



COMUNE DI PIAZZOLA SUL BRENTA
Viale Silvestro Camerini 3 - Piazzola Sul Brenta (PD)



CONSORZIO DI BONIFICA BRENTA
Riva IV Novembre 15 - Cittadella (PD)

PIANO COMUNALE DELLE ACQUE

(CON PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI)

DI

PIAZZOLA SUL BRENTA

REVISIONE	DATA	MOTIVO	SCALA
03	09/2013	Terza Emissione	U.M.
02	11/2012	Seconda Emissione	COD. ELAB. A1.DOC
TITOLO ELABORATO RELAZIONE			CODICE ELABORATO A1
ESEGUITO	VERIFICA TECNICA	VERIFICA SICUREZZA	APPROVATO
G.R.	G.R./G.Z.	G.R./G.Z.	G.Z.
			IL PROGETTISTA Giuliano Zen ingegnere sede legale: 31037 Loria TV - via Cantoni di Sotto 35/a tel. 0423470471 - fax 0423470471 C.F. ZNEGLN59L21C111V - P.I. 01886560265
Riproduzione vietata - Legge n° 633 del 22/04/1941 e successivi aggiornamenti			

INDICE

1 - INTRODUZIONE	3
2 – FASI DEL LAVORO	3
3 – SITUAZIONI IDROGRAFICHE CONSIDERATE	3
4 – CARATTERIZZAZIONE DEL PCA	4
5 – FASE CONOSCITIVA	5
5.1 - Analisi idrologiche	5
5.1.1 – Elaborazione dei dati pluviometrici	5
5.1.2 – Caratterizzazione climatica	6
5.1.2.1 – Precipitazione	6
5.1.2.2 – Temperatura	7
5.1.2.3 – Evaporimetria	8
5.1.2.4 – Soleggiamento	8
5.1.2.5 – Umidità	8
5.1.2.6 – Pressione atmosferica	9
5.1.3 – Altre caratterizzazioni e attività conoscitiva	9
5.1.3.1 – Caratterizzazione geografica	9
5.1.3.2 – Caratterizzazione pedologica	10
5.1.3.3 – Caratterizzazione idrogeologica	10
5.1.3.3.1 – Idrogeologia e vulnerabilità all'inquinamento	11
5.1.3.4 – Caratterizzazione morfologica	11
5.1.3.4.1 – Morfologia urbana	12
5.1.3.5 – Caratterizzazione geologica	13
5.1.3.6 – Idrografia	13
5.1.3.6.1 – Generalità	13
5.1.3.6.2 – Elementi idrografici	14
5.1.3.6.2.1 – Elementi idrografici pubblici principali e secondari	14
5.1.3.6.2.2 – Elementi idrografici terziari a valenza pubblica	15
5.1.3.6.2.3 – La rete di fognatura bianca	15
5.2 – Aree soggette ad alluvionamenti	16
5.3 – Opere di mitigazione idraulica	18
6 – FASE PROPOSITIVA	18
6.1 – Indirizzi generali	18
6.2 – Analisi idraulica	19
6.2.1 – Il modello della corrivazione	19
6.2.2 – Specifiche sul modello della corrivazione utilizzato	22
6.2.2.1 – Le curve di precipitazione usate nei calcoli idraulici	24
6.2.2.2 – Il tempo di scorrimento superficiale	25
6.2.2.3 – Stima della portata massima	25
6.2.2.4 – Stima delle perdite di portata (inondazioni)	26
6.2.2.5 – La gestione dei flussi di piena nelle giunzioni	27
6.2.2.6 – La determinazione del coefficiente di afflusso	28
6.2.2.7 – La determinazione del coefficiente di diffusione	29
6.2.2.8 – Gruppi idrologici di suolo	29
6.2.2.9 – Valori CN caratteristici	30
6.2.3 – Implementazione numerica	31
7 – FASE PROGETTUALE	32
7.1 – Generalità	32
7.2 – Indirizzi e progettualità	33
7.2.1 – La priorità degli interventi	33

7.2.2 – Caratterizzazione degli interventi programmati	34
7.2.2.1 – Approfondimenti sulla trincea lineare drenante manutentabile	35
7.2.3 – Le elaborazioni idrauliche	38
7.2.4 – La manutenzione	39
7.2.5 – Indirizzi amministrativi e normative	39
7.2.5.1 – Normative di settore	39
7.2.5.2 – Bozza di Normativa idraulica comunale	40

1 - INTRODUZIONE

Il presente Piano Comunale delle Acque (PCA) illustra il sistema delle vie d'acqua di pioggia in Piazzola Sul Brenta, evidenzia le problematiche di pericolosità idraulica e definisce, con dettaglio da progetto preliminare, le opere necessarie a mettere in sicurezza idraulica il territorio comunale.

Il PCA costituisce strumento di organizzazione con riferimento alla gestione delle vie di acqua di pioggia e costituisce strumento programmatico di esecuzione e manutenzione di opere pubbliche destinate a permettere il rientro dalle criticità idrauliche in essere nel territorio comunale. La pericolosità idraulica presa in considerazione dal presente PCA è quella correlata a vie d'acqua di secondaria importanza o urbane e comunque aventi caratteristiche idrauliche non superiori alla tipologia irrigua o di bonifica.

2 – FASI DEL LAVORO

Il PCA di Piazzola Sul Brenta è stato predisposto attraverso una fase conoscitiva, una fase propositiva ed una fase progettuale.

Nella fase *conoscitiva* vengono riassunte le informazioni di natura idrologica ed idrografica, relative alla rischiosità idraulica in essere. La fase *conoscitiva* organizza le informazioni acquisite e provvede alla caratterizzazione del comportamento del territorio in situazione di forte evento pluviometrico al variare del tempo di ritorno. I tempi di ritorno considerati sono:

a) 1, 20 e 50 anni per l'acquisizione del comportamento delle reti di drenaggio sia nella situazione attuale che nella situazione di progetto;

b) 100 anni per la verifica del comportamento delle reti di drenaggio, in riferimento alla situazione attuale e in riferimento alla situazione di progetto.

La fase *propositiva* opera le scelte strategiche e definisce gli indirizzi seguiti nella fase *progettuale*.

La fase *progettuale* programma e specifica, a livello di progetto preliminare, i lavori destinati a portare a rientro le criticità idrauliche in essere sul territorio comunale. La fase *progettuale* è stata sviluppata tenendo conto che gli interventi definiti non devono trasferire o spostare verso territori di valle le eventuali problematiche di natura idraulica risolte.

3 – SITUAZIONI IDROGRAFICHE CONSIDERATE

Nell'elaborazione del PCA si sono presentate le seguenti situazioni:

a) via d'acqua principale con bacino idrografico esterno e priva di collegamenti funzionali col territorio comunale. Nel caso di Piazzola sul Brenta il riferimento principale è il fiume Brenta, ovviamente non considerato in quanto a valenza regionale e con pericolosità idraulica e rischio idraulico già valutati dall'Autorità di Bacino. La stessa

Autorità di Bacino ha già normato e caratterizzato gli interventi possibili nei territori comunali direttamente afferenti al fiume Brenta.

b) Come il caso a) ma con derivazioni/immissioni dalla/alla via d'acqua principale. Rientrano in questa categoria la roggia Rezzonico e Contarina. In questo caso, nella fase conoscitiva, sono state determinate alcune sezioni caratteristiche in numero sufficiente a valutare le portate massime assorbibili dalle stesse rogge in tal modo stimando se eventuali nuove immissioni su dette rogge non peggiorino il corrispondente comportamento idraulico.

c) Via d'acqua che origina entro il territorio comunale e che esce dal territorio comunale senza subire rigurgiti da valle. Si tratta prevalentemente di rogge ad utilizzo misto (irrigazione e bonifica).

d) Via d'acqua che origina entro il territorio comunale e che esce dal territorio comunale subendo rigurgiti da valle.

e) Via d'acqua che origina entro il territorio comunale e che in situazione di piena trasferisce problematiche idrauliche in parte o del tutto ai territori di valle. Si tratta fondamentalmente delle rogge Poretta, Orcone, Rio e Rio Fosco. Nella fase progettuale si è posta particolare attenzione affinché, a PCA completamente attuato, la somma delle portate di punta in uscita attraverso queste rogge e attraverso le vie d'acqua del caso b), risulti minore o uguale rispetto alla situazione attuale.

f) Via d'acqua che origina entro il territorio comunale e che in situazione di piena non trasferisce problematiche idrauliche ai territori di valle in quanto nell'ambito stesso di riferimento del PCA i fenomeni alluvionali "risolvono" localmente i problemi connessi alla concentrazione dei flussi di piena. Si tratta fondamentalmente di ampie parti dei territori urbani di Piazzola sul Brenta drenati da un sistema fognario allo stato attuale relativamente sufficiente; le scelte operate nella fase progettuale riducono e, in alcuni casi, annullano la pericolosità idraulica senza "trasportare" gli eventi alluvionali verso valle in ambito extra comunale.

4 – CARATTERIZZAZIONE DEL PCA

Le "Linee Guida" predisposte dalla Provincia di Padova prevedono due tipologie di Piano Comunale delle Acque a seconda che territorio sia interessato da pericolosità idraulica di "trascurabile, basso o medio livello" ovvero il territorio sia interessato da pericolosità idraulica di "alto livello". Tenuto conto della consistenza delle aree interessate da fenomeni alluvionali significativi in rapporto all'intera superficie comunale (le aree interessabili da fenomeni alluvionali risultano inferiori al 30-40% dell'intera superficie comunale, vedi tavola **B11**) si è sviluppato un PCA di primo livello. La consistenza delle aree interessate da fenomeni alluvionali è stata definita nella fase conoscitiva.

5 – FASE CONOSCITIVA

5.1 - Analisi idrologiche

L'elaborazione dei dati pluviometrici si esegue ricercando la relazione fra altezza **h** delle precipitazioni e la loro durata **t**. Le relazioni **h=h(t)** sono generalmente nella forma a due parametri (tipo **h=atⁿ**) o a 3 parametri (tipo **h=at(b+t)^c**); le curve che si ottengono sono dette *Curve Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica* (CSPP). L'analisi pluviometrica viene fatta tenendo conto del cosiddetto tempo di ritorno **T_R**, cioè di quel periodo nel quale un determinato evento pluviometrico è mediamente uguagliato o superato.

5.1.1 – Elaborazione dei dati pluviometrici

Per determinare le CSPP relative alla zona di Piazzola Sul Brenta sono stati inizialmente utilizzati i dati deducibili dalla tabella III e dalla tabella V degli Annali Idrologici, pubblicati annualmente fino al 1994 a cura del Servizio Idrografico e Mareografico della Presidenza del Consiglio dei Ministri, con riferimento alle stazioni pluviometrografiche di Padova e di Bassano del Grappa. La tabella III degli Annali riporta i valori più elevati di precipitazione registrate nell'anno per 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive; la tabella V degli Annali riporta il valore, la durata e la data delle precipitazioni di maggiore intensità e di breve durata registrate dai pluviografi. Per le stazioni di Bassano del Grappa e di Padova si è provveduto ad integrare i dati oltre il 1994, utilizzando le elaborazioni di precipitazione massima annuale per data durata ottenute attraverso l'ARPAV di Teolo. Sono state successivamente elaborate le piogge di *scroscio* ed *intense* per "blocchi" di 3 durate (0,25- 0,50-0,75 ore, 0,50-0,75-1 ore, 0,75-1-3 ore) e le piogge *orarie* sempre per "blocchi" di 3 durate (1-3-6 ore, 3-6-12 ore, 6-12-24 ore) con la distribuzioni di probabilità *generalizzata dei valori estremi* (*Generalized Extreme Value = GEV*) con adattamento secondo il metodo dei *Momenti Pesati in Probabilità* (*MPP*) e validando le elaborazioni attraverso i *test statistici* parametrici del χ^2 e di *Kolmogorov-Smirnov*. Infine sono state determinate le CSPP a 2 parametri e a 3 parametri nella forma espressa in precedenza attraverso regressioni ai minimi quadrati.

Mediando i risultati delle elaborazioni statistico probabilistiche fra le due stazioni, attraverso regressione non lineare, si è provveduto a determinare le seguenti leggi regressive che permettono di determinare i parametri **a**, **b** e **c** della Curva di Possibilità Pluviometrica a 3 parametri **h=at(b+t)^c**:

$$a=20,2+12,7\ln(T_R)-0,2438(\ln(T_R))^2 ,$$

$$b=0,0618\ln(T_R)-5,5368*10^{-3}(\ln(T_R))^2 ,$$

$$c=0,69+0,03759\ln(T_R)-3,4546*10^{-3}(\ln(T_R))^2 .$$

essendo

h = altezza di precipitazione (*mm*)

t = durata della precipitazione (*ora*)

T_R = tempo di ritorno della precipitazione (*anno*).

Le equazioni presentate “chiudono” una analisi statistico-probabilistica compiuta ed esaustiva in quanto mentre per i dati rilevati in passato si può definire la “frequenza”, intesa come numero di volte in cui un evento si è presentato in una serie di manifestazioni, per i dati futuri è obbligatorio passare attraverso il concetto di “probabilità”, ovvero di rapporto tra il numero di casi favorevoli al verificarsi di un certo evento ed il numero dei casi ugualmente possibili.

Per ragioni di opportunità procedurale nelle elaborazioni le altezze di pioggia determinate volta per volta sono state “alzate” del 15% al fine di ottenere valori in linea con analisi pluviometriche regionalizzate non disponibili per l’area in oggetto.

5.1.2 – Caratterizzazione climatica

La caratterizzazione climatica del territorio di Piazzola Sul Brenta è stata predisposta con l’obiettivo di fornire un supporto decisionale oggettivo nella scelta del modello idraulico di calcolo e definire i corrispondenti limiti di applicazione.

Il clima di Piazzola Sul Brenta rientra nella tipologia mediterranea pur presentando alcune caratteristiche tipicamente continentali legate alla posizione climatologica di transizione; in particolare inverni rigidi ed estati calde e umide.

5.1.2.1 – Precipitazione

I dati seguenti sono stati ricavati dall’ARPAV di Teolo. La tabella seguente riguarda la stazione della vicina Cittadella e presenta le precipitazioni mensili fra il 1996 e il 2005.

Precipitazione (mm) somma

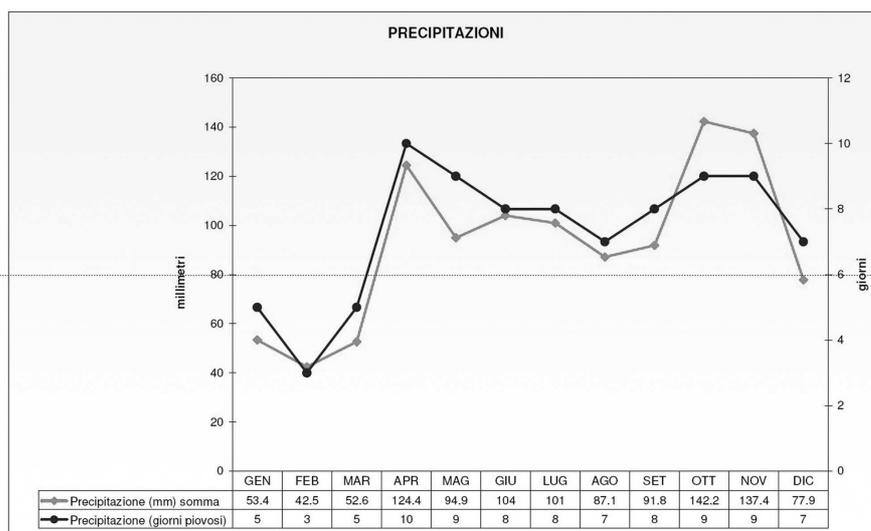
Anno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1996	96.8	40.4	13.6	107.6	131	68.6	67.6	165.8	54.6	159.6	135.4	87.4
1997	88	1.6	5.6	52.6	64.2	75.4	97.4	50.8	16.8	17	131	183.8
1998	35.2	28.6	4.4	161.2	39.8	176.6	26.6	8.4	131	254.6	17.6	13
1999	46.2	9.6	78	128.6	124	107.4	111	102.2	91	145.4	132.6	56.2
2000	1.8	4.4	94.6	67.8	85.2	78.2	61.2	78	138.6	211.4	287.4	70.2
2001	116.8	13.2	197.6	93.2	44	24.4	200.8	60.2	91.4	60.6	53.4	1
2002	38.2	108.8	18	227.8	202.4	183.4	157.2	168.4	111.8	111	143.4	78.8
2003	71.2	6.6	1.6	121.4	37	126.4	43.4	19.2	29.2	92	177.2	135.8
2004	37	210.6	87.6	94	142.2	110.8	82	69.8	123.6	163.8	113	109.2
2005	2.8	0.8	25.2	190.2	79	89.2	162.6	147.8	129.6	207	183.2	63.2
Medio mensile	53.4	42.5	52.6	124.4	94.9	104	101	87.1	91.8	142.2	137.4	77.9

Il valore mensile è la somma valori giornalieri.

Il valore somma annuale è la somma dei valori mensili.

Il valore medio mensile è il valore medio dei valori mensili degli anni.

La piovosità media annua è di circa 1.100 mm; il mese più piovoso è normalmente ottobre, quello meno piovoso febbraio. Dal punto di vista stagionale le piogge maggiori si verificano in autunno e in misura minore in primavera; l’inverno è la stagione con meno precipitazioni.

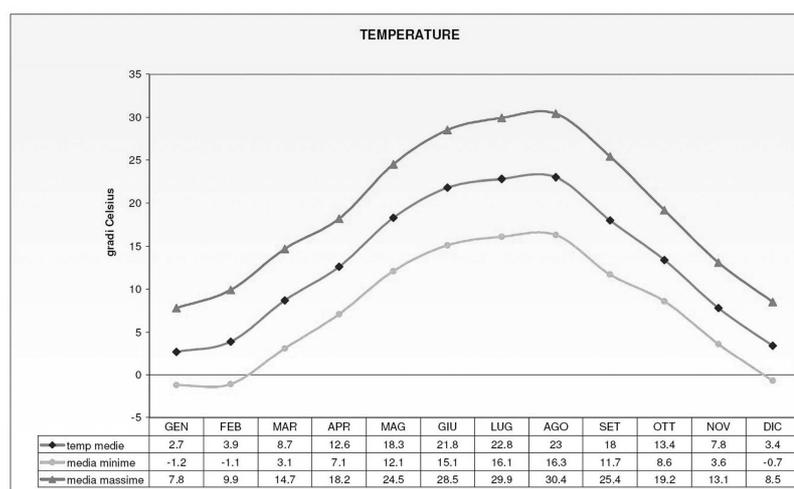


Fonte dati: ArpaV

L'andamento della precipitazione nell'anno medio indica un "tipo" pluviometrico intermedio fra il sublitoraneo alpino e il sublitoraneo appenninico con prevalenza del sublitoraneo appenninico (due massimi ricadenti in primavera inoltrata e in autunno con un minimo secondario invernale).

5.1.2.2 – Temperatura

Piazzola Sul Brenta presenta una temperatura media annua di 13°C. I dati seguenti sono stati ricavati dall'ARPAV di Teolo; la tabella riguarda la vicina stazione di Cittadella e presenta le medie mensili di temperatura fra il 1996 e il 2005.



Fonte dati: ArpaV

La differenza tra la temperatura media del mese più caldo e quella del mese più freddo è di poco più di 20 °C da cui il clima di Piazzola Sul Brenta risulta classificabile come "continentale". L'andamento delle medie e degli estremi stagionali ed assoluti in un intervallo temporale maggiore (dal 1955 al 2005) è inquadrabile come da tabella seguente (dati relativi alla stazione di Vicenza):

	T normale (°C)	T medio (°C)	T mass. (°C)	T min. (°C)
Inverno	5,0	5,8	18,2	-2,6
Primavera	17,1	16,7	26,3	7,7
Estate	21,9	21,6	29,6	12,8
Autunno	8,6	7,7	18,5	-0,5

La temperatura massima assoluta misurata è di +39 °C mentre la minima assoluta misurata è di -20 °C.

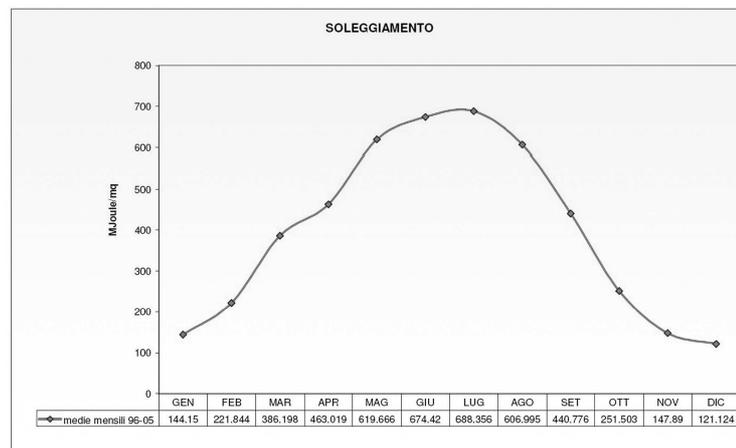
5.1.2.3 – Evaporimetria

L'evapotraspirazione è l'effetto concomitante dell'evaporazione e della traspirazione delle piante. La stessa è distinguibile fra evapotraspirazione "reale" ed evapotraspirazione "potenziale" essendo la seconda riconducibile ad una copertura vegetale fornita di una "ottimale" quantità d'acqua che massimizza la crescita mentre la prima è quella tipica di una fornitura d'acqua in condizioni normali.

L'evapotraspirazione reale in Piazzola Sul Brenta, espressa in valori assoluti ovvero in *mm* di acqua varia annualmente fra i 600 e i 700 *mm*.

5.1.2.4 – Soleggiamento

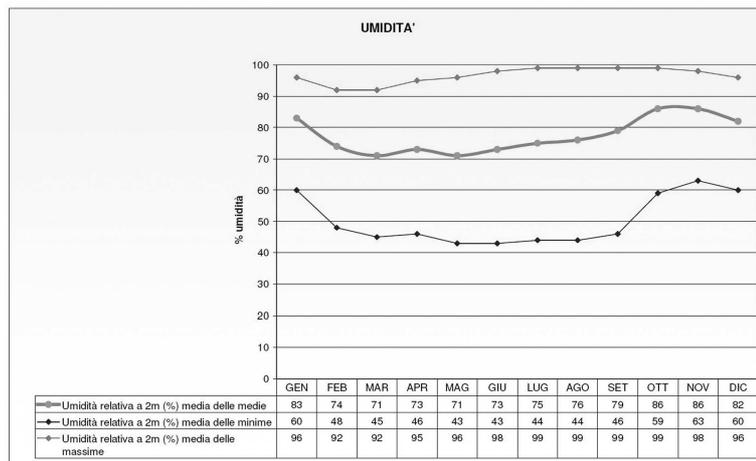
I dati seguenti sono stati ricavati dall'ARPAV di Teolo. La tabella seguente riguarda la stazione della vicina Cittadella.



Il mese più soleggiato risulta normalmente Luglio mentre quello meno soleggiato è Dicembre.

5.1.2.5 – Umidità

I dati seguenti sono stati ricavati dall'ARPAV di Teolo. La tabella seguente riguarda la stazione della vicina Cittadella.



Il mese più umido è normalmente ottobre mentre quello meno umido è normalmente marzo.

5.1.2.6 – Pressione atmosferica

Si illustrano i dati medi relativi a Venezia nel periodo compreso fra il 1960 e il 2005.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Valore normale (mmHG)	763,4	762,3	761,7	760,3	761	761,7	761,9	761,7	763,4	763,9	763,2	763,1	762,3
Escursione media mensile (mmHG)	26,4	27,6	23,9	20,3	15,2	13,4	13,0	13,8	15,9	20,9	25,1	27,6	20,6

5.1.3 – Altre caratterizzazioni e attività conoscitiva

5.1.3.1 – Caratterizzazione geografica

Piazzola Sul Brenta è situato in provincia di Padova, in destra Brenta. Confina con Camisano Vicentino (VI), Campo San Martino (PD), Campodoro (PD), Curtarolo (PD), Gazzo Padovano (PD), Grantorto (PD), Limena (PD), San Giorgio in Bosco (PD), Villafranca Padovana (PD). L'estensione territoriale è di circa 4078 *ha*. Il Comune si allunga nella direzione NE-SO circa 13,2 *km*, nella direzione SO-NE per circa 4,4 *km*.

Il Comune presenta un nucleo abitato centrale (con la sede municipale) e centri minori periferici (Isola Mantegna, Carturo, Presina, Tremignon, Vaccarino). In ambito agricolo esistono moltissime abitazioni e volumi edilizi rustici sparsi.

Lo sviluppo antropico è condizionato dalla struttura viaria e dalla idrografia principale. Le direzioni di sviluppo antropico sono inoltre condizionate ad est dalla presenza degli argini del Brenta.

5.1.3.2 – Caratterizzazione pedologica

Piazzola Sul Brenta (vedi tavola **B6**) appartiene all'unità geologica della medio-bassa Pianura Veneta. Ne deriva una struttura litostratigrafica che presenta i caratteri dell'una o dell'altra a seconda delle diverse aree. Il territorio comunale viene identificato, a scala geologica regionale, come appartenente alla zona dei "depositi alluvionali e fluvioglaciali distinti sino a 30 metri di profondità con alternanze di ghiaie e sabbie con limi e argille" nella fascia centro settentrionale, mentre il territorio centro-meridionale appartiene alla zona dei "depositi alluvionali e fluvioglaciali distinti sino a 30 metri di profondità con limi e argille prevalenti". Tale situazione geologica condiziona evidentemente la geologia locale già a partire dal livello superficiale del deposito alluvionale (suolo). Tutti i suoli presenti nel territorio di Piazzola sul Brenta appartengono comunque al sistema deposizionale della pianura alluvionale del Brenta. In particolare la "Carta dei suoli della Regione Veneto" identifica i suoli comunali come appartenenti ai "Suoli della bassa pianura antica, calcarea, a valle della linea delle risorgive, con modello deposizionale a dossi sabbiosi e piane e depressioni a depositi fini" di età Pleistocenica ed Olocenica. Si tratta in generale di suoli costituiti da superfici pleistoceniche di origine fluvioglaciale formate in zona dalle alluvioni del Brenta, con diverse morfologie, di suoli della pianura indifferenziata di origine fluvioglaciale formati da limi fortemente calcarei e infine di suoli formati da limi da molto ad estremamente calcarei.

Il territorio comunale è interessato nell'estremo settore nord-orientale, a ridosso dell'alveo del Brenta, dalla presenza nel sottosuolo di una fascia di sedimenti a granulometria grossolana (ghiaie e sabbie). La restante gran parte del territorio comunale risulta suddivisa in due aree interessate rispettivamente da depositi di sedimenti a granulometria medio-fine (sabbie e sabbie limose), corrispondenti in gran parte alle aree di paleo alveo, e aree a granulometria fine (argille e limi) nelle restanti zone.

Lo spessore del terreno agrario varia da 70-75 *cm* ai 100-110 *cm*; in casi limitati è segnalata la presenza di spessori variabili fra gli 80 e i 130 *cm*. Il fabbisogno irriguo varia nell'anno fra periodi di eccedenza idrica (normalmente gennaio, febbraio, marzo, novembre e dicembre) a periodi in cui viene restituita la "riserva" (normalmente da marzo a giugno), a periodi in cui deve essere ricostituita la "riserva" (settembre e ottobre) infine a periodo in cui permane il deficit idrico (normalmente da aprile ai primi di settembre). I fabbisogni idrici sono attualmente garantiti all'agricoltura da una fitta rete di rogge, da canalette/rogge adduttrici e distributrici, che traggono gli apporti da derivazioni dalle rogge Contarina e Rezzonico, da risorgive, ma anche da sollevamenti dalla prima falda.

5.1.3.3 – Caratterizzazione idrogeologica

La situazione litostratigrafia condiziona l'assetto idrogeologico del territorio. Nelle zone di Media e soprattutto Bassa pianura risulta presente una falda acquifera superficiale costituita da diverse falde acquifere locali ospitate in livelli a permeabilità variabile (ma comunque generalmente piuttosto bassa) variamente interconnesse tra loro e spesso in rapporto idraulico con i corpi idrici superficiali. Tale rapporto di connessione con gli alvei di fiumi e canali condiziona fortemente le direzioni di deflusso, le profondità di livello ed i gradienti del sistema della falda acquifera superficiale. Il territorio comunale appartiene al settore idrogeologico di transizione tra Bassa e Media Pianura, anche se in buona parte appartenente a pieno titolo a quello della Bassa Pianura. Particolare rilievo deriva dalla

presenza del fiume Brenta per il diretto rapporto di interconnessione tra acqua in alveo e falda.

Per quanto riguarda la permeabilità dei terreni normalmente si fa riferimento a tre classi correlate a differenti intervalli di permeabilità: 1) terreni molto permeabili ($k > 10^{-5}$ m/s); 2) terreni di media permeabilità ($k = 10^{-8} - 10^{-5}$ m/s) e 3) terreni poco permeabili ($k < 10^{-8}$ m/s). In Piazzola è presente prevalentemente un terreno a permeabilità medio-bassa in quanto è presente nel sottosuolo sia sabbia che l'alternanza di limo e argilla talvolta sabbiosa; la parte nord presenta permeabilità più elevata a causa della presenza di sedimenti più grossolani.

Nella tavola **B7** sono indicati gli elementi idrogeologici di maggior rilevanza. Con riferimento al tematismo "acque sotterranee" il territorio comunale si pone principalmente in zona di Bassa pianura al di sotto del limite inferiore della linea delle risorgive (con l'eccezione data dalla zona di Carturo lambita dalla fascia delle risorgive). La direzione del deflusso sotterraneo segue grossomodo una direzione da NNO verso SSE e quindi in linea con la direzione generale del deflusso a scala regionale. Essa devia in prossimità dell'alveo del Brenta a causa dell'azione di richiamo della falda verso il fiume stesso. Si rilevabili fasce di territorio caratterizzate da una diversa profondità di livello di falda (lo stesso mostra una diminuzione da est verso ovest, passando da più di 3 m rispetto il piano campagna verso l'alveo del fiume Brenta a profondità che oscillano tra 1 e 2 m presso la fascia più occidentale del Comune).

5.1.3.3.1 – Idrogeologia e vulnerabilità all'inquinamento

La caratterizzazione idrogeologica del sottosuolo di Piazzola Sul Brenta evidenzia una elevata vulnerabilità degli acquiferi ai fenomeni di inquinamento (particolarmente ai carichi inquinanti immessi nel terreno); il fenomeno è potenzialmente tanto più rilevante quanto più la falda è elevata e quanto più i terreni sono assimilabili a sabbie-limose e limi-sabbiosi. In Piazzola Sul Brenta è quindi rilevante il "controllo" degli scarichi civili ed industriali, il "controllo" degli impianti di depurazione e degli impianti di scarico delle aziende agro-industriali, il "controllo" dei nitrati utilizzati in agricoltura.

5.1.3.4 – Caratterizzazione morfologica

Il territorio comunale è ascrivibile ad unità geomorfologiche derivanti dai diversi rapporti con il fiume Brenta. L'importante azione modellatrice operata dal Brenta ha portato alla formazione di una fascia di territorio a diretta pertinenza dell'alveo attuale; in tale zona si è verificato un recente approfondimento causato dalla estrazione in alveo di inerti e dal minor contributo di deposito ad opera del fiume. In subordine, rispetto all'azione morfogenetica del Brenta, risulta evidente la modificazione del territorio indotta da forme antropiche in parte collegate alla presenza dello stesso fiume (arginature fluviali, rete di rogge e canali), in parte connesse con il sistema dei trasporti ferroviari e stradali (rilevati) ed in parte correlate a presenza di cave.

Gli elementi geomorfologici naturali predominanti sono costituiti dalle scarpate di erosione fluviale che determinano rilievi morfologici di quota talora piuttosto rilevanti (con

differenze di quota anche superiori a 3-4 metri). Ad essi si associa la presenza di diversi paleoalvei talora assi ben riconoscibili. Tali forme si localizzano principalmente nella parte orientale del territorio; alcuni paleoalvei sono comunque riconoscibili anche nella zona occidentale. Il principale aspetto geomorfologico di Piazzola Sul Brenta è costituito dunque dalla presenza dei terrazzi fluviali (scarpate di erosione fluviale) presenti lungo il fiume Brenta. Oltre al terrazzamento principale, riconosciuto a scala regionale, sono presenti tratti di terrazzamenti più antichi posti ad ovest del territorio comunale ed altri recenti derivanti dall'approfondimento dell'alveo. In alcuni casi le scarpate di erosione si chiudono a creare una sorta di "promontori" o "isole", come ad est di via Pastorizia o in zona Carturo (geosito a sud-est del locale cimitero).

Forme artificiali degne di rilievo sono quelle costituite dagli argini principali del Brenta, dai bacini derivanti da attività estrattiva di cava e quelli derivanti dalle cave ripristinate ad uso agricolo. Altre forme antropiche interessanti sono costituite da rilevati connessi alle vie di comunicazione: in particolare il rilevato stradale presente nelle strade provinciali e regionali. Va ricordata la presenza del vecchio rilevato ferroviario della dismessa ferrovia "Ostiglia".

Una parte non trascurabile del territorio di Piazzola Sul Brenta è compresa entro gli argini del Brenta. La porzione di territorio posizionata entro gli argini del Brenta si presenta localmente dissestata in conseguenza dell'intensa attività estrattiva. Esistono limitate zone pianeggianti su cui insistono alcune aziende agricole sparse.

5.1.3.4.1 – Morfologia urbana

In Piazzola Sul Brenta il territorio è suddivisibile fra una parte appartenente al sistema ambientale e agricolo (urbanizzata localmente, e in modo discontinuo) ed una parte urbanizzata in modo continuo, cioè occupata da aree edificate e relative attrezzature e infrastrutture. Altre zone, pur non essendo urbanizzate, non possono neppure considerarsi appartenenti al sistema ambientale e agricolo (ambiente peri-urbano).

Fino a qualche lustro fa Piazzola Sul Brenta era sviluppata soprattutto nella frazione capoluogo. La morfologia urbana nelle aree urbanizzate di Piazzola Sul Brenta è rappresentata dalle seguenti tipologie:

a) case isolate o piccoli condomini con viabilità a doppia carreggiata nelle aree di espansione costruite negli ultimi anni; la rete di drenaggio della fognatura bianca risulta relativamente ben sviluppata e collocata su suolo pubblico o ad uso pubblico;

b) case singole o piccoli condomini con viabilità costituita da carreggiata relativamente stretta e assenza di marciapiedi; soprattutto nelle zone interessate dagli edifici "Contarini"; la rete di drenaggio della fognatura bianca, in origine di tipo misto, è relativamente poco sviluppata ma comunque collocata su suolo pubblico o ad uso pubblico;

c) case singole sviluppate lungo una viabilità principale con carreggiata a doppio senso di circolazione e presenza sporadica o nulla di marciapiedi; a volte con rete di drenaggio della fognatura bianca quasi "assente" con drenaggio, in situazione di forte

precipitazione, gestito soprattutto attraverso “deflusso superficiale” con scarico diretto a piccole scoline o aree verdi permeabili collocate a lato della viabilità;

d) aree industriali sviluppate con propria viabilità, ampie carreggiate e zone a servizi (parcheggio, spazi sosta e marciapiedi); rete di drenaggio sviluppata e in genere con scarico diretto agli scoli consortili locali.

5.1.3.5 – Caratterizzazione geologica

La litologia dei terreni è riconducibile a tre raggruppamenti litologici distinti:

- sabbie ghiaiose, sabbie e sabbie limose;
- limi sabbiosi e limi;
- limi argillosi, argille limose e argille.

Nel territorio comunale la maggior parte del terreno presente nello strato più superficiale è costituito da limi e limi debolmente sabbiosi, in genere di colore nocciola o marrone. Il terreno a granulometria medio-fine appartiene alla porzione di pianura posta al di sopra delle scarpate morfologiche. Le aree poste al di sotto della scarpata morfologica verso il fiume Brenta si distinguono per la presenza di terreni a granulometria diversa; in genere nella parte orientale sono presenti terreni a granulometria più grossolana (sabbie limose, sabbie con ghiaino) riconducibili alle azioni di piena del Brenta, mentre nella parte occidentale sono maggiormente presenti terreni a granulometria più fine (argille e limi argillosi). Anche ad ovest dell’abitato di Piazzola e nel territorio compreso fra Tremignon e Vaccarino predominano terreni a granulometria più fine.

Oltre la coltre vegetale superficiale (fino a 1,2-1,5 m di profondità) la natura litologica del terreno rispecchia grossomodo la delimitazione geometrica descritta per il primo suolo; alcune differenze si osservano a sud-ovest dove il terreno limoso e limoso-sabbioso è costituito da granulometrie più grossolane (in genere sabbie debolmente limose di colore grigio o nocciola).

5.1.3.6 – Idrografia

5.1.3.6.1 – Generalità

L’elemento idrografico principale di Piazzola Sul Brenta è il fiume Brenta (vedi tavola **B2**). Dal fiume Brenta, prevalentemente in Comuni collocati a monte, nascono complesse reti irrigue destinate a garantire l’apporto idrico di emergenza alle attività agricole. Il fiume Brenta costituisce, in parte con l’attuale tracciato ed in part con il percorso delle antiche divagazioni, il confine naturale del settore orientale del Comune; il tracciato risulta rettilineo nel settore nord del territorio, per diventare via via più sinuoso verso sud con il diminuire della pendenza della linea di talweg. Il Brenta entra a Piazzola sul Brenta all’altezza della frazione di Carturo; qui il tratto di fiume è sostenuto da una traversa stabilizzatrice del fondo. Poco a valle della traversa di Carturo le arginature in destra idrografica si interrompono per riprendere più a valle all’altezza di Tremignon. Il fiume si presenta incassato rispetto al territorio circostante ed il suo livello idrometrico in

condizioni normali è posizionato a quote medie comprese fra circa 10 m (a nord) e 14 m (a sud); rispetto ai terreni immediatamente circostanti la differenza di quota può raggiungere gli 8-12 m. Il fiume quindi scorre in un alveo relativamente ristretto, profondamente inciso nel piano di divagazione. In taluni posti l'approfondimento e l'incisione dell'alveo determina forme di instabilità nei fianchi, con fenomeni di crollo e arretramento delle sponde.

5.1.3.6.2 – Elementi idrografici

5.1.3.6.2.1 – Elementi idrografici pubblici principali e secondari

I corsi d'acqua minori confluiscono in genere nel fiume Brenta ovvero più a valle nel fiume Bacchiglione attraverso il Canale Brentella o la fossa Liminella (vedi tavola **B1**). L'allegato **B2** (rete idrografica principale) riporta i corsi d'acqua di tipo pubblico, riassunti nella tabella seguente:

Denominazione	Competenza	Categoria
Fiume Brenta	Autorità di Bacino	Classificato. Seconda specie.
Rio Ceresone	Regione	3° Categoria
R. Fiumicello o Acqua Vecchia	C.B. Brenta	Non classificato (tipo secondario, funzione mista)
R. Contarina	C.B. Brenta	Non classificato (tipo primario, funzione mista)
R. Giustiniana	C.B. Brenta	Non classificato (tipo secondario, funzione mista)
R. Liminella Padovana	C.B. Brenta	Non classificato (tipo secondario, funzione mista)
R. Liminella di Mezzo	C.B. Brenta	Non classificato (tipo secondario, funzione mista)
R. Canale di Raccordo	C.B. Brenta	Non classificato (tipo secondario, funzione mista)
R. Rio Fosco	C.B. Brenta	Non classificato (tipo principale, funzione mista)
R. Rio	C.B. Brenta	Non classificato (tipo principale, funzione mista)
R. Piazzola	C.B. Brenta	Non classificato (tipo secondario, funzione mista)
R. Tremignon	C.B. Brenta	Non classificato (tipo principale, funzione mista)
R. Marina	C.B. Brenta	Non classificato (tipo secondario, funzione mista)
R. Pozzon	C.B. Brenta	Non classificato (tipo secondario, funzione mista)
R. Tolleo	C.B. Brenta	Non classificato (tipo secondario, funzione mista)
R. Poretta	C.B. Brenta	Non classificato (tipo principale, funzione mista)
R. Canale Trieste	C.B. Brenta	Non classificato (tipo secondario, funzione mista)
R. Barcarolo	C.B. Brenta	Non classificato (tipo secondario, funzione mista)
R. Tromba	C.B. Brenta	Non classificato (tipo secondario, funzione mista)
R. Colomba	C.B. Brenta	Non classificato (tipo secondario, funzione mista)
R. Castagnara	C.B. Brenta	Non classificato (tipo principale, funzione mista)
R. Carturo	C.B. Brenta	Non classificato (tipo secondario, funzione mista)
R. Canolo	C.B. Brenta	Non classificato (tipo secondario, funzione mista)
R. Rezzonico	C.B. Brenta	Non classificato (tipo principale, funzione mista)
R. Orcone	C.B. Brenta	Non classificato (tipo principale, funzione mista)
R. Fosso del Palu	C.B. Brenta	Non classificato (tipo secondario, funzione mista)
R. Isola	C.B. Brenta	Non classificato (tipo secondario, funzione mista)
R. Fosso del Diavolo	C.B. Brenta	Non classificato (tipo secondario, funzione mista)
R. Camerini	C.B. Brenta	Non classificato (tipo secondario, funzione mista)
R. Tavello	C.B. Brenta	Non classificato (tipo secondario, funzione mista)

I risultati "generali" della ricognizione sono riassunti nella tabella seguente:

TIPO	LUNGHEZZA	DENSITA TERRITORIALE
Consortile principale intubato	1.609 m	0,039 km/km ²
Consortile principale pelo libero	28.677 m	0,699 km/km ²
Consortile secondario intubato	4.486 m	0,109 km/km ²
Consortile secondario pelo libero	55.802 m	1,361 km/km ²
Complessivamente	90.574 m	2,209 km/km ²

Per la gestione "amministrativa" del Brenta vale il testo unico sulle opere idrauliche approvato con R.D. 25/07/1904 n°523; per le altre vie d'acqua consorziali (non classificate) vale il R.D. testo unico R.D. 368/1904.

Il sedime delle rogge principali e secondarie è in genere di proprietà pubblica; si tratta prevalentemente di canali scavati in terra ovvero tratti tombinati, relativamente brevi, di norma a sezione rettangolare (scatolari). L'utilizzo delle rogge è prevalentemente irriguo mentre le rogge principali e secondarie che ricevono immissioni da fognatura bianca assumo valenza promiscua (irrigua+bonifica).

Le rogge rilevate sono interessate da un numero elevatissimo di opere idrauliche (sostegni, paratoie, sfioratori, troppo pieni, ecc...), praticamente tutte destinate alla gestione dell'acqua di irrigazione (turnazioni irrigue) e alla rimozione del materiale trasportato in sospensione (griglie e sfioratori).

5.1.3.6.2.2 – Elementi idrografici terziari a valenza pubblica

A completare la rete consorziale va segnalata una limitata rete di adduttrici e distributrici alimentate dalle rogge indicate al paragrafo precedente e da vari impianti di sollevamento dell'acqua di irrigazione (vedi tavole allegato **B3**). Costituiscono la rete dei cosiddetti "canali terziari" vie d'acqua come la bocchetta Castagnara, la bocchetta Camerini, ecc...

Il sedime delle rogge terziarie è in genere di proprietà pubblica ovvero privata ma con servitù di uso pubblico; si tratta prevalentemente di canali scavati in terra ovvero tratti tombinati, relativamente brevi, di norma a sezione circolare. L'utilizzo delle rogge è prevalentemente irriguo. Le rogge rilevate sono interessate da un numero elevato di opere idrauliche (sostegni, paratoie, sfioratori, troppo pieni, ecc...), praticamente tutte destinate alla gestione dell'acqua di irrigazione (turnazioni irrigue).

5.1.3.6.2.3 – La rete di fognatura bianca

A completare la rete di drenaggio è presente una rete di fognatura bianca in genere con scarico in rogge consortili a funzione "mista" (irrigua e di deflusso dell'acqua di pioggia). Si rimanda alle tavole di cui all'allegato **B3** per la restituzione grafica, all'allegato **A8** per la descrizione delle sezioni rilevate, all'allegato **A4** per la documentazione fotografica e all'allegato **A5** per la distinta dei principali manufatti idraulici.

L'allegato **B3** fornisce le seguenti informazioni (su tavolette in scala 1:2.000):

- canali a pelo libero suddivisi fra primari, secondari, terziari;
- canali intubati suddivisi fra primari, secondari e terziari;
- linee irrigue intubate o a pelo libero in gestione a privati;
- linee a drenaggio intubato (fognatura bianca);
- linee a drenaggio a pelo libero (fognatura bianca, scoline stradali, ecc...)
- riferimento del cono visivo per la documentazione fotografica
- punti di ingresso/uscita dell'acqua di pioggia dai confini comunali
- individuazione sezione caratteristica (sviluppata nell'allegato **A8**)
- valore della quota rilevata con tecnica GPS (sul riferimento CTR)
- direzione ordinaria del deflusso superficiale

- direzione drenaggio superficiale
- quote di imposta caratteristiche (linea di talweg) sul riferimento CTR
- caratterizzazione geometrica della condotta (diametro, larghezza, ecc...)
- indicazione presenza con caratterizzazione qualitativa di manufatto idraulico
- posizione di caditoia a nido d'ape
- posizione di caditoia a bocca di lupo
- presenza di invasi di detenzione.

Per una parte della rete di fognatura bianca non si è potuto prendere visione dei collettori fognari sia per l'assenza dei pozzetti di intersezione e manutenzione ovvero per semplice la mancanza di impossibilità di accedere agli stessi pozzetti in conseguenza di "ricoperture" dei sigilli dei chiusini con asfalto (in strada) o cemento (sotto i marciapiedi). Per i tratti non rilevati, ma di cui presuntivamente è nota l'esistenza, si è utilizzata una apposita simbologia grafica. Le planimetria in allegato **B3** visualizzano inoltre i coni fotografici (vedi allegato **A4**), le sezioni rilevate (allegati **A4** e **A8**) e il diametro caratteristico ovvero in generale i parametri geometrici caratteristici delle sezioni liquide.

Sull'intero territorio comunale sono stati individuati alcuni pozzi perdenti realizzati con la tecnica dell'anello di dispersione; sono stati rilevati inoltre vari chiusini dei pozzetti di intersezione e 4065 caditoie (prevalentemente del tipo a nido d'ape in numero 3.846, mentre 219 risultano a bocca di lupo). Le caditoie sono suddivise per via, o per area omogenea, nell'allegato **A6** "Procedure per la manutenzione".

5.2 – Aree soggette ad alluvionamenti

L'area soggetta "normalmente" ad alluvionamento, in Piazzola Sul Brenta, coincide ovviamente con le zone ricomprese all'interno degli argini del Brenta. Qui i fenomeni investono particolarmente i terreni più bassi ovvero quelli sottoposti ad escavazione di ghiaia, ma anche le zone golenali pianeggianti in cui esistono alcune aziende agricole sparse. I dati storici consegnano dati poco rassicuranti: nel 1882 e nel 1966 le alluvioni hanno interessato praticamente tutte aree golenali; nel 1966 sono stati segnalati anche fenomeni di erosione in sponda destra del Brenta.

La tavola **B11** riassume i fenomeni alluvionali riscontrati o "potenzialmente possibili", e quindi le condizioni di pericolosità idraulica, interessanti il territorio di Piazzola Sul Brenta, secondo le seguenti fonti:

1 – allagamenti secondo informazioni acquisite durante la fase di ricognizione e di predisposizione del Piano Comunale delle Acque;

2 – allagamenti secondo informazioni acquisite dalla bozza del quadro conoscitivo del Piano di Assetto del Territorio Comunale.

Con il termine rischio, in riferimento a fenomeni di carattere naturale, si intende il prodotto di tre fattori:

a) la pericolosità o probabilità di accadimento dell'evento calamitoso (**P**). La pericolosità dell'evento va riferita al tempo di ritorno **Tr** che rappresenta l'intervallo di

tempo nel quale l'intensità dell'evento viene uguagliata e superata mediamente una sola volta;

b) il valore degli elementi a rischio, intesi come persone, beni localizzati, patrimonio ambientale (**E**);

c) la vulnerabilità degli elementi a rischio (**V**), cioè l'attitudine a subire danni per effetto dell'evento calamitoso.

Generalmente il rischio può esprimersi mediante un coefficiente compreso tra **0** (assenza di danno o di pericolo) e **1** (massimo pericolo e massima perdita).

Si definisce il danno **D** come prodotto del valore del bene per la sua vulnerabilità: $D = E \times V$. Il rischio, può essere determinato a livello teorico, mediante una formulazione di questo tipo: $R = P \times E \times V = P \times D$. Le diverse situazioni sono aggregate, in genere, in quattro "classi" di rischio a gravosità crescente:

→ **R1 Moderato**: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono "marginali";

→ **R2 Medio**: per il quale sono possibili danni "minori" agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, comunque danni che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;

→ **R3 Elevato**: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;

→ **R4 Molto elevato**: per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.

Dal punto di vista pratico il rischio "idraulico" è quindi definibile come probabilità che un determinato evento alluvionale si verifichi, incidendo sull'ambiente fisico in modo tale da recare danno all'uomo, alle sue attività e ai beni culturali, ambientali, naturalistici e paesaggistici.

La "pericolosità idraulica" si traduce in rischio non appena gli effetti dei fenomeni naturali implicano un costo socio-economico concreto da valutarsi in relazione alla vulnerabilità ed all'indice di valore attribuibile a ciascun elemento coinvolto.

La classificazione ricorrente della pericolosità idraulica riconduce alle tipologie seguenti: pericolosità "bassa" (**P0**), pericolosità "moderata" (**P1**), pericolosità "media" (**P2**), pericolosità "alta" (**P3**) e pericolosità "altissima" (**P4**).

Le aree indicate nell'allegato **B11** sono interessate generalmente da pericolosità idraulica di tipo **P0** e/o **P1**; in genere, tenuto conto delle destinazioni d'uso dei territori interessati dai fenomeni alluvionali, possiamo parlare allo stesso modo di rischio idraulico variabile fra **R1** e **R2** ovvero fra "danni marginali" e "danni minori" che in genere non

pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.

5.3 – Opere di mitigazione idraulica

Durante la fase di ricognizione del sistema di drenaggio in Piazzola Sul Brenta si è preso atto dell'esistenza di opere di mitigazione idraulica costruite dopo l'entrata in vigore della D.G.R. del Veneto 3637/2002 (vedi planimetrie allegato **B3**).

L'esecuzione di opere di mitigazione idraulica permette di modificare dal punto di vista edilizio ed urbanistico il territorio nel rispetto dell'invarianza dei parametri idrologici (portata massima e tempo di corrivazione).

6 – FASE PROPOSITIVA

6.1 – Indirizzi generali

L'estendersi dell'urbanizzazione e l'uso intensivo e non mitigato del territorio provocano una diffusa insufficienza delle reti idrauliche di bonifica e delle reti idrauliche minori. Nel caso di Piazzola Sul Brenta, persistendo una sorta di convivenza fra drenaggio con finalità "irrigue" e drenaggio con finalità di "bonifica", vi è una particolare sensibilità nel territorio a subire sollecitazioni nelle reti idrauliche a causa dell'estendersi delle fognature bianche a servizio delle espansioni urbane, con immissioni di portate concentrate rilevanti e spesso di molto superiori alla capacità di convogliamento del corso d'acqua ricevente. Ne consegue il rischio di compromissione della sicurezza idraulica dello stesso sistema di drenaggio (in "primis" i collettori consorziali principali e secondari).

Il riassetto delle reti idrauliche locali, finalizzato all'adeguamento ad esigenze minimali di sicurezza idraulica, richiede in genere un "ampliamento" delle sezioni dei collettori (ricalibratura), un "potenziamento" degli eventuali impianti di sollevamento e la costruzione di nuovi manufatti di regolazione. Un tale modo di procedere se da un lato consente di limitare i pericoli di allagamento nelle zone maggiormente a rischio, non può tuttavia condurre al raggiungimento di un adeguato assetto del territorio sotto il profilo della difesa idraulica, se non è accompagnato da indirizzi di carattere strutturale idonei ad introdurre, accanto ai provvedimenti tradizionali di difesa, nuove strategie di interventi miranti a perseguire, oltre alla difesa idraulica, anche la "valorizzazione" idraulica del territorio.

Per la moderazione delle piene risulta indispensabile predisporre provvedimenti idonei ad arrestare la progressiva riduzione degli invasi e favorire il "rallentamento" e lo "sfasamento" dei tempi di concentrazione dei deflussi. Allo stesso modo è necessario limitare gli effetti delle portate massime di piena conseguenti allo scarico delle portate concentrate delle fognature bianche nei collettori secondari e/o nelle vie d'acqua di bonifica.

Per l'uso futuro del territorio un beneficio potrebbe essere acquisito realizzando invasi equivalenti a quelli via via soppressi e, per quanto riguarda lo scarico delle reti bianche, mediante vasche di laminazione delle portate immesse in rete. I citati volumi

potrebbero altresì assicurare il raggiungimento di finalità fondamentali e parallele della bonifica idraulica quali la tutela ambientale attraverso processi di miglioramento qualitativo delle acque.

Dal quadro conoscitivo si è proceduto all'individuazione delle aree storicamente allagate (dati storici) e/o potenzialmente allagabili (dati da modello).

Le criticità idrauliche individuate in Piazzola Sul Brenta sono di tipo "puntuale" (criticità idraulica localizzata che interessa o che può interessare una area convenzionalmente inferiore ad un ettaro) e di tipo "areale" (ogni altro tipo di dissesto idraulico). La tavola **B11** offre una "qualificazione" visiva in termini di superficie interessata o interessabile a parità di tempo di ritorno dell'evento pluviometrico; come si è visto in precedenza le criticità idrauliche sono state infine correlate a una stima indicativa dei fattori di rischio (pericolosità per magnitudo del danno).

6.2 – Analisi idraulica

L'analisi idraulica è stata eseguita da un parte tenendo conto della conoscenza diretta dei fenomeni idraulici che causano le criticità e con calcoli di massima per la verifica dei parametri idraulici, dall'altra parte sviluppando lo studio con un modello numerico "evoluto" limitatamente alla "zona centrale" di Piazzola Sul Brenta (bacino drenante allo scolo Piazzola).

Ciò si è reso necessario vista la complessità del sistema di drenaggio e la "promiscuità" in essere fra irrigazione e bonifica; si è reso necessario l'utilizzo di un modello idraulico evoluto anche per la "tipologia" di drenaggio caratterizzata da una ramificazione spesso "a rovescio" conseguente alla già citata promiscuità fra irrigazione e bonifica. Il modello "evoluto" è stato predisposto attraverso un "originale" utilizzo del "modello della corrivazione".

6.2.1 – Il modello della corrivazione

Il modello della corrivazione nacque in Italia, nella prima metà del 1800, a seguito di intuizioni originali del prof. Domenico Turazza, professore di matematica applicata presso la Regia Università di Padova. Nella seconda edizione del "Trattato di idrometria o di idraulica pratica" (1867) il Turazza aveva posto le basi sia del concetto di "perdita idrologica" (... *credo però in medio potersi valutare in 2/5 dell'acqua totale quella che vada così perduta...*) sia il concetto di "curva di piena" (... *sarà dunque sufficiente di ordinare le cose in modo che l'acqua che può cadere per pioggia, nelle circostanze più ordinarie, sopra il dato terreno in 24 ore, e che sopravanza a quella che vada perduta pella evaporazione e pegli infiltramenti, venga scaricata pure in 24 ore dagli scoli...*) ed infine sia il concetto di "ritardo" nella formazione della piena (... *si giudica, pare a me, assai male quando si paragonano le portate degli scoli a quelle medie delle correnti in rapporto alle piogge che cadono sopra i corrispondenti bacini, perché non credo potersi stabilire eguale accordo circa il tempo del deflusso...*)

Nei medesimi anni, "ufficialmente" nel 1851, l'irlandese Mulvaney presentò una nota che diventò la "base" del cosiddetto "metodo razionale" ovvero del "metodo della

corrivazione” nella cultura idrologica anglosassone. Per Mulvaney la portata è pari al prodotto fra un coefficiente adimensionale compreso fra 0 e 1 (coefficiente afflussi-deflussi), l'intensità di pioggia correlata al tempo di “concentrazione” e la superficie del bacino. Le ipotesi “base” del modello della corrivazione sono:

- 1) la formazione della piena è dovuta “unicamente” a un fenomeno di trasferimento della massa liquida;
- 2) ogni singola goccia si muove sulla superficie “seguendo un percorso immutabile” che dipende soltanto dalla posizione del punto in cui essa è caduta;
- 3) la velocità di ogni singola goccia “non è influenzata dalla presenza delle altre gocce”;
- 4) la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari che si presentano nello stesso istante alla sezione di chiusura del bacino.

Il ritardo con cui una goccia si presenta alla sezione di chiusura dipende in tal modo “solo” dal punto in cui essa è caduta e prende il nome di *tempo di corrivazione* del punto. Il tempo di ritardo massimo prende il nome di *tempo di corrivazione del bacino* e viene di seguito indicato con t_{CB} .

I luoghi dei punti caratterizzati da uno stesso valore del tempo di corrivazione vengono detti *linee isocorrive*; la curva che per assegnato valore del tempo di corrivazione t_c permette di determinare l'area della porzione di bacino i cui punti hanno tempi di corrivazione $t \leq t_c$ prende il nome di curva *aree-tempi* del bacino.

Supponendo di aver tracciato le linee isocorrive con passo temporale Δt all'interno del quale l'intensità di precipitazione possa considerarsi costante, linearizzata la curva *aree-tempi* in ciascun intervallo, si ha che l'idrogramma di portata $q_k(t)$ che attraversa la $k-1_{ma}$ isocorriva in seguito alla precipitazione di intensità i_j , caduta nell'intervallo $t_{j-1}=(j-1)\Delta t$ e $t_j=j\Delta t$ sulla porzione di bacino di area ΔA_k , compresa tra le isocorrive $(k-1)\Delta t$ e $k\Delta t$, è descritto dalle equazioni:

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{ se } t_{j-1} \leq t \leq t_j & \quad q_k(t) = (i_j \Delta A_k / \Delta t)(t - t_{j-1}); \\ \rightarrow \text{ se } t_j \leq t \leq t_{j+1} & \quad q_k(t) = (i_j \Delta A_k / \Delta t)(t_j - t); \\ \rightarrow \text{ infine se } t \geq t_{j+1} & \quad q_k(t) = 0. \end{aligned}$$

La forma della curva di piena è *triangolare* e $q_k(t)$ assume il valore **0** per $t=(j-1)\Delta t$, il valore $q_k(t)=i_j \Delta A_k$ per $t=j\Delta t$ e di nuovo $q_k(t)=0$ per $t=(j+1)\Delta t$; il tempo alla base dell'idrogramma di piena è pari a $2\Delta t$.

L'idrogramma di portata che attraversa la sezione di *chiusura* in seguito alla precipitazione caduta nell'intervallo $(j-1)\Delta t$ e $j\Delta t$ sull'area ΔA_k si ottiene trasladando nel tempo l'idrogramma di piena illustrato di un intervallo pari a $(K-1)\Delta t$; quindi il valore al colmo $\Delta A_k i_j$ giungerà alla sezione di chiusura al tempo $(j+K-1)\Delta t$. L'idrogramma di piena complessivo si ottiene sommando i contributi delle varie aree che giungono al medesimo istante alla sezione di chiusura.

Le ulteriori ipotesi di *linearità* e *stazionarietà* consentono di semplificare la modellazione dei fenomeni di piena:

a) un sistema si dice *stazionario* quando a due ingressi uguali sfasati nel tempo di un certo intervallo di tempo corrispondono due uscite uguali sfasate dello stesso intervallo temporale;

b) un sistema si dice *lineare* quando ad un ingresso combinazione lineare di due ingressi corrisponde un'uscita combinazione lineare secondo medesimi coefficienti moltiplicativi delle uscite relative agli stessi ingressi.

Con linearità e con stazionarietà la relazione tra ingresso $p(t)$ e uscita $q(t)$ assume la forma di un'equazione lineare differenziale a coefficienti costanti che ha come soluzione l'integrale di convoluzione

$$q(t) = \int_0^t p(\tau) h(t-\tau) d\tau$$

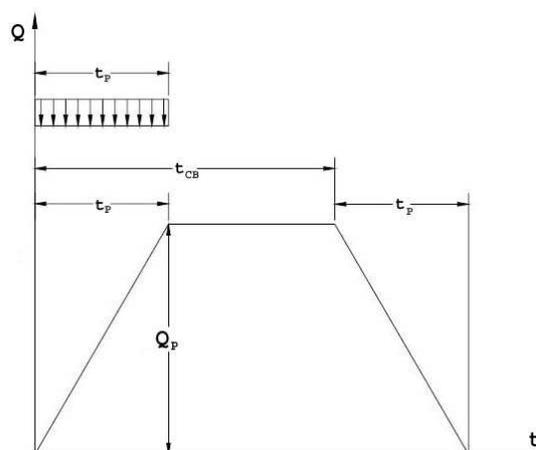
essendo $h(t)$ l'idrogramma unitario istantaneo (dove $h(t)$ "dimensionalmente" è l'inverso del tempo).

Il modello della corrivazione si configura quindi come un particolare modello *lineare* e *stazionario* schematizzabile come un insieme di infiniti canali lineari in parallelo; a ciascun elemento di area A_i del bacino si può associare un canale lineare il cui ritardo caratteristico coincide con il tempo di corrivazione t_c del punto.

Con tale modello la portata massima si verifica in corrispondenza ad una durata della precipitazione maggiore o uguale al tempo di corrivazione e viene mantenuta per un tempo $t_p - t_{CB}$ essendo t_p la durata della precipitazione.

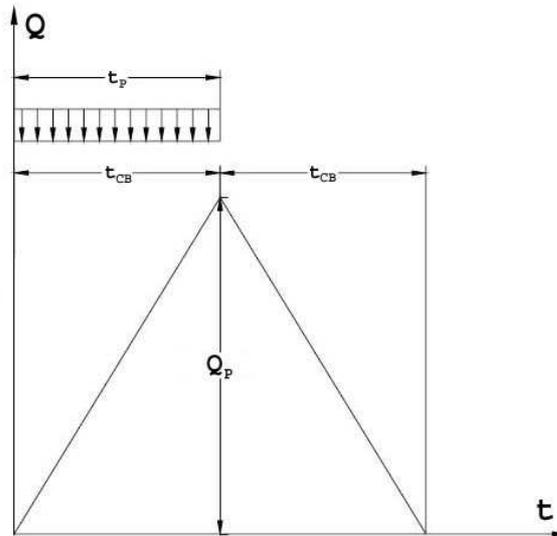
Per un ipotetico bacino in cui la curva *area-tempi* risulti lineare, ovvero $A(t) = A_T t / t_{CB}$ (essendo A_T l'area totale del bacino) e nel caso di una pioggia netta di intensità costante i e durata t_p abbiamo, alla chiusura del bacino, i seguenti idrogrammi di piena:

Caso $t_p < t_{CB}$:



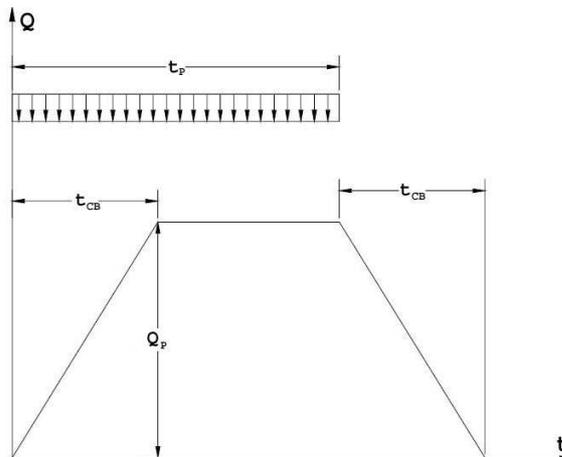
se $t_p < t_{CB}$ con $t \leq t_p$ vale $q(t) = i A_T t / t_{CB}$, con $t_p \leq t \leq t_{CB}$ vale $q(t) = i A_T t_p / t_{CB}$, con $t_{CB} \leq t \leq t_{CB} + t_p$ vale $q(t) = i A_T (1 - ((t - t_p) / t_{CB}))$ e infine con $t \geq t_{CB} + t_p$ vale $q(t) = 0$.

Caso $t_P = t_{CB}$:



se $t_P = t_{CB}$ con $t \leq t_P$ vale $q(t) = iA_T t / t_{CB}$, con $t = t_{CB} = t_P$ vale $q(t) = iA_T$, con $t_{CB} \leq t \leq t_{CB} + t_P$ vale $q(t) = iA_T (1 - ((t - t_P) / t_{CB}))$ e infine con $t \geq t_{CB} + t_P$ vale $q(t) = 0$.

Caso $t_P > t_{CB}$:



Se $t_P > t_{CB}$ vale $q(t) = iA_T t / t_{CB}$; con $t_{CB} \leq t \leq t_P$ vale $q(t) = iA_T$; con $t_P \leq t \leq t_{CB} + t_P$ vale $q(t) = iA_T (1 - ((t - t_P) / t_{CB}))$; infine con $t \geq t_{CB} + t_P$ vale $q(t) = 0$.

6.2.2 – Specifiche sul modello della corrivazione utilizzato

Nel modello messo a punto per il Piano Comunale delle Acque di Piazzola Sul Brenta per il calcolo della portata al colmo Q_P si utilizza la relazione

$$Q_P = C_A \cdot C_D \cdot I_P \cdot A_T$$

dove

C_A rappresenta il coefficiente di afflusso (tiene conto delle sottrazioni legate alla infiltrazione, all'intercettazione e agli invasi di ritenzione),

I_P l'intensità di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione,

A_T la superficie totale del bacino e

C_D rappresenta un coefficiente "di diffusione".

Il coefficiente C_D tiene conto che all'aumentare dell'area sottesa esiste una "tendenza" del flusso di piena ad attenuare il picco procedendo verso valle a seguito dell'effetto *invaso* in rete.

Notoriamente il modello della corrivazione tende a "sovrastimare" il picco di portata perché i valori di C_A sono ricavati soprattutto per piccoli bacini; ricordiamo inoltre che la linearità fra portata e area è "accettata" solo per valori di A_T variabili fra un minimo di 8 *ha* (vedi Debo e Reese, 1995) fino ad un massimo di 256 *ha* (in ambito *urbano*, vedi Veissman e Lewis, 1996) e di 1000 *ha* (in ambito *rurale*, secondo Gupta, 1989).

Vediamo ora come il modello utilizzato in Piazzola Sul Brenta "sfrutta" opportuni fattori correttivi in modo da ridurre le approssimazioni conseguenti alla ipotesi operate del modello della corrivazione:

Approssimazione 1: il picco di portata è il "massimo" che può verificarsi per una intensità di pioggia correlata ad una durata pari al tempo di corrivazione; al momento temporale corrispondente al tempo di corrivazione si ottiene quindi il massimo di portata. Applicando il modello a Piazzola Sul Brenta si è valutato di volta in volta se i "picchi" di piena potessero considerarsi condizionati dai "picchi" di intensità di pioggia, e non dal valore medio della stessa intensità.

Approssimazione 2: il deflusso è direttamente proporzionale alla precipitazione. Come si vedrà nel paragrafo che illustra la determinazione di C_A si è tenuto conto che lo stesso coefficiente di afflusso non è indipendente dalla piena; la determinazione di C_A viene eseguita tenendo conto di tutti gli aspetti che possono influenzare questo valore.

Approssimazione 3: la frequenza dei picchi di piena è la medesima frequenza della pioggia che genera la piena. Nell'applicare il metodo della corrivazione allo studio della fognatura di Piazzola Sul Brenta si è ritenuto che l'assunzione sia accettabile in quanto le elaborazioni sono eseguite per eventi a tempo di ritorno non maggiore di 100 anni.

Approssimazione 4: la relazione fra picco di piena e area di drenaggio è un legame dello stesso tipo che si ha fra picco, intensità della pioggia e durata della pioggia (in altri termini il bacino di drenaggio è considerato a comportamento lineare e per determinare la portata basta semplicemente moltiplicare il coefficiente di afflusso, l'area e l'intensità di pioggia). Tale presupposto non può essere evidentemente *sempre* vero da cui l'introduzione, nel caso del modello della corrivazione utilizzato nella stesura del PCA di Piazzola Sul Brenta, del termine C_D per tener conto in qualche modo conto della mancanza di linearità.

Approssimazione 5: C_A è lo stesso per piene di diversa frequenza e quindi le perdite della precipitazione che non arriva alla sezione di chiusura del bacino sono una

costante. Se tale presupposto può essere considerato valido per bacini con superfici impermeabili qualche perplessità può aversi per bacini dove le aree interessate da infiltrazioni o ritenzioni non sono trascurabili (come nel caso di Piazzola Sul Brenta). Per tale motivo la determinazione di C_A è eseguita cercando di tener conto di tutti gli aspetti che possono influenzare questo fatto.

Approssimazione 6: C_A utilizzato è lo stesso per tutte le piene sul bacino indipendentemente dalle condizioni di umidità in essere nel suolo. Sono stati presi in considerazione eventi di piena a frequenza bassa o bassissima; si ritiene che riferirsi a condizioni di umidità *medie* giustifichi il non tener conto di questo fattore.

Approssimazione 7: l'intensità di pioggia rimane costante per tutta la durata del tempo di corrivazione. Il metodo della corrivazione viene utilizzato per valutazioni di massima (determinazione delle opere idrauliche con dettaglio da progetto preliminare per sistemare le criticità in essere sul territorio comunale). Si ritiene accettabile tale ipotesi.

Approssimazione 8: il deflusso che porta al picco di portata si forma uniformemente su tutto il bacino; in altre parole il coefficiente C_A rimane lo stesso su tutti i punti del bacino. Si ritiene tale assunzione accettabile tenendo conto che le aree di drenaggio considerate, nell'applicazione del metodo della corrivazione in Piazzola Sul Brenta, arrivano a qualche centinaio di *ha* di superficie.

Approssimazione 9: il modello della corrivazione non considera, ne può considerare, situazioni di rigurgito di flusso nella rete di drenaggio. Si ritiene accettabile tale "limite" vista la natura "conservativa" delle calcolazioni idrauliche.

6.2.2.1 – Le curve di precipitazione usate nei calcoli idraulici

Il modello della corrivazione è stato utilizzato in Piazzola Sul Brenta con la curva di possibilità pluviometrica nella forma classica a 3 parametri (vedi paragrafo 5.1.1) determinando i parametri **a**, **b** e **c** della corrispondente equazione $h=at/((b+t)^c)$ attraverso le seguenti relazioni:

$$a=20,2+12,7\ln(T_R)-0,2438(\ln(T_R))^2 ,$$

$$b=0,0618\ln(T_R)-5,5368*10^{-3}(\ln(T_R))^2 ,$$

$$c=0,69+0,03759\ln(T_R)-3,4546*10^{-3}(\ln(T_R))^2 .$$

essendo

h = altezza di precipitazione (*mm*)

t = durata della precipitazione (*ora*)

T_R = tempo di ritorno della precipitazione (*anno*).

6.2.2.2 – Il tempo di scorrimento superficiale

Per ogni singolo sottobacino individuato nel modello della fognatura bianca di Piazzola Sul Brenta viene calcolato il tempo di scorrimento superficiale t_{CS} attraverso la formula della Federal Aviation Agency statunitense (FAA, 1970, Circular on Airport Drainage. Report A/C 050-532-5B, Washington, D.C. 80 pp.) nella seguente versione

$$t_{CS} = 0,71(1,1-C_A)L_{SS}^{0,5}/P_{SS}^{1/3}$$

essendo

t_{CS} = tempo di scorrimento superficiale (*min*),

C_A = coefficiente afflusso-deflusso del modello della corrivazione (-),

L_{SS} = percorso più lungo di scorrimento (*m*),

P_{SS} = pendenza del percorso più lungo di scorrimento (*m/m*).

Attraverso il coefficiente C_A è possibile tener conto, nella determinazione di t_{CS} , della tipologia di suolo, del tempo di ritorno della precipitazione, della pendenza media territorio, della presenza di eventuale superficie impermeabile e dell'intensità di precipitazione.

6.2.2.3 – Stima della portata massima

Viene utilizzata la formula di moto uniforme secondo Gauckler-Strickler:

$$V = K_S R_H^{2/3} i_S^{1/2}$$

con $Q = AV$ e $R_H = A/P_B$

essendo

V = velocità media del flusso (*m/s*),

Q = portata massima (*m³/s*),

A = area liquida (*m²*),

K_S = scabrezza secondo Stricker (*m^{1/3}/s*),

R_H = raggio idraulico (*m*),

i_S = pendenza motrice (*m/m*),

P_B = perimetro bagnato (*m*).

Nell'applicazione del modello della corrivazione in Piazzola Sul Brenta sono state considerate due tipi di sezione:

1) la sezione **trapezoidale** o **rettangolare**; viene fornito in ingresso la base minore **b**, la base maggiore **B** (larghezza del pelo libero con tirante idrico al limite di esondazione) e altezza massima del tirante idrico **Y**. Vengono utilizzate le seguenti formule:

$$A = ((B+b)Y)/2 ,$$

$$P_B = 2(((B-b)/2)^2 + Y^2)^{0,5} + b ,$$

$$R_H = (((B+b)Y)/2) / (2(((B-b)/2)^2 + Y^2)^{0,5} + b) .$$

2) la sezione **circolare**; viene fornito in ingresso il diametro **D**. Vengono utilizzare le seguenti formule:

$$A = 3.141592D^2/4$$

$$P_B = 3.141592D$$

$$R_H = D/4 .$$

Le formulazioni precedenti sono utilizzate anche per il calcolo del tempo di scorrimento canalizzato (in situazione di deflusso massimo).

Si precisa che la pendenza motrice i_s , nel caso di deflusso intubato, è la maggiore fra quella definita dalla livelleta di fondo e quella definita dalle quote di piano campagna fra inizio e fine del tratto.

I valori di K_S ($m^{1/3}s^{-1}$) utilizzati sono:

85-90 per cls liscio;

65-70 per cls non perfetto ovvero muratura ordinaria;

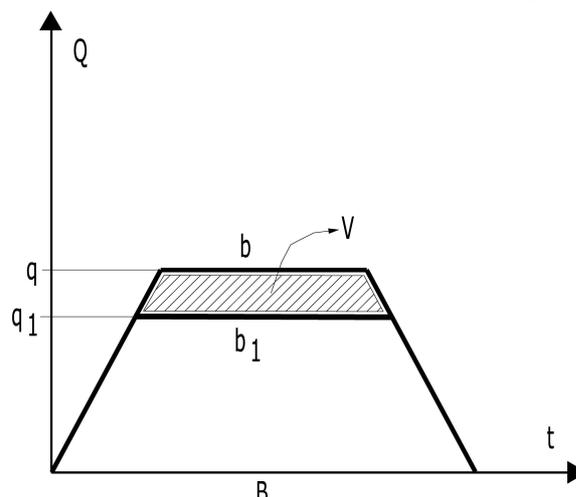
60 per cls intonacato e presenza di depositi sul fondo;

40 con rivestimento in terra e presenza di erba (ma corso a sviluppo “regolare”);

30 per canali in abbandono con vegetazione, corsi d’acqua con alveo con ghiaia in movimento o comunque corsi d’acqua con movimento di materiale sul fondo.

6.2.2.4 – Stima delle perdite di portata (inondazioni)

Nel modello della fognatura bianca di Piazzola Sul Brenta le situazioni di “alluvionamento localizzato” vengono considerate in modo *semplificato* secondo la seguente procedura. Prendiamo in considerazione lo schema seguente.



In una determinata sezione, per una determinata durata di precipitazione, si abbia una curva di piena come indicato con tratto grosso (come da modello della corrivazione con curva superficie-tempo lineare). Ipotizziamo che il corrispondente tratto di canale o di tubo sia in grado di far defluire una portata massima pari a q_1 ; si “impone” quindi che i “differenziali” di maggior portata siano dispersi per esondazione sul territorio circostante il tratto canalizzato o intubato. Dallo schema della figura precedente è possibile stimare il

volume di acqua di pioggia “esondato” (volume V) e la durata “teorica” del fenomeno alluvionale (lunghezza b_1).

Possiamo sostanzialmente ritrovare due situazioni:

caso 1): sono noti B e b (curva di piena dal modello della corrivazione) ed è noto il volume V (invaso di laminazione ovvero volume integrativo estraneo alle condizioni di deflusso). Si può facilmente dimostrare come b_1 e q_1 si ottengono facilmente con le relazioni:

$$b_1 = ((b^2q + 2V(B-b))/q)^{0,5}$$

$$q_1 = q((B-b_1)/(B-b)).$$

Le due relazioni precedenti permettono di determinare b_1 e q_1 anche nel caso in cui la curva di piena sia quella tipica del modello della corrivazione (“triangolare” con base pari al doppio del tempo di corrivazione e altezza pari al picco di portata); in questo caso occorre avere l’avvertenza di porre $b=0$ e q uguale alla portata di picco.

caso 2): sono noti B e b (curva di piena dal modello della corrivazione) ed è noto q_1 (portata massima che riesce a far defluire il tubo o il canale senza provocare esondazioni). Si può facilmente dimostrare come b_1 e V si ottengono attraverso le relazioni:

$$b_1 = B - ((q_1/q)(B-b))$$

$$V = q((b_1^2 - b^2)/(2(B-b))).$$

Le relazioni precedenti permettono di determinare b_1 e V anche nel caso la curva di piena sia “triangolare” con base pari al doppio del tempo di corrivazione e altezza pari al picco di portata; in questo caso occorre avere l’avvertenza di porre $b=0$ e q uguale alla portata di picco.

6.2.2.5 – La gestione dei flussi di piena nelle giunzioni

Quando due o più tratti di canale o collettore di fognatura confluiscono occorre controllare la congruenza dei singoli tempi di corrivazione; di ciò occorre tener conto particolarmente alle confluenze dove il deflusso di un sottobacino grande e molto impermeabilizzato, e quindi con un tempo di corrivazione basso, si unisce al deflusso di un sottobacino fortemente permeabile e quindi con più grande valore del tempo di corrivazione. Nell’applicazione originale del metodo della corrivazione alla fognatura bianca di Piazzola Sul Brenta, per tener conto di tale evenienza, si è eseguita la procedura seguente:

a) si calcola il tempo di corrivazione dei vari sottobacini a monte della confluenza; quindi per i sottobacini $1, 2, \dots n$ avremo i tempi di corrivazione $T_1, T_2, \dots T_n$. Si riordinano i tempi di corrivazione dal più lungo al più corto (mettiamo che T_1 sia il più elevato, poi ci sia T_2 e così via fino al tempo di corrivazione minore che poniamo diventi T_n);

b) si ricalcolano le portate massime usando l'intensità di pioggia corrispondente a T_1 , avremo quindi una intensità di pioggia I_1 e avremo le portate massime $Q_1=C_1*I_1*A_1$, $Q_2=C_2*I_1*A_2$, ... $Q_n=C_n*I_1*A_n$. La portata massima $Q(T_1)$ sarà pari alla somma delle portate ottenute.

c) si ricalcolano le portate massime usando l'intensità di pioggia corrispondente a T_2 , avremo quindi una intensità di pioggia I_2 e avremo le portate massime $Q_1=C_1*I_2*(T_2/T_1)*A_1$, $Q_2=C_2*I_2*A_2$, ... $Q_n=C_n*I_2*A_n$; il termine (T_2/T_1) tiene conto che per la durata T_2 non tutto il bacino A_1 contribuisce. La portata massima $Q(T_2)$ sarà pari alla somma delle portate ottenute.

d) si procede come per il punto c) tenendo conto che per le altre intensità di pioggia non tutte le sottoaree risulteranno contribuenti allo stesso modo ma risulteranno contribuenti in ragioni del rapporto fra la durata di pioggia considerata e il tempo di corrivazione del sottobacino considerato.

e) ottenute le portate somma da $Q(T_1)$ a $Q(T_n)$ si prende il valore di portata maggiore Q_{MAX} alla confluenza. Per il tratto di canale che riunisce i vari sottobacini avremo che l'area complessiva A_C a monte sarà data dalla somma delle aree dei vari sottobacini di monte; il valore del coefficiente di diffusione C_D dipenderà dal valore dell'area totale; il coefficiente di afflusso C_A risulterà da una media pesata dei coefficienti di afflusso delle sottoaree di monte. L'intensità di pioggia $I(T_C)$ che porta alla portata maggiore sarà quindi pari a $Q_{MAX}/C_D*C_A*A_C$ e quindi dallo stesso valore di intensità determinato viene stimato il tempo di corrivazione cercato alla confluenza.

6.2.2.6 – La determinazione del coefficiente di afflusso

Nell'applicazione del modello della corrivazione alla fognatura bianca di Piazzola Sul Brenta il coefficiente di afflusso C_A viene determinato con la formula di *Rossmiller* (vedi Rossmiller RL, *Rational Formula Revisited*. Proceeding of the Conference on Stormwater detention Facilities, 1982, 2-6 agosto, Henniker, New Hampshire, 146-162):

$$C_A = (7,2 * 10^{-7}) * (CN^3) * (T_R^{0,05}) * (((0,01 * CN)^{0,6}) \wedge P_T \wedge 0,2) * ((0,001 * CN^{1,48}) \wedge (0,15 - 0,1 * I_P)) * (((IMP + 1) / 2)^{0,7})$$

essendo

C_A = coefficiente di afflusso [-],

CN = valore caratteristico Curve Number del bacino sotteso [-],

T_R = tempo di ritorno della precipitazione [anno],

P_T = pendenza media territorio [%],

IMP = aliquota parte impermeabile [%/100],

I_P = intensità della precipitazione [inch/ora].

La formula di *Rossmiller* tiene conto del tempo di ritorno dell'evento di pioggia, della pendenza media del territorio, della percentuale di area impermeabile, dell'intensità di pioggia e del tipo idrologico di suolo. Il valore CN è il valore del "Curve Number" in

condizioni medie di umidità del suolo corretto eventualmente dal valore della pendenza media del territorio, se la stessa risulta superiore a 5%, con la formula

$$CN = ((CN_{III}-CN_{II})/3) \cdot (1-2 \cdot \exp(-13,86 \cdot (P_T/100))) + CN_{II}$$

essendo

$$CN_{III} = CN_{II} \cdot \exp(0,00673 \cdot (100 - CN_{II}))$$

con

CN_{III} = Curve Number in condizioni di umidità massima,

CN_{II} = Curve Number in condizioni di umidità medie.

Si osservi come l'applicazione della formula precedente deve essere necessariamente "iterativa" in quanto l'intensità di precipitazione è parte della soluzione.

6.2.2.7 – La determinazione del coefficiente di diffusione

Si è già detto come il coefficiente di diffusione C_D non può che dipendere "strettamente" dall'aumento della superficie del bacino sottesa. Nell'applicazione del modello della corrivazione alla fognatura bianca di Piazzola Sul Brenta il coefficiente di diffusione viene stimato, sezione per sezione, con la formula:

$$C_D = 1 - 0,0015 \cdot A + 10^{-6} \cdot A$$

essendo

C_D = il coefficiente di diffusione [-],

A = l'area del bacino sottesa [ha].

6.2.2.8 – Gruppi idrologici di suolo

Nel metodo Curve Number si classificano i suoli dal punto di vista della "possibilità di infiltrazione" nei gruppi **A**, **B**, **C** e **D**; le caratteristiche salienti dei vari gruppi sono:

Gruppo A

- scorrimento superficiale potenzialmente **basso** o **nullo**;
- tasso di infiltrazione **alto** anche se bagnati;
- costituiti da **sabbie** e/o **ghiaie** di notevole spessore;
- allontanamento nel sottosuolo da **elevatissimo** a **buono**.
- conducibilità idraulica del terreno **notevole**.

Gruppo B

- scorrimento superficiale potenzialmente **buono** o **basso**;
- tasso di infiltrazione **medio-alto** anche quando bagnati;
- costituiti da suoli con tessitura **medio-grossolana**;

- allontanamento nel sottosuolo da **buono a moderatamente buono**;
- conducibilità idraulica del terreno **media**.

Gruppo C

- scorrimento superficiale potenzialmente **elevato o buono**;
- tasso di infiltrazione **medio-basso** quando bagnati;
- costituiti da suoli con tessitura da **moderatamente fine a fine**;
- allontanamento nel sottosuolo da **moderatamente buono a scarso**;
- conducibilità idraulica del terreno **bassa**.

Gruppo D

- scorrimento superficiale potenzialmente **elevatissimo o elevato**;
- tasso di infiltrazione **bassissimo** quando bagnati;
- costituiti da suoli **argillosi ad elevato rigonfiamento**, suolo **poco profondi con substrato impermeabile**;
- allontanamento nel sottosuolo da **scarso a nullo**;
- conducibilità idraulica del terreno **bassissima**.

Nell'applicazione del modello della corrivazione alla fognatura bianca di Piazzola Sul Brenta, per tutti i sottobacini considerati (vedi allegato **A2**) si è ipotizzato, in condizioni agricole ovvero di piena naturalità, che il suolo ricada sempre nel gruppo **C**.

6.2.2.9 – Valori CN caratteristici

Nell'applicazione del modello della corrivazione alla fognatura bianca di Piazzola Sul Brenta i valori **CN** stimati, come consigliato in letteratura, derivano dalla tabella seguente, valida per diverse combinazioni di suolo e di copertura:

TIPO DI COPERTURA			CLASSE DI SUOLO			
USO DEL SUOLO	TRATTAMENTO/PRATICA	CONDIZIONE IDROLOGICA	A	B	C	D
Terreno agricolo tenuto a riposo	A solchi dritti		77	86	91	94
Colture a solchi	A solchi dritti	cattiva	72	81	88	91
Colture a solchi	A solchi dritti	buona	67	78	85	89
Colture a solchi	A reggi poggio	cattiva	70	79	84	88
Colture a solchi	A reggi poggio	buona	65	75	82	86
Colture a solchi	A reggi poggio e terrazze	cattiva	66	74	80	82
Colture a solchi	A reggi poggio e terrazze	buona	62	71	78	81
Grani piccoli	A solchi dritti	cattiva	65	76	84	88
Grani piccoli	A solchi dritti	buona	63	75	83	87
Grani piccoli	A reggi poggio	cattiva	63	74	82	85
Grani piccoli	A reggi poggio	buona	61	73	81	84
Grani piccoli	A reggi poggio e terrazze	cattiva	61	72	79	82
Grani piccoli	A reggi poggio e terrazze	buona	59	70	78	81
Legumi, seminati folti, prati in rotazione	A solchi dritti	cattiva	66	77	85	89
Legumi, seminati folti, prati in rotazione	A solchi dritti	buona	58	72	81	85
Legumi, seminati folti, prati in rotazione	A reggi poggio	cattiva	64	75	83	85
Legumi, seminati folti, prati in rotazione	A reggi poggio	buona	55	69	78	83
Legumi, seminati folti, prati in rotazione	A reggi poggio e terrazze	cattiva	63	73	80	83
Legumi, seminati folti, prati in rotazione	A reggi poggio e terrazze	buona	51	67	76	80
Pascoli		cattiva	68	79	86	89
Pascoli		discreta	49	69	79	84
Pascoli		buona	39	61	74	80
Pascoli	A reggi poggio	cattiva	47	67	81	88
Pascoli	A reggi poggio	discreta	25	59	75	83
Pascoli	A reggi poggio	buona	6	35	70	79
Prati		buona	30	58	71	78
Boschi		cattiva	45	66	77	83

Boschi		discreta	36	60	73	79
Boschi		buona	25	55	70	77
Aziende agricole			59	74	82	86
Aree urbanizzate, impermeabile >80%			89	92	94	95
Aree residenziali, 500 mq, impermeabile 65%			77	85	90	92
Aree residenziali, 1000 mq, impermeabile 38%			61	75	83	87
Aree residenziali, 1300 mq, impermeabile 30%			57	72	81	86
Aree residenziali, 2000 mq, impermeabile 25%			54	70	80	85
Aree residenziali, 4000 mq, impermeabile 20%			51	68	79	84
Parcheggi asfaltati, tetti, viali accesso			98	98	98	98
Strade asfaltate con rete fognaria			98	98	98	98
Strade in ghiaia			76	85	89	91
Strade sterrate			72	82	87	89
Ferrovie			72	82	87	89
Aree commerciali, impermeabili 85%			89	92	94	95
Aree industriali, impermeabili 72%			81	88	91	93
Spazi aperti, prati, parchi, campi da golf, cimiteri, aree verdi urbane... in buone condizioni con copertura erbosa di almeno il 75%			39	61	74	80
Spazi aperti, prati, parchi, campi da golf, cimiteri, aree verdi urbane... in discrete condizioni con copertura erbosa fra 50 e 75%			49	69	79	84
Superfici d'acqua			99	99	99	99

6.2.3 – Implementazione numerica

Tenuto conto delle caratteristiche peculiari della rete di drenaggio di Piazzola Sul Brenta si è reso necessario predisporre un apposito codice di calcolo “originale”, basato sul modello della corrivazione, per studiare il comportamento della fognatura bianca di Piazzola centro (sottobacino scolo Piazzola) in 6 situazioni idrologiche distinte:

- 1) verifica del comportamento “attuale” con pioggia a tempo di ritorno T_R pari a 1 anno;
- 2) verifica del comportamento “attuale” con pioggia a T_R 20 anni;
- 3) verifica del comportamento “attuale” con pioggia a T_R 50 anni;
- 4) verifica del comportamento “attuale” con pioggia a T_R 100 anni;
- 5) studio del comportamento della fognatura bianca ad opere idrauliche realizzate (condizione “futura”) a T_R 50 anni;
- 6) studio del comportamento nella configurazione finale “futura” a T_R 100 anni.

Le elaborazioni numeriche si svolgono secondo i seguenti passaggi principali (da P1 a P6):

P1 – Lettura parametri generali relativi alla scabrezza delle sezioni e i parametri della curva di possibilità pluviometrica per 4 tempi di ritorno (1, 20, 50, 100 anni).

P2 – Lettura per ogni tratto della rete dei dati geometrici di estremità, i numeri dei tratti di recapito con relativa percentuale (comune a tutte le elaborazioni), area afferente, valore CN caratteristico, percentuale di area impermeabile, pendenza media dell’area afferente il tratto, lunghezza di scorrimento superficiale, pendenza dello scorrimento

superficiale, caratterizzazione della sezione di drenaggio all'inizio e alla fine del tratto (diametro e ricoprimento per sezioni circolari, ecc...).

P3 – Fissato il tempo di ritorno si ricerca l'area di monte afferente ad ogni tratto e il tempo di corrivazione relativa ad ogni sezione terminale di tratto (cominciando dai tratti "origine") tenendo conto dei tempi di deflusso canalizzato, dei tempi di scorrimento superficiale e dei tempi di accesso alla rete.

P4 – Ricerca degli altri parametri medi afferenti ad ogni tratto (CN medio a monte, pendenza media del bacino di monte, percentuale media di area impermeabile del bacino di monte, ecc...).

P5 – Per il tempo di ritorno fissato e per ogni durata di pioggia variabile fra 1 minuto e 1440 *minuti* a passo di 1 *minuto* per i tratti "origine" viene determinata la portata massima teorica da confrontare con la portata a moto uniforme massima possibile e viene determinato il massimo volume di acqua fuoriuscita nel tratto e corrispondentemente viene memorizzato il tempo di pioggia che massimizza il volume fuoriuscito. A parità di durata della precipitazione, terminata l'analisi dei tratti "origine", viene trovata la portata massima teorica in ogni altro tratto della rete di drenaggio di volta in volta corretta in diminuzione tenendo conto dell'eventuale esistenza di volume d'acqua esondato nei tratti di monte (sempre sulla base della la "curva teorica di piena triangolare" caratteristica del modello della corrivazione).

P6 – Per il tempo di ritorno prefissato stampa dei risultati afferenti ad ogni tratto: area di monte, tempo di corrivazione caratteristico, portata massima teorica dal modello della corrivazione, portata massima defluibile a moto uniforme, valore massimo del volume uscito per esondazione nel tratto e durata della pioggia che ha comportato il massimo di fuoriuscita di pioggia.

Nella tavola **B10** sono visualizzati, per ognuna delle 6 condizioni di analisi considerate, sia le durate di pioggia critica che i volumi eventualmente "esondati" per ogni tratto (questi ultimi visualizzati ipotizzando il deflusso "esondato" distribuito su di una area definita dalla base di un cilindro avente altezza 10 cm e diametro di base corrispondente al volume del cilindro pari al volume massimo uscito nel tratto). In buona sostanza l'estensione dei cerchi rossi evidenziati nella tavola **B10** risulta "proporzionale" al pericolo idraulico caratteristico del tratto. Se il tratto è privo di "cerchi rossi" la pericolosità idraulica per il tempo di ritorno prefissato è trascurabile o nulla. Si osservi come la pericolosità idraulica, cioè la "grandezza del cerchio", al variare dei tratti assume valori massimi per durate diverse della precipitazione.

I risultati delle elaborazioni sono riassunti in allegato **A2**.

7 – FASE PROGETTUALE

7.1 – Generalità

Sulla scorta del quadro conoscitivo e sulla scorta della fase propositiva è stato predisposto un elenco degli interventi destinati a permettere il rientro dalle criticità idrauliche in essere sul territorio di Piazzola Sul Brenta.

La scaletta degli interventi, di cui si dovrà tener conto nei “piani triennali delle opere pubbliche”, è stata organizzata temporalmente sulla base delle priorità emerse nella fase propositiva (intervento da eseguire nel “breve”, “medio” o “lungo periodo”).

Di ogni intervento (vedi allegato **A3**) è stato stabilito il profilo e le caratteristiche in funzione della dimensione economica, tipologia e categoria di intervento. Di ogni intervento sono state:

1) illustrate le ragioni delle soluzioni previste sotto il profilo localizzativo, funzionale e sotto il profilo delle problematiche ambientale correlate;

2) esposte la fattibilità dell’opera dal punto di vista idraulico, ambientale, geologico, geotecnico; è stata valutata “implicitamente” la fattibilità anche dai punti di vista della presenza di vincoli di natura storica, artistica, archeologica, paesaggistica;

3) accertate la disponibilità delle aree o degli immobili con una stima degli oneri di acquisizione;

4) definite le priorità di realizzazione;

5) illustrate le ragioni delle soluzioni progettuali prescelte nonché delle possibili alternative localizzative e tipologiche;

6) esposti schemi grafici con le necessarie differenziazioni in relazione alla dimensione, alla categoria e alla tipologia dell’intervento (vedi in particolare le tavole **A6** e **A7**);

7) evidenziati i calcoli sommari della spesa effettuati applicando i costi standardizzati desunti da interventi simili realizzati; le spese sono state suddivise fra spese per lavori più apprestamenti di sicurezza e importi a disposizione dell’Amministrazione appaltante (vedi allegato **A3**).

7.2 – Indirizzi e progettualità

7.2.1 – La priorità degli interventi

La scaletta temporale che regolerà gli interventi nei “piani triennali delle opere pubbliche” è organizzata temporalmente sulla base delle priorità emerse nella fase propositiva (intervento da eseguire nel “breve”, “medio” o “lungo periodo”).

Il Piano Comunale delle Acque di Piazzola Sul Brenta programma quindi gli interventi nell’arco dei prossimi 30 *anni*, con priorità

- “breve” (da 1 a 5 *anni*),
- “media” (da 1 a 15 *anni*)
- e “lunga” (da 1 a 30 *anni*).

7.2.2 – Caratterizzazione degli interventi programmati

Sono previsti interventi di natura “strutturale”, di natura “strategica” e di “manutenzione straordinaria”; gli interventi previsti possiedono una caratterizzazione “lineare” (si sviluppano cioè “lungo” una precisa via d’acqua) ovvero “puntuale” o “localizzata” (interessano un preciso punto della rete di drenaggio o una precisa “zona” della rete di drenaggio).

Gli interventi “strutturali” sono opere pubbliche destinate alla creazione di nuovi “percorsi” per le acque di pioggia cioè contribuendo ad una “ridistribuzione” dei flussi di piena lungo la rete di fognatura bianca ed implicitamente permettendo ulteriori passi verso la corretta operatività idraulica di ogni tratto della fognatura bianca comunale, per tempi di ritorno cinquantennale degli eventi di pioggia, come richiesto dalle finalità del Piano Comunale delle Acque.

Gli interventi “strategici” sono stati invece previsti per dare una risposta “coerente” e “programmatica” alle seguenti problematiche:

1) le analisi numeriche eseguite evidenziano come buona parte della rete di fognatura bianca comunale risulta sottodimensionata e non idonea a sopportare sollecitazioni pluviometriche a tempo di ritorno cinquantennale (diametri insufficienti, numero dei punti di ingresso alla rete non sufficienti, ecc...). Vedi allegati **A2**, **B10** e **B11**;

2) le soluzioni progettuali “classiche” (ricalibratura delle reti fognarie con diametri maggiori, nuovi punti di scarico sulle rogge consorziali, ecc...) non sono praticabili in quanto non gradite al Consorzio di Bonifica e relativamente poco compatibili con il contesto idrogeologico di Piazzola Sul Brenta. Una eventuale ricalibratura con diametri maggiori comporterebbe infatti la “soluzione” dei problemi idraulici ma nei punti di scarico nelle rogge consortili porterebbe concentrazioni di flusso e valori di portata sostenibili dalle stesse rogge consortili solo dopo ricalibratura delle stesse, ciò comportando ulteriori lavori e ulteriori costi in carico all’Amministrazione Comunale. Inoltre in determinate aree urbanizzate di Piazzola Sul Brenta i livelli di falda molto prossimi al piano campagna e l’utilizzo di diametri elevati sarebbe “in contrasto” con le quote di recapito necessariamente “elevate” nei punti di scarico sulle rogge; come conseguenza avremmo insostenibili rischi circa il verificarsi di depositi indesiderati di materiali durante la normale “vita” delle opere idrauliche;

3) l’altra soluzione “classica” di predisporre invasi di laminazione concentrati (tipo “casce di espansione”) o distribuiti (es. vasche di detenzione) risulta improponibile; nel primo caso risulterebbe infatti irrisolto il problema di “far arrivare” in sicurezza i flussi di pioggia alle casce di espansione (necessariamente da collocare in area agricola) mentre nel secondo caso avremmo oneri economici elevatissimi ritrovando altresì le stesse problematiche evidenziate al punto 2.

Il PCA prevede quindi una soluzione “strategica” proponendo di imporre il rispetto del vincolo della stabilizzazione idraulica induttiva, tarata già attualmente sul valore di 10 l/s/ha in base alla normativa PAT in vigore, a tutte le pratiche edilizie (vedi scheda **intervento B1**, allegato **A3**). Infatti le elaborazioni idrauliche eseguite durante la predisposizione del presente Piano delle Acque hanno evidenziato una drastica riduzione della pericolosità idraulica qualora nei bacini di fognatura bianca il contributo specifico di

piena risultasse generalmente minore di 14 l/s/ha per eventi a tempo di ritorno di 50 anni. Ricordiamo come il PAT di Piazzola sul Brenta prevede già attualmente, sia per i nuovi interventi di espansione edilizia che per future varianti nei vari ambiti già costruiti, l'obbligo di garantire attraverso tecniche di mitigazione idraulica per detenzione un valore del contributo specifico di piena sempre inferiore a 10 l/s/ha (valore minore di 14 l/s/ha per circa un 30%).

Poiché il limite di validità del Piano Comunale delle Acque interessa un intervallo temporale non inferiore a 30 anni è credibile che in tale intervallo la gran parte dei lotti residenziali/produttivi presenti nel territorio comunale possano essere adeguati al citato limite normativo sul contributo specifico di piena.

L'obbligo di rispettare il vincolo di stabilizzazione idraulica induttiva determinato dal valore 10 l/s/ha può essere ottenuto indirettamente, in presenza di adeguata caratterizzazione litologica del primo sottosuolo, anche attraverso l'iterativa applicazione della tecnica originale della "trincea drenante manutentabile" (immettendo cioè "nel primo suolo" e "alla fonte" l'acqua di pioggia, vedi tavola **A7**). Con tale sistema si concorre ad acquisire, a tempo di ritorno cinquantennale, la corretta operatività idraulica di ogni tratto della fognatura bianca comunale in quanto viene risolta all'"origine" la gestione "quantitativa" dell'acqua di pioggia; la manutentabilità viene acquisita prevedendo un filtro rimovibile e quindi prevedendo l'allontanamento "a rifiuto" del materiale sedimentabile in caso di manutenzione straordinaria (vedi tavola **A7**). La soluzione permette inoltre di acquisire, con opportune tecniche di filtraggio che prevedono l'utilizzo di "tessuti" in grado di "assorbire" gli inquinanti veicolati dai deflussi, la corretta gestione "qualitativa" dei flussi di acqua di pioggia (inquinamento da prima pioggia o da sorgente diffusa).

In occasione della Prima Variante al Piano degli Interventi si provvederà quindi a modificare le Norme Idrauliche del PAT (vedi allegato **A9**) in modo che a qualunque intervento edilizio/urbanistico che potenzialmente possa comportare una modificazione del tasso di impermeabilizzazione sia imposta la realizzazione di opere idrauliche per acquisire il rispetto del contributo specifico di piena non superiore a 10 l/s/ha.

Il PCA prevede infine interventi di "manutenzione straordinaria" ovvero opere pubbliche che comportano "leggere" ricalibrizioni, la "pulizia" e la sistemazione dei "punti di accesso" mancanti (pozzetti di intersezione) ovvero sono lavori pubblici finalizzati al miglioramento funzionale "localizzato" della rete di fognatura bianca.

L'allegato **E** posto alla fine della relazione **A3** riassume gli interventi previsti dal Piano Comunale delle Acque nei termini "programmatori" e di impegno economico.

7.2.2.1 – Approfondimenti sulla trincea lineare drenante manutentabile

La tecnica della "trincea lineare drenante manutentabile" enunciata al paragrafo precedente, su cui si potrebbe fondare gran parte dell'operatività della scelta "strutturale" del Piano delle Acque accennata al paragrafo precedente, viene ora "approfondita" attraverso una serie di considerazioni di natura teorica ed operativa che di seguito andiamo ad esporre. Si richiama la tavola **A7** per i particolari e gli schemi costruttivi.

1 – è proposta la tecnica con versione basata sull'uso di un tubo in cls prefabbricato forato (disegno 2, tavola **A7**) e quella basata sull'uso di un tubo in PE a.d. corrugato di drenaggio (disegno 1, tavola **A7**). La seconda soluzione è leggermente più costosa ma agevola di molto l'allestimento del pozzetto-caditoia di recapito (vedi in particolare il disegno 8, tavola **A7**);

2 – il “volume di dispersione” visualizzato nelle sezioni tipo si divide fra un primo strato in sabbia “grossa” e un secondo strato o riempimento con ghiaino lavato scabro di frantoio avente pezzatura variabile fra 20 e 25 mm (vedi figura 1 e figura 2, tavola **A7**). Si evidenzia come, ancorchè necessario, è positivo collocare uno strato di sabbia sul fondo del cavo fognario sia perché “distribuisce” meglio il geotessuto sul fondo e sui contorni sia perché lo strato di sabbia, in qualche modo, “contiene” i possibili danni causati da ingressi accidentali di inquinanti entro la trincea drenante in quanto i granelli di sabbia possiedono un forte potere di assorbire oli, metalli ed idrocarburi;

3 – le sezioni tipo proposte prevedono la larghezza standard di 50 cm e l'altezza variabile fra 70 e 90 cm (vedi disegni 1 e 2 nella tavola **A7**). Sono state proposte queste sezioni in quanto ritenute, per conformazione materico-dimensionale, più adeguate alla realtà di Piazzola Sul Brenta (tipo di strada ricorrente, profondità della falda, caratterizzazione del primo suolo, ecc...). Sono comunque possibile sezioni diverse; in questo caso è necessario rifare i conteggi idraulici e rivedere il grafico di dimensionamento esposto in figura 4, tavola **A7**);

4 – la scelta della tipologia di “geotessuto” costituente la manichetta di filtrazione rimovibile (vedi disegni 1, 2 e 5, tavola **A7**) deve essere particolarmente curata; si deve tener conto

→ del rischio “vecchiaia” (la manichetta potrebbe presentare una “vita media” anche di 10-20 anni),

→ della tenuta “statica” nel tempo (la manichetta non deve “strapparsi” durante la sostituzione e ciò potrebbe avvenire anche molti anni dopo la posa),

→ della “stabilità” del materiale costituente il filtro (anche dopo molti anni di permanenza in ambiente umido il materiale che forma il geotessuto deve mantenere le sue caratteristiche fisiche e chimiche);

→ della capacità di “fermare” corpi grossolani trasportati dall'acqua di pioggia (si ritiene che il filtro debba “fermare” le particelle grandi almeno 0,2-0,3 decimi di millimetro),

→ della capacità di offrire resistenza agli inquinanti veicolati dall'acqua di pioggia (oli, idrocarburi, metalli, ecc...),

→ della capacità di resistere a temperature anche non trascurabili (l'acqua da filtrare in determinate situazioni potrebbe presentare temperature “da acqua calda sanitaria” ovvero 60-65 °C).

Non da ultimo andrebbe preventivata anche una buona capacità di resistenza alle radiazioni UV;

5 – nella versione con tubo in PE fessurato è buona norma prevedere tubi con classe di rigidità anulare SN8 KN/m². Pur tuttavia, in particolari casi, potrebbe essere anche utilizzata la più “economica” classe SN4; ad esempio in caso di “sezione tipo” con cunetta prefabbricata di superficie in asse alla trincea (vedi disegno 6, tavola **A7**);

6 – gli schemi costruttivi prevedono 3 livelli di “filtrabilità” per l’acqua che entra nella caditoia (vedi tavola **A7**):

→ un primo livello è dato dal tipo di caditoia; si consiglia di prevedere esclusivamente caditoie a nido d’ape con fori aventi area netta non superiore a 25x25 mm²;

→ un secondo livello è garantito dalla “griglia-tappo” prevista dagli schemi entro il pozzetto-caditoia;

→ l’ultimo livello è quello offerto dal geotessuto o “tela” formante la manichetta.

In caso di “allaccio” da parte dei lotti privati su una trincea drenante manutentabile realizzata su sedime stradale (quindi per trasferire l’acqua di pioggia caduta alla trincea lineare di drenaggio in area pubblica), è necessario imporre prima dell’uscita dal lotto un pozzetto di calma dotato di griglia anti intasamento avente caratteristiche simili al “tappo-griglia” che chiude il tubo drenante nel punto di sbocco nei pozzetti-caditoia (vedi disegno 8, tavola **A7**). In questo caso la pulizia della griglia entro il pozzetto-utenza privato andrà a carico perenne del proprietario del lotto. E’ appena il caso di accennare che gli eventuali allacci dei privati potranno avvenire esclusivamente “nei” pozzetti-caditoia e che le acque in arrivo dai lotti privati non dovranno essere “acque di processo” ovvero “acque inquinate”;

7 – l’immissione di acqua piovana nel “primo suolo” attraverso la tecnica della trincea drenante manutentabile potrebbe comportare “insostenibili” situazioni di rischio inquinamento. Può capitare, ad esempio, con caditoie collocate ai bordi di una strada ad alta intensità di traffico dove la cosiddetta “acqua di prima pioggia” veicola concentrazioni significative di inquinanti. A tal fine il disegno 11, tavola **A7**, espone una serie di possibilità con cui addivenire alla soluzione del problema;

8 – nella progettualità porre particolare attenzione ai collegamenti con aree “esterne” all’area di drenaggio afferente il tratto da dimensionare (vedi esempio nel disegno 12, tavola **A7**). Chiaramente l’acqua può solo “uscire” dall’ambito di drenaggio di progetto e non “entrare”; nei punti di collegamento con la fognatura “convenzionale” (ancorché necessari) è buona norma predisporre i clapet antiriflusso (vedi disegno 13, tavola **A7**);

9 – l’interdistanza dei pozzetti caditoia non deve essere superiore a 10-12 m (vedi disegno 10, tavola **A7**). Una distanza maggiore potrebbe infatti creare problemi durante l’estrazione della manichetta intasata nelle fasi di manutenzione straordinaria (vedi disegno 8, tavola **A7**). In secondo luogo distanze maggiori comporterebbero un numero minore di punti di accesso “presidiato” alla trincea (pozzetto-caditoia) e conseguentemente una frequenza degli interventi di manutenzione programmata (pulizia dei pozzetti) insostenibile.

7.2.3 – Le elaborazioni idrauliche

In allegato **A2** vengono riassunti i principali risultati dell'applicazione del modello idraulico della corrivazione alla fognatura bianca di Piazzola Sul Brenta (modello del Centro). Sono state eseguite 6 “analisi”, visualizzate nella tavola **B10**.

Nella prima elaborazione è studiato il comportamento del sistema di drenaggio nella situazione “attuale” a tempo di ritorno $T_R=1$ anno (lo schema del modello è visibile nella tavola **B9**). I principali risultati dell'elaborazione sono visualizzati nella tavola **B10**: emergono già per $T_R=1$ piccoli problemi di ristagno idrico lungo alcune vie, i volumi esondati sono comunque di limitata entità. Nella tavola **B10** vengono visualizzati i tempi di precipitazione critica, cioè i tempi di pioggia che genera i ristagni citati; si tratta in genere di tempi inferiori all'ora (quindi eventi di “scroscio”).

Nella seconda elaborazione viene studiato il comportamento del sistema di drenaggio del “Centro” nella situazione attuale a tempo di ritorno $T_R=20$ anni. I principali risultati dell'elaborazione sono visualizzati nella tavola **B10**. Si osservano problemi “sensibili” di ristagno idrico, convenzionalmente definibili con volumi di esondazione superiori a $100 m^3$, sia in ambito urbano che in ambito perturbano (es. presso il sottopasso dello scolo Piazzola in via Fermi). Nella tavola **B10** vengono visualizzati i tempi di precipitazione critica, cioè i tempi di pioggia che genera i ristagni citati. Si tratta in genere di tempi inferiori all'ora (eventi di “scroscio”).

Nella terza elaborazione viene studiato il comportamento del sistema di drenaggio nella situazione attuale a tempo di ritorno $T_R=50$ anni. Anche in questo caso i principali risultati dell'elaborazione sono visualizzati nella tavola **B10**. Si segnalano problemi “sensibili” di ristagno idrico in varie vie. Sempre nella tavola **B10** vengono visualizzati i tempi di precipitazione critica, cioè i tempi di pioggia che genera i ristagni citati.

Con l'analisi 4 viene studiato il comportamento della fognatura bianca del bacino dello scolo Piazzola nella situazione “attuale” con tempo di ritorno $T_R=100$ anni. I principali risultati sono visualizzati nella tavola **B10**. La medesima tavola visualizza i tempi di precipitazione critica, cioè i tempi di pioggia che genera i ristagni citati.

Con l'analisi 5 viene studiato il comportamento del bacino urbano della roggia Piazzola sottintendendo pienamente attuato quanto previsto dall'**intervento B1** dell'allegato **A3**; inoltre viene modificato il modello in modo che il tratto 95 venga fatto defluire verso 93, il tratto 96 verso 101, il tratto 93 verso 94 ed infine il tratto 100 verso 94 (con il 100% della portata). Si osservi come la riduzione drastica delle situazioni di pericolosità idraulica comporta un abbassamento del valore CN (Curve Number) medio da 62,13 a 47,7 e di converso una portata massima che da 5.160 l/s a 1.960 l/s (in termini specifici da 36,7 l/s/ha a 14 l/s/ha). Il tempo di ritorno T_R è fissato in 50 anni. I principali risultati dell'elaborazione sono visualizzati nella tavola **B10**.

L'ultima analisi, la numero 6, studia il comportamento del sistema di drenaggio nella situazione a Piano delle Acque attuato (nei termini precisati in precedenza). Tempo di ritorno T_R fissato in 100 anni. I principali risultati dell'elaborazione sono visualizzati nella tavola **B10**.

7.2.4 – La manutenzione

L'allegato **A6** illustra procedure di manutenzione ordinaria e straordinaria delle vie d'acqua e dei manufatti idraulici (particolarmente le caditoie). Una corretta ed efficace organizzazione della manutenzione permette di consolidare una alta affidabilità delle opere idrauliche prevedendo, e quindi riducendo, i possibili inconvenienti che possono comportare notevoli disfunzioni in situazione di piena o di tempo secco; inoltre una corretta manutenzione consente la corretta pianificazione degli oneri economici e finanziari connessi alla gestione della rete di drenaggio, in virtù di una valutazione dei costi prevedibili e ripartibili fra le diverse attività e funzioni della stessa rete.

L'allegato **A6** precisa le operazioni minimali per l'esecuzione degli interventi sui componenti della fognatura bianca, descrivendo in particolare i contenuti degli interventi programmati di conduzione. La manutenzione ordinaria è prevista con attività di verifica, pulizia e sostituzione, mentre la manutenzione straordinaria è prevista per ricondurre i componenti delle opere idrauliche almeno nelle condizioni iniziali di funzionalità.

7.2.5 – Indirizzi amministrativi e normative

Pur se il Piano delle Acque non costituisce strumento di “normazione” e di “indirizzo amministrativo” in senso stretto, si ritiene utile riprendere le principali leggi e disposizioni settoriali correlate alla gestione dell'acqua di pioggia e prospettare concretamente una bozza di regolamento, a valenza comunale, destinato a regolamentare la stessa gestione delle acque di pioggia (di fatto la bozza corrispondente alle Norme Idrauliche adottate con il PAT 2010, Norme integrate con l'introduzione dell'obbligo generalizzato di rispettare il limite di stabilizzazione idraulica induttiva tarato su 10 l/s/ha per qualunque tipo di intervento edilizio/urbanistico in grado di modificare il tasso di impermeabilizzazione relativo al sedime di intervento).

La bozza andrà ripresa, riveduta, corretta e/o ampliata in sede di formazione della prima variante al Piano degli Interventi (PI) acquisendo in tal modo le caratteristiche di “norma urbanistica” legalmente da applicare e far applicare.

7.2.5.1 – Normative di settore

I principali strumenti di pianificazione territoriale validi per la realtà comunale di Piazzola Sul Brenta sono il Piano Territoriale di Coordinamento della Regione Veneto (PTRC), il Piano Territoriale di Coordinamento provinciale di Padova (PTCP), il Piano regionale di Tutela delle Acque (PTA) ed il Piano di Assetto Territoriale del Comune di Piazzola Sul Brenta (PAT).

Nella relazione al documento preliminare del PTRC si evidenzia come il Piano stesso intenda seguire specifici obiettivi atti a prevenire e contrastare i fenomeni di cambiamento climatici attraverso azioni come la difesa dei fiumi, laminazione delle piene, riorganizzazione delle aree urbanizzate finalizzate a favorire la permeabilità dei suoli e rallentare il deflusso delle acque, creazione di aree di espansione per le acque di pioggia, ecc...

Tra le finalità del PTCP c'è la conservazione e miglioramento dell'ambiente e l'uso razionale delle risorse naturali. Il PTCP individua all'interno del territorio provinciale le aree soggette ad esondazione e a ristagni idrici incontrollati. Il PTCP richiede alle amministrazioni comunali di inserire nello strumento urbanistico specifiche disposizioni di polizia idraulica e rurale.

Il PAT di Piazzola Sul Brenta è già stato adottato; particolarmente le Norme Idrauliche allegatale alle NTA del PAT permettono un controllo sulle azioni di sviluppo del territorio, la valorizzazione del paesaggio e la tutela dell'ambiente. Il presente PCA propone le modifiche alle Norme Idrauliche del PAT nei termini esposti in precedenza.

Il PTA contiene le misure necessarie ad acquisire la tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico; in particolare il PTA contiene gli interventi volti a garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale previsti dagli articoli 76 e 66 del D.L.vo 152/2006. Il PTA illustra le misure per la gestione delle acque di pioggia e di dilavamento.

Con riferimento alle norme di gestione, manutenzione e tutela delle vie d'acqua vanno infine ricordate le seguenti leggi e decreti:

- R.D.L. 368/1904. Regolamento per l'esecuzione del T.U. delle leggi 195/1900 e 333/1902, sulle bonificazioni delle paludi e dei territori paludosi e s.m.i.
- R.D.L. 215/1933. Nuove norme per la bonifica integrale e s.m.i.
- L. 183/1989. Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.
- D.L.vo 42/2004. Codice dei beni culturali e del paesaggio.
- L.R. 11/2004. Norme per il governo del territorio.
- D.L.vo 152/2006. Norme in materia ambientale.
- L.R. 12/2009. Nuove norme per la bonifica e la tutela del territorio.

7.2.5.2 – Bozza di Normativa idraulica comunale

In allegato **A9** vengono presentate le *Norme, Prescrizioni ed Indicazioni* (NPI) attualmente allegatale al PAT di Piazzola Sul Brenta, integrate nei termini accennati al paragrafo 7.2.5. Le NPI, adottate ed approvate con l'emendamento citato, disciplineranno l'attività edilizia e di trasformazione del territorio relativamente alle problematiche di carattere idraulico, permettendo di ridurre l'impatto idraulico delle aree edificate a valori compatibili con la caratterizzazione materico-dimensionale attuale della rete di fognatura bianca in ambito urbano.