

**COMUNE DI VILLA ESTENSE**  
Provincia di Padova



**P.A.T.**

Elaborato

A

Scala

## Valutazione di compatibilità idraulica

### Relazione

COMUNE DI VILLA ESTENSE  
Il Sindaco

Il Segretario

Il Dirigente del Settore Tecnico  
Edilizia Privata - Urbanistica

REGIONE DEL VENETO  
GENIO CIVILE DI PADOVA

.....  
IL PROGETTISTA  
ing. Nico Perpinello  
PNC Associati



**PNC ASSOCIATI**

via Mazzini, 48/8 - 30031 Dolo (Venezia)  
tel. 041 410248 - fax 041 5132382

architettura & ingegneria

p.iva 03217790272  
e-mail: studio@pncassociati.it

DATA 18/03/2011

PNC = ASSOCIATI architettura & ingegneria	PAT Villa Estense	18 marzo 2011	Rev. 0
	Valutazione di compatibilità idraulica – Relazione	Autore:	NP

## Indice

<b>1.PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2.ANALISI IDROLOGICA.....</b>	<b>2</b>
2.1.DESCRIZIONE DEL TERRITORIO.....	2
2.2.CONTESTO IDROGEOLOGICO.....	2
2.3.CONTESTO IDRAULICO.....	2
2.4.RISCHIO IDRAULICO.....	3
<b>3.STIMA DELLE PRECIPITAZIONI.....</b>	<b>3</b>
<b>4.NORME E PRESCRIZIONI GENERALI PER LE NUOVE URBANIZZAZIONI.....</b>	<b>4</b>
<b>5.COEFFICIENTE DI DEFLUSSO.....</b>	<b>9</b>
<b>6.DISPOSIZIONI PER LA VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....</b>	<b>9</b>
<b>7.METODI DI CALCOLO DEI DISPOSITIVI DI COMPENSAZIONE.....</b>	<b>10</b>
<b>8.RIFERIMENTI ALLA VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL P.A.T.I. DEL ESTENSE....</b>	<b>11</b>
8.1.LA STABILIZZAZIONE IDRAULICA.....	11
<b>8.2.PREVISIONI URBANISTICHE DEL PATI PER IL COMUNE DI VILLA ESTENSE: .....</b>	<b>13</b>
8.2.1.VALUTAZIONE IDRAULICA SINTETICA.....	13
8.2.2.VALUTAZIONE DI MASSIMA DEI VOLUMI DI MITIGAZIONE IDRAULICA.....	13
<b>9.METODI DI CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA PER IL P.A.T.....</b>	<b>14</b>
9.1.METODO DELL'INVASO.....	15
<b>10.COMPATIBILITÀ IDRAULICA PER LE A.T.O.....</b>	<b>17</b>
<b>10.1.ATO 1.....</b>	<b>17</b>
10.1.1.CALCOLO DEI VOLUMI PER LE AREE RESIDENZIALI.....	18
<b>10.2.ATO 2.....</b>	<b>19</b>
10.2.1.CALCOLO DEI VOLUMI PER LE AREE RESIDENZIALI.....	20
<b>11.CONCLUSIONI.....</b>	<b>21</b>

PNC = ASSOCIATI architettura & ingegneria	PAT Villa Estense	18 marzo 2011	Rev. 0
	Valutazione di compatibilità idraulica – 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. 2948 del 06/10/2009 per il Piano di Assetto Territoriale del Comune di Villa Estense.

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 Comune di Villa Estense si presenta con una forma allungata lungo la direttrice nord-sud la cui ampiezza tende a diminuire procedendo verso nord.

Il territorio comunale di Villa Estense si trova nella fascia meridionale della Provincia di Padova, ha una superficie di 15,88 km<sup>2</sup>, e confina a nord con il comune di Este, a est con i comuni di Sant’Elena e Granze, a ovest con il comune di Vighizzolo d’Este, a sud con il comune di Sant’Urbano.

### 2.2. Contesto idrogeologico

Dal punto di vista litologico in Villa Estense prevalgono i terreni limo-argillosi (circa il 90% del territorio). In alcune zone, prevalentemente distribuiti lungo i dossi morfologici, prevalgono terreni a tessitura prevalentemente sabbiosa. Dal punto di vista altimetrico le quote maggiori sono presenti lungo la S.P. 41 (da 9 a 11 m s.m.) mentre le quote minori si possono osservare nei punti più bassi delle numerose aree concave intercluse fra i dossi morfologici citati (da 4 a 5 m s.m.). Dal punto di vista idrogeologico la maggior parte del Comune presenta livelli di falda compresi fra 100 e 200 cm dal p.c.; i livelli di falda si alzano ulteriormente nella parte occidentale del territorio comunale. La direzione di filtrazione si attesta generalmente da nordovest verso sud-est.

### 2.3. Contesto idraulico

Il territorio di Villa Estense ricade nel comprensorio di competenza del Consorzio Euganeo. La rete consorziale di drenaggio è articolata nel modo seguente: il territorio comunale è delimitato a ovest dallo Scolo Valleselle e drena allo scolo Grande e tramite sollevamento meccanico allo scolo Brancaglia. La parte rimanente di Villa Estense drena al sistema del Degora Valdorsa e del collettore Lavacci.

I principali scoli di Villa Estense sono: Degora Valdorsa, Motta, Ancarani, Villa, Dolcetta, Canale Masina e Lavacci.

PNC = ASSOCIATI architettura & ingegneria	PAT Villa Estense	18 marzo 2011	Rev. 0
	Valutazione di compatibilità idraulica – Relazione	Autore:	NP

#### 2.4. Rischio idraulico

In Villa Estense sono state mappate aree con problemi rilevanti di inondazione in situazione di precipitazione intensa:

- 1) area di 1-2 ha lungo via Foscolo, afferente allo scolo Motta;
- 2) area agricola di 6 ha afferente al sistema dello scolo Vallesella collocata ad ovest di via Marzare;
- 3) area agricola di circa 7 ha collocata a sud di via Fornasette e afferente al sistema dello scolo Ancarani;
- 4) area agricola di circa 16 ha collocata a ridosso del confine comunale ad est di via Ancarani ed afferente allo scolo Degora Valdorsa;
- 5) area agricola di circa 51 ha a ridosso di via Arzarini afferente il sistema del Degora Valdorsa;
- 6) area agricola di circa 19 ha collocata presso la confluenza fra il collettore Lavacci e lo scolo Spinella.

In Villa Estense non ricadono aree a pericolosità idraulica secondo il PAI del Brenta Bacchiglione.

### 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.

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.

L'elaborazione statistico-probabilistica dei dati pluviometrici derivanti dallo studio della compatibilità idraulica per il PATI del Estense è stata sviluppata sui dati della stazione pluviometrografica di Este; lo studio della pluviometria ha fornito curve caratteristiche segnalatrici di pioggia (legame fra altezza  $h$  delle precipitazioni e la corrispondente durata  $t$  in funzione del tempo di ritorno TR) relativamente eterogenee e differenziate. Tenendo conto che le elaborazioni di cui alla presente Valutazione di Compatibilità Idraulica non possono che essere generiche in quanto ai PI (Piani Interventi) di ogni singolo Comune è rimandata la definizione puntuale della previsione edilizia ed urbanistica (rendendo quindi possibile una valutazione più circostanziata dell'impatto sull'idraulica del territorio legata alle previsioni urbanistiche stesse) in questa fase ci si è limitati a definire per il tempo di ritorno di 50 anni

PNC = ASSOCIATI architettura & ingegneria	PAT Villa Estense	18 marzo 2011	Rev. 0
	Valutazione di compatibilità idraulica – Relazione	Autore:	NP

le curve segnalatrici di precipitazione delle piogge intense e delle piogge orarie alla stazione di Monselice. Le elaborazioni di massima nel prosieguo verranno quindi fatte sulla base delle seguenti curve segnalatrici (con h in mm e t in ore):

$$h = 74,7 t^{0,51} \text{ con CC} = 0.992 \text{ per } t \text{ compreso fra } 0,15 \text{ e } 0,65 \text{ ore}$$

$$h = 68,1 t^{0,31} \text{ con CC} = 0.996 \text{ per } t \text{ compreso fra } 0,65 \text{ e } 0,85 \text{ ore}$$

$$h = 66,5 t^{0,14} \text{ con CC} = 0.987 \text{ per } t \text{ compreso fra } 0,85 \text{ e } 1,50 \text{ ore}$$

$$h = 67,2 t^{0,14} \text{ con CC} = 0.992 \text{ per } t \text{ compreso fra } 1,50 \text{ e } 4,50 \text{ ore}$$

$$h = 64,7 t^{0,16} \text{ con CC} = 0.997 \text{ per } t \text{ compreso fra } 4,50 \text{ e } 9,00 \text{ ore}$$

$$h = 54,9 t^{0,25} \text{ con CC} = 0.971 \text{ per } t > 9,00 \text{ ore}$$

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.

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. 2948 del 06/10/2009.

#### 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.

Nella elaborazione del P.I., la valutazione di compatibilità idraulica (Rif.: D.G.R.V. 2948/2009) dovrà contenere almeno i seguenti elementi di mitigazione idraulica:

- 1) Gli invasi esistenti ( scoline, fossati, ecc) non devono essere oggetto di opere di riduzione, se non prevedendo adeguate misure di compensazione;
- 2) La pavimentazione di superfici di grandi dimensioni (ad es. parcheggi) deve essere realizzata con materiali drenanti e/o comunque prevedere opere di compensazione;
- 3) Interventi che comportino impermeabilizzazioni e quindi riduzione dei volumi di invaso devono essere accompagnati da adeguate soluzioni progettuali di compensazione finalizzati a mantenere ed incrementare la capacità di infiltrazione dei suoli. I volumi di invaso potranno essere ottenuti, ad esempio, con vasche di accumulo, materassi drenanti, casse di espansione, sovradimensionamenti delle condotte per le acque meteoriche, realizzazione di nuove fossature e zone a temporanea sommersione nelle aree a verde. Ai fini dell'incremento

PNC = ASSOCIATI architettura & ingegneria	PAT Villa Estense	18 marzo 2011	Rev. 0
	Valutazione di compatibilità idraulica – Relazione	Autore:	NP

di vaso è possibile altresì prevedere risonamenti ed allargamenti di canali consorziali con onere a carico di chi urbanizza;

- 4) Al fine di assicurare la massima permeabilità possibile degli spazi non edificati, ogni intervento edilizio di nuova costruzione (compresi gli ampliamenti degli edifici esistenti), è subordinato, sulla base di specifica indicazione della relazione geologica e geotecnica di progetto, alla realizzazione di interventi di permeabilizzazione del suolo;
- 5) I presenti indirizzi si applicano anche alla realizzazione di opere pubbliche ed infrastrutture. In particolare per le strade di collegamento dovrà essere assicurata la continuità del deflusso delle acque fra monte e valle dei rilevati. Nella realizzazione di piste ciclabili si dovrà evitare, ove possibile, il tombinamento di fossi prevedendo, invece, il loro spostamento o altre idonee soluzioni;
- 6) Per la prevenzione del rischio i corsi d'acqua vanno rispettati e valorizzati. Occorre creare le condizioni perché i corsi d'acqua possano essere mantenuti in efficienza senza eccessivi oneri e non risultino marginalizzati dalle previsioni urbanistiche. In particolare è opportuno collocare le aree a verde delle nuove urbanizzazioni lungo i corsi d'acqua, ad evitare che i nuovi lotti confinino con i corsi d'acqua stessi.
- 7) È preferibile che il volume di vaso venga ricavato mediante depressioni delle aree a verde opportunamente sagomate ed adeguatamente individuate nei futuri PI, che prevedano comunque, prima del recapito nel ricettore finale, un pozzetto con bocca tarata. Oppure, qualora gli spazi disponibili in superficie non siano sufficienti, si dovrà progettare la rete di raccolta delle acque meteoriche tenendo in considerazione, oltre al sovradimensionamento delle tubazioni (necessario per recuperare il volume di vaso), anche l'inserimento, in corrispondenza della sezione di valle del bacino drenato dalla rete di fognatura bianca, di un pozzetto in cls con bocca tarata per la limitazione della portata scaricata nel fosso ricettore.

PNC = ASSOCIATI architettura & ingegneria	PAT Villa Estense Valutazione di compatibilità idraulica – Relazione	18 marzo 2011	Rev. 0
		Autore:	NP

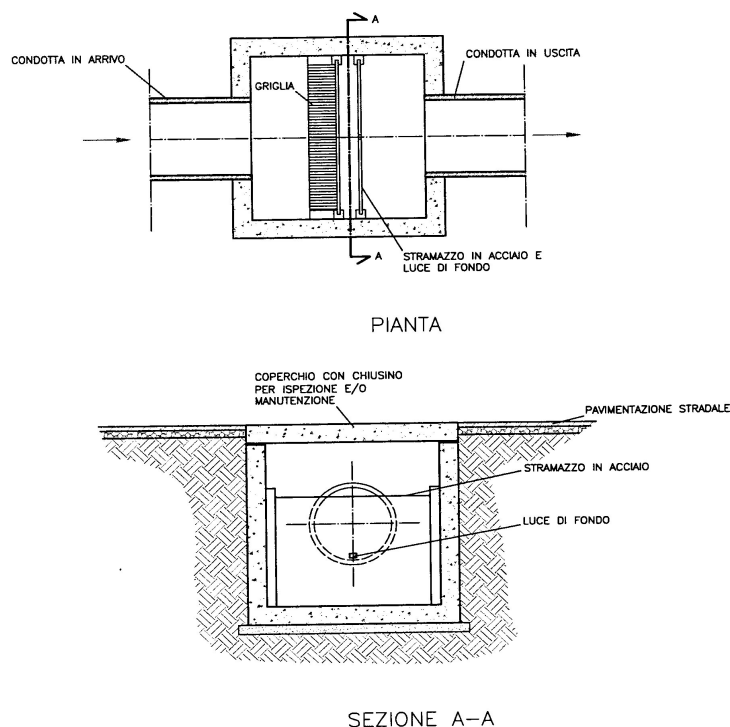


Figura 1 - esempio di dispositivo di controllo

- 8) La fruibilità dei corsi d'acqua per scopi ludici ed ecologici può essere valutata esclusivamente se compatibile ad un ottimale funzionamento idraulico dei corsi stessi, pertanto potrà essere prevista soltanto una vegetazione arborea gestita tenendo conto delle esigenze di sicurezza idraulica.
- 9) Il PI individuerà gli interventi di mitigazione idraulica che i comuni provvederanno a porre in essere preliminarmente all'espansione urbanistica pianificata, secondo le tipologie di seguito elencate:
- nella progettazione dei nuovi Interventi il ripristino dei volumi di invaso dovrà avvenire prevalentemente mediante la realizzazione di invasi superficiali – nuove affossature, bacini di accumulo, ecc. e marginalmente profondi - sovradimensionamento delle condotte, vasche di laminazione, altro, in particolare si consiglia la destinazione di una superficie pari ad almeno 500 mq/ha per la realizzazione di invasi superficiali ai fini della laminazione delle portate di piena. Nel caso in cui gli invasi fossero posti all'esterno dell'ambito, al progetto dovrà essere allegata opportuna convenzione o dichiarazione da parte dei proprietari frontisti interessati al fine di garantire nel tempo la vita tecnica, in efficienza, del sistema;
- 10) La progettazione sotto il punto di vista idraulico delle nuove urbanizzazioni non dovrà limitarsi al solo ambito di intervento, ma dovrà considerare lo stato di fatto delle zone contermini e del bacino idrografico di appartenenza; in particolare ai fini del rispetto dell'invarianza idraulica delle future trasformazioni territoriali (così come previsto dalla D.G.R.V. N° 2948/2009) l'eventuale innalzamento della quota media del piano campagna

PNC = ASSOCIATI architettura & ingegneria	PAT Villa Estense	18 marzo 2011	Rev. 0
	Valutazione di compatibilità idraulica – Relazione	Autore:	NP

dovrà essere compensato attraverso la realizzazione di volumi d'invaso, aggiuntivi rispetto a quelli definiti in funzione della superficie impermeabilizzata, intervenendo sulla rete superficiale esistente.

- 11) La specifica progettazione dei singoli interventi dovrà prevedere, sulla base di una dettagliata analisi dello stato di fatto, la ricostituzione di qualsiasi collegamento con fossati e scoli di vario tipo eventualmente esistenti, che non dovranno subire interclusioni o comunque perdere la loro preesistente funzione in conseguenza dei futuri lavori; a tal proposito dovrà essere prodotto il rilievo delle reti di scolo esistenti, e coinvolte nell'ambito, specificandone lo schema di funzionamento.
- 12) I nuovi progetti dovranno individuare le misure necessarie per la salvaguardia e il mantenimento delle reti e opere irrigue esistenti e per non pregiudicare la realizzazione delle future già previste.
- 13) La progettazione dei singoli interventi dovrà inoltre provvedere ad individuare i tracciati e le caratteristiche della rete alla quale andranno a connettersi, nonché il suo *corpo idrico ricettore* finale, predisponendo le eventuali alternative nel caso quest'ultimo non fosse ritenuto idoneo a ricevere ulteriori apporti in termine di portata.
- 14) La progettare sotto l'aspetto idraulico degli interventi che potranno comportare una variazione del regime dei deflussi superficiali dovrà essere sottoposta all'approvazione del Consorzio di Bonifica al fine di acquisirne il *parere idraulico* di competenza.
- 15) Si evidenzia inoltre come la redazione del Piano degli Interventi non si debba limitare ad individuare le misure necessarie per la compensazione-mitigazione delle nuove urbanizzazioni sotto il punto di vista idraulico, ma debba prevedere e farsi promotore di interventi volti alla riduzione dell'esistente livello di rischio idraulico. Lo Studio di Compatibilità Idraulica degli interventi prioritari e necessari e qualora già in fase avanzata di progettazione se non di attuazione non sono da ritenersi esaustivi e risolutivi delle diverse criticità in essere e risulta pertanto necessario e imprescindibile un approfondimento conoscitivo dello stato di fatto del territorio sotto il punto di vista idraulico.
- 16) Ai sensi dell'art.133 del R.D. 368/1904 si dettano le seguenti normative: Sono lavori, atti o fatti vietati in modo assoluto rispetto ai corsi d'acqua, strade, argini ed altri opere d'una bonificazione:
  - a) le piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche, e lo smovimento del terreno dal piede interno ed esterno degli argini e loro accessori o dal ciglio delle sponde dei canali non muniti di argini o dalle scarpate delle strade, a distanza minore di metri 2 per le piantagioni, di metri 1 a 2 per le siepi e smottamento del terreno, e di metri 4 a 10 per i fabbricati, secondo l'importanza del corso d'acqua;
  - b) qualunque opera, atto o fatto che possa alterare lo stato, la forma, le dimensioni, la resistenza e la convenienza all'uso a cui sono destinati gli argini e loro accessori



PNC = ASSOCIATI architettura & ingegneria	PAT Villa Estense	18 marzo 2011	Rev. 0
	Valutazione di compatibilità idraulica – Relazione	Autore:	NP

e manufatti attinenti, od anche indirettamente degradare o danneggiare i corsi d'acqua, le strade, le piantagioni e qualsiasi altra dipendenza di una bonificazione;

- c) qualunque ingombro totale o parziale dei canali di bonifica col getto o caduta di materie terrose, pietre, erbe, acque o materie luride, verifichibili o putrescibili, che possano comunque dar luogo ad infezione di aria od a qualsiasi inquinamento dell'acqua

17) Indirizzi per garantire la permeabilità dei suoli. Al fine di aumentare la permeabilità dei suoli urbani si dettano i seguenti indirizzi:

- il mantenimento o la formazione di superfici permeabili ad elevata capacità di assorbimento idrico nei confronti della falda acquifera;
- la sostituzione di pavimentazioni impermeabili con altre permeabili su almeno il 40% della superficie scoperta del lotto;
- la separazione, all'interno dell'area di intervento, delle acque piovane dalle acque fognarie, allo scopo di ricondurre l'acqua piovana alle falde sotterranee;
- la previsione di micro invasi per trattenere l'acqua piovana nei momenti di eccesso, potendola poi riutilizzare per l'irrigazione degli orti e giardini.

18) Assicurare la continuità idraulica delle vie di deflusso tra monte e valle di tutti i nuovi insediamenti e infrastrutture mediante nuove affossature ed opportuni manufatti di attraversamento, evitandone in generale lo sbarramento.

19) Fissare il piano di imposta dei fabbricati ad una quota superiore di almeno 20-40 cm rispetto al piano stradale o al piano campagna medio circostante. Tale valore potrà aumentare in funzione della quota di sicurezza stimata tenuto conto dei livelli di massima piena del corso d'acqua ricettore; eventuali locali interrati, peraltro sconsigliabili, dovranno essere realizzati con efficaci tecniche di impermeabilizzazione e dotati di efficienti sistemi di drenaggio e sollevamento delle acque.

20) Le acque inquinate di prima pioggia provenienti dai piazzali di manovra e dalle aree di sosta degli automezzi dovranno essere destinate ad un disoleatore per il trattamento prima della consegna finale al corpo ricettore o alla batteria di pozzi perdenti. Tali vasche di prima pioggia dovranno essere periodicamente sottoposte ad interventi di manutenzione e pulizia; analoghi sistemi disoleatori dovranno essere previsti anche per interventi di nuova viabilità all'interno o in prossimità di aree sensibili quali SIC o ZPS.

21) Favorire, tra gli interventi di mitigazione idraulica, le soluzioni che prevedono volumi di invaso superficiali, come ad esempio aree a verde esondabili o nuove affossature, piuttosto che volumi di invaso profondi come condotte o vasche di accumulo.

22) Oltre alle N.T.A. del PI nel rilascio dei permessi di costruzione si dovrà tenere conto del Regolamento 2078/ 92 CEE recepito dalla regione Veneto con DRG 427 del 30/01/95 che

detta i principi di gestione e tutela del territorio agricolo comprese le indicazioni contenute nei Regolamenti di Polizia Rurale ove approvati.

## 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:

Tipo di superficie	Coefficiente di deflusso $\phi$
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

## 6. DISPOSIZIONI PER LA VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

L'**Allegato A** della Delibera n. 1322 del 10 maggio 2006 e s.m.i., fornisce le "Modalità operative e indicazioni tecniche" delle valutazioni di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. In particolare l'allegato introduce la seguente classificazione dimensionale degli interventi urbanistici in base alla quale scegliere il tipo di indagine idraulica da svolgere e le tipologie dei dispositivi da adottare (la superficie di riferimento è quella per la quale è prevista la modificazione di uso del suolo):

Classe di intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superficie di estensione inferiore a 0,1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0,1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Per le varie classi andranno adottati i seguenti criteri:

- Classe 1** - Trascurabile impermeabilizzazione potenziale  
 È sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi, tetti verdi ecc.
- Classe 2** - Modesta impermeabilizzazione  
 È opportuno sovradimensionare la rete rispetto alle sole esigenze di trasporto della portata di picco realizzando volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene, in

PNC = ASSOCIATI architettura & ingegneria	PAT Villa Estense	18 marzo 2011	Rev. 0
	Valutazione di compatibilità idraulica – Relazione	Autore:	NP

questi casi è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un diametro di 200 mm.

- **Classe 3** - Modesta impermeabilizzazione potenziale

Oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un diametro di 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro.

- **Classe 4** - Significativa impermeabilizzazione potenziale

Andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione.

- **Classe 5** - Marcata impermeabilizzazione potenziale

È richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

## 7. METODI DI CALCOLO DEI DISPOSITIVI DI COMPENSAZIONE

Gli interventi appartenenti alla Classe 1, essendo caratterizzati da ridotte dimensioni, non incidono significativamente sul regime delle acque. Per tali interventi, diversamente per le altre classi di intervento, non è necessario realizzare volumi d'invaso compensativi dell'incremento di impermeabilizzazione.

Per gli interventi appartenenti alle altre Classi 2-3-4, per la realizzazione dei volumi di invaso potranno essere utilizzati criteri di dimensionamento semplificati quali:

- metodo dell'invaso per le classi 2 e 3 (**criterio di dimensionamento n. 1**)
- stima del volume di invaso basato sulla curva di possibilità pluviometrica, sulle caratteristiche di permeabilità della superficie drenante e sulla portata massima, supposta costante, imposta in uscita al sistema ("Sistemi di fognatura – Manuale di progettazione" csdu – HOEPLI 1997) per la classe 4 – metodo piogge (**criterio di dimensionamento n. 2**).

Il dimensionamento per la Classe 5 presuppone uno studio idrologico ed idraulico dedicato e a livello di bacino sentiti preventivamente i responsabili dei Consorzi di Bonifica e del Genio Civile. In particolare dovrà essere indagato come varia la portata di piena ed il volume di piena in funzione della durata della precipitazione e dovranno farsi delle accurate ipotesi idrologiche per la trasformazione degli afflussi in deflussi. La propagazione della piena lungo i corsi d'acqua o lungo i condotti dovrà essere studiata per le condizioni di moto vario con modelli che simulano la propagazione. Dovranno essere indagati gli effetti idraulici nel reticolo idrografico di bacino nel suo complesso (**criterio di dimensionamento n. 3**).

Per completezza, si riportano di seguito i criteri da adottare in base alla Classe di intervento:

Classificazione intervento	Soglie dimensionali	Criteri da adottare
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	$S < 200 \text{ mq}$	0
Modesta impermeabilizzazione	$200 \text{ mq} < S < 1000 \text{ mq}$	1

PNC = ASSOCIATI architettura & ingegneria	PAT Villa Estense	18 marzo 2011	Rev. 0
	Valutazione di compatibilità idraulica – Relazione	Autore:	NP

Modesta impermeabilizzazione potenziale	1000 mq < S < 10000 mq	1
Significativa impermeabilizzazione potenziale	10000 mq < S < 100000 mq	2
	S > 100000 mq e $\varphi < 0,3$	2
Marcata impermeabilizzazione potenziale	S > 100000 mq e $\varphi > 0,3$	3

Al fine di agevolare il dimensionamento dei volumi di invaso, si riportano di seguito i grafici dei volumi di invaso specifici ricavati dalle linee guida per la valutazione di compatibilità idraulica emanate dal *Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto* in funzione del criterio di dimensionamento adottato.

## 8. RIFERIMENTI ALLA VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL P.A.T.I. DEL ESTENSE

Si riportano di seguito i criteri adottati nella valutazione di compatibilità idraulica per il P.A.T.I. del Estense di cui il Comune di Villa Estense fa parte.

### 8.1. La stabilizzazione idraulica

Uno dei maggiori effetti dell'urbanizzazione è il consumo di territorio. Il consumo di territorio si concretizza dal punto di vista idrologico con un aumento dell'impermeabilizzazione dei suoli; una delle prime conseguenze è la diminuzione complessiva dei volumi dei piccoli invasi, ovvero di tutti i volumi che le precipitazioni devono riempire prima della formazione dei deflussi. I piccoli invasi, in terreni naturali, sono costituiti dalle irregolarità della superficie e da tutti gli spazi delimitati da ostacoli casuali che consentono l'accumulo dell'acqua. Sotto determinate condizioni, la presenza stessa di un battente d'acqua sulla superficie (dell'ordine di pochi mm) costituisce un invaso che può avere effetti non trascurabili dal punto di vista idrologico. L'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione, che sono le due manifestazioni più evidenti delle urbanizzazioni, contribuiscono in modo determinante all'incremento del coefficiente di afflusso (la percentuale di pioggia netta che diventa deflusso superficiale) e all'aumento conseguente del coefficiente udometrico (la portata per unità di superficie drenata) delle aree trasformate. Il principio della stabilizzazione idraulica sancisce che la portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di un'area deve essere costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo in quell'area. Il PATI del Estense prevede il recepimento del principio della stabilizzazione idraulica nelle sue varie accezioni, rendendone obbligatorio il rispetto nella predisposizione degli interventi urbanistici. Tranne rare eccezioni, tenuto conto del contesto idrografico e pedo-geomorfologico dell'Area del Estense, l'unico modo per garantire la stabilizzazione idraulica delle trasformazioni è quello di prevedere volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi che compensino, mediante un'azione laminante, l'accelerazione dei deflussi e la riduzione dell'infiltrazione.

La stabilizzazione idraulica può essere almeno di quattro tipi:

- a) **stabilizzazione idraulica base** qualora si raggiunga la piena garanzia che a parità del tempo di ritorno e per ogni durata dei corrispondenti eventi di precipitazione la portata al

PNC = ASSOCIATI architettura & ingegneria	PAT Villa Estense	18 marzo 2011	Rev. 0
	Valutazione di compatibilità idraulica – Relazione	Autore:	NP

colmo, stimata in corrispondenza ad una pioggia di durata pari al tempo di corrivazione nelle condizioni di uso del suolo precedenti l'intervento urbanistico o edilizio, rimane costante anche dopo l'intervento di modifica dell'uso del suolo (la stabilizzazione idraulica base prevederà opere idrauliche esclusivamente entro l'ambito di intervento, dimensionate sulla base dei parametri idrologici riferiti al citato ambito di intervento);

- b) **stabilizzazione idraulica deduttiva**, simile al caso precedente ove però le portate di riferimento post intervento vanno confrontate con una particolare portata al colmo pre intervento stimata in base ad una durata della precipitazione correlata a situazioni di rischio idraulico presenti in zone collocate a valle di quella oggetto di modificazione urbanistica (la stabilizzazione idraulica deduttiva prevederà quindi opere idrauliche esclusivamente entro l'ambito di intervento, dimensionate però sulla base dei parametri idrologici riferiti all'ambito idrografico chiuso dalla sezione idraulica posta a valle dell'intervento ove si verificano i problemi idraulici presi a riferimento). La stabilizzazione idraulica deduttiva nasce dalla considerazione che, in determinati casi, la portata di laminazione dipende da situazioni esterne alla zona interessata dalla modificazione idrologica dell'uso del suolo;
- c) **stabilizzazione idraulica induttiva**, simile ai casi precedenti dove però l'intervento di mitigazione idraulica si spinge a "modificare" le portate al colmo, non necessariamente in occasione di una modifica dell'uso del suolo, abbassandone i valori in funzione di situazioni di rischio idraulico presenti in zone collocate a valle (la stabilizzazione idraulica induttiva prevederà quindi opere idrauliche esclusivamente entro l'ambito di intervento, anche quando non sono previsti interventi di urbanizzazione o edilizi; opere idrauliche dimensionate in modo da ridurre i picchi di piena riferiti all'ambito idrografico chiuso da una sezione idraulica posta a valle dell'intervento ove si verificano i problemi idraulici presi a riferimento). Si potrà parlare di stabilizzazione idraulica induttiva nel caso, ad esempio, di un'area fortemente impermeabilizzata ove la mitigazione si spinge ben oltre il semplice uguagliamento della portata al colmo fra due situazioni con uso diverso del suolo, in modo da ottenere una riduzione dei colmi in sezioni di valle in dipendenza di problematiche esistenti nelle medesime sezioni di valle.
- d) **stabilizzazione idraulica assoluta** (non considerata in queste brevi note) in grado di garantire fra la situazione idrologica riferita all'uso del suolo prima dell'intervento urbanistico od edilizio e quella riferita all'intervento eseguito, per qualsiasi durata della precipitazione, che le portate massime restano sostanzialmente immutate sia in termini di frequenza che di valore.

Tale metodo, che riprende il concetto della mitigazione idraulica, potrà essere utilizzato in sede di P.I. per la determinazione dei volumi di invaso delle nuove trasformazioni territoriali.

PNC = ASSOCIATI architettura & ingegneria	PAT Villa Estense	18 marzo 2011	Rev. 0
	Valutazione di compatibilità idraulica – Relazione	Autore:	NP

## 8.2. Previsioni urbanistiche del PATI per il Comune di Villa Estense:

Il PATI dell'Estense, con riferimento alle sole previsioni che incidono sulla modificazione dei livelli di impermeabilizzazione del suolo, prevede i seguenti tematismi da precisare col Piano Interventi:

- linee preferenziali di sviluppo produttivo-commerciale (ad est di via Delle Industrie) fino ad un massimo di 4.332 m<sup>2</sup> legati specificamente al PATI;
- nuova strada di collegamento tra la SP 41 e la SP 86;
- nuovi percorsi/itinerari ambientali.

### 8.2.1. Valutazione idraulica sintetica

L'espansione dell'area produttiva è verso una zona agricola afferente ad aree localmente a morfologia compluviale; la stessa zona lungo le direzioni di espansione è interessata da ristagni d'acqua durante i grandi eventi pluviometrici. E' necessario procedere ad urbanizzare previa predisposizione di opere finalizzate a garantire la stabilizzazione idraulica deduttiva per tener conto delle problematiche idrauliche di valle; sarà necessario inoltre procedere ad una rimodellazione morfologica locale per portate i piani terra dei volumi edilizi ed i piani viari delle opere di urbanizzazione su quote di sicurezza. Recapito naturale è lo scolo Vallesella. Per quanto riguarda le nuove viabilità occorrerà innanzitutto salvaguardare, e nei limiti del possibile aumentare, le funzionalità idrauliche e la capacità d'invaso degli scoli intercettati.

### 8.2.2. Valutazione di massima dei volumi di mitigazione idraulica

Per le aree di espansione previste al punto 8.2. si ipotizza un intervento di mitigazione per detenzione utilizzando condotte a sezione circolare sovradimensionate e strozzatura idraulica ricavata con foro circolare. La portata di laminazione in prima approssimazione si considera ad andamento lineare. Si utilizza un modello lineare stazionario con curva area-tempi lineare e precipitazione efficace di intensità costante ipotizzata uniformemente distribuita sull'area oggetto di intervento (modello della corrivazione). La stabilizzazione idraulica risulta vincolata all'esistenza di un'area valliva a rischio idraulico per la quale e' stimato un tempo di corrivazione  $T_B=120$  min maggiore del tempo di corrivazione  $T_C$  della presente area oggetto di mitigazione.

#### DATI DI INGRESSO:

Tempo di ritorno (anni) ..... : 50  
 Coefficiente Aore curva climatica per eventi orari (mm/ore<sup>n</sup>) ... : 67.2  
 Coefficiente Nore curva climatica per eventi orari (-) ..... : .14  
 Tempo di corrivazione dell'area oggetto di mitigazione  $T_C$  (min) . : 60  
 Tempo di corrivazione area esterna a rischio idraulico  $T_B$  (min) . : 120  
 Coefficiente di deflusso orario con uso attuale del suolo FI1 (-) : .05  
 Coefficiente di deflusso orario con uso futuro del suolo FI2 (-) : .8  
 Superficie dell'area oggetto di mitigazione idraulica BS (mq) ... : 4332  
 Diametro D dei tubi circolari di laminazione (cm) ..... : 120

#### RISULTATI DEI CALCOLI IDRAULICI:

Tempo di pioggia oraria uguale a quella intensa (min) ..... : 60  
 Coefficiente A della curva climatica utilizzando  $T_B$  (mm/ore<sup>n</sup>) .. : 67.2  
 Coefficiente N della curva climatica utilizzando  $T_B$  (-) ..... : .14  
 Coefficiente A ragguagliato secondo Puppini con  $T_B$  (mm/ore<sup>n</sup>) ... : 67.18  
 Coefficiente N ragguagliato secondo Puppini con  $T_B$  (-) ..... : .14  
 Portata massima attuale  $Q_{m1}=(A*T_B^{((4/3)*N-1)})*FI1*BS$  (l/s) ..... : 2.3  
 Portata di laminazione  $Q_u$  al livello massimo (l/s) ..... : 2.3  
 Coefficiente A della curva climatica utilizzando  $T_C$  (mm/ore<sup>n</sup>) .. : 67.2  
 Coefficiente N della curva climatica utilizzando  $T_C$  (-) ..... : .14  
 Coefficiente A ragguagliato secondo Puppini con  $T_C$  (mm/ore<sup>n</sup>) ... : 67.18

PNC = ASSOCIATI architettura & ingegneria	PAT Villa Estense	18 marzo 2011	Rev. 0
	Valutazione di compatibilità idraulica – Relazione	Autore:	NP

Coefficiente N ragguagliato secondo Puppini con TC (-) .....	: .14
Portata massima futura $Q_{m2}=(A*Tc^{((4/3)*N-1)})*FI2*Bs$ (l/s) .....	: 64.677
Valore del rapporto $ETA=Qu/Qm2$ .....	: .036
Valore THETA dalla relazione $ETA=2*N*THETA^{(N-1)}$ .....	: 11.024
Durata Tcrit della pioggia critica da $THETA=Tcrit/Tc$ (min) .....	: 661.4
Invaso critico Vc da $Vc/(Qm2*Tc)=THETA^N-0,5*ETA*(THETA+1)$ .....	: 276.1
Lunghezza L da calcolo dei collettori laminazione (m) .....	: 244.1
Volume invaso totale VTI (con 0 mc/ha addizionali) in mc .....	: 276.1
Volume specifico di invaso VS (mc/ha) .....	: 637.3
Diametro D1 foro laminazione da formula torricelliana utilizzando il coefficiente di portata = 0,61 (diametro espresso in mm) .....	: 31.5
Diametro D2 adottato per foro laminazione (mm) .....	: 40
Volume di pioggia caduto VTP durante Tcrit (mc) .....	: 455.7
Volume VP1, nelle condizioni attuali, trattenuto dal bacino e calcolato con la relazione $VP1=VTP-A*Tcrit^N*FI1*Bs$ (mc) .....	: 432.9
Volume VP2, nelle condizioni future, trattenuto dal bacino e calcolato con la relazione $VP2=VTP-A*Tcrit^N*FI2*Bs$ (mc) .....	: 91.1
Deficit di invaso DDV fra situazione futura e attuale di uso del suolo calcolato con la relazione $DDV=VP2-VP1$ (mc) .....	: -341.7

Per l'area in oggetto, passando da un coefficiente di deflusso orario pari a 0,05 ad un coefficiente di deflusso orario pari a 0,8 , si ottiene la stabilizzazione idraulica deduttiva, correlata ad un tempo di corrivazione esterno di 120 min, prevedendo un volume di invaso realizzato con 244 m di condotta diametro 120 cm; l'invaso sara' gestito allo sbocco da un foro circolare diametro 40 mm con tirante massimo, in corrispondenza della portata di laminazione  $Qu = 2.3$  l/s, pari a 120 cm. Il deficit stimato di volume di pioggia, gestito dall'invaso di 276 mc (ovvero 637 mc/ha), ammonta complessivamente a -342 mc. Per la portata di laminazione, in prima approssimazione, e' stato ipotizzato un andamento di crescita lineare durante la piena.

## 9. METODI DI CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA PER IL P.A.T.

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:

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

Con  $t_p$  durata della pioggia.

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

PNC = ASSOCIATI architettura & ingegneria	PAT Villa Estense	18 marzo 2011	Rev. 0
	Valutazione di compatibilità idraulica – Relazione	Autore:	NP

$\varphi$  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.

### 9.1. 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

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

$I$  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:

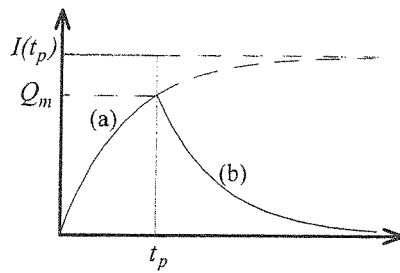
$$Q(t) = \int_0^{t'} \frac{1}{K} e^{-\frac{t-\tau}{K}} I(\tau) d\tau \quad \begin{array}{l} \tau' = t \text{ per } t < t_p \\ \tau' = t_p \text{ per } t \geq t_p \end{array}$$

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



PNC = ASSOCIATI architettura & ingegneria	PAT Villa Estense	18 marzo 2011	Rev. 0
	Valutazione di compatibilità idraulica – Relazione	Autore:	NP

$\varphi i(t_p)S$ , 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

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

PNC = ASSOCIATI architettura & ingegneria	PAT Villa Estense	18 marzo 2011	Rev. 0
	Valutazione di compatibilità idraulica – Relazione	Autore:	NP

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

Di seguito si riporta la verifica di compatibilità, suddivise per le singole ATO, delle possibili trasformazioni urbanistiche sulla base delle indicazioni fornite dall'amministrazione comunale per l'individuazione delle superfici delle nuove urbanizzazioni previste dal PAT, comprese anche le urbanizzazioni di P.R.G. vigente e non ancora attuate.

### 10.1. ATO 1

	<b>Superficie complessiva</b>	4.572.989,32 mq
	<b>Superficie trasformabile</b>	73.851,65 mq
<b>Descrizione:</b>	E' il nucleo centrale del territorio comunale e a confine con il Comune di Este dove sono maggiormente localizzate le residenze non agricole, le aree a servizi ed una edificazione lungo le strade con urbanizzazioni primarie presenti.	
<b>Ubicazione:</b>	Contesto localizzato lungo la S.P. 41 Este-Lendinara. Il suo territorio è principalmente residenziale con ricompresa la zona produttiva. I servizi fanno riferimento alle sole necessita locali.	
<b>Intervento:</b>	Sono ricomprese le espansioni a carattere residenziale e quelle riferite alle attività produttive. In queste sono ricomprese le espansioni residenziali già previste dal PRG e riconfermate nel PAT.	
<b>Caratteri geologici:</b>	L'area in esame si trova in zona di pianura i cui terreni presentano una tessitura sabbiosa e limosa. Più specificatamente, lungo la S.P. n. 41 che attraversa il centro abitato, i terreni hanno caratteristiche sabbiose, mentre man mano che ci si sposta verso l'area agricola il tessuto diventa limoso.	
<b>Idrografia:</b>	Il territorio dell'ATO 1 è interessato dallo scolo Degora Valdorsa, dallo scolo Ancarani e dallo scolo Villa. All'interno dell'ATO è presente un'area a rischio idraulico che comunque ricade al di fuori del limite di espansione previsto dal PAT.	
<b>Individuazione espansioni</b>		
<b>Residenziale</b>	Le espansioni residenziali previste sono localizzate prevalentemente nell'intorno del centro abitato sviluppandosi principalmente verso est. Un'altra espansione è prevista all'estremità nord del territorio comunale sviluppandosi in questo caso verso est.	
<b>Produttivo</b>	Vale quanto previsto al punto 8.2.2.	

### 10.1.1. Calcolo dei volumi per le aree residenziali

<b>Situazione attuale</b>				
Tipologia terreno	superficie	$\phi$	S=	<b>7,3852 ha</b>
Superfici coperte	<b>0,0739</b>	<b>0,90</b>	L=	<b>1.345 ml</b>
Verde pubblico	<b>0,0000</b>	<b>0,20</b>	s=	<b>0,0010 m/m</b>
Parcheggio	<b>0,0000</b>	<b>0,60</b>	$s_r$ =	<b>0,10 %</b>
Strade	<b>0,0000</b>	<b>0,90</b>	v=	<b>1 m/s</b>
zone scoperte	<b>7,3113</b>	<b>0,10</b>		
	$\phi_{\text{medio}}$	<b>0,11</b>		
	$t_p$ =	28,4 min		
	$Q_m$ =	247,71 mc/h	→	<b>0,069 mc/s</b>
<b>Situazione di progetto</b>				
Tipologia terreno	superficie	$\phi$	$Q_u$ =	<b>10 l/s/ha</b>
Superfici coperte	<b>2,1048</b>	<b>0,90</b>	S=	<b>7,3852 ha</b>
Verde pubblico	<b>1,4770</b>	<b>0,20</b>	L=	<b>1.345 ml</b>
Parcheggio	<b>0,5539</b>	<b>0,60</b>	s=	<b>0,0010 m/m</b>
Strade	<b>1,8463</b>	<b>0,90</b>	$s_r$ =	<b>0,10 %</b>
zone scoperte	<b>1,4032</b>	<b>0,20</b>	v=	<b>1 m/s</b>
	$\phi_{\text{medio}}$	<b>0,60</b>		
	$t_p$ =	25,9 min		
	$Q_m$ =	7638,17 mc/h	→	<b>2,122 mc/s</b>
	$\Delta Q_m$ =	7390,46 mc/h	→	<b>2,053 mc/s</b>
	$\theta_w$ =	100 min		
	$W_m$ =	2497 mc	→	<b>2497 mc</b>

Il calcolo della portata e del relativo volume di mitigazione è stato eseguito sull'intera area trasformabile. Il calcolo del volume è effettuato per un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione. Nelle fasi progettuali dei P.I. si dovranno calcolare i volumi per tempi di pioggia superiori al tempo di corrivazione con la finalità di individuare i volumi di laminazione maggiori.

Si tratta solo di scarichi di acque meteoriche, prima trattate in vasca di prima pioggia.

PNC = ASSOCIATI architettura & ingegneria	PAT Villa Estense	18 marzo 2011	Rev. 0
	Valutazione di compatibilità idraulica – Relazione	Autore:	NP

## 10.2. ATO 2

	<b>Superficie complessiva</b>	11.469.394.88 mq
	<b>Superficie trasformabile</b>	2.015,90 mq
<b>Descrizione:</b>	Riguarda l'area esterna al centro edificato, caratterizzato dalla Valenza Ambientale-Naturalistica determinata da un sito con scarsa edificazione, adibito quasi esclusivamente a spazi di uso agricolo dove è ancora esistente la lettura dei segni della bonifica agraria.	
<b>Ubicazione:</b>	L'ATO ricomprende tutto il territorio comunale ad esclusione di quello previsto dall'ATO 1 indicato al punto 10.1.	
<b>Intervento:</b>	Gli obiettivi che il PAT si pone sono di salvaguardia del territorio naturalistico e ambientale, dei corsi d'acqua e del loro intorno, riqualificazione e recupero degli insediamenti storici con particolare riguardo all'ambito della "Grompa", riordino di brani agricoli significativi, salvaguardia di ambiti agricoli non ancora compromessi, osservanza degli indirizzi e prescrizioni richiamati nelle Norme Tecniche del PAT, attenzione particolare sarà posta al sito dei "Lavacci".	
<b>Caratteri geologici:</b>	L'area in esame si trova in zona di pianura i cui terreni presentano una tessitura prevalentemente limosa, con presenza di aree a carattere argilloso lungo la fascia di confine ad est. La falda freatica in gran parte dell'ATO ha una profondità compresa tra 0 e 1 mt dal piano campagna.	
<b>Idrografia:</b>	I corsi d'acqua che interessano il territorio dell'ATO sono lo scolo Valleselle, scolo Valgrande ramo Est e scolo Grande nella parte ad ovest del territorio; lo scolo Motta, lo scolo Ancarani e derivazione Ancarani a est; lo scolo Villa, lo scolo Dolcetta, il collettore Lavacci lo scolo Spinella a sud. All'intero dell'ATO sono ricomprese delle zone a rischio idraulico secondo quanto riportato al punto 2.4.	

### 10.2.1. Calcolo dei volumi per le aree residenziali

<b>Situazione attuale</b>				
Tipologia terreno	superficie	$\phi$	S=	<b>0,2016 ha</b>
Superfici coperte	<b>0,0020</b>	<b>0,90</b>	L=	<b>100 ml</b>
Verde pubblico	<b>0,0000</b>	<b>0,20</b>	s=	<b>0,0010 m/m</b>
Parcheggio	<b>0,0000</b>	<b>0,60</b>	$s_r$ =	<b>0,10 %</b>
Strade	<b>0,0000</b>	<b>0,90</b>	v=	<b>1 m/s</b>
zone scoperte	<b>0,1996</b>	<b>0,10</b>		
	$\phi_{\text{medio}}$	<b>0,11</b>		
	$t_p$ =	2,4 min		
	$Q_m$ =	14,73 mc/h		<b>0,004 mc/s</b>
<b>Situazione di progetto</b>				
Tipologia terreno	superficie	$\phi$	$Q_u$ =	<b>10 l/s/ha</b>
Superfici coperte	<b>0,0575</b>	<b>0,90</b>	S=	<b>0,2016 ha</b>
Verde pubblico	<b>0,0403</b>	<b>0,20</b>	L=	<b>100 ml</b>
Parcheggio	<b>0,0151</b>	<b>0,60</b>	s=	<b>0,0010 m/m</b>
Strade	<b>0,0504</b>	<b>0,90</b>	$s_r$ =	<b>0,10 %</b>
zone scoperte	<b>0,0383</b>	<b>0,20</b>	v=	<b>1 m/s</b>
	$\phi_{\text{medio}}$	<b>0,60</b>		
	$t_p$ =	2,1 min		
	$Q_m$ =	454,14 mc/h	→	<b>0,126 mc/s</b>
	$\Delta Q_m$ =	439,42 mc/h	→	<b>0,122 mc/s</b>
	$\theta_w$ =	73 min		
	$W_m$ =	70 mc	→	<b>70 mc</b>

Il calcolo della portata e del relativo volume di mitigazione è stato eseguito sull'intera area trasformabile.

Trattasi di interventi localizzati che possono essere considerati come classe di intervento 1 secondo il punto 7., pertanto è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi, tetti verdi ecc.

PNC = ASSOCIATI architettura & ingegneria	PAT Villa Estense	18 marzo 2011	Rev. 0
	Valutazione di compatibilità idraulica – Relazione	Autore:	NP

## 11. CONCLUSIONI

Dal punto di vista idraulico il territorio comunale è suddiviso principalmente in tre bacini idrografici (tavola 1-B).

Gli interventi atti a mantenere la compatibilità ed il “principio di invarianza idraulica” previsto dalla D.G.R.V. n. 2948 del 06/10/2009 si possono sintetizzare in due tipi:

- interventi di tipo strutturale
- interventi non strutturali

Per interventi di tipo strutturale si intendono quegli interventi che prevedono la realizzazione di opere che possano fungere da bacino di laminazione nel corso di eventi meteorici brevi ed intensi oltre a operazioni di risezionamento e ricalibratura degli scoli di bonifica in maniera tale da aumentare la capacità di invaso ed il tempo di permanenza delle acque all'interno del reticolo prima dell'immissione nei corsi d'acqua maggiori.

Nel secondo caso ricadono le indicazioni fornite al capitolo 4.

Nella pianificazione territoriale il corretto uso del suolo è molto importante al fine di non incrementare le condizioni di rischio nelle aree a dichiarata pericolosità idraulica e comunque in ogni caso a garantire il “principio dell'invarianza idraulica”, impedendo in tutti i casi che le future espansioni urbanistiche non vadano ad interferire con l'attuale sistema di deflusso.

Pertanto, nella futura progettazione delle aree edificabili individuate nel Piano degli Interventi (P.I.) e nei Piani Urbanistici Attuativi (P.U.A.) dovranno essere definite le effettive superfici coperte, oltre alle modalità realizzative dei bacini scolanti.

La modalità di realizzazione dei volumi di invaso rimane a discrezione del progettista, che potrà analizzare la possibilità di utilizzare invasi superficiali (utilizzo delle aree a verde), piuttosto che sistemi di invaso profondi (posa di condotte di grandi dimensioni o vasche interrato), o, nel caso di grandi insediamenti, la possibilità di realizzare dei veri e propri bacini di laminazione delle portate di piena.

Ogni intervento dovrà sottostare agli indirizzi e all'approvazione del Genio Civile e del relativo Consorzio di Bonifica competente.