

INDICE

PREMESSA	pag. 2
INQUADRAMENTO TERRITORIALE	pag. 6
INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO	pag. 8
CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA'	pag. 10
RETE IDROGRAFICA	pag. 11
FOGNATURA URBANA	pag. 13
AREE DI CRITICITA' IDRAULICA	pag. 14
AREE POTENZIALMENTE TRASFORMABILI	pag. 22
PRECIPITAZIONI INTENSE E DI BREVE DURATA	pag. 24
ANALISI SITUAZIONE ESISTENTE	pag. 31
ANALISI SITUAZIONE FUTURA	pag. 33
MISURE COMPENSATIVE	pag. 40
PRESCRIZIONI E RACCOMANDAZIONI	pag. 41
SCHEMI COSTRUTTIVI	pag. 49
APPENDICE 1A: ELABORAZIONE DATI PRECIPITAZIONI DI BREVE DURATA STAZIONE ROVIGO (SERVIZIO IDROGRAFICO)	
APPENDICE 1B: ELABORAZIONE DATI PRECIPITAZIONI DI BREVE DURATA STAZIONE CONCADIRAME (ARPAV)	
APPENDICE 2: ELABORAZIONE (COMBINATA) DATI PRECIPITAZIONI DI BREVE DURATA – STAZIONI DI ROVIGO E CONCADIRAME (SERVIZIO IDROGRAFICO E ARPAV)	
APPENDICE 3: DEFLUSSI E LAMINAZIONI - METODO CINEMATICO CLASSICO - ELABORAZIONI	
APPENDICE 4: DEFLUSSI E LAMINAZIONI - METODO CINEMATICO A STRUTTURA PROBABILISTICA - ELABORAZIONI	
APPENDICE 5: DEFLUSSI E LAMINAZIONI - METODO DELL'INVASO ELABORAZIONI	
APPENDICE 6: DEFLUSSI E LAMINAZIONI - METODO AMERICANO NRCS (SCS 1986) - ELABORAZIONI	

PREMESSA

Gli studi di compatibilità idraulica fanno riferimento alle trasformazioni urbanistiche e sono regolamentati dalla recente Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto n. 1841 del 19 giugno 2007, recante disposizioni in merito ai nuovi strumenti urbanistici PAT-PATI-PI o varianti *“che comportino una trasformazione territoriale che possa modificare il regime idraulico”*. La sopra citata Delibera sostituisce le precedenti D.G.R.V. n. 1322 del 10 maggio 2006 e n. 3637 del 13 dicembre 2002.

“Scopo fondamentale dello studio è quello di far sì che le valutazioni urbanistiche, sin dalla fase della loro formazione, tengano conto dell’attitudine dei luoghi ad accogliere la nuova edificazione”.

Al fine di evitare alterazioni al regime idraulico dovranno essere previste idonee misure compensative, tali da garantire l’*“invarianza idraulica”* rispetto alla situazione antecedente l’urbanizzazione.

Qui di seguito vengono evidenziate le principali prescrizioni contenute nell’allegato A (*“Modalità operative e indicazioni tecniche”*) della sopra citata D.G.R.V. n. 1841/2007:

- *“ogni nuovo strumento urbanistico comunale (PAT/PATI o PI) deve contenere uno studio di compatibilità idraulica che valuti per le nuove previsioni urbanistiche le interferenze che questi hanno con i dissesti idraulici presenti e le possibili alterazioni causate al regime idraulico”*;
- *“lo studio di compatibilità idraulica è parte integrante dello strumento urbanistico e ne dimostra la coerenza con le condizioni idrauliche del territorio”*;
- *“nella valutazione di compatibilità idraulica si deve assumere come riferimento tutta l’area interessata dallo strumento urbanistico in esame, cioè l’intero territorio comunale per i nuovi strumenti urbanistici (o anche più Comuni per strumenti intercomunali) PAT/PATI o PI”*;
- *“è richiesta con progressiva definizione la individuazione puntuale delle misure compensative, eventualmente articolata tra pianificazione strutturale (Piano di*

Assetto del Territorio – PAT), operativa (Piano degli Interventi – PI), ovvero Piani Urbanistici Attuativi – PUA”;

- *“a livello di PAT lo studio sarà costituito dalla verifica di compatibilità della trasformazione urbanistica con le indicazioni del PAI e degli altri studi relativi a condizioni di pericolosità idraulica, nonché dalla caratterizzazione idrologica ed idrografica e dalla indicazione delle misure compensative, avendo preso in considerazione come unità fisiografica il sottobacino interessato in un contesto di Ambito Territoriale Omogeneo”;*
- *“nell’ambito del PI, andando pertanto a localizzare puntualmente le trasformazioni urbanistiche, lo studio avrà lo sviluppo necessario ad individuare le misure compensative ritenute idonee a garantire l’invarianza idraulica con definizione progettuale a livello preliminare/studio di fattibilità”;*
- *“la progettazione definitiva degli interventi relativi alle misure compensative sarà sviluppata nell’ambito dei Piani Urbanistici Attuativi”.*

* * *

Tutto ciò premesso, nel presente studio si è fatto riferimento alla documentazione raccolta e a tutta una serie di informazioni assunte presso vari Enti, in particolare:

- Autorità di Bacino di Fissero-Tartaro-Canalbianco, Autorità di Bacino dell’Adige e Ufficio Regionale del Genio Civile di Rovigo, per quanto concerne i Piani di Assetto Idrogeologico (P.A.I.);
- Consorzio di Bonifica Polesine Adige Canalbianco e Consorzio di Bonifica Padana Polesana (entrambi con sede in Rovigo) per quanto concerne i Piani Generali di Bonifica, la rete idrografica, le aree a rischio idraulico e (in generale) la situazione idraulica del territorio;

- Polesine Acque S.p.A. di Rovigo in merito alla situazione della rete di fognatura dei centri urbani.

Si è proceduto ad un'analisi della situazione del territorio, per quanto concerne il rischio idraulico, sulla scorta dei contenuti del Piano di Assetto Idrogeologico P.A.I. di Fissero-Tartaro-Canalbianco (anno 2002) e del Piano Stralcio per la Tutela del Rischio Idrogeologico del bacino del fiume Adige (anno 2005). Si è fatto inoltre riferimento alla Mappa della Pericolosità Idraulica dell'Unione Veneta Bonifiche (1999) e alle Carte del Rischio Idraulico del Consorzio di Bonifica Polesine Adige Canalbianco (aggiornamento settembre 2007) e del Consorzio di Bonifica Padana Polesana (aggiornamento ottobre 2008), nonché a informazioni assunte presso Polesine Acque S.p.A. di Rovigo.

Si è proceduto poi alla valutazione delle misure compensative da adottare in previsione delle trasformazioni derivanti dalle future urbanizzazioni, secondo quanto stabilito dalla Delibera in oggetto.

In estrema sintesi, nell'analisi del territorio sono state previste le seguenti fasi:

- esame della situazione, con individuazione delle zone a rischio idraulico, secondo le indicazioni di P.A.I., Unione Veneta Bonifiche, Consorzi di Bonifica e Polesine Acque S.p.A.;
- studio delle precipitazioni di breve durata (scrosci inferiori a 1 ora, altezze di pioggia da 1 a 24 ore), previa raccolta dei dati registrati alle stazioni pluviografiche di Rovigo (Servizio Idrografico Magistrato Acque) e Concadirame (ARPAV); elaborazione dei dati suddetti con il metodo probabilistico di Gumbel per l'individuazione delle altezze di precipitazione legate a prefissati tempi di ritorno;
- esame delle caratteristiche di permeabilità del suolo;
- esame della situazione morfologica ed altimetrica del territorio.

Per quanto concerne invece le possibili zone interessate dalle trasformazioni urbanistiche, sono state previste le seguenti fasi:

- analisi delle eventuali interferenze con i dissesti idraulici presenti o potenziali;
- analisi delle problematiche di carattere idraulico, con l'individuazione delle possibili soluzioni e prescrizioni per le successive fasi realizzative;
- raffronto fra la situazione esistente (area agricola) e la situazione futura (area urbanizzata), il tutto supportato da uno studio idraulico comprendente: valutazione dei coefficienti di deflusso, calcoli ed elaborazioni con metodi diversi (cinematico, invaso, NRCS) al fine della determinazione delle caratteristiche idrauliche (portata massima, volume di invaso).

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Lo studio di compatibilità idraulica, per il quale lo scrivente è stato incaricato, fa riferimento al territorio comunale di Rovigo che interessa una superficie complessiva pari a 108,59 km².

Il territorio in esame risulta delimitato a Nord dal fiume Adige; a Est confina con i Comuni di San Martino di Venezze, Villadose e Ceregnano; a Sud con i Comuni di Crespino, Bosaro, Pontecchio Polesine e Arquà Polesine; a Ovest con i Comuni di Costa di Rovigo, Villanova del Ghebbo e Lusia.

Sotto l'aspetto morfologico, il centro di Rovigo presenta quote del piano campagna generalmente comprese tra +2,00 e +5,00 m s.l.m.m. (metri sul livello medio del mare); si evidenzia la presenza di aree depresse in zona Commenda, dove le quote si aggirano tra +2,00 e +3,00 m s.l.m.m.; nel quartiere San Pio X si registrano quote dell'ordine di +2,00 m s.l.m.m., mentre in zona industriale si rilevano quote variabili fra +2,50 e +3,50 m s.l.m.m.; in località Borsea risultano quote comprese fra +3,00 e +4,00 m s.l.m.m..

Al di fuori del centro il piano campagna varia indicativamente fra +2,00 e +6,00 m s.l.m.m..

Più in dettaglio, in corrispondenza della fascia più settentrionale del territorio comunale si registrano quote variabile fra +3,00 m e +6,00 m s.l.m.m. (in particolare in corrispondenza dei centri abitati di: Concadirame: +4,00/+5,00 m s.l.m.m., Cantonazzo: +4,00/+4,50 m s.l.m.m., Granzette: +2,00/+4,00 m s.l.m.m., Boara: +3,00/+5,00 m s.l.m.m., Mardimago: +3,00/+4,00 m s.l.m.m.).

Più a Ovest, in corrispondenza del centro abitato di Grignano le quote del piano campagna oscillano fra +3,00 e +5,00 m s.l.m.m.; in corrispondenza dell'abitato di Roverdicrè le quote variano fra +3,00 e +6,50 m s.l.m.m..

All'estremità opposta (a Est del centro di Rovigo), in corrispondenza dell'abitato di Buso le quote del piano campagna risultano comprese fra +2,00 e +4,00 m s.l.m.m., mentre a Sarzano oscillano fra +3,00 e +4,00 m s.l.m.m..

La porzione di territorio prossima al Canalbianco, in corrispondenza del centro abitato di S. Apollinare, presenta quote variabili fra +2,00 e +4,00 m s.l.m.m..

Da ultimo, per la zona a Sud del Canalbianco si evidenziano quote variabili tra +3,00 e +4,00 m s.l.m.m. in corrispondenza dell'abitato di Fienil del Turco.

Le quote sopra riportate sono state ricavate dal Rilievo Aerofotogrammetrico Luigi Rossi – Brescia (anno 1983).

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Per quanto concerne l'aspetto geologico relativo al territorio in esame, si rimanda allo studio redatto dal Geologo incaricato Dott. Corrado Ballotta.

In estrema sintesi, con riferimento alla litologia di superficie, si registrano le seguenti principali tre tipologie di terreni superficiali (secondo la classifica di Shepard):

- terreni di natura sabbioso-limosa (SL)
- terreni di natura argilloso-limoso-sabbiosa (ALS)
- terreni di natura limoso-sabbiosa (LS).

Il territorio risulta in prevalenza interessato da terreni di natura sabbioso-limosa (SL), in particolare in corrispondenza dei centri abitati di Rovigo e Borsea.

Presenta invece vaste aree con terreni di natura "argilloso-limoso-sabbiosa (ALS), a macchie sparse, distribuite nell'ambito dell'intero territorio; in particolare nella zona a Nord-Est compresa fra la Commenda, Boara Polesine e Mardimago, nella parte occidentale e Sud-occidentale del territorio (vedi Grignano Polesine), nella zona a Sud-Est in corrispondenza dell'abitato di Fienil del Turco.

Aree più modeste risultano interessate da terreni di natura limoso-sabbiosa (LS), per lo più localizzate nella parte occidentale e Sud-occidentale del territorio.

Nelle valutazioni contenute nel presente studio, si fa inoltre riferimento alla Carta della Permeabilità dei Litotipi della Regione Veneto, dicembre 2003 (vedi estratto di **FIG. 1**).

Si registra la presenza di depositi sabbiosi mediamente permeabili e di depositi limoso-argillosi praticamente impermeabili.

In merito alla situazione idrogeologica, secondo informazioni assunte presso il medesimo geologo incaricato Dr. Ballotta, il livello statico della falda freatica risulta generalmente

individuato a profondità variabili fra 1,50 e 2,00 m dal piano campagna (in condizioni di piena).

CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA'

Per quanto concerne le caratteristiche di permeabilità dei terreni superficiali (vedi **FIG. 1**), si potrà far riferimento in via di prima approssimazione ai seguenti valori del coefficiente di permeabilità (k):

depositi sabbiosi mediamente permeabili:

$$k = 1 \cdot 10^{-3} \div 1 \cdot 10^{-5} \text{ cm/s} = 1 \cdot 10^{-5} \div 1 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$$

depositi limoso-argillosi praticamente impermeabili:

$$k = 1 \cdot 10^{-5} \div 1 \cdot 10^{-7} \text{ cm/s} = 1 \cdot 10^{-7} \div 1 \cdot 10^{-9} \text{ m/s.}$$

In ogni caso non potranno essere raggiunti i requisiti di permeabilità ($k > 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ secondo la D.G.R.V. n. 1841/2007) tali da consentire sistemi di infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche.

RETE IDROGRAFICA

Oltre ai tre principali corsi d'acqua che interessano il territorio comunale di Rovigo:

- fiume Adige che corre pensile a Nord,
- Canale Adigetto che attraversa il centro abitato di Rovigo per buona parte in galleria,
- Canalbianco nella parte meridionale,

è presente una fitta rete di canali di bonifica (vedi **TAVOLA 1** – Rete Idrografica).

Nel vasto territorio a Nord del Canabianco (di pertinenza del Consorzio di Bonifica Polesine Adige Canalbianco) si segnalano in particolare i seguenti canali di bonifica:

- scolo Ceresolo nella parte più settentrionale,
- scolo Rezzinella
- collettore Principale Ramostorto
- scolo Bresega
- scolo Borsea
- scolo Valdentro
- scolo Buniolo e molti altri.

Nella modesta porzione di territorio a Sud del Canalbianco (di pertinenza del Consorzio di Bonifica Padana Polesana) si segnalano invece i seguenti canali:

- collettore Padano
- scolo Rezze
- scolo Zucca.

Il territorio a Nord del Canalbianco (Consorzio di Bonifica Polesine Adige Canalbianco), risulta interessato dai seguenti bacini idraulici (vedi **FIG. 2**):

- bacino Superiore interessante buona parte del territorio, compreso il centro di Rovigo
- bacini Ceresolo e Rezzinella, a Nord-Ovest e bacini San Marco e Tron (quest'ultimo ricade solo marginalmente in territorio di Rovigo) a Nord-Est
- bacino Superiore a Sud-Ovest
- bacino Bresega e Bacino Inferiore a Est / Sud-Est.

Il territorio a Sud del Canalbianco (Consorzio di Bonifica Padana Polesana), risulta invece interessato dai seguenti bacini idraulici (vedi **FIG. 3**):

- bacino 12 – Bosco di Mezzo e Terre di Mezzo
- bacino 14 – Motta.

FOGNATURA URBANA

Eccezion fatta per i recenti interventi di urbanizzazione, la rete di fognatura del centro urbano di Rovigo è di tipo misto.

Nelle frazioni la rete di fognatura risulta invece in genere di tipo separato (rete acque meteoriche e rete acque nere); fanno eccezione Borsea e S.Apollinare ove sono presenti fognature di tipo misto.

Nella **FIG. 4** vengono indicati i bacini scolanti della rete di fognatura urbana del centro di Rovigo, così come forniti da Polesine Acque S.p.A.:

- 1) Corso del Popolo
- 2) Commenda
- 3) Zona Cimitero
- 4) San Bortolo
- 5) Via Porta Po
- 6) Circonvallazione Ovest
- 7) Tassina
- 8) San Pio X – Sacro Cuore
- 9) Tangenziale Est.

Secondo informazioni assunte presso Polesine Acque S.p.A. di Rovigo, vengono evidenziate alcune situazioni di criticità nell'ambito del centro urbano di Rovigo e delle frazioni, per lo più legate a difficoltà di drenaggio della rete (vedi punti successivi).

AREE DI CRITICITA' IDRAULICA

Per quanto concerne la situazione di rischio idraulico del territorio di Rovigo, è stata acquisita tutta una serie di informazioni presso gli Uffici competenti, in particolare:

- Autorità di Bacino di Fissero-Tartaro-Canalbianco, con sede a Venezia
- Autorità di Bacino del Fiume Adige, con sede a Trento
- Ufficio Regionale del Genio Civile di Rovigo
- Consorzi di Bonifica Polesine Adige Canalbianco e Padana Polesana di Rovigo
- Polesine Acque S.p.A. di Rovigo.

Nelle valutazioni si è fatto riferimento alla seguente documentazione:

- Carta della Pericolosità Idraulica del P.A.I. di Fissero-Tartaro-Canalbianco (anno 2002)
- indicazioni delle zone a rischio idraulico (tabelle) del Piano Stralcio per la Tutela del Rischio Idrogeologico del bacino del fiume Adige (anno 2005)
- Mappa della Pericolosità Idraulica dell'Unione Veneta Bonifiche (anno 1999)
- Carta del Rischio Idraulico del Consorzio di Bonifica Polesine Adige Canalbianco di Rovigo (aggiornamento settembre 2008)
- Carta del Rischio Idraulico del Consorzio di Bonifica Padana Polesana di Rovigo (aggiornamento ottobre 2008)
- indicazioni di Polesine Acque S.p.A. in merito alle aree a rischio del centro urbano di Rovigo e delle frazioni.

La parte del territorio comunale individuata a Nord del Canalbianco (largamente prevalente come estensione) risulta come visto di competenza del Consorzio di Bonifica Polesine Adige Canalbianco, mentre la modesta porzione individuata a Sud del medesimo,

in prossimità dell'abitato di Fienil del Turco, risulta di competenza del Consorzio di Bonifica Padana Polesana.

Il territorio di Rovigo rientra nel bacino idrografico del Fissero-Tartaro-Canalbiano, e come tale, è soggetto alle prescrizioni del relativo Progetto di Piano di Assetto Idrogeologico (anno 2002). Fa eccezione una fascia lungo l'Adige (che comprende l'alveo del fiume, l'arginatura e una striscia di larghezza pari a circa 150 m a partire dall'unghia arginale a campagna, in destra idraulica), che rientra nelle competenze dell'Autorità di Bacino dell'Adige (di cui al Piano Stralcio, anno 2005).

Prescindendo dalla sopra citata fascia a ridosso dell'Adige, l'intero territorio in esame risulta classificato (secondo il P.A.I. di Fissero-Tartaro-Canalbiano, vedi **FIGG. 5-6-7**) come *zona P1 a pericolosità moderata* (per lo più aree soggette a scolo meccanico, eccezion fatta per alcune aree di modestissima estensione classificate genericamente come aree P1 di pericolosità moderata, individuate a Sud e Sud-Ovest del territorio, fra gli abitati di Borsea e Sant'Apollinare e nella fascia periferica della città, poco prima dell'abitato di Grignano Polesine).

Risultano invece assenti aree di pericolosità media (P2) ed elevata (P3).

Maggiori dettagli sono contenuti nella **TAVOLA 2** (Carta della Pericolosità Idraulica – P.A.I.).

Nell'ambito della fascia a ridosso del fiume Adige (di competenza dell'Autorità di Bacino del fiume Adige) non vengono segnalate aree a rischio idraulico, presenti invece solo più a monte (in provincia di Verona e Vicenza, per quanto concerne la Regione Veneto).

Nella Mappa di Pericolosità Idraulica dell'Unione Veneta Bonifiche (vedi **FIG. 8**) vengono evidenziate con simbologie diverse le aree a rischio idraulico (aree allagate almeno una volta negli ultimi 20 anni) e le aree ad alto rischio allagamento (aree soggette ad alta probabilità di allagamento – tempo di ritorno 2-5 anni). Tale mappa fornisce indicazioni di carattere generale, risultando inoltre allo stato attuale in fase di revisione.

La Carta della Criticità Idraulica (vedi **TAVOLA 3**), redatta in base a precise indicazioni fornite dai Consorzi di Bonifica Polesine Adige Canalbianco e Padana Polesana e da Polesine Acque S.p.A., fornisce un quadro dettagliato delle situazioni di rischio nell'ambito del territorio in esame.

Nel territorio di competenza del Consorzio di Bonifica Polesine Adige-Canalbianco (a Nord del Canalbianco), risultano presenti alcune aree a rischio idraulico. Nel seguito si riporta una sintetica classificazione e descrizione delle criticità di ciascuna area, elaborata sulla base delle indicazioni fornite dal Consorzio di Bonifica suddetto.

Consorzio di Bonifica Polesine Adige Canalbianco (PAC)

Area PAC-28

Posta a Nord dell'abitato di Granzette, presenta problemi legati soprattutto alle quote depresse del piano campagna.

Area PAC-29

Individuata a Ovest di Rovigo, fra Adigetto e Rezzinella. L'area risulta servita dall'idrovora "Terre Basse", realizzata negli anni '20.

Nella zona in esame, a causa della marcata depressione del piano campagna, lo scolo Rezzinella risulta arginato, essendosi verificati nel passato fenomeni di tracimazione.

Sono stati eseguiti recentemente dal Consorzio lavori di rialzo della arginatura medesima e di sistemazione delle sponde con interventi in sasso, che hanno migliorato la situazione dell'area. Inoltre è stata prevista la realizzazione di un impianto di sollevamento a monte di tale area (con scarico in Adigetto) al fine di conferire un'adeguata sistemazione alla zona.

Area PAC-30

Situata lungo il confine occidentale comunale, tale area si estende anche in comune di Costa di Rovigo, in corrispondenza del canale Meo.

Il rischio allagamenti in tale area risulta fortemente ridotto per effetto dei recenti interventi di sistemazione idraulica della zona.

Area PAC-38

Interessa l'area "Le Comune" di Grignano Polesine, presa in gestione dal Consorzio di Bonifica per la manutenzione del canale Fossa Maestra, che scarica nello scolo Borsea (quest'ultimo in corso di sistemazione).

Aree PAC-39-40

La prima risulta grosso modo individuata fra ferrovia a Ovest, Transpolesana a Sud e SS16 a Est; la seconda interessa il centro commerciale "La Fattoria", a Est della SS16.

Le aree in questione risultano piuttosto depresse.

Secondo di informazioni assunte presso il Consorzio di Bonifica, la situazione in tale zona risulta fortemente migliorata per effetto della avvenuta sistemazione dello scolo Borsea nel tratto compreso fra la ferrovia di Arquà Polesine fino a S. Libera (allargamento e rinforzo delle sponde) e per l'installazione di un nuovo impianto idrovoro denominato "S. Libera", alla fine del corso del Borsea, in prossimità del Canalbianco

Area PAC-41

Tale area risulta compresa fra il canale Ramostorto ed il centro abitato di Borsea, a Est della Tangenziale. Presenta difficoltà di drenaggio, anche se il piano campagna non risulta essere eccessivamente basso. In passato si sono verificati allagamenti.

Area PAC-42

L'area denominata "Città Giardino", interessata da vecchi maceri e individuata a Est di viale Porta Po fra Adigetto e linea ferroviaria, ha registrato particolari criticità. Secondo informazioni assunte presso il Consorzio di Bonifica, trattasi di un'area fortemente

depressa, servita da un unico canale di scolo (Pelizzara) sottodimensionato rispetto alle attuali e future urbanizzazioni. Nell'area insiste altresì il vecchio impianto di depurazione tutt'ora in funzione.

L'insediamento ha un unico canale privato che scarica in Pelizzara, non adeguatamente manutentato e di sezione inadeguata.

Al momento attuale è in corso di realizzazione un bacino di laminazione (con recapito in Adigetto), interessante una superficie di 4568 m² (corrispondente a un volume di invaso di entità pari a 4568 m³), a servizio delle recenti urbanizzazioni dislocate nella parte più settentrionale dell'area.

Per il futuro il Consorzio di Bonifica ravvisa la necessità di realizzare un nuovo bacino di laminazione (di volume adeguato), oltre al risezionamento del fosso privato di collegamento allo scolo Pelizzara e all'allargamento del manufatto sottopassante la ferrovia.

Area PAC-43

Tale area di notevole estensione (denominata "macroarea"), risulta situata a Nord dell'Adigetto all'estremità Sud-Est del centro cittadino.

Presenta quote basse del piano campagna (risultava infatti in passato interessata da vecchi maceri) e con una rete di drenaggio insufficiente. Tale area risulta soggetta ad allagamenti, seppure di entità modesta, in corrispondenza di intensi eventi meteorici.

Il Consorzio di Bonifica, al fine di migliorare la situazione esistente, ha previsto l'allargamento e la sistemazione del canale Bresega, situato lungo il confine settentrionale di tale "macroarea" (intervento di prossima realizzazione).

Area PAC-44

Individuata a Sud di via Stacche e ad Ovest della tangenziale.

Tale area presenta basse quote del piano campagna, registrando una situazione di difficile drenaggio (assenza di canali o scoli).

L'area continua a presentare una situazione di elevata criticità idraulica.

Area PAC-45

Area depressa individuata in prossimità dell'abitato di Boara Polesine, presenta problemi di drenaggio legati alla scarsa manutenzione dei collegamenti privati alla rete di bonifica (scolo Cesta posto più a Sud). Il Consorzio di Bonifica ha in corso un progetto di sistemazione dello scolo Cesta. Risulta fondamentale il collegamento della rete urbana con detto canale.

Area PAC-46

Ampia area compresa fra il Bresega a Sud e il Rezzinella a Nord, individuata a cavallo della S.R. Rovigo-Adria, a Sud-Est del centro abitato di Sarzano.

La zona presenta problematiche legate al difficile drenaggio, a causa delle basse quote del piano campagna, che rendono difficoltoso lo scarico delle acque nel vicino scolo Canalazza.

Area PAC-95

Area individuata in corrispondenza del quartiere S. Pio X, nella zona compresa a Nord da Adigetto e a Sud dalla linea ferroviaria.

La situazione di rischio idraulico risulta migliorata a fronte dei recenti lavori eseguiti sul Condotella Roverdicrè; attualmente l'area presenta una situazione di criticità legata alla rete di drenaggio che risulta non ancora del tutto sufficiente.

Il Consorzio di Bonifica indica la possibilità di realizzare un bacino di laminazione complessivo a servizio dell'intera area circostante, in prossimità dell'ex depuratore di S. Pio X (inoltre esiste già un buon collegamento con il Condotella Roverdicrè).

Analogamente, nel territorio di competenza del Consorzio di Bonifica Padana Polesana (a Sud del Canalbianco), risultano presenti n. 3 zone di criticità idraulica, nel seguito descritte sulla base delle indicazioni fornite dal Consorzio di Bonifica suddetto.

Consorzio di Bonifica Padana Polesana

Area PP-1

Risulta individuata fra Canalbianco e Collettore Padano Polesano; registra una situazione alquanto critica legata alla difficoltà di drenaggio, presentando sistemi di scolo insufficienti (botte a sifone vetusta e inadeguata).

Aree PP-2-3

Tale aree, situate a Sud del Collettore Padano Polesano, presentano quote depresse e drenaggio insufficiente. Secondo le indicazioni fornite dal Consorzio i lavori previsti potranno migliorare notevolmente la situazione.

Da ultimo vengono indicate alcune aree a rischio del centro urbano di Rovigo e delle frazioni, così come segnalate da Polesine Acque S.p.A..

Polesine Acque S.p.A. (centro urbano di Rovigo)

Aree A-1-2

Tali aree, individuate nei pressi di San Bortolo, presentano problemi legati ai deflussi (insufficienza rete di fognatura).

Area A-3

Vasta area individuata fra Corso del Popolo e Adigetto. Presenta problemi legati al deflusso (presenza di n. 2 botti a sifone sottopassanti il medesimo Adigetto con sezioni inadeguate). Secondo informazioni assunte il problema potrebbe essere risolto mediante realizzazione di n. 2 impianti idovori con scarico in Adigetto).

Aree A-4-5

Tali aree (individuate fra Via della Pace, Via Gramsci e Viale Porta Po), presentano problemi legati ai deflussi (insufficienza rete di fognatura). Secondo il parere di Polesine Acque, la realizzazione di una nuova condotta e impianto di sollevamento con scarico in Ceresolo, potrebbe rappresentare una soluzione al problema.

Area A-6

Anche quest'area presenta criticità legate ai deflussi (insufficienza rete di fognatura). Secondo informazioni assunte, i problemi potrebbero essere risolti mediante la creazione di un bacino di laminazione o, in alternativa, mediante la realizzazione di una nuova condotta con impianto di sollevamento e scarico in Ceresolo.

Polesine Acque S.p.A. (Frazioni)

Aree A-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19

Tali aree presentano criticità per lo più legate a difficoltà di drenaggio della rete.

AREE POTENZIALMENTE TRASFORMABILI

Nella Carta della Trasformabilità, con riferimento alle zone di espansione residenziali e produttive, vengono evidenziate con frecce le aree potenzialmente trasformabili del P.A.T. (le aree vengono inoltre rappresentate, con colore rosso e magenta rispettivamente, nella **TAVOLA 4** – Carta delle Interferenze). Si fa presente che le aree suddette rappresentano una gamma di possibili soluzioni, tra le quali poi il Piano degli Interventi (PI) andrà a definire quelle che effettivamente verranno realizzate.

Come accennato in precedenza, il territorio in esame rientra nel bacino idrografico del Fissero-Tartaro-Canalbianco, e come tale, è soggetto alle prescrizioni del relativo Piano di Assetto Idrogeologico (anno 2002). Fa eccezione una fascia di larghezza pari a circa 150 m (valutata a partire dall'unghia arginale a campagna, in destra idrografica del fiume Adige) che rientra nelle competenze dell'Autorità di Bacino dell'Adige (di cui al Piano Stralcio, anno 2005).

Prescindendo dalla sopra citata fascia a ridosso dell'Adige, l'intero territorio in esame (come peraltro l'intera provincia di Rovigo, con qualche eccezione) risulta classificato, secondo il P.A.I. di Fissero-Tartaro-Canalbianco, come zona P1 a pericolosità moderata (per lo più soggetta a scolo meccanico). Risultano invece assenti aree a pericolosità media P2 o elevata P3.

Per la fascia di territorio a ridosso del fiume Adige (di competenza dell'omonima Autorità di Bacino) non si rilevano situazioni di rischio idraulico.

In merito alle situazioni di criticità idraulica indicate da Consorzi di Bonifica e Polesine Acque, si segnalano alcune interferenze fra le aree potenzialmente trasformabili e le zone classificate a rischio (vedi Carta delle Interferenze – **TAVOLA 4**).

Premesse le condizioni poste da Uffici Regionali del Genio Civile, Consorzio di Bonifica e Polesine Acque S.p.A. in merito alle misure mitigative da adottare in generale:

- realizzazione di invasi di laminazione adeguatamente dimensionati, con adeguati sistemi di limitazione delle portate in uscita
- realizzazione e mantenimento di un adeguato collegamento alla rete di bonifica

e premesse le ulteriori prescrizioni in merito a eventuali interferenze con aree a rischio idraulico:

- prevedere la sopraelevazione del piano campagna
- evitare la realizzazione di locali posti al di sotto del piano campagna (scantinati)

si ritiene in generale possibile l'urbanizzazione anche di aree rientranti in zone di criticità idraulica, purchè vengano rispettate le prescrizioni riportate nel capitolo Prescrizioni e Raccomandazioni.

PRECIPITAZIONI INTENSE E DI BREVE DURATA

Si fa riferimento ai dati delle precipitazioni di breve durata e forte intensità registrate nelle stazioni pluviografiche di Rovigo (Servizio Idrografico Magistrato alle Acque, periodo 1927÷1995) e di Concadirame (ARPAV, periodo 1989÷2007). Le due stazioni distano fra loro meno di 4 km (vedi ubicazione di **FIG. 9**).

Si sono prese in considerazione le precipitazioni massime annuali di durata compresa fra 5 primi e 1 ora e di durata compresa fra 1 ora e 24 ore.

Si è proceduto all'elaborazione dei dati mediante analisi statistico-probabilistica (analisi statistica legata al concetto di frequenza per i dati rilevati nel passato; proiezioni probabilistiche per i dati futuri).

Nell'ipotesi di eventi governati dal caso, si è fatto riferimento nelle elaborazioni all'analisi probabilistica di Gumbel ("Extreme Value" EV1).

Per ciascuna durata di precipitazione T_p , partendo dai valori massimi annuali ordinati in ordine decrescente, definita la relazione fra la variabile casuale y , la probabilità di non superamento P e il tempo di ritorno TR :

$$y = -\ln(-\ln P) = -\ln[-\ln(1 - 1/TR)],$$

il problema consiste nel valutare i parametri α e u dell'espressione lineare che lega la variabile casuale y alla variabile h (altezza della precipitazione):

$$y = \alpha(h - u).$$

Ciò premesso, per la valutazione dei suddetti parametri e, conseguentemente per la definizione della legge probabilistica che lega l'altezza della precipitazione h al tempo di ritorno TR , si è fatto ricorso al *Metodo dei Momenti*.

Una volta definita la legge che lega l'altezza della precipitazione h alla durata della precipitazione medesima T_p e al tempo di ritorno TR :

$$h = h (T_p, TR)$$

si perviene alla valutazione delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica:

$$h = a T_p^n$$

relative a precipitazioni di durata T_p inferiore a 1 ora e di durata compresa fra 1 ora e 24 ore.

I risultati delle elaborazioni (relativamente a tempi di ritorno $TR = 2, 5, 10, 20, 50$ anni) sono riportate nelle **APPENDICI 1A e 1B**.

Ciò considerato, con riferimento ai dati registrati ai pluviografi in corrispondenza delle due stazioni sopra menzionate (Rovigo e Concadirame), relativamente a diversi tempi di ritorno ($TR = 50$ anni, $TR = 20$ anni e $TR = 10$ anni) e al 1° caso critico, si sono ottenute le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica riportate nelle figure di pagine seguenti.

In particolare per $TR = 50$ anni si ha:

Rovigo (Servizio Idrografico):

$$T_p < 1 \text{ ora: } h \text{ (mm)} = 57,73 T_p^{0,409} \quad T_p \text{ (ore)}$$

$$T_p > 1 \text{ ora: } h \text{ (mm)} = 46,82 T_p^{0,230} \quad T_p \text{ (ore)}$$

Concadirame (ARPAV):

$$T_p < 1 \text{ ora: } h \text{ (mm)} = 70,89 T_p^{0,632} \quad T_p \text{ (ore)}$$

$$T_p > 1 \text{ ora: } h \text{ (mm)} = 66,80 T_p^{0,246} \quad T_p \text{ (ore)}$$

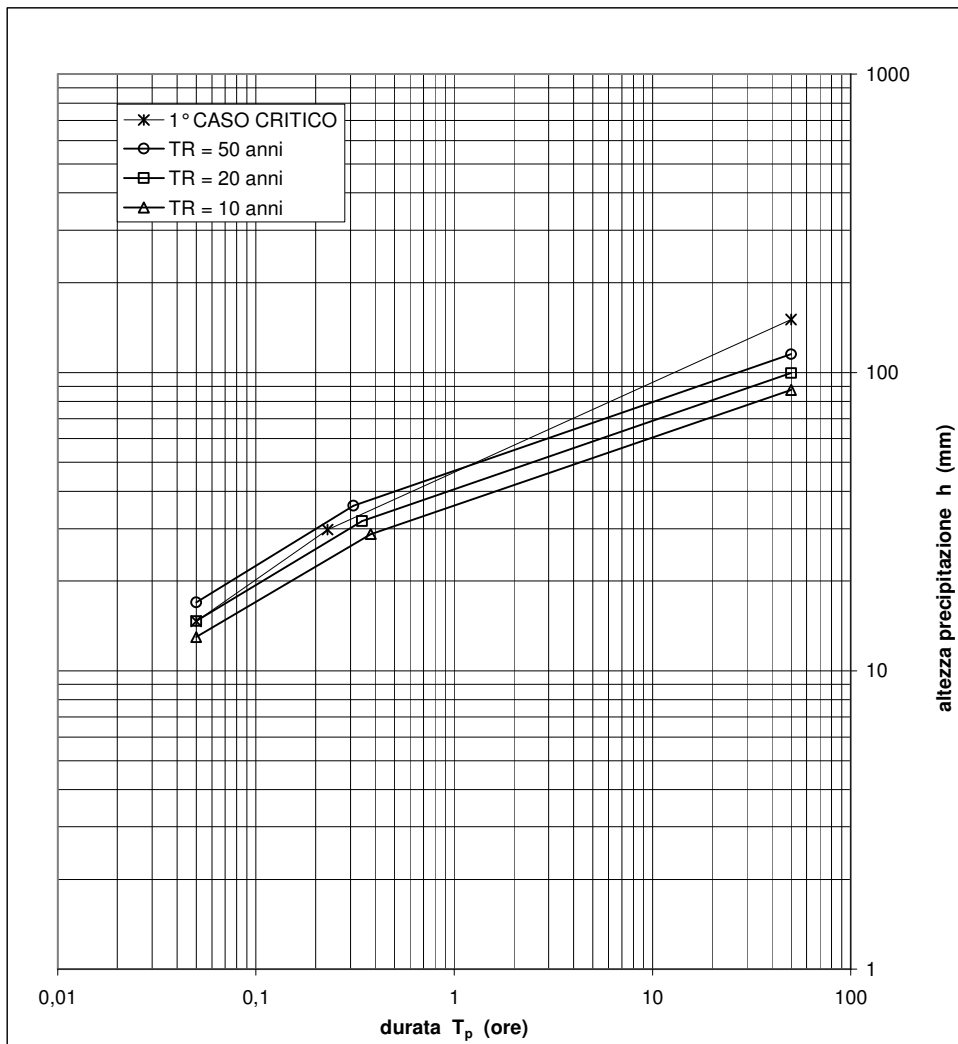
LINEE SEGNALETRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

Stazione di ROVIGO (1927÷1995)

Servizio Idrografico

$$h = a T_p^n \quad h \text{ (mm)} \quad t \text{ (ore)}$$

		1° CASO CRITICO	TR = 50 anni	TR = 20 anni	TR = 10 anni
durata precipitazione $T_p < 1$ ora:	a_1 (mm/ore ⁿ)	58,91	57,73	48,86	42,03
	n_1	0,464	0,409	0,401	0,392
durata precipitazione $T_p > 1$ ora:	a_2 (mm/ore ⁿ)	46,35	46,82	40,64	35,85
	n_2	0,301	0,230	0,229	0,228



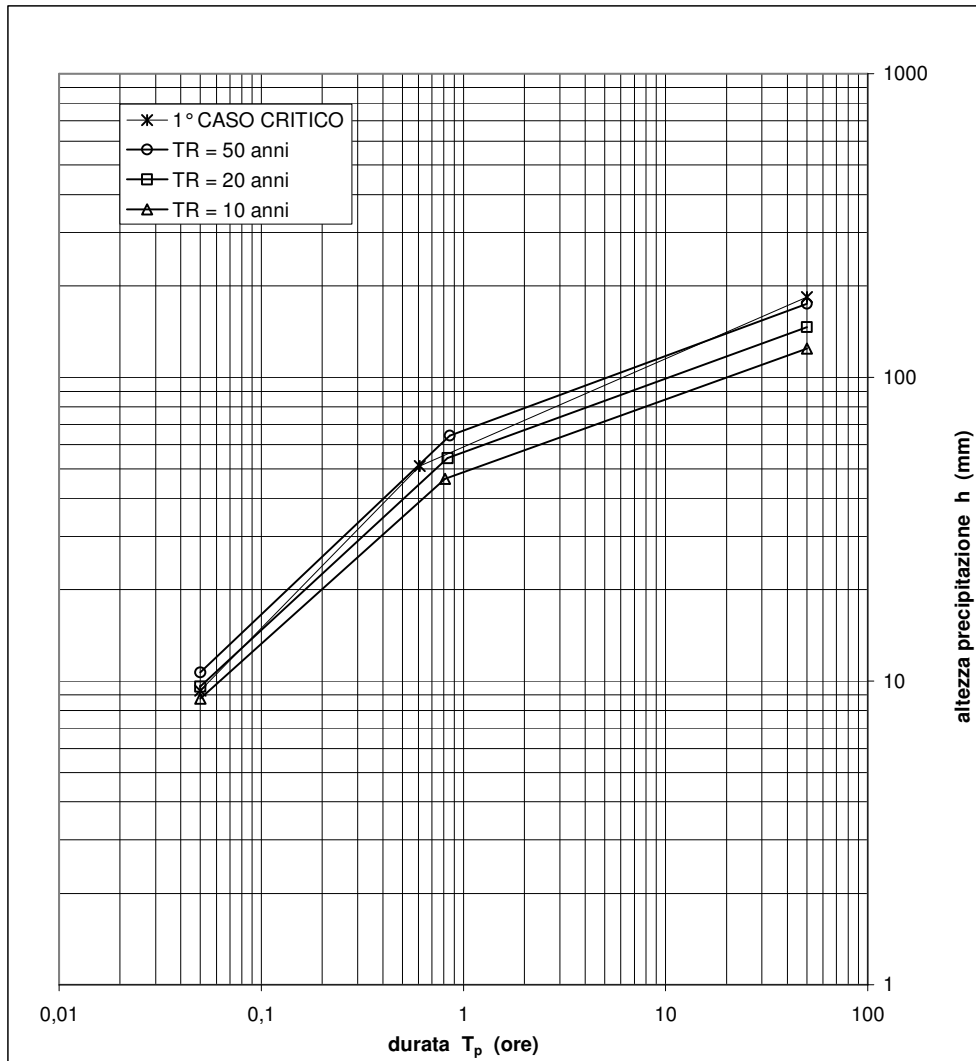
LINEE SEGNALETRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

CONCADIRAME - ROVIGO (periodo 1989 ÷ 2007)

dati ARPAV

$$h = a T_p^n \quad h \text{ (mm)} \quad t \text{ (ore)}$$

		1° CASO CRITICO	TR = 50 anni	TR = 20 anni	TR = 10 anni
durata precipitazione $T_p < 1$ ora:	a_1 (mm/ore ⁿ)	71,81	70,89	60,52	52,54
	n_1	0,682	0,632	0,615	0,598
durata precipitazione $T_p > 1$ ora:	a_2 (mm/ore ⁿ)	59,07	66,80	56,61	48,73
	n_2	0,290	0,246	0,243	0,240

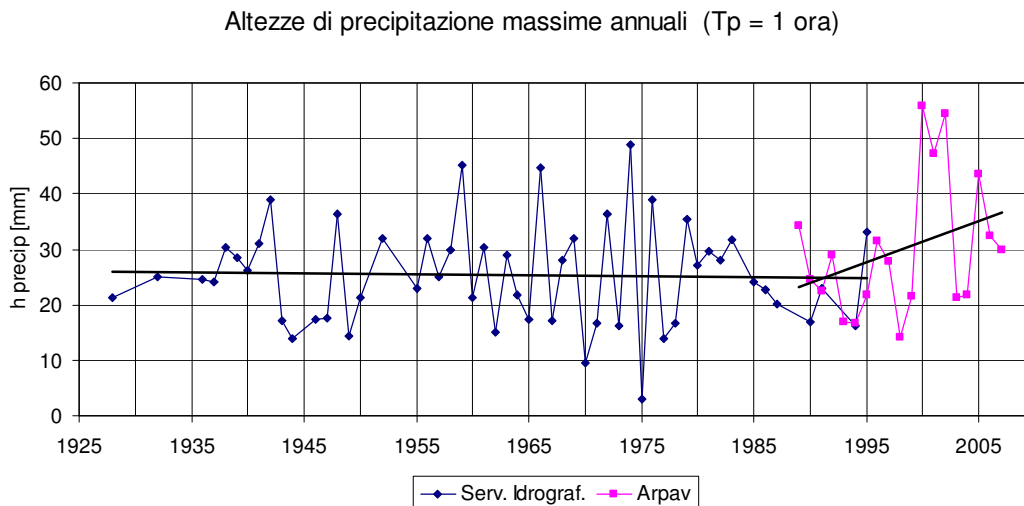


Confrontando i dati delle due stazioni, risultano valori alquanto dissimili delle altezze di pioggia elaborate con il metodo probabilistico di Gumbel. A titolo di esempio, relativamente a un tempo di ritorno $TR = 50$ anni e a una durata di precipitazione $T_p = 1$ ora, risultano le seguenti altezze di pioggia:

stazione di Rovigo (Servizio Idrografico): $h_{60} = 47$ mm

stazione di Concadirame (ARPAV): $h_{60} = 67$ mm.

Nel grafico di figura si riporta, a titolo esemplificativo, l'andamento delle precipitazioni massime annuali di durata $T_p = 1$ ora, relative all'intero periodo compreso fra il 1927 e il 2007, misurate nelle stazioni di Rovigo (Servizio Idrografico) e Concadirame (ARPAV).



Dal grafico si registra un andamento medio costante fino al 1990, con marcato trend di crescita nell'ultimo periodo.

I dati di Rovigo (Servizio Idrografico) si riferiscono a un considerevole numero di anni di osservazione (68 anni). L'incertezza legata però alla possibile scarsa attendibilità delle

misure relative ai primi anni di osservazione (antecedenti il 1955), fa ritenere tali misure poco significative e le conseguenti elaborazioni poco attendibili.

Per quanto riguarda invece la stazione di Concadirame (ARPAV), distante meno di 4 km dalla stazione di Rovigo (Servizio Idrografico), risulta un periodo alquanto ristretto di osservazioni (18 anni, dal 1989 al 2007).

Considerato che non è corretto estrapolare i risultati ottenuti a valori del tempo di ritorno elevati, di un ordine di grandezza diverso da quello del campione (Bixio 2002), si ritengono parimenti poco attendibili le elaborazioni condotte per Concadirame, se relative a tempi di ritorno elevati ($TR = 50$ anni).

Per i motivi sopra esposti, dal momento che le due stazioni pluviografiche risultano poco distanti fra loro, si è ritenuto opportuno procedere a un'unica elaborazione combinata dei dati delle due stazioni, trascurando i primi anni di osservazione.

Sono state prese in considerazione le seguenti serie di dati:

- periodo 1955÷1988 (Rovigo - Servizio Idrografico)
- periodo 1989÷2007 (Concadirame – ARPAV)

Le elaborazioni effettuate sono riportate nell'**APPENDICE 2**, risultando le seguenti equazioni delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (vedi figura di pagina seguente).

I valori così ottenuti (mediante un'unica elaborazione combinata) risultano intermedi rispetto a quelli relativi alle due stazioni prese separatamente.

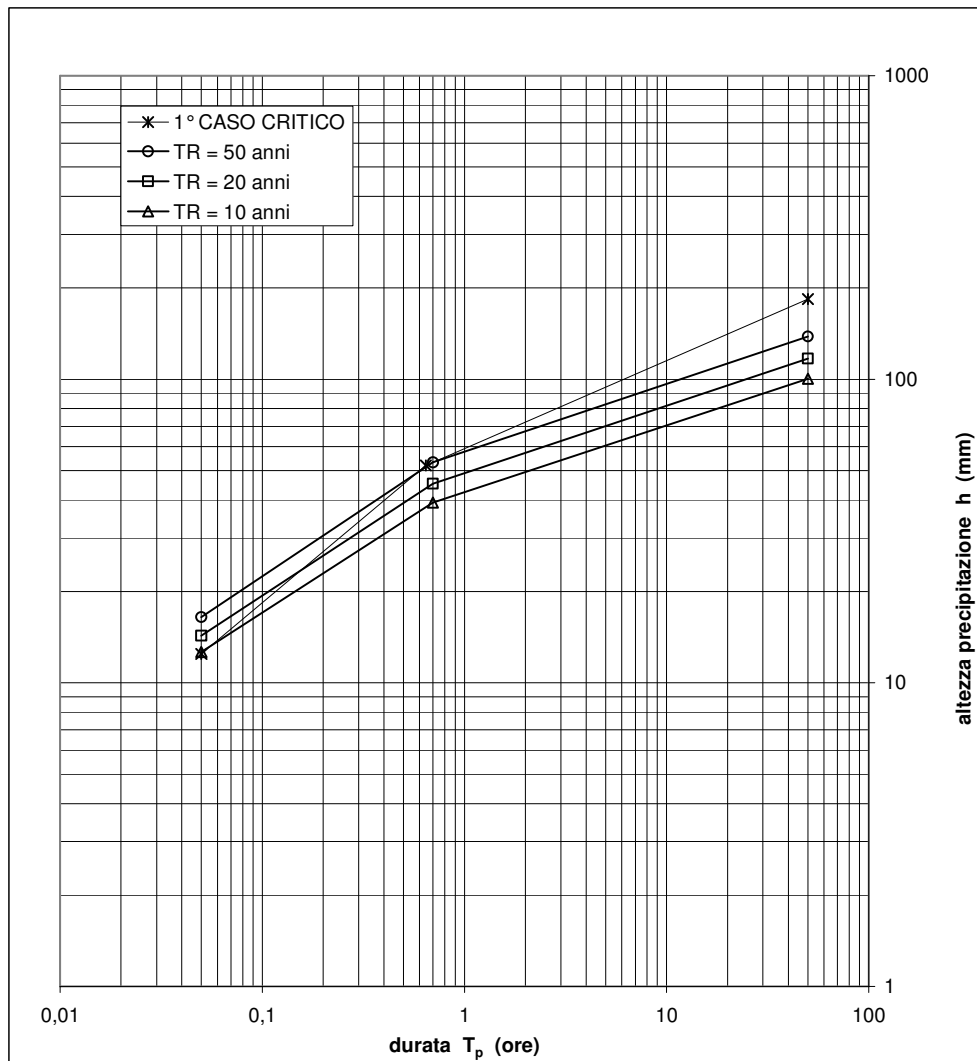
Nel seguito si fa riferimento a tali valori intermedi, in quanto ritenuti più significativi.

LINEE SEGNALETRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

ROVIGO - Idrogr. - Arpav (1955÷2007)

$$h = a T_p^n \quad h \text{ (mm)} \quad t \text{ (ore)}$$

		1° CASO CRITICO	TR = 50 anni	TR = 20 anni	TR = 10 anni
durata precipitazione $T_p < 1$ ora:	a_1 (mm/ore ^{n₁})	66,48	62,31	53,02	45,83
	n_1	0,559	0,444	0,437	0,430
durata precipitazione $T_p > 1$ ora:	a_2 (mm/ore ^{n₂})	59,07	57,61	49,07	42,48
	n_2	0,290	0,224	0,222	0,220



ANALISI SITUAZIONE ESISTENTE

Nell'ipotesi di trasformazione urbanistica di aree attualmente adibite a uso agricolo, valgono le considerazioni che seguono.

La variazione di destinazione d'uso, da area agricola ad area urbanizzata, comporta necessariamente un'alterazione del regime idraulico:

- la permeabilità del suolo diminuisce,
- i tempi di corrivazione diminuiscono,
- le portate e i volumi di deflusso aumentano.

In considerazione del fatto che il rischio idraulico non deve aumentare, occorrerà prevedere idonee misure compensative.

Nella situazione attuale sono stati valutati i parametri idrologici (portata massima, volumi di deflusso competenti a aree di uso agricolo), parametri i cui valori non potranno essere superati nella successiva fase di urbanizzazione (prevedendo idonee misure compensative).

Con riferimento alle precipitazioni relative a un prefissato tempo di ritorno ($TR = 50$ anni), per la valutazione del coefficiente udometrico si è fatto ricorso convenzionalmente al metodo cinematico (Turazza):

$$u \text{ (litri/s ha)} = 0,1157 \text{ m k h} / (t_p + t_c)$$

ove:

m = coefficiente di piena

k = coefficiente di deflusso

h = altezza di pioggia corrispondente al tempo di precipitazione

t_p = durata della precipitazione (giorni)

t_c = tempo di corrivazione (giorni).

Considerata la condizione più critica (durata pari al tempo di corrivazione), si perviene alle seguenti espressioni (coefficiente udometrico critico e portata massima):

$$u \text{ (litri/s ha)} = 0,1157 k h / t_c$$
$$Q_{\max} = u A \quad (\text{ove: } A = \text{superficie del bacino}).$$

Nei calcoli si è fatto riferimento a un valore del coefficiente di deflusso pari a $k = 0,10$ tipico di aree agricole (valore peraltro prescritto dalla D.G.R.V. n. 1841 del 19 giugno 2007).

Per la valutazione dei tempi di corrivazione, nell'ipotesi di superfici praticamente pianeggianti di modesta estensione, si è fatto ricorso alla nota espressione di Ventura:

$$t_c \text{ (giorni)} = 0,315 A^{1/2} \quad (A = \text{superficie del bacino in km}^2)$$

Ciò considerato, è stata esaminata un'area tipo potenzialmente trasformabile con superficie territoriale assunta convenzionalmente pari a 1,00 ha.

Con riferimento a un prefissato valore del tempo di ritorno pari a $TR = 50$ anni, si sono ottenuti i seguenti valori del tempo di corrivazione e del coefficiente udometrico competenti alla situazione preesistente l'urbanizzazione (area agricola):

$$t_c = 0,756 \text{ ore} = 45 \text{ primi} \quad u = 19,9 \text{ litri/s ha} \quad (\text{vedi APPENDICE 3}).$$

In via prudenziale nei calcoli per la valutazione dei volumi di laminazione, si è fatto riferimento a un valore massimo del coefficiente udometrico (ritenuto accettabile nella bonifica) pari a:

$$u = 6 \text{ litri/s ha} \ll 19,9 \text{ litri/s ha}.$$

ANALISI SITUAZIONE FUTURA

Allo stato attuale, nella presente fase di pianificazione, non sono disponibili valori indicativi circa la possibile ripartizione delle diverse tipologie di superfici (permeabili / semipermeabili / impermeabili).

Si è deciso comunque di formulare ipotesi inerenti al grado di impermeabilizzazione (Imp) e al coefficiente di deflusso (Ψ) delle aree oggetto di trasformazioni urbanistiche, prendendo in considerazione nelle elaborazioni un'area **tipo potenzialmente trasformabile con superficie territoriale assunta convenzionalmente pari a 1,00 ha (10.000 m²)**.

In base alle esperienze acquisite e ai valori riportati in letteratura, si è fatto riferimento a un grado di impermeabilizzazione medio delle nuove aree di espansione (Imp) variabile indicativamente fra 0,4 e 0,8. In particolare, in via di prima approssimazione, sono state formulate le seguenti ipotesi:

Imp = 0,40÷0,5 (40÷50% di superfici impermeabili) per le nuove aree residenziali

Imp = 0,60÷0,7 (60÷70% di superfici impermeabili) per le nuove aree produttive.

Per la valutazione delle portate e dei volumi di afflusso relativi alla situazione futura, si è fatto riferimento a diverse valutazioni inerenti ai coefficienti di deflusso Ψ :

- valutazioni in base alla sola destinazione (approccio di tipo analitico),
- valutazioni in base a criteri probabilistici legati al tempo di ritorno TR (Autori vari 1997).

Nelle valutazioni si tiene conto della presenza di parcheggi da realizzarsi con materiali che facilitino l'infiltrazione dell'acqua nel terreno (betonelle riempite di terra, prato armato o

altro), prevedendo la realizzazione di un adeguato sottofondo in materiale granulare drenante.

Con riferimento al primo tipo di approccio (di tipo analitico) si è tenuto conto dei valori dei coefficienti di deflusso prescritti dalla D.G.R.V. 1841/2007, e precisamente:

$\Psi = 0,2$ per le superfici permeabili (aree verdi)

$\Psi = 0,6$ per le superfici semipermeabili (grigliati drenanti)

$\Psi = 0,9$ per le superfici impermeabili (tetti, terrazzi, strade, marciapiedi e piazzali).

In base al primo approccio (di tipo analitico) risultano i seguenti valori medi ponderati del coefficiente di deflusso:

Imp = 0,4 $\Psi = 0,48$

Imp = 0,5 $\Psi = 0,55$

Imp = 0,6 $\Psi = 0,62$

Imp = 0,7 $\Psi = 0,69$

Imp = 0,8 $\Psi = 0,76$.

Con il secondo approccio (di tipo probabilistico) risultano valori del tutto simili:

Imp = 0,4 $\Psi = 0,49$

Imp = 0,5 $\Psi = 0,55$

Imp = 0,6 $\Psi = 0,61$

Imp = 0,7 $\Psi = 0,67$

Imp = 0,8 $\Psi = 0,73$.

Tutto ciò premesso si è proceduto all'analisi della situazione futura e al calcolo idrologico delle portate e delle misure compensative (volumi di invaso nel caso specifico).

Con riferimento all'**area convenzionale tipo (superficie 1,00 ha)**, il tempo di corrivazione t_c è stato determinato considerando tempi di accesso alla rete pari a 5' e una velocità media dell'acqua nelle condotte di fognatura (acque bianche) pari a $V = 1,00$ m/s.

La portata massima nella situazione futura (relativa a prefissati tempi di ritorno: TR = 50 anni e TR = 20 anni) è stata valutata in base al metodo cinematico:

$$Q_{\max} = (\text{litri/s}) = 2,778 \Psi h (\text{mm}) A (\text{ha}) / t_c (\text{ore})$$

ove al solito:

h = altezza precipitazione

A = superficie del bacino.

I risultati delle elaborazioni effettuate con il **metodo cinematico classico (metodo razionale)** sono contenuti nell' **APPENDICE 3**.

Con riferimento a un tempo di ritorno TR = 50 anni (ai fini della valutazione dei volumi di laminazione, così come prescritto dalla D.G.R.V. n. 1841/2007) e a un tempo di ritorno TR = 20-50 anni (ai fini della valutazione dei deflussi), si sono determinati i seguenti valori della portata massima nella situazione futura (superficie bacino tipo assunta convenzionalmente pari a 1,00 ha):

		TR = 50 anni	TR = 20 anni
Imp	Ψ	Q_{\max}	Q_{\max}
(-)	(-)	(l/s)	(l/s)
0,40	0,48	239,0	206,1
0,50	0,55	273,9	236,2
0,60	0,62	308,8	266,2
0,70	0,69	343,6	296,3
0,80	0,76	378,5	326,4

In modo del tutto analogo è stata condotta la valutazione dei deflussi (portata massima, ovvero portata critica) con i seguenti metodi alternativi:

- metodo cinematico a struttura probabilistica (Becciu et Al., 1998)
- metodo dell'invaso (serbatoio lineare)
- metodo americano NRCS (SCS, 1986).

I risultati delle elaborazioni condotte con il **metodo cinematico a struttura probabilistica** (Becciu et Al., 1998), nell'ipotesi di coefficiente di variazione dell'intensità di pioggia e del coefficiente di deflusso pari rispettivamente a 0,35 e 0,40, sono riportati nell'**APPENDICE 4**. Sempre con riferimento a tempi di ritorno pari a TR = 50 anni e TR = 20 anni, si sono determinati i seguenti valori della portata massima nella situazione futura (superficie bacino tipo assunta convenzionalmente pari a 1,00 ha):

Imp	Ψ	TR = 50 anni	TR = 20 anni
		Q_{max}	Q_{max}
(-)	(-)	(l/s)	(l/s)
0,40	0,48	190,9	158,9
0,50	0,55	224,8	187,1
0,60	0,62	258,7	215,3
0,70	0,69	292,6	243,5
0,80	0,76	326,5	271,7

I risultati delle elaborazioni condotte con il **metodo dell'invaso (serbatoio lineare)**, sono riportati nell'**APPENDICE 5**. Sempre con riferimento a TR = 50 anni e TR = 20 anni, si sono ricavati i seguenti valori della portata massima (sempre per una superficie del bacino pari a 1,00 ha):

Imp	Ψ	TR = 50 anni	TR = 20 anni
		Q_{max}	Q_{max}
(-)	(-)	(l/s)	(l/s)
0,40	0,48	219,9	190,4
0,50	0,55	251,9	218,2
0,60	0,62	284,0	245,9
0,70	0,69	316,0	273,7
0,80	0,76	348,1	301,5

I risultati delle elaborazioni condotte con il **metodo americano NRCS-SCS** (1986), sono infine riportati nell'**APPENDICE 6**. Nell'applicazione di tale metodo si è tenuto conto della natura del suolo in base a opportuni valori di CN (Curve Number); si è fatto riferimento in tal senso alla tipologia di suolo D (prudenzialmente) e alla condizione antecedente l'evento di tipo normale (AMC = II). Si sono ipotizzati inoltre ietogrammi di pioggia di tipo Chicago (costante di picco pari a 0,4). Sempre con riferimento alle stesse ipotesi viste nei casi precedenti (area tipo convenzionale di superficie pari a 1,00 ha) si sono ottenuti i seguenti risultati:

Imp	CN	<i>TR = 50 anni</i>	<i>TR = 20 anni</i>
		Q_{max} (l/s)	Q_{max} (l/s)
(-)	(-)		
0,40	87	145,3	105,5
0,50	89	173,7	129,7
0,60	91	206,4	158,3
0,70	93	243,7	191,9
0,80	94	265,4	210,8

Fra i vari metodi sopra citati, il cinematico è quello che fornisce valori più elevati della portata massima nella situazione futura (vedi diagrammi di **FIG. 10**).

Nello spirito della deliberazione in oggetto, volendo limitare la portata massima in uscita entro valori non superiori a quelli competenti alla situazione preesistente:

coefficiente udometrico: $u = 6$ litri/s ha

si sono infine valutati i volumi di invaso V_o necessari. I risultati sono stati ottenuti in base ad un bilancio fra portata affluente Q_a e portata in uscita Q_u , con riferimento alla nota equazione di continuità:

$$\Sigma dV_o = \Sigma Q_a dt - \Sigma Q_u dt.$$

Con riferimento a un tempo di ritorno **TR = 50 anni** è stato condotto un calcolo per la valutazione dei volumi di invaso V_o secondo il metodo “cinematico” e secondo il metodo del “serbatoio lineare” (Paoletti & Gianas 1979). Le elaborazioni sono riportate nelle **APPENDICI 3 e 5** (rispettivamente); qui di seguito vengono visualizzati i risultati ottenuti in funzione del grado di impermeabilizzazione, sempre con riferimento (in termini convenzionali) a un’area tipo di superficie pari a 1,00 ha.

METODO CINEMATICO

		TR = 50 anni
Imp	Ψ	V_o
(-)	(-)	<i>(m³/ha)</i>
0,40	0,48	288
0,50	0,55	344
0,60	0,62	402
0,70	0,69	462
0,80	0,76	523

METODO DELL’INVASO LINEARE

		TR = 50 anni
Imp	Ψ	V_o
(-)	(-)	<i>(m³/ha)</i>
0,40	0,48	287
0,50	0,55	343
0,60	0,62	401
0,70	0,69	460
0,80	0,76	522

Da un confronto dei risultati relativi ai due metodi sopra citati, si risulta una ottima corrispondenza fra i valori ottenuti (vedi diagrammi di **FIG. 11**).

Le considerazioni sopra esposte si riferiscono, come visto, a un'area tipo con superficie assunta convenzionalmente pari a 1,00 ha. Variando l'estensione dell'area il volume di invaso unitario (V_o/A) rimane praticamente costante mentre la portata massima specifica (Q_{max}/A) subisce un lieve decremento all'aumentare della superficie (vedi esempio di **FIG. 12**, relativo al metodo cinematico, con $Imp = 50\%$ e $\Psi = 0,55$).

MISURE COMPENSATIVE

In estrema sintesi, con riferimento alle valutazioni sopra esposte, nell'ipotesi largamente approssimativa di grado di impermeabilizzazione (Imp) compreso fra 0,60 e 0,70 per le aree di espansione di tipo produttivo e compreso fra 0,40 e 0,50 per le residenziali, si perviene alla seguente quantificazione dei volumi complessivi di invaso quale misura compensativa atta a garantire l'invarianza idraulica:

aree PRODUTTIVE di previsione:

volume specifico: $V_o = 402 \div 462 \text{ m}^3/\text{ha}$

aree RESIDENZIALI di previsione:

volume specifico: $V_o = 288 \div 344 \text{ m}^3/\text{ha}$.

* * *

La D.G.R.V. 1841/2007 prevede inoltre, quale ulteriore misura compensativa, la possibilità di adottare “*sistemi di infiltrazione facilitata*” nel sottosuolo, in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dall'impermeabilizzazione, qualora il coefficiente di permeabilità k risulti non inferiore a $1 * 10^{-3}$ m/s, con frazione limosa inferiore al 5%, nell'ipotesi di falda freatica sufficientemente profonda e di regola nel caso di piccole superfici impermeabilizzate.

Nel caso in esame, considerate le caratteristiche permeabilità dei terreni in esame, di gran lunga inferiori al limite minimo sopra citato, non sussistono le condizioni per le quali sia prevedibile l'adozione di tali “*sistemi di infiltrazione facilitata*”.

PRESCRIZIONI E RACCOMANDAZIONI

Vincoli idraulici

Per i canali di bonifica, con riferimento al Regio Decreto n. 368/1904 nei confronti dell'edificabilità, vale una fascia di rispetto compresa fra 4 e 10 m dal ciglio delle sponde dei canali o dall'unghia a campagna dell'arginatura. Per l'edificazione entro le suddette distanze (fra 4 e 10 m), è richiesta domanda di autorizzazione indirizzata al Consorzio di Bonifica.

Per il canale Adigetto vale quanto sopra evidenziato (fascia di rispetto compresa fra 4 e 10 m dall'unghia a campagna dell'arginatura).

Ai sensi del Regio Decreto n. 523/1904, vale per il fiume Adige una fascia di rispetto idraulico pari a 20 m dall'unghia arginale a campagna e per il Canalbianco una fascia di rispetto pari a 10 m sempre dall'unghia arginale a campagna.

Vincoli del P.A.I. Fissero Tartaro-Canalbianco (anno 2001)

Prescindendo dalla fascia a ridosso del fiume Adige (in destra idraulica) per la quale è competente l'omonima Autorità di Bacino, l'intero territorio in esame rientra nelle competenze dell'Autorità di Bacino di Fissero-Tartaro-Canalbianco.

Come risulta dalla Carta di Pericolosità Idraulica relativa al P.A.I. di Fissero-Tartaro-Canalbianco (vedi **TAVOLA 2**), l'intero territorio in esame risulta classificato come *zona P1 a pericolosità moderata (area soggetta a scolo meccanico)*, eccezion fatta per alcune aree di modesta estensione, classificate genericamente *a pericolosità moderata P1*.

Risultano invece assenti aree di pericolosità idraulica media P2 ed elevata P3.

Per le aree classificate pericolose (e cioè per l'intero territorio) valgono le disposizioni di cui al Titolo II (artt. 10-11-12-13-14-15) delle Norme Tecniche di Attuazione del P.A.I. di Fissero-Tartaro-Canalbianco; in particolare per tali aree, *“salvo che per l'esecuzione di opere di pubblica utilità, è vietato:*

- a) eseguire scavi o abbassamenti del piano di campagna capaci di compromettere la stabilità delle fondazioni degli argini;*

- b) *realizzare intubazioni o tombinature dei corsi d'acqua superficiali, ad eccezione degli interventi di mitigazione del rischio, di tutela della pubblica incolumità e quelli previsti dal piano di bacino;*
- c) *occupare stabilmente con mezzi, manufatti anche provvisori e beni diversi le fasce di transito al piede degli argini;*
- d) *posizionare rilevati a protezione di colture agricole conformati in modo da ostacolare il libero deflusso delle acque;*
- e) *operare cambiamenti colturali ovvero impiantare nuove colture arboree capaci di favorire l'indebolimento degli argini."*

“Nelle aree classificate a pericolosità moderata – P1 spetta agli strumenti urbanistici ed ai piani di settore prevedere e disciplinare l'uso del territorio, le nuove costruzioni, i mutamenti di destinazione d'uso, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, gli interventi sul patrimonio edilizio esistente, in relazione al grado di pericolosità individuato e nel rispetto dei criteri e indicazioni generali del presente Piano”.

Vincoli del P.A.I. fiume Adige (anno 2005)

Nell'ambito della fascia lungo l'Adige (che comprende l'alveo del fiume, l'arginatura e una striscia di larghezza pari a circa 150 m a partire dall'unghia arginale a campagna, in destra idraulica), fascia che rientra nelle competenze dell'Autorità di Bacino dell'Adige (di cui al Piano Stralcio, anno 2005), non vengono segnalate aree a rischio idraulico, presenti invece solo più a monte (in provincia di Verona e Vicenza, per quanto concerne la Regione Veneto).

Criticità secondo Consorzi di Bonifica e Polesine Acque

Con riferimento alle Carte del Rischio Idraulico (anno 2008) redatte dai Consorzi di Bonifica Polesine Adige Canalbianco e Padana Polesana di Rovigo (aggiornamento in dettaglio della Mappa di Pericolosità Idraulica dell'Unione Veneta Bonifiche - anno 1999) e alle segnalazioni fornite da Polesine Acque S.p.A. in merito alle aree a rischio del centro

urbano di Rovigo e delle frazioni, è stata predisposta la Carta della Criticità Idraulica di cui alla **TAVOLA 3**.

Si rileva che le aree di possibile trasformazione talora interferiscono con le zone di criticità idraulica segnalate dal Consorzio di Bonifica Polesine Adige Canalbiano e da Polesine Acque (vedi Carta delle Interferenze, **TAVOLA 4**).

Nel corso degli incontri tenuti con i Responsabili del Consorzio di Bonifica medesimo e di Polesine Acque, si sono valutate possibili azioni mitigative finalizzate a rendere compatibili, sotto il profilo idraulico, gli interventi di trasformazione.

Tutto ciò considerato, vengono qui di seguito riportate le **prescrizioni di carattere generale** relative alle aree di possibile trasformazione che interferiscono con le zone di criticità idraulica indicate da Consorzi di Bonifica e da Polesine Acque. Tali prescrizioni vanno considerate alla stregua di linee guida per le successive fasi di programmazione (Piani di Intervento P.I.).

- 1) si dovrà prevedere la sopraelevazione del piano campagna a quote adeguatamente superiori rispetto al livello di sicurezza forniti dall'Ente gestore della rete di scolo; la sopraelevazione non dovrà interferire negativamente con le zone circostanti, pregiudicando il funzionamento della rete di drenaggio esistente ovvero aggravando i volumi di afflusso meteorico;
- 2) ciascuna area dovrà essere considerata alla stregua di un bacino idraulicamente chiuso verso l'esterno, prevedendo nella parte terminale di valle la realizzazione di un adeguato sistema di laminazione dotato di idoneo dispositivo di limitazione della portata in uscita (scarico controllato verso l'esterno);
- 3) i sistemi di laminazione e i relativi dispositivi di limitazione delle portate in uscita dovranno essere dimensionati secondo i criteri previsti dalla D.G.R.V. n. 1841/2007;
- 4) dovrà essere realizzato un adeguato collegamento alla rete pubblica (collettori di bonifica o fognatura urbana), in grado di convogliare all'esterno la portata in uscita;

- 5) dovrà essere garantita la perfetta efficienza della rete idraulica, previa manutenzione programmata dei dispositivi di laminazione, dei relativi scarichi controllati (bocche tarate) e dei fossati recettori privati (o tubazioni) fino alla confluenza nella rete pubblica (collettori di bonifica o fognatura urbana);
- 6) il livello di accesso ai fabbricati dovrà risultare individuato adeguatamente al di sopra della quota di massimo invaso del sistema di laminazione, relativa a un tempo di ritorno delle precipitazioni $TR = 50$ anni;
- 7) va evitata la realizzazione di locali posti al di sotto del piano campagna (scantinati).

Tutte le prescrizioni sopra riportate, eccezion fatta per le prescrizioni n. 1) e n. 7) (sopraelevazione del piano campagna evitando la realizzazione scantinati), vanno sempre applicate, anche per le aree che non interferiscono con le zone di criticità idraulica.

Si ritiene comunque che il rispetto dei sopra elencati punti 1) e 7) dovrebbe rappresentare una misura di prevenzione sempre raccomandata.

Dalla Carta delle Interferenze (di cui alla TAVOLA 4) si rilevano le aree di possibile trasformazione che interferiscono con le zone di criticità idraulica indicate da Consorzio di Bonifica Polesine Adige Canalbianco e Polesine Acque S.p.A.:

- **nuova area residenziale che interessa la zona a rischio PAC 29 nella parte Nord orientale (vedi particolare di FIG. 13); nel rispetto di tutte le sette prescrizioni sopra elencate, si segnalano le principali misure mitigative richieste dal Consorzio di Bonifica: sopraelevazione del piano campagna e adeguato collegamento alla rete di bonifica;**
- **nuova area residenziale che interessa marginalmente (nella parte più occidentale) la zona a rischio PAC 95 (vedi particolare di FIG. 13); nel rispetto di tutte le sette prescrizioni sopra elencate, si segnalano le principali misure mitigative richieste dal Consorzio di Bonifica: realizzazione di un nuovo canale**

sul lato Ovest dell'area, con funzione di laminazione, adeguatamente collegato alla rete di bonifica;

- **nuova area residenziale che interessa la zona a rischio PAC 42 (vedi particolare di FIG. 13); nel rispetto di tutte sette prescrizioni sopra elencate, si segnalano le principali misure mitigative richieste dal Consorzio di Bonifica: nuovo bacino di laminazione e adeguato collegamento alla rete di bonifica (risezionamento fosso privato di collegamento allo scolo Pelizzara);**
- **nuova area residenziale che interessa le zone a rischio PAC 43 e A 16 (vedi particolare di FIG. 13); nel rispetto di tutte le sette prescrizioni sopra elencate, si segnalano le principali misure mitigative richieste da Consorzio di Bonifica e Polesine Acque: sopraelevazione del piano campagna e adeguato collegamento alla rete pubblica;**
- **nuova area produttiva che interessa le zone a rischio PAC 41 e A 13 (vedi particolare di FIG. 14); nel rispetto di tutte le sette prescrizioni sopra elencate, si segnalano le principali misure mitigative richieste da Consorzio di Bonifica e Polesine Acque: adeguato collegamento alla rete pubblica;**
- **nuova area produttiva che interessa la zona a rischio PAC 39 (vedi particolare di FIG. 14); nel rispetto di tutte le sette prescrizioni sopra elencate, si segnalano le principali misure mitigative richieste dal Consorzio di Bonifica: sopraelevazione del piano campagna e adeguato collegamento alla rete di bonifica;**
- **nuova area residenziale che interessa marginalmente la zona a rischio A 7 (vedi particolare di FIG. 15); nel rispetto di tutte le sette prescrizioni sopra elencate, si segnalano le principali misure mitigative richieste da Polesine Acque: sopraelevazione del piano campagna e adeguato collegamento alla rete pubblica;**
- **n. 2 minuscole nuove aree residenziali che interessano la zona a rischio PAC 45 (vedi particolare di FIG. 15); nel rispetto di tutte le sette prescrizioni sopra**

elencate, si segnalano le principali misure mitigative richieste dal Consorzio di Bonifica: adeguato collegamento alla rete di bonifica.

* * *

In conformità alle indicazioni fornite dalla D.G.R.V. n. 1841/2007, fra le opere relative alla messa in sicurezza da un punto di vista idraulico, dovrà essere previsto quanto segue:

*“... utilizzo di pavimentazioni drenanti su sottofondo permeabile per i parcheggi”,
“ aree verdi conformate in modo tale da massimizzare la capacità di invaso e laminazione”.*

In base alla D.G.R.V. n. 1841/2007 gli interventi vengono classificati nel seguente modo:

- di *“trascurabile impermeabilizzazione potenziale”* per superfici di estensione inferiore a 0,1 ha
- di *“modesta impermeabilizzazione potenziale”* per superfici comprese fra 0,10 e 1,00 ha
- di *“significativa impermeabilizzazione potenziale”* per superfici comprese fra 1,00 e 10,00 ha
- di *“marcata impermeabilizzazione potenziale”* per superfici superiori a 10 ha.

In merito alla tipologia degli interventi, sulla scorta delle indicazioni fornite dalla suddetta D.G.R.V. n. 1841/2007, viene previsto quanto segue:

- nel caso di *“trascurabile impermeabilizzazione potenziale”*, sarà sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili;
- nel caso di *“modesta impermeabilizzazione potenziale”*, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene, si dovrà

prevedere che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro $D = 200$ mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro;

- nel caso di “*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;
- nel caso infine di “*marcata impermeabilizzazione potenziale*” è richiesto uno studio di dettaglio molto approfondito.

Si fa presente che la più volte citata D.G.R.V. n. 1841/2007 prevede ulteriori studi di compatibilità idraulica per le successive fasi di pianificazione (Piani di Intervento P.I., Piani Urbanistici Attuativi P.U.A.), articolati secondo precise direttive, con grado di dettaglio via via crescente.

Per quanto concerne gli aspetti relativi alla qualità delle acque meteoriche, si dovrà fare riferimento ai contenuti del Testo Unico Ambientale di cui al Decreto Legislativo n. 152/2006 (art. 113) nonché, in carenza di specifica normativa approvata, all'art. 38 del Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto pubblicato nel B.U.R.V. n. 46 del 03-05-2005.

Per quanto non specificato nel presente studio di compatibilità idraulica, si fa riferimento ai contenuti della più volte citata D.G.R.V. n. 1841/2007.

Raccomandazioni

Di norma le misure compensative (volumi di laminazione) finalizzate a garantire l'invarianza idraulica vengono realizzate all'interno di ciascuna area di intervento. La D.G.R.V. 1841/2007 raccomanda in maniera più razionale, relativamente a “*interventi diffusi su interi comparti urbani la realizzazione di volumi complessivi al servizio*”

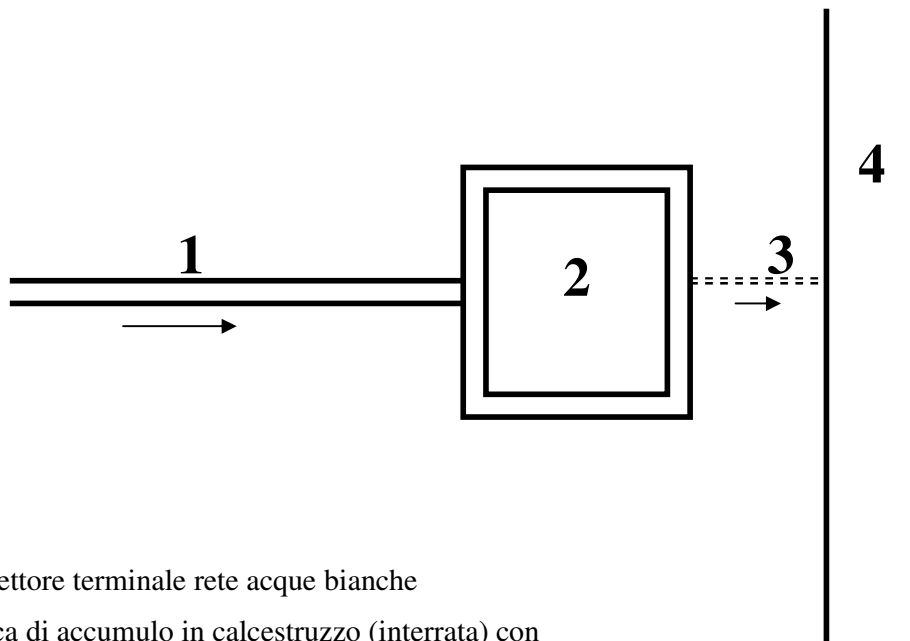
dell'intero comparto urbano, di entità almeno pari alla somma dei volumi richiesti dai singoli interventi. Tali volumi andranno collocati comunque idraulicamente a monte del recapito finale". Si vedano a proposito gli schemi di **FIG. 16**.

Nelle foto di **FIG. 17**, vengono evidenziati alcuni significativi esempi di volumi complessivi realizzati in Comune di Abano Terme (PD) dal Consorzio di Bonifica Bacchiglione Brenta di Padova.

SCHEMI COSTRUTTIVI

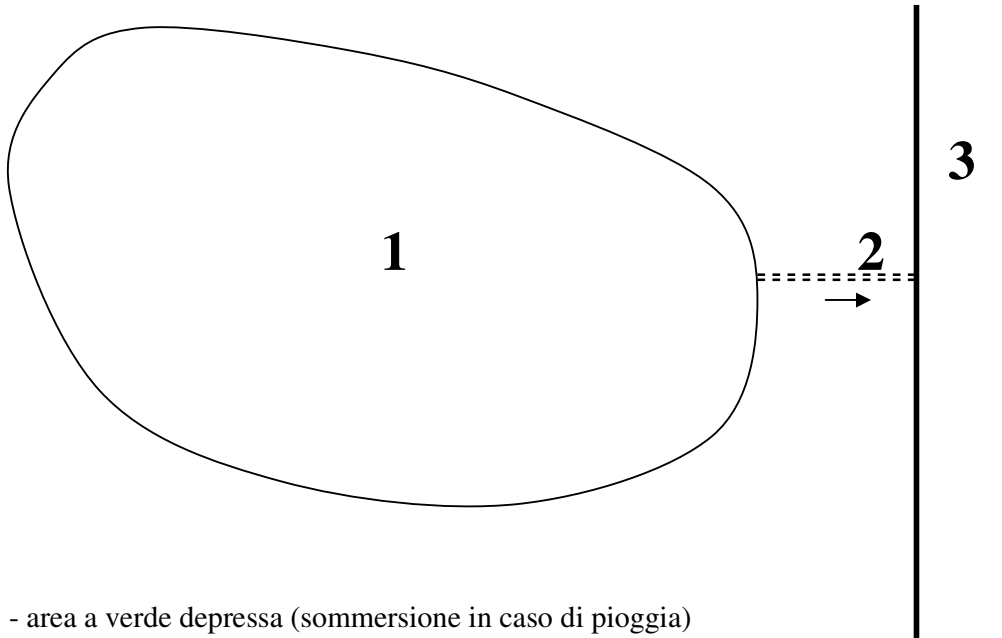
I volumi di invaso necessari a garantire l'invarianza idraulica potranno essere realizzati secondo criteri diversi quali:

- creazione di nuovi fossati e/o vasche in terra (a temporanea sommersione) nelle zone a verde, e/o realizzazione di vasche di laminazione in calcestruzzo (vedi schema di figura), purché ubicati subito a valle della sezione terminale della rete di acque bianche (prima dello scarico), con un idoneo dispositivo che limiti la portata di deflusso nella rete;



- 1 - collettore terminale rete acque bianche
- 2 - vasca di accumulo in calcestruzzo (interrata) con sfioratore di troppo pieno ed eventuali pompe sommerse
- 3 - scarico di fondo (con dispositivo di limitazione di portata)
- 4 - corpo recettore

- realizzazione di zone a verde depresse rispetto al piano campagna circostante (vedi schema di figura), con duplice funzione di ricettore di parte delle acque provenienti dalle aree impermeabili circostanti e nel contempo di bacino di laminazione del sistema di smaltimento;



- 1 - area a verde depressa (sommersione in caso di pioggia)
- 2 - scarico di fondo con dispositivo di limitazione di portata
- 3 - corpo recettore

- rete di fognatura realizzata con tubazioni sovradimensionate, tali da garantire un idoneo volume di invaso (si dovrà avere cura di verificare periodicamente, nei pozzetti ispezionabili, la presenza di eventuali depositi di materiale in sospensione, procedendo in tal caso alle necessarie operazioni di pulizia).

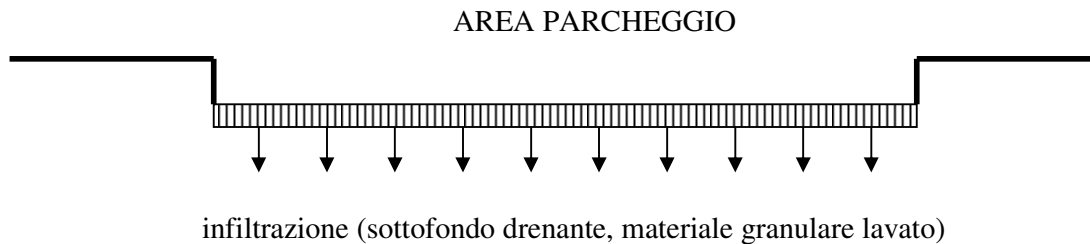
Nelle immagini di **FIG. 18** vengono rappresentati esempi di sistemi di laminazione realizzati mediante elementi prefabbricati accostati posti al di sotto del piano campagna (in un'area adibita a parcheggio).

I sistemi di laminazione in terra (nuovi fossati o vasche) dovranno ovviamente tenere conto dei livelli massimi della falda freatica, utilizzando per l'invaso solo il volume al di sopra di tale livello. La stessa cosa vale per le condotte e per le vasche di accumulo interrate, poste al di sotto del livello di falda; in questo caso i volumi di invaso potranno essere garantiti a mezzo di impianti di sollevamento, adeguatamente dimensionati.

Particolare cura dovrà essere rivolta alla manutenzione dei sistemi di invaso (che dovrà essere prevista con cadenza periodica), adottando opportuni provvedimenti tali da garantire una facile manutenzione che eviti gli intasamenti conseguenti al deposito del materiale in sospensione.

Così come previsto dalla D.G.R.V. 1841/2007 le aree verdi dovranno essere conformate in modo tale da massimizzare le capacità di invaso e di laminazione. Le aree adibite a parcheggio dovranno inoltre essere previste di tipo drenante e realizzate su idoneo sottofondo in materiale permeabile (materasso ghiaioso) che ne garantisca l'efficienza.

Le suddette aree adibite a parcheggio potranno inoltre essere previste altimetricamente più depresse rispetto al piano di imposta dei fabbricati e delle strade allo scopo di garantire un ulteriore invaso, fruibile in caso di allagamento (vedi schema di figura).



* * *

Si sottolinea da ultimo l'importanza che rivestono, quali misure atte a garantire il principio dell'invarianza idraulica, gli scarichi controllati posti a valle dei sistemi di laminazione.

Gli scarichi controllati (finalizzati al controllo della portata massima in uscita verso il corpo recettore), vengono dimensionati in base allo schema figura, rappresentato da due serbatoi fra loro collegati da un tubo di diametro "D" e lunghezza "L", con dislivello idraulico "h" variabile, tenendo conto delle perdite di carico all'imbocco, allo sbocco e di tipo continuo.

Per detti sistemi di scarico si raccomanda comunque di esaminare attentamente le situazioni, adottando le necessarie precauzioni, tali da garantire un adeguato deflusso della portata in uscita anche nell'ipotesi di impedimenti e/o ostruzioni.

