i(t_p)S$* , dove si è indicato:

$\varphi$  il coefficiente di deflusso,

$i(t_p)$  l'intensità media della pioggia di durata  $t_p$ ,

$S$  la superficie del bacino.

In questo caso l'integrale di convoluzione diventa:

$$Q(t) = \varphi i(t_p) S \int_0^{t'} u(t-\tau) d\tau \quad \begin{array}{l} \tau' = t \text{ per } t < t_p \\ \tau' = t_p \text{ per } t \geq t_p \end{array}$$

Inoltre, per un IUH che assume valori non nulli per  $t$  compreso fra 0 e  $+\infty$ , *la portata al colmo  $Q_m$  si avrà al tempo  $t \geq t_p$  tale che risulti massimo il valore:*

$$\lambda(t, t_p) = \int_{t-t_p}^t u(\tau) d\tau$$

dipendente dalla durata  $t_p$  di pioggia e dalla forma dell'IUH, mentre *la portata critica:*

$$Q_M = \varphi i(t_p) S \lambda(t_p)$$

si avrà per la durata di pioggia  $t_p$  che rende massimo il prodotto  $i(t_p)\lambda(t_p)$ .

Tra i modelli di calcolo di tipo analitico/concezionale di trasformazione afflussi-deflussi si può fare riferimento a tre che trovano ampia diffusione:

- il Metodo Razionale;
- il metodo Curve Numbers;
- il Metodo dell'Invaso.

PNC — ASSOCIATI architettura & ingegneria	Valutazione di compatibilità idraulica	Febbraio 2008	Rev. 0
	Relazione	Autore:	NP

### 6.1. Metodo dell'invaso

Il metodo dell'invaso esalta il fenomeno della laminazione degli afflussi meteorici svolto dal volume d'acqua  $W(t)$  che si deve immagazzinare sulla superficie  $S$  del bacino sotteso e nella rete a monte, perché attraverso una sezione di un collettore si abbia il deflusso della portata  $Q(t)$ . Nella pratica

detto legame viene assunto essere lineare ed espresso dalla relazione  $Q(t) = \frac{W(t)}{K}$  dove  $K$ ,

denominata *costante di invaso lineare*, ha le dimensioni di un tempo.

Noto l'afflusso netto  $I(t)$  e il valore della costante  $K$ , è possibile ricostruire l'idrogramma di piena integrando, rispetto al tempo  $t$ , le equazioni del serbatoio lineare e di continuità

$$I(t)dt = dW(t) + Q(t)dt \quad \text{con:}$$

$I$  afflusso netto sul bacino

$W$  volume immagazzinato a monte

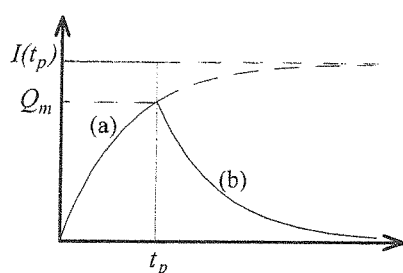
$Q$  portata in uscita della sezione

Nelle condizioni iniziali di rete vuota ( $Q=0$  per  $t=0$ ), si ottiene l'integrale di convoluzione:

$$Q(t) = \int_0^{t'} \frac{1}{K} e^{-\frac{t-\tau}{K}} I(\tau) d\tau \quad \begin{array}{l} \tau' = t \quad \text{per } t < t_p \\ \tau' = t_p \quad \text{per } t \geq t_p \end{array}$$

Nel quale il termine  $u(t) = \frac{1}{K} e^{-\frac{t}{K}}$  rappresenta l'idrogramma unitario istantaneo del modello

dell'invaso lineare. Nel caso si consideri l'ipotesi che l'afflusso netto  $I(t)$  sia costante nel tempo e pari a  $\varphi i(t_p)S$ , ipotesi frequente nelle schematizzazioni progettuali, la portata al colmo  $Q_m$ , in uscita dalla sezione finale, si avrà al termine  $t_p$  dell'afflusso.



$$\text{Curva (a): } q = I(t_p) \left( 1 - e^{-\frac{t}{K}} \right) \quad \text{per } t \leq t_p;$$

$$\text{Curva (b): } q = Q_m e^{-\frac{t-t_p}{K}} \quad \text{per } t > t_p.$$

Figura 2: Idrogramma tipico del serbatoio lineare

## 7. COMPATIBILITÀ IDRAULICA PER LE A.T.O.

Di seguito si riporta la verifica di compatibilità delle trasformazioni urbanistiche individuate nel PAT suddivise per le singole ATO.

PNC — ASSOCIATI architettura & ingegneria	Valutazione di compatibilità idraulica	Febbraio 2008	Rev. 0
	Relazione	Autore:	NP

### 7.1. A.T.O. 1/1

La A.T.O. 1/1 si riferisce all'area del capoluogo di Casalserugo, contesto localizzato a circa metà strada provinciale n.3 detta "Bovolentana", un lungo rettilineo di circa 16 km che congiunge Padova con Bovolenta.

Il sito si è sviluppato attorno agli anni '60 con tipologie prevalenti di case a due/tre piani nel centro e a uno/due piani per le parti più esterne. Esso è dotato dei principali servizi pubblici che fanno fronte alla sola popolazione locale. Subito sotto, a sud del capoluogo con edificazione residenziale, si è sviluppata la zona produttiva.

Il P.A.T. prevede la trasformazione del territorio di 11 zone da destinazione agricola a residenziale per complessivi 654,699 mq (tavola 3). Tutte le nuove aree sono afferenti agli scoli Superiore di Casalserugo e Inferiore di Casalserugo. Nello specifico le nuove aree posizionate ad est della S.P. n. 3 sono condizionate nel deflusso delle acque dalla realizzazione dei nuovi fossati di progetto indicati nella tavola 1. Si riporta di seguito un predimensionamento di massima considerando l'insieme delle trasformazioni come un unico bacino al fine di stimare il volume complessivo da invasare.

Il dimensionamento viene effettuato attraverso il metodo dell'invaso. Il metodo schematizza il funzionamento del bacino afferente come un serbatoio lineare di costante d'invaso K, sollecitato da una precipitazione costante di durata  $\theta$  e avente un coefficiente di deflusso  $\varphi$  costante durante

l'evento. Sotto queste ipotesi si può dimostrare che, fissato un rapporto  $m = 1/\eta$  ( $\eta = \frac{Q_{u,max}}{Q_{e,max}}$ ) tra la

massima portata entrante  $Q_{e,max}$  e massima portata uscente  $Q_{u,max}$ , e andando a ricercare le condizioni di massimo al variare della durata della precipitazione, il volume  $W_m$  della vasca e la corrispondente durata di pioggia  $\theta_w$  critica per la vasca sono definiti da espressioni che possono essere scritte nella forma:

$$\frac{\theta_w}{K} = F(n, m)$$

$$\frac{W_m}{Q_c} = K \cdot G(n, m)$$

dove  $Q_c$  è la portata critica ed  $F$  e  $G$  sono due funzioni adimensionali dei due parametri  $n$  ed  $m$ .

Si è utilizzata la seguente notazione:

- $\varphi$  coefficiente di deflusso
- $S$  superficie totale dell'area in esame
- $L$  sviluppo della rete di drenaggio
- $s$  pendenza media del collettore principale
- $s_r$  pendenza media ponderale di tutta la rete di drenaggio
- $v$  velocità media della corrente
- $t_p$  tempo di corrivazione calcolato in funzione della portata massima
- $Q_u$  massima portata unitaria consentita in uscita
- $Q_m$  portata al colmo per il tempo  $t_p$
- $\Delta Q_m$  differenza di portata tra lo stato di fatto e di progetto

PNC — ASSOCIATI architettura & ingegneria	Valutazione di compatibilità idraulica	Febbraio 2008	Rev. 0
	Relazione	Autore:	NP

$\theta_w$  durata critica della pioggia per il volume di invaso  
 $W_m$  massimo volume di invaso richiesto

<b>Situazione attuale</b>			
Tipologia terreno	superficie	$\phi$	S= 65,4699 ha
Superfici coperte	0,6547	0,90	L= 2.940 ml
Verde pubblico	0,0000	0,20	s= 0,0010 m/m
Parcheggio	0,0000	0,60	$s_r$ = 0,10 %
Strade	0,0000	0,90	v= 1 m/s
zone scoperte	64,8152	0,10	
	$\phi_{medio}$	0,11	
	$t_p$ =	57,4 min	
	$Q_m$ =	4987,49 mc/h	→ 1,385 mc/s
<b>Situazione di progetto</b>			
Tipologia terreno	superficie	$\phi$	$Q_u$ = 10 l/s/ha
Superfici coperte	19,9536	0,90	S= 65,4699 ha
Verde pubblico	13,0940	0,20	L= 2.940 ml
Parcheggio	5,1500	0,60	s= 0,0010 m/m
Strade	13,9700	0,90	$s_r$ = 0,10 %
zone scoperte	13,3024	0,20	v= 1 m/s
	$\phi_{medio}$	0,59	
	$t_p$ =	53,9 min	
	$Q_m$ =	46239,26 mc/h	→ 12,844 mc/s
	$\Delta Q_m$ =	41251,77 mc/h	→ 11,459 mc/s
	$\theta_w$ =	143 min	
	$W_m$ =	22076 mc	→ 22076 mc

Il precedente calcolo, seppur indicativo, fornisce l'ordine di grandezza del volume di invaso complessivo delle nuove trasformazioni. Ogni singolo intervento dovrà essere analizzato in sede di definizione dei P.I. al fine di determinare l'esatto volume. Sarà cura dell'Amministrazione, di concerto con gli enti preposti e con i realizzatori delle future urbanizzazioni, stabilire la possibilità di realizzare un unico sistema di invaso afferente a tutte le trasformazioni oppure prevedere interventi singoli mirati al singolo intervento.

## 7.2. A.T.O. 1/2

Fa riferimento alla località di Ronchi Nuova, quartiere completamente nuovo sorto principalmente negli anni '60 attraverso una serie di organizzazioni urbanistiche. L'esterno della presente A.T.O. mantiene ancora un carattere rurale integro. In questo caso sono previste due nuovi interventi che trasformano il territorio da agricolo a residenziale. Anche in questo caso si procede al predimensionamento di massima al fine di determinare il volume totale da invasare.

PNC — ASSOCIATI architettura & ingegneria	Valutazione di compatibilità idraulica	Febbraio 2008	Rev. 0
	Relazione	Autore:	NP

<b>Situazione attuale</b>			
<i>Tipologia terreno</i>	superficie	$\phi$	S= 10,5614 ha
Superfici coperte	0,1056	0,90	L= 2.940 ml
Verde pubblico	0,0000	0,20	s= 0,0010 m/m
Parcheggio	0,0000	0,60	$s_r$ = 0,10 %
Strade	0,0000	0,90	v= 1 m/s
zone scoperte	10,4558	0,10	
	$\phi_{\text{medio}}$	0,11	
	$t_p$	63,9 min	
	$Q_m$	796,28 mc/h	→ 0,221 mc/s
<b>Situazione di progetto</b>			
<i>Tipologia terreno</i>	superficie	$\phi$	Qu= 10 l/s/ha
Superfici coperte	2,8221	0,90	S= 10,5614 ha
Verde pubblico	2,1123	0,20	L= 2.940 ml
Parcheggio	0,7573	0,60	s= 0,0010 m/m
Strade	2,9883	0,90	$s_r$ = 0,10 %
zone scoperte	1,8814	0,20	v= 1 m/s
	$\phi_{\text{medio}}$	0,61	
	$t_p$	57,6 min	
	$Q_m$	7686,70 mc/h	→ 2,135 mc/s
	$\Delta Q_m$	6890,42 mc/h	→ 1,914 mc/s
	$\theta_w$	147 min	
	$W_m$	3716 mc	→ 3716 mc

Le nuove aree sono afferenti allo scolo FBG nella parte meridionale del territorio comunale. L'utilizzo di tale scolo come ricettore delle acque provenienti dai nuovi interventi è subordinato dalla verifica ed eventuale risistemazione delle fossature private Valgono le indicazioni riportare per la A.T.O. 1/1.

### 7.3. A.T.O. 2

Il contesto della presente A.T.O. fa riferimento ad ambiti edificati e/o edificabili aventi sostanzialmente le stesse caratteristiche. Trattasi infatti di contesto interessato principalmente da usi produttivi secondari.

L'area si sviluppa in prossimità dello Scolo Superiore di Casalserugo a sud del centro abitato a completamento dell'attuale zona industriale/artigianale.

PNC — ASSOCIATI architettura & ingegneria	Valutazione di compatibilità idraulica	Febbraio 2008	Rev. 0
	Relazione	Autore:	NP

<b>Situazione attuale</b>			
<i>Tipologia terreno</i>	superficie	$\phi$	S= 3,8824 ha
<i>Superfici coperte</i>	0,0388	0,90	L= 2.940 ml
<i>Verde pubblico</i>	0,0000	0,20	s= 0,0010 m/m
<i>Parcheggio</i>	0,0000	0,60	$s_r$ = 0,10 %
<i>Strade</i>	0,0000	0,90	v= 1 m/s
<i>zone scoperte</i>	3,8436	0,10	
	$\phi_{\text{medio}}$	0,11	
	$t_p$	69,4 min	
	$Q_m$	291,06 mc/h	→ 0,081 mc/s
<b>Situazione di progetto</b>			
<i>Tipologia terreno</i>	superficie	$\phi$	$Q_u$ = 10 l/s/ha
<i>Superfici coperte</i>	1,2996	0,90	S= 3,8824 ha
<i>Verde pubblico</i>	0,3106	0,20	L= 2.940 ml
<i>Parcheggio</i>	0,4077	0,60	s= 0,0010 m/m
<i>Strade</i>	1,1647	0,90	$s_r$ = 0,10 %
<i>zone scoperte</i>	0,6998	0,20	v= 1 m/s
	$\phi_{\text{medio}}$	0,69	
	$t_p$	60,4 min	
	$Q_m$	3201,64 mc/h	→ 0,889 mc/s
	$\Delta Q_m$	2910,59 mc/h	→ 0,808 mc/s
	$\theta_w$	160 min	
	$W_m$	1583 mc	→ 1583 mc

Per la presente area si dovrà procedere ad un'attenta valutazione del metodo di realizzazione del volume di invaso, dal momento che la percentuale di impermeabilizzazione del suolo, rispetto ad un insediamento di tipo residenziale, risulta essere notevolmente maggiore venendo quindi ad essere meno le possibilità di usufruire delle aree a verde come possibile destinazione di ricettacolo temporaneo delle acque meteoriche.

#### 7.4. A.T.O. 3/1 – 3/2

Per le A.T.O. 3/1 e 3/2, aree agricole propriamente dette, non sono previste trasformazioni territoriali a livello di P.A.T., si omette quindi il calcolo del volume di invaso.

## 8. CONCLUSIONI

Mediamente i singoli interventi previsti dal P.A.T. hanno una superficie inferiore a 10 ha e si possono classificare come interventi a significativa impermeabilizzazione potenziale. In questi casi, in fase di progettazione, andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dell'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione.