

**COMUNE DI
TORRI DI QUARTESOLO**



PROVINCIA DI VICENZA

P.A.T.

Elaborato

Relazione

Valutazione di Compatibilità Idraulica



Ponte sul Fiume Tesina a Torri di Quartesolo il 1 novembre 2010

Baratto Filippo - geologo

 STUDIO HgeO

GEOLOGIA APPLICATA ET IDROGEOLOGIA

35040 CASALE DI SCODOSIA (PD)
45021 BADIA POLESINE (RO)
vox 0425 59.48.42 - fax 0425
59.58.00
web site: www.hgeo.it
email: hgeo@hgeo.it

Cod. 575-11 B

Data Settembre 2011

**AUTOCERTIFICAZIONE AI SENSI DELL'ART.46 DEL D.P.R. N. 445 DEL
28/12/2000**

**OGGETTO: Studio di Compatibilità Idraulica relativo al Piano di Assetto
del Territorio del Comune di Torri di Quartesolo (VI)**

Il sottoscritto dott. BARATTO FILIPPO, geologo, con studio in Badia Polesine (RO) piazza Vittorio E. Il n°142B, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Veneto al n. 276, sotto la propria personale responsabilità, ai sensi e per gli effetti del D.P.R. n. 445/2000, per le finalità contenute nella D.G.R.V. 1322/2006 con successiva D.G.R.V. 1841/2007 e D.G.R.V. 2948/2009, nonché sulla base delle sentenze del Consiglio di Stato nr.309/09 e 5013/09

DICHIARA

di avere conseguito laurea di 2° livello in scienze geologiche presso l'Università degli Studi di Ferrara, con piano di studi comprendente i settori dell'idrologia e dell'idrogeologia, e di aver maturato, nel corso della propria attività professionale, esperienza nei settori analoghi a quanto contenuto nell'Oggetto.

Badia Polesine, 15.09.2011

Baratto Filippo - geologo

INDICE

1	PREMESSA	1
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	1
3	METODOLOGIA	6
4	CARATTERI IDROGEOLOGICI DEL TERRITORIO	7
4.1	LOCALIZZAZIONE DEL COMUNE	7
4.2	ASSETTO LITOLOGICO	8
4.3	ASSETTO IDROGEOLOGICO	8
4.4	PERMEABILITA' DEI TERRENI SUPERFICIALI	9
4.5	ALTIMETRIA LOCALE E ZONE DEPRESSE	10
4.1	COMPATIBILITA' GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA	11
5	CARATTERI IDROLOGICI DEL TERRITORIO.....	12
5.1	RETE IDRAULICA	12
5.2	ATO E ASTE RICETTRICI	13
5.3	FOGNATURA URBANA E ACQUEDOTTO	14
5.4	CRITICITA' IDRAULICA DEL TERRITORIO.....	15
5.4.1	AUTORITA' DI BACINO - PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO	15
5.4.2	PROVINCIA DI VICENZA - PIANO PROVINCIALE DI EMERGENZA.....	18
5.4.3	CONSORZI DI BONIFICA	19
5.5	FASCE DI RISPETTO	21
6	STUDIO DELLE PRECIPITAZIONI	21
6.1	CENNI CLIMATICI.....	22
6.2	LINEE SEGNALTRICI DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA	22
6.3	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	25
6.4	TEMPO DI CORRIVAZIONE	28
7	PORTATA MASSIMA E COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	29
8	VOLUMI D'INVASO PER LE PREVISIONI P.A.T.....	31
9	INTERVENTI DI MITIGAZIONE.....	33
9.1	MISURE COMPENSATIVE PER CLASSI D'INTERVENTO	34
9.2	PRESCRIZIONI PER LA PROGETTAZIONE	35
9.3	INDIRIZZI PER IL PIANO DEGLI INTERVENTI	38

ELABORATI:

SCHEDE: 1 ÷ 48

TAVOLA 1 Carta delle Interferenze

1 PREMESSA

La Giunta Regionale del Veneto attraverso la D.G.R. n. 3637 del 12 dicembre 2002 ha prescritto che tutti gli strumenti urbanistici generali e le varianti generali che comportino una trasformazione territoriale tali da modificare il regime idraulico siano accompagnate da una specifica "Valutazione di Compatibilità Idraulica" in grado di valutare l'attitudine del territorio studiato ad accogliere le nuove strutture, le interferenze o le modifiche che le nuove previsioni urbanistiche possono avere con il regime idraulico esistente; ma anche di indicare le misure di compensazione e/o di mitigazione da adottare per non aggravare l'esistente livello di rischio idraulico, secondo il principio di Invarianza idraulica.

Lo studio, qui illustrato, si basa sulle indicazioni riportate nell'allegato A alla D.G.R.V. n. 2948 del 6 settembre 2009, che segue quanto già disposto nell'allegato A alla D.G.R.V. n. 1841 del 19 giugno 2007, susseguenti alla D.G.R. n. 3637/2002 ed alla successiva D.G.R. n. 1322/2006.

Pertanto, si valutano le attuali condizioni di possibile rischio idraulico del territorio e si confrontano i risultati con le nuove previsioni urbanistiche, arrivando a definire gli eventuali aggravii del livello di rischio idraulico ed anche i possibili interventi atti a mitigare o non ad aggravare le condizioni di pericolosità esistenti.

Il presente documento è da intendersi come uno studio preliminare atto a valutare le caratteristiche delle aree soggette ad urbanizzazione derivanti dalle indicazioni del P.A.T. comunale, a dare indicazione circa i volumi aggiuntivi derivanti dalla urbanizzazione ed un primo dimensionamento delle opere di mitigazione. Per il dimensionamento finale delle opere si rimanda ad una fase progettuale successiva.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Lo studio in oggetto si basa sulla seguente normativa:

- Progetto di Piano per l'Assetto Idrogeologico dei bacini idrografici dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta-Bacchiglione (L. n. 267/98 e L. n. 365/00) [adottato marzo 2004].
- Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta-Bacchiglione. Adozione della 1° variante e delle corrispondenti misure di salvaguardia (giugno 2007)
- Piano di Gestione dei Bacini Idrografici delle Alpi Orientali adottato il 24 febbraio 2010
- D.G.R.V. n.1322 del 10.05.2006 L.3 agosto 1998, n.267- Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici.
- All. A D.G.R. n. 1322 del 10 maggio 2006: Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici
- D. L. n. 152 del 3 aprile 2006, Norme in materia ambientale

- Legge 18 maggio 1989, n. 183, recante “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”, successivamente modificata dalle leggi n. 253/90, n. 493/93, n. 61/94 e n. 584/94, ha previsto la suddivisione di tutto il territorio nazionale in “bacini idrografici”, intesi come entità territoriali che costituiscono ambiti unitari di studio, programmazione ed intervento prescindendo dagli attuali confini ed attribuzioni amministrative. La legge ha previsto anche la predisposizione delle Autorità di Bacino.
- Legge 3 agosto 1998, n. 267, scaturita dal ripetersi di gravi fenomeni di dissesto idrogeologico che hanno portato alla emanazione del decreto legge 11 giugno 1998, n. 180, convertito in legge, che con successive modifiche sono confluite nel documento finale recante “Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania”. La norma prevede che le Autorità di Bacino di rilievo nazionale e interregionale e le regioni per i restanti bacini adottino, ove non si sia già provveduto, piani stralcio per l'assetto idrogeologico. Tali piani (P.A.I.) in particolare devono individuare e perimetrale le aree a rischio idrogeologico.

- Il D.P.C.M. 29 settembre 1998 costituisce l'atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti del D.L. 180/1998.

Le misure di salvaguardia da adottare saranno in relazione ai fattori di:

- o pericolosità, cioè la probabilità di accadimento di un evento calamitoso;
- o valore degli elementi di rischio in riferimento a persone, beni localizzati, patrimonio ambientale;
- o vulnerabilità degli elementi a rischio, che dipende sia dalla capacità di sopportare le sollecitazioni esercitate dall'evento sia dall'intensità dell'evento stesso.

Per la pericolosità idraulica la legge distingue tre aree con diversi tempi di ritorno (T_r):

- o aree ad alta probabilità di inondazione ($T_r= 20-50$ anni);
- o aree a moderata probabilità di inondazione ($T_r= 100-200$ anni);
- o aree a bassa probabilità di inondazione ($t_r= 300-500$ anni).

La normativa propone di aggregare le diverse situazioni in quattro classi di rischio a gravosità crescente, definite come segue:

1. rischio moderato R1: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
2. rischio medio R2: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, che non pregiudicano l'incolumità personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
3. rischio elevato R3: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici ed alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale e culturale;

4. rischio molto elevato R4: per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, danni rilevanti al patrimonio ambientale e culturale, la distruzione di attività socio-economiche.

- D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, recante "Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore di zone colpite da calamità naturali" conferito con modificazioni nella legge 11 dicembre 2000, n. 365, individua una nuova procedura per l'approvazione dei Piani stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.).

Disposizioni regionali in merito al rischio idraulico ed idrogeologico:

- L.R. 3/1976 recante "Comprensori di bonifica idraulica".
- L.R. 93/1983.
- D.G.R. 2705/1983.
- L.R. 42/1984.
- L.R. 61/1985 recante "Norme per l'assetto e l'uso del territorio"
- L.R. del 01/03/1986, n. 9, recepimento regionale della allora legge Galasso.
- D.G.R. 7090 del 23/12/1986 – Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (PRTC) - in revisione.
- D.G.R. 962 del 01/09/1998 recante "Definizione della rete idrografica regionale principale".
- L.R. del 03/08/1998, n. 267, recante "Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici".
- D.G.R. 3637/2002 conseguente alla L.R. 267/98.
- L.R. 11/2003 - Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale
- D.G.R. 1322/2006 modifica al D.G.R. 3637/2002 alla luce della nuova legge urbanistica 11/2004.
- D.G.R. 1841/2007 modifica al D.G.R. 1322/2006 con aggiornamenti normativi e metodologici.
- D.G.R. 2948/2009 Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n. 1322/2006 e n. 1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009.

La D.G.R.V. 3637/2002 "è necessaria solo per gli strumenti urbanistici generali o varianti generali o varianti che comportino una trasformazione territoriale che possa modificare il regime idraulico".

La legge prevede i seguenti punti:

- "Al fine di consentire una più efficace prevenzione dei dissesti idrogeologici, ogni nuovo strumento urbanistico dovrebbe contenere una valutazione, o studio, di compatibilità idraulica" che valuti per le nuove previsioni urbanistiche le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti e le possibili alterazioni del regime idraulico che possono causare.

- "Nella valutazione di compatibilità idraulica si deve assumere come riferimento tutta l'area interessata dallo strumento urbanistico in esame e cioè l'intero territorio comunale per i nuovi Piani Regolatori Generali o per le varianti generali al PRG ovvero le aree interessate dalle nuove previsioni urbanistiche, oltre che quelle strettamente connesse, per le varianti agli strumenti urbanistici vigenti."
- "Lo studio idraulico deve verificare l'ammissibilità delle previsioni contenute nello strumento urbanistico considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti o potenziali e le possibili alterazione del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo possono venire a determinare."
- Nella valutazione devono essere verificate le variazioni della permeabilità e della risposta idrologica dell'area interessata conseguenti alle previste mutate caratteristiche territoriali nonché devono essere individuate idonee misure compensative, come nel caso di zone non a rischio di inquinamento della falda, il reperimento di nuove superfici atte a favorire l'infiltrazione delle acque o la realizzazione di nuovi volumi di invaso, finalizzate a non modificare il grado di permeabilità del suolo e le modalità di risposta del territorio agli eventi meteorici.
- Deve essere quindi definita la variazione dei contributi specifici delle singole aree prodotte dalle trasformazioni dell'uso del suolo e verificata la capacità della rete drenante di sopportare i nuovi apporti. In particolare, in relazione alle caratteristiche della rete idraulica naturale o artificiale che deve accogliere le acque derivanti dagli afflussi meteorici, dovranno essere stimate le portate massime scaricabili e definiti gli accorgimenti tecnici per evitarne il superamento in caso di eventi estremi.
- Al riguardo si segnala la possibilità di utilizzare, se opportunamente realizzate, le zone a standard "Fc" a Parco Urbano (verde pubblico) prive di opere, quali aree di laminazione per le piogge aventi maggiori tempi di ritorno.
- È da evitare, ove possibile, la concentrazione degli scarichi delle acque meteoriche, favorendo invece la diffusione sul territorio dei punti di recapito con l'obiettivo di ridurre i colmi di piena nei canali recipienti e quindi con vantaggi sull'intero sistema di raccolta delle acque superficiali.
- Ove le condizioni della natura litologica del sottosuolo e della qualità delle acque lo consentano, si può valutare la possibilità dell'inserimento di dispositivi che incrementino i processi di infiltrazione nel sottosuolo.
- Resta del tutto evidente la necessità che la valutazione di compatibilità idraulica non deve fermarsi ad analizzare gli aspetti meramente quantitativi, ma deve verificare anche la compatibilità della qualità delle acque scaricate con l'effettiva funzione del ricettore.
- Per quanto attiene le condizioni di pericolosità derivanti dalla rete idrografica maggiore si dovranno considerare quelle definite dal Piano di Assetto Idrogeologico. Potranno altresì considerarsi altre condizioni di pericolosità, per la rete minore, derivanti da ulteriori analisi condotte da Enti o soggetti diversi.
- Per le zone considerate pericolose la valutazione di compatibilità idraulica dovrà analizzare la coerenza tra le condizioni di pericolosità riscontrate e le nuove previsioni urbanistiche, eventualmente fornendo indicazioni di carattere costruttivo, quali ad esempio la possibilità di

realizzare volumi utilizzabili al di sotto del piano campagna o la necessità di prevedere che la nuova edificazione avvenga a quote superiori a quelle del piano campagna.

- Lo studio di compatibilità può altresì prevedere la realizzazione di interventi di mitigazione del rischio, indicandone l'efficacia in termini di riduzione del pericolo.

La D.G.R.V. 1322/2006 approfondisce in particolar modo l'impiego dei nuovi strumenti urbanistici come il Piano di Assetto del territorio e il Piano degli interventi. Nella fattispecie cita:

"Nella valutazione di compatibilità idraulica si deve assumere come riferimento tutta l'area interessata dallo strumento urbanistico in esame, cioè l'intero territorio comunale per i nuovi strumenti urbanistici (o anche più Comuni per strumenti intercomunali) PAT/PATI o PI, ovvero le aree interessate dalle nuove previsioni urbanistiche, oltre che quelle strettamente connesse, per le varianti agli strumenti urbanistici vigenti. Il grado di approfondimento e dettaglio della valutazione di compatibilità idraulica dovrà essere rapportato all'entità e, soprattutto, alla tipologia delle nuove previsioni urbanistiche. Per i nuovi strumenti urbanistici, o per le varianti, dovranno essere analizzate le problematiche di carattere idraulico, individuate le zone di tutela e fasce di rispetto a fini idraulici ed idrogeologici nonché dettate le specifiche discipline per non aggravare l'esistente livello di rischio idraulico, fino ad indicare tipologia e consistenza delle misure compensative da adottare nell'attuazione delle previsioni urbanistiche. Nel corso del complessivo processo approvativo degli interventi urbanistico-edilizi è richiesta con progressiva definizione la individuazione puntuale delle misure compensative, eventualmente articolata tra pianificazione strutturale (Piano di assetto del Territorio - PAT), operativa (Piano degli Interventi - PI), ovvero Piani Urbanistici Attuativi - PUA. Nel caso di varianti successive, per le analisi idrauliche di carattere generale si può anche fare rimando alla valutazione di compatibilità già esaminato in occasione di precedenti strumenti urbanistici".

La D.G.R.V. 1841/2007 approfondisce alcuni aspetti fondamentali, in particolare cita: "A livello di PAT lo studio sarà costituito dalla verifica di compatibilità della trasformazione urbanistica con le indicazioni del PAI e degli altri studi relativi a condizioni di pericolosità idraulica nonché dalla caratterizzazione idrologica ed idrografica e dalla indicazione delle misure compensative, avendo preso in considerazione come unità fisiografica il sottobacino interessato in un contesto di Ambito Territoriale Omogeneo. Nell'ambito del PI, andando pertanto a localizzare puntualmente le trasformazioni urbanistiche, lo studio avrà lo sviluppo necessario ad individuare le misure compensative ritenute idonee a garantire l'invarianza idraulica con definizione progettuale a livello preliminare/studio di fattibilità".

La D.G.R.V. 2948/2009 approfondisce alcuni aspetti fondamentali e dà le Modalità operative e le indicazioni tecniche per la stesura della compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici.

3 METODOLOGIA

Lo scopo principale di uno studio di compatibilità idraulica, è quello di valutare le variazioni prodotte dalle varianti allo strumento urbanistico al regime idraulico esistente. Il cambio di destinazione d'uso di determinate aree comporta infatti la variazione dei coefficienti di deflusso di quelle stesse aree e il più delle volte, vista la crescente necessità di urbanizzare, si impone la necessità di raccogliere e convogliare le acque di pioggia verso i corpi ricettori.

Il problema riguarda proprio la fase della consegna ai corpi ricettori, dato che questi risultano ormai già al limite della loro capacità nelle condizioni attuali. Le misure da prendere per non aggravare la situazione verranno illustrate in seguito.

Trattandosi di uno studio inerente le previsioni contenute nel Piano di Assetto del Territorio (P.A.T.), le valutazioni sono state effettuate con riferimento alla suddivisione in Ambiti Territoriali Omogenei del territorio comunale e si sono presi in considerazione i seguenti aspetti:

- descrizione delle caratteristiche del territorio: caratteristiche geomorfologiche e geologiche con valutazione della permeabilità dei terreni (se importante per la compatibilità idraulica), caratteristiche idrografiche ed idrologiche; caratteristiche delle reti fognarie; descrizione della rete idraulica ricettrice;
- descrizione degli interventi urbanistici oggetto di studio
- analisi degli eventi piovosi ed individuazione di quelli più gravosi per le aree in esame.
- determinazione delle portate di piena con metodiche di largo utilizzo scientifico conseguenti agli interventi previsti;
- bilancio idrico, con determinazione degli eventuali maggiori volumi d'acqua da smaltire, derivanti dall'intervento;
- valutazione delle caratteristiche sopra descritte in riferimento ai contenuti della variante;
- valutazione della criticità idraulica del territorio;
- inquadramento della rete idrografica e valutazione del rischio e della pericolosità idraulica;
- proposta di misure compensative e/o di mitigazione del rischio con indicazioni di piano per l'attenuazione del rischio idraulico; valutazione ed indicazione degli interventi compensativi; indicazioni da inserire nelle Norme Tecniche d'Attuazione;

Le suddette valutazioni sono basate su

- Rilievi in situ finalizzati all'individuazione delle caratteristiche idrogeologiche e geomorfologiche del territorio in studio.
- Analisi dei dati relativi alle condizioni isofreatiche del territorio comunale.
- Analisi degli studi e delle indagini geologiche e idrogeologiche fatte sia per la stesura del PRG vigente, sia per interventi localizzati (es. lottizzazioni residenziali, industriali, etc), sia per la stesura

del PAT.

- Analisi dei dati contenuti nel Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale.
- Analisi dei dati contenuti nel Quadro Conoscitivo del PAT e del PTCP.
- Reperimento ed analisi di dati dai Consorzi di Bonifica competenti.
- Reperimento ed analisi di dati dall'Ufficio regionale del Genio Civile di Vicenza.
- Reperimento ed analisi di dati da AIM di Vicenza.
- Reperimento ed analisi dei dati dello studio di Piano d'Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dalla competente Autorità di Bacino.
- Reperimento ed analisi di dati dall'ARPAV – Centro di Teolo.
- Reperimento ed analisi di dati idrologici in Comuni limitrofi.
- Cartografia geologica, idrogeologica e del territorio pubblicata.
- Studio idraulico Fiume Tesina - Studio Bonollo et alii.

Codesta Relazione rimane comunque uno studio preliminare atto a valutare le caratteristiche di "idoneità idraulica" delle aree che saranno oggetto di urbanizzazione indicata dal P.A.T., dando nel contempo anche le indicazioni sulle opere di mitigazione in osservanza al principio dell'invarianza idraulica. Il dimensionamento corretto delle opere di stoccaggio e, più in generale, di mitigazione sarà da fare nella fase progettuale successiva (Piano degli Interventi).

4 CARATTERI IDROGEOLOGICI DEL TERRITORIO

4.1 LOCALIZZAZIONE DEL COMUNE

Il Comune di Torri di Quartesolo - Codice ISTAT 024108, Coordinate geografiche medie 45°31'0" N e 11°37'0" E - è ubicato nella porzione mediana della Provincia di Vicenza. Esso confina rispettivamente con i Comuni di: Gazzo (PD), Grumolo delle Abbadesse, Longare, Quinto Vicentino, Vicenza. La superficie è di 18,66 Km².

Il territorio comunale è compreso i Foglio nr. 50 a scala 1:50'000; mentre è inserito nel Foglio nr.50 II SO "Sermide", 63 IV SE "Torri di Quartesolo" e 50 III NE "Montegalda" della cartografia IGM a scala 1:25.000. Nella Carta Tecnica Regionale a scala 1:10.000, è inserito nelle Sezioni nr. 125040 – 1125080 – 1125120. Si veda la **Scheda 1** per l'inquadramento.

Gli insediamenti maggiori del Comune, oltre al capoluogo sono le località di Lerino ad Est del capoluogo e di Marola, posta a Nord della sede comunale.

Dal punto di vista altimetrico il territorio comunale presenta una altitudine media è di 30 m slm e una digradazione uniforme verso SE, infatti le quote maggiori, attorno ai 34 m slm circa, si hanno in corrispondenza delle porzioni di territorio settentrionali e decrescono man mano che si procede verso Sud-SudEst, dove le quote prevalenti oscillano tra 25 e 27 m slm.

4.2 ASSETTO LITOLOGICO

Di seguito si illustrano le condizioni geologiche significative, ai fini dello studio in oggetto. I dati sono desunti dagli elaborati dell'indagine geologica redatta per il P.A.T..

Dal punto di vista litologico il territorio è costituito da sedimenti sciolti di origine fluvioglaciale e alluvionale. I depositi fluvioglaciali sono legati alla Conoide dell'Astico, la cui area di influenza nella zona di Torri di Quartesolo si estende in sinistra fiume Tesina sino alla sua fascia di divagazione, dato che il Tesina stesso raccoglie le acque del torrente Astico.

I depositi alluvionali sono legati invece al sistema deposizionale del fiume Brenta ossia al megafan del Brenta, al quale si aggiungono gli apporti del Bacchiglione - **Scheda 2**.

I depositi di conoide dell'Astico a monte della zona in esame sono caratterizzati da elementi grossolani quali ciottoli e ghiaie, immersi in matrice prevalentemente sabbiosa. La granulometria dei depositi è, normalmente, legata all'energia di trasporto delle acque, che nel caso degli scaricatori glaciali nel passato e dei torrenti attuali, in uscita dalla zona pedemontana, è elevata, grazie anche alla pendenza topografica.

I depositi alluvionali tipici della zona in studio, invece, hanno una granulometria minore a causa della minore energia di trasporto delle acque fluviali che solcano zone a minor gradiente topografico. Tali depositi sono quindi costituiti prevalentemente da sabbie intercalate a limi e argille.

In particolare, si distinguono tre tipi di terreni:

- 1- Terreni grossolani, prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, rinvenibili lungo l'alveo del fiume Tesina nel tratto vicino all'abitato di Marola e nel tratto vicino all'abitato di Torri di Quartesolo; altri sedimenti di questo tipo si rinvencono più ad Est, lungo un antico tracciato fluviale ad andamento Nord-Sud, legato alle probabili divagazioni dei rami fluviali appartenenti al sistema dell'Astico e/o del Brenta.
- 2- Terreni prevalentemente sabbiosi, che coprono gran parte del territorio comunale e sono legati a corsi d'acqua ormai estinti che divagavano con una certa energia;
- 3- Terreni prevalentemente limoso-argillosi che costituiscono piccole plaghe di territorio e sono indici di bassa energia di trasporto o aree depresse dove le acque ristagnavano; si rinvencono limitati affioramenti a Nord nell'abitato di Marola, a sud dell'abitato di Lerino, in destra e sinistra Tesina in corrispondenza dell'abitato di Torri di Quartesolo

Il passaggio dalla zona pedemontana alla pianura aperta è caratterizzato da un'interdigazione dei depositi di conoide con quelli alluvionali, come rappresentato nella sezione della **Scheda 3**.

4.3 ASSETTO IDROGEOLOGICO

L'area di Torri di Quartesolo è posta a Sud del limite inferiore delle risorgive. Il materasso alluvionale sciolto che costituisce il sottosuolo della zona ha uno spessore variabile (180-250 m) al di sotto del quale affiora il substrato roccioso. I depositi sciolti sono costituiti nella parte più profonda da alluvioni prevalentemente ghiaioso-sabbiose, legate alla conoide fluvioglaciale

dell'Astico, e nella parte più superficiale da sabbie, limi e argille, riferibili ai depositi alluvionali del Brenta.

Tale materasso ospita un sistema acquifero multifalde, ossia una falda superficiale libera e una serie di falde profonde sovrapposte, in pressione.

La falda superficiale, denominata falda freatica è in genere libera e poco profonda. Essa è in diretta comunicazione con la superficie attraverso la porzione non satura del terreno e trae alimentazione sia dal deflusso sotterraneo che proviene dalle zone a monte che dall'infiltrazione diretta delle acque superficiali (precipitazioni, dispersione di subalveo delle aste d'acqua, immissione artificiale d'acqua nel sottosuolo con l'irrigazione) attraverso la soprastante superficie topografica.

Al di sotto del livello freatico, scendendo in profondità, le falde con carattere di artesianità hanno una maggiore continuità spaziale. Esse sono caratterizzate, di norma, da un gradiente debole (~1,4‰) e un deflusso orizzontale, generalmente verso SudEst. Essendo isolate dalla superficie dai livelli argillosi, traggono alimentazione dalle zone a monte del limite delle risorgive, dalle acque contenute nell'acquifero indifferenziato, ossia il materasso ghiaioso che nelle zone a nord delle risorgive affiora in superficie e caratterizza l'intero spessore di depositi sciolti, fino al contatto con il substrato roccioso.

Il livello freatico risente del regime delle precipitazioni, per cui le sue oscillazioni seguono la distribuzione annuale delle piogge, seppure con uno sfasamento legato alla velocità di ricarica dell'acquifero. Sono, di norma, attesi livelli massimi della superficie freatica nei primi due trimestri annuali in seguito all'effetto alimentante delle precipitazioni autunnali, mentre i minimi si registrano in genere negli ultimi due trimestri che risentono del periodo estivo più siccitoso.

L'assetto della falda freatica in Comune di Torri di Quartesolo si basa sul rilievo di campagna del livello idrico eseguito per la cartografia idrogeologica del PAT nel mese di Febbraio 2011.

Sulla base della campagna di misura piezometrica di Febbraio 2011, il livello freatico locale nel periodo invernale risulta mediamente a -1,3 metri di profondità con oscillazioni tra -0,76 e -1,6 metri - **Scheda 4**.

Dati di più anni e per differenti stagioni danno, invece, un andamento come riportato nella **Scheda 5** dove è riportato l'andamento del livello freatico rilevato nel pozzo freatico n. 155 della rete di monitoraggio regionale. L'oscillazione della superficie della falda dal piano campagna varia nel periodo da aprile 1999 a novembre 2007 tra un minimo di 1,5 m di profondità ad un massimo di 3,55 m, con valore medio attorno a 2,3 m da p.c.

4.4 PERMEABILITA' DEI TERRENI SUPERFICIALI

Uno dei parametri idrogeologici rilevanti per lo studio della risposta che i terreni riescono a dare alle sollecitazioni idriche esterne, quali precipitazioni, presenza di falda freatica o acque di esondazione, è la permeabilità intrinseca, cioè la capacità del terreno di farsi attraversare da un liquido.

Il coefficiente di permeabilità dei terreni, che esprime la capacità dei terreni a farsi attraversare da un flusso d'acqua, come visto precedentemente, ha valori, per l'area di Torri di Quartesolo variabili tra 10^{-1} e $<10^{-10}$ m/s. Si tratta di valori tipici di terreni da medi a fini.

Dal punto di vista idrogeologico, la permeabilità dei terreni è importante perché regola la velocità di spostamento di qualsiasi mezzo liquido (acque, sostanze inquinanti, etc.) nel mezzo solido poroso. Maggiore è la permeabilità, più rapida è la migrazione dei liquidi all'interno del mezzo poroso e quindi più veloce può risultare il raggiungimento della falda da parte di qualsiasi sostanza. Ne deriva quindi che il grado di vulnerabilità intrinseca del sistema idrico sotterraneo locale è direttamente proporzionale alla permeabilità.

In base alla relazione geologica di supporto al P.A.T. le formazioni litoidi e i depositi quaternari che caratterizzano il territorio comunale possono essere classificati dal punto di vista idrogeologico in unità idrogeologiche (U.I.), sulla base del tipo di permeabilità. Vedasi la **Scheda 6**.

- *U.I. 1 Terreni a permeabilità medio-alta*

Caratterizzano i terreni alluvionali di tipo ghiaioso-sabbioso localizzati soprattutto lungo il Tesina, sia a valle che a monte del capoluogo. Essi possono presentare una permeabilità da media a alta con differente capacità di drenaggio superficiale delle acque meteoriche soprattutto in occasione di eventi piovosi significativi. Il coefficiente di permeabilità medio-alto (K) è $10^{-1} \div 10^{-2}$ m/s.

- *U.I. 2 Terreni a permeabilità media*

Sono i terreni sabbiosi alluvionali costituiti in genere da sabbie medie e fini, con frazione limosa variabile. Essi si rinvengono in gran parte del territorio comunale e maggior frequenza nelle zone dei paleovalvei e delle divagazioni dell'antica idrografia. Il coefficiente di permeabilità medio K è $10^{-4} \div 10^{-6}$ m/s.

- *U.I. 3 Terreni a permeabilità bassa- molto bassa*

Si tratta della frazione medio-fine dei depositi alluvionali. Tali terreni si rinvengono principalmente a cavallo del capoluogo sia verso il confine con il Comune di Vicenza sia in area limitrofa alla sede autostradale. Essi testimoniano un progressivo ridursi dell'energia di trasporto e deposizionale da parte dell'attuale rete idrografica. Il coefficiente di permeabilità medio (K) è $10^{-7} \div 10^{-10}$ m/s.

4.5 ALTIMETRIA LOCALE E ZONE DEPRESSE

Dall'analisi della cartografia regionale e degli elaborati di piano nonché dai sopralluoghi effettuati si sono individuate le morfologie e soprattutto le zone più depresse nell'ambito comunale, che possono costituire un punto di recapito delle acque superficiali soprattutto nei periodi di maggiore piovosità. Si tratta quindi di zone ad elevato pericolo di allagamento per deflusso idrico e/o per difficoltà di drenaggio.

La morfologia del territorio comunale risulta "ondulata" a causa della presenza di fasce di "alto morfologico" legato ai paleovalvei e di fasce intermedie dove le quote altimetriche sono

relativamente più depresse, i terreni più fini e poco permeabili e la soggiacenza bassa.

Queste aree depresse possono essere sede di accumulo d'acqua superficiale. Alcune sono censite e perimetrate anche dai competenti Consorzi di Bonifica e dall'Autorità di Bacino territoriale come aree a pericolosità idraulica, altre sono segnalate da fonti diverse come aree a ristagno idrico. La ricostruzione delle altimetrie locali è stata fatta mediante elaborazione DTM delle quote altimetriche della carta Tecnica Regionale. Emerge, in sintesi, che le maggiori aree depresse sono concentrate nella porzione Sud e SudEst del territorio in studio, specialmente tra la ferrovia e la SR 11; ma non mancano depressioni anche a ridosso del F. Tesina nel capoluogo ed appena a Nord; come anche in prossimità del raccordo autostradale tra la A4 e la A31. Vedasi la **Scheda 7**.

4.1 COMPATIBILITA' GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA

La cartografia del PAT mediante la Tavola 3 "Delle Fragilità" individua il grado di idoneità del territorio perimetrando secondo le disposizioni normative in materia (L.11/2004 e ss.mm.ii.). Tale Carta è contenuta anche nella Carta delle Interferenze costruita per questo studio.

In sintesi, il territorio presenta:

Aree idonee: prevalgono nella porzione settentrionale e orientale del territorio comunale. Comprendono gli abitati di Marola, Arcaro, Villaggio Monte Santo e parte di Lerino. Non si hanno particolari limiti all'edificabilità, che deve seguire i disposti della normativa vigente in materia (DM 14.01.2008) e quanto disposto dal PAT.

Aree idonee a condizione: sono le aree soggette a possibili allagamenti o con litologie scadenti quali argille e limi o aree circostanti a zone non idonee. L'abitato di Torri di Quartesolo ricade pressoché totalmente in aree a condizione per possibili allagamenti da parte del Tesina. Ci sono limiti di edificabilità in rapporto con le risultanze dell'indagine geologica. Nella fase transitoria, fino all'adozione del P.I. si dovranno osservare le seguenti disposizioni presenti nelle NTA in corrispondenza delle diverse tipologie di aree individuate che possono essere:

- aree a maggior rischio di dissesto idrogeologico o aree con terreni a caratteristiche geotecniche scadenti.
- aree a deflusso idrico difficoltoso e/o per sofferenza di franco di bonifica o difficoltà di deflusso del corpo ricettore;
- aree soggette ad allagamento per esondazione dei corsi d'acqua, definite dal P.A.I. dai Consorzi di Bonifica e dal Genio Civile;
- aree a vulnerabilità idrogeologica medio alta;
- aree bonificate e di accumulo artificiale per riporto.

Aree non idonee: sono comprese in questa classe le zone fluviali interne agli argini, che possono quindi essere soggette ad allagamenti anche di più metri e le zone delle ex cave. In queste aree l'edificabilità è vietata se non per la sola messa in sicurezza del territorio e/o delle opere idrauliche esistenti.

5 CARATTERI IDROLOGICI DEL TERRITORIO

5.1 RETE IDRAULICA

Il territorio comunale di Torri di Quartesolo appartiene al sistema idrografico del Bacino del Bacchiglione, che è già stato oggetto di approfondito studio nel Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Brenta-Bacchiglione redatto dall'Autorità di Bacino ed alla quale si rimanda.

L'area comunale è caratterizzata da numerosi corsi d'acqua e da una rete secondaria di canali e scoli consorziali e non, oltre che da fossati interpoderali. I principali corsi d'acqua hanno una direzione generale da Nord a Sud e sono collegati tra loro da una serie di rogge o scoli a prevalente direzione longitudinale. Le aste che attraversano il Comune sono (**Scheda 8**):

- *Fiume Tesina*, che nasce presso Sandrigo ed è fiume di risorgiva. Esso fa parte del Bacino idrografico "Astico-Tesina". Il Tesina è un affluente del Torrente Astico, che nasce sull'Altopiano di Folgaria-Lavarone, a 1450 m slm, e si getta nel Fiume Bacchiglione presso Longare (Loc. S. Pietro Intrigona), a valle di Torri di Quartesolo - **Scheda 9**. Il Tesina è un fiume caratterizzato da importanti e spesso "non preannunciate" piene con conseguenti esondazioni e danni. Studi specifici se ne contano una ventina nel XX° secolo. Le cause sono molteplici e sono da ricercare nel carattere tipicamente torrentizio dell'asta, trattandosi di bacino montano; nella diminuzione dei tempi di percorrenza a causa dell'incremento dell'impermeabilizzazione urbana, specie nella porzione medio - bassa del suo sviluppo; nei numerosi restringimenti (ponti) legati alla viabilità. Per quanto riguarda Torri di Quartesolo un punto critico è sicuramente il ponte romano della SR 11- Padana Superiore, poiché la sezione idraulica è ridotta. Esso è anche il ricettore di numerose Rogge e Scoli.
- *Diramazione Quintarello* che interessa la zona Nord orientale del Comune ed è affluente di destra;
- *Ramo Quintarello*, che come il precedente si immette in destra orografica ed è parallelo pure esso all'autostrada;
- *Roggia Tribolo* affluente di destra che delimita la località Villaggio Monte Santo;
- *Ramo Settecà* affluente di destra che delimita il capoluogo a Nord;
- *Roggia Regazzo* affluente di sinistra poco a Nord di Marola;
- *Ramo Bertarella* affluente di destra, fa' da confine Ovest;
- *Canale Rio Settimo* caratterizza la porzione SudOvest del territorio comunale a valle dello svincolo autostradale, come anche lo
- *Scolo Settimo* che funge da confine Sud;
- *Scarico Settimo*, passa poco più a nord del Canale Rio Settimo e attraversando la A31 circonda a Sud la zona commerciale. tra questo e lo Scolo Settimo esiste anche un collegamento dato dal canale Settimo;

- *Rio Tergola*, si sviluppa da Nord a Sud interessando la Località Lerino;
- *Rio Moneghina Alta*, corre con la stessa direzione del Tergola dove si immette a Lerino;
- *Roggia Vaccari Tesinella*, interessa la porzione orientale del territorio e si immette poi nel:
- *Rio Riale*, che funge da confine orientale;
- *Rio Porto Santi*, attraversa in direzione SW-NE il Comune e dal capoluogo si immette nel Rio Tergola;
- *Roggia Tesinella*, attraversa in direzione W-E il Comune;
- *Canale Longare*, fa' da confine SW del Comune;
- *Rio Bergama*, attraversa in direzione N-S il centro di Lerino;
- *Scolo Tribolo*, attraversa in direzione N-S l'area tra il capoluogo e Lerino;

Tutte queste aste idriche assieme ad una più fitta rete minore, ed i relativi bacini sono gestiti dal Consorzio di Bonifica Alta pianura Veneta, derivante dall'accorpamento tra i Consorzi di Bonifica Medio Astico Bacchiglione Bonifica, Riviera Berica, Zerpano Adige Guà (DGR n. 1408 del 19 maggio 2009) per una porzione del 20% del territorio; mentre il restante 80% è di competenza del Consorzio di Bonifica Brenta ex Pedemontano Brenta.

Sia le aste fluviali principali che quelle consorziali sono interessate da una molteplicità di opere che determinano il regime delle acque fluenti. Basti pensare ai numerosi ponti e ponticelli di ingresso alle proprietà, come i tombini messi in opera per gli stessi scopi. Opere che se non adeguatamente progettate e poi mantenute in funzionalità creano punti di criticità idraulica specie in occasione di eventi meteorologici significativi. A queste opere si sommano poi tutte quelle di tipo "idraulico", messe in posto dagli organi competenti e per le quali l'efficienza è garantita dai gestori stessi.

Tali opere sono distinte in:

I *sifoni* o *botti* vengono utilizzati dove c'è un incrocio di due reti di canali o scoli, poste a quote diverse, per far passare le acque di uno sotto l'altro.

Le *opere di sollevamento* provvedono alla regimazione dei deflussi con l'immissione in altre aste.

Le *chiuse* e le *briglie* servono per aprire o chiudere il flusso idrico e quindi regimarlo a seconda delle esigenze.

5.2 ATO E ASTE RICETTRICI

Di seguito si indicano sulla base delle rete idrica descritta nel paragrafo precedente i principali corpi ricettori possibili per le ATO e soprattutto per le azioni urbanistiche previste. E' chiaro che afferenti a queste aste maggiori c'è tutta la rete scolante minore e le scoline interpoderali.

ATO 1 "Torri centro": occupa la porzione compresa tra il fiume Tesina e la sede autostradale. L'asta principale è il Fiume Tesina, ma esistono anche altri canali consorziali quali: lo Scarico

Settimo, il Canale Rio Settimo, il Canale Longare, lo Scolo Settimo, e in parte il Rio Porto Santi. Sono previste zone residenziali, sportive e di servizio.

ATO 2 "Marola": occupa la porzione settentrionale a cavallo del fiume Tesina. L'asta principale è il F. Tesina, ma esistono anche altri canali consorziali quali: il Rio Tribolo in destra Tesina, il Ramo Quitarello, il Rio Porto Santi, le Rogge Tergola e Regazzo. Le zone di espansione saranno prevalentemente di tipo residenziale.

ATO 3 "Lerino": comprende la porzione SudEst del territorio comunale a cavallo della sede ferroviaria. Ha come ricettore principale la Roggia Tergola, il Rio Bergama e in parte il Rio Porto Santi. Le zone di espansione saranno di tipo residenziale e di servizio.

ATO 4 "Torri Ovest": occupa la porzione comunale che sta in destra Tesina ed è interessato dal Fiume Tesina, dal Ramo Settecà, dalla Roggia Tribolo e dal Ramo Bertarella. L'edificabilità prevista è prevalentemente di tipo residenziale.

ATO 5 "Le Piramidi": comprende l'area tra il nodo autostradale, il confine meridionale e la SR 11. E' interessato dalla Roggia Tergola, dal Rio Bergama, dal Rio Bergametta e dallo Scolo Tribolo. E' interessato da una nuova zona di tipo commerciale.

ATO 6 "Tergola Est": si sviluppa tra la Roggia Tergola ed il confine orientale del Comune ed è interessato dalla Roggia Tergola, il Rio Moneghina Alta, il Rio Riale che fa da confine. Non sono previste zone di espansione edificatoria.

Si veda la **Scheda 10**.

5.3 FOGNATURA URBANA E ACQUEDOTTO

Dalle indicazioni avute dal gestore AIM di Vicenza, la rete di fognatura urbana si sviluppa in maniera completa nei nuclei abitati sia residenziali che commerciali-industriali. Di questa l'83% risulta di tipo misto. Rimangono escluse dalla rete fognaria le zone a edificazione diffusa periferiche soprattutto nella porzione orientale del comune. Si veda la **Scheda 11**.

Il comune di Torri di Quartesolo è dotato di un depuratore situato in Via I Maggio; è di 2° classe (da 1000 a 12999 A.E.) ed è gestito da AIM Vicenza, per la depurazione delle acque reflue urbane. L'impianto è in grado di trattare circa 475.000 m³/anno. L'asta ricettrice è il fiume Diona-Retrone.

Per quanto riguarda l'acquedotto il Comune di Torri di Quartesolo è inserito nell'AATO Bacchiglione e la gestione del ciclo integrato dell'acqua è a cura della Società Acque Vicentine S.p.a.

5.4 CRITICITA' IDRAULICA DEL TERRITORIO

Il territorio oggetto del PAT ricade nel comprensorio del Consorzio di Bonifica Alta pianura Veneta, derivante dall'accorpamento tra i Consorzi di Bonifica Medio Astico Bacchiglione Bonifica, Riviera Berica, Zerpano Adige Guà (DGR n. 1408 del 19 maggio 2009) per una porzione del 20% del territorio; mentre il restante 80% (porzione ad est del F. Tesina) è di competenza del Consorzio di Bonifica Brenta, ex Pedemontano Brenta.

5.4.1 AUTORITA' DI BACINO - PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il territorio comunale in esame rientra nel Bacino idrografico del Bacchiglione e, come tale, è soggetto alle prescrizioni del relativo Progetto di Piano di Assetto Idrogeologico.

Il PAI classifica i territori in relazione alle condizioni di pericolosità e di rischio secondo le seguenti classi:

- Pericolosità: P1 (pericolosità moderata); P2 (pericolosità media); P3 (pericolosità elevata); P4 (pericolosità molto elevata);
- Rischio: R1 (rischio moderato); R2 (rischio medio); R3 (rischio elevato); R4 (rischio molto elevato).

La definizione e la successiva perimetrazione delle aree idraulicamente pericolose si basa su dati storici e per le tratte fluviali che sono state oggetto di rottura di argini ed esondazioni viene attribuito un grado di pericolosità P3.

Alla fasce vicine agli argini ed alle aree eventualmente riconosciute come soggette ad allagamento sono classificate aree di media pericolosità (P2).

Infine le aree che l'analisi storica ha evidenziato interessate da esondazione pregresse, ma minori delle precedenti, sono classificate come aree a pericolosità moderata (P1).

Pertanto, le aree storicamente allagate saranno qualificate come aree di media pericolosità (P2), salvo una fascia adiacente al corso d'acqua per il quale dovrà essere previsto un livello di pericolosità elevata (P3).

Anche l'area fluviale (intra-argine) è delimitata in base alla presenza di opere idrauliche (argini o significative opere di difesa) ed alla presenza di elementi naturali (in particolare altimetria del terreno e scarpate fluviali). Ad essa viene associata una pericolosità P3, ad eccezione della superficie occupata dalla piena ordinaria alla quale è associata una pericolosità P4.

Chiaramente alla Pericolosità è strettamente associabile il Rischio cui un territorio è soggetto nel verificarsi di un evento parossistico idraulico. Infatti il rischio è prodotto di tre fattori:

1. La pericolosità o probabilità di accadimento dell'evento calamitoso (P). La pericolosità dell'evento va riferita al tempo di ritorno, T_r , che rappresenta l'intervallo di tempo nel quale l'intensità dell'evento viene uguagliata e superata mediamente una sola volta;
2. Il valore degli elementi a rischio, intesi come persone, beni localizzati, patrimonio

ambientale (E);

3. La Vulnerabilità degli elementi a rischio (V), cioè l'attitudine a subire danni per effetto dell'evento calamitoso.

Il rischio si definisce con un coefficiente compreso tra 0 (assenza di danno o di pericolo) e 1 (massimo pericolo e massima perdita). Ed è dato dall'espressione generica:

$$D = E \times V$$

Il rischio, può essere determinato a livello teorico, mediante una formulazione di questo tipo:

$$R = P \times E \times V = P \times D$$

In base ai criteri classificativi del rischio disposti nell'Atto di Indirizzo e Coordinamento (D.P.C.M. 29/9/98), le diverse situazioni sono raggruppate in quattro classi di rischio a gravosità crescente alle quali sono attribuite le seguenti definizioni:

- 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 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.

Sulla base delle definizioni ora citate nel territorio di Torri di Quartesolo sono presenti sia zone a pericolosità P2 che P3 - **Scheda 12**. Entrambe gravitano attorno al Fiume Tesina. La zona a classe P3 ha come baricentro il Ponte romano della SR 11 (via Roma) e si estende fino a via dei Casoni e via dei Fanti verso Ovest, mentre ad Est interessa l'edificato lungo le vie Piave, Moro e inizio di via Marconi.

La zona P2 interessa buona parte del capoluogo sia in destra che in sinistra Tesina.

Per la valutazione e l'eventuale ri-perimetrazione di queste zone è stato prodotto dallo Studio Bonollo un elaborato tecnico basato su modellazione idraulica al quale si rimanda per una completa lettura. Qui si riporta soltanto la conclusione che l'attuazione di paratie mobili da montare in corrispondenza del ponte sulla SR 11 "risulta estremamente utile ai fini della messa in sicurezza del territorio comunale" - pag. 59. come risulta utile la costruzione di un bacino di laminazione in destra Tesina a monte della ferrovia MI-VE, bacino in grado di mitigare piene con tempo di ritorno $Tr = 50$ anni e al limite delle analisi condotte anche quelle con $Tr=100$ anni.

Infatti confrontando lo stato attuale con quello di progetto derivante dallo studio risulta (si riporta pari pari quanto scritto):

Incrociando le informazioni relative alla pericolosità idraulica riportate al § 7.2.1 della presente relazione con i dati relativi al danno potenziale ricavabili dall'esame del livello di urbanizzazione (presente e di PRG), si ottiene una prima suddivisione del territorio in classe di rischio. Sulla base dei criteri di assegnazione delle classi di rischio riportate nell'allegata tab. 7.3, all'interno del territorio comunale sono individuabili solo aree di classe **R1** (*rischio moderato*) ed **R2** (*rischio medio*), caratterizzate dalle estensioni di seguito riportate.

- **R1** = ~ **103,43 ha**
- **R2** = ~ **213,92 ha**

E' altresì individuabile un'area classificata R4, di ~ 1.18 ha di estensione, posta immediatamente a valle del ponte della S.R. 11. Da un esame più approfondito della cartografia e del territorio, risulta che tale area, pur essendo classificata come "Centro Storico" dal P.R.G. si trova all'interno dell'area golenale.

In conclusione si può affermare che, nello stato attuale e nell'ipotesi di assenza delle paratie mobili in corrispondenza delle due spalle del ponte della S.R. 11, gran parte del territorio comunale ricade in zona **R2** (*rischio medio*), a causa delle vaste aree allagabili con eventi di piena caratterizzati da un Tr di 100 anni. Non sono state invece classificate aree a rischio elevato (R3), poiché dalla carta della pericolosità non si sono individuate aree significative a pericolosità elevata.

Nello stato di progetto, corrispondente all'ipotesi di realizzazione di una cassa di espansione in destra idrografica, a monte del ponte della linea ferroviaria MI-VE ed in assenza delle paratie mobili sulle spalle del ponte della S.R. 11, incrociando ancora le informazioni relative alla pericolosità idraulica di cui al § 7.2.2 con i dati relativi al danno potenziale, all'interno del territorio comunale sono individuabili ancora solo aree di classe **R1** (*rischio moderato*) ed **R2** (*rischio medio*), con estensioni nettamente inferiori a quelle relative allo stato attuale.

Le nuove aree con le corrispondenti classi di rischio, sono così suddivise:

- **R1** = ~ **60,11 ha**
- **R2** = ~ **61,88 ha**

Appare evidente come i benefici di tale opera risultino estremamente efficaci per la messa in sicurezza del territorio. L'estensione delle aree a rischio medio (R2) verrebbe infatti ridotta di oltre un terzo rispetto al precedente scenario.

Per completezza delle informazioni si riporta anche lo studio eseguito sempre dall'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave e Brenta - Bacchiglione, il quale valuta le

condizioni di rischio sulla base di tre fattori definiti dalle lettere A, B, C e rappresentanti rispettivamente l'aspetto storico, il danno e la pericolosità.

Il fattore A (fattore storico) mette in evidenza le problematiche di sicurezza idraulica riscontrate in passato, in occasione di eventi di piena caratterizzati da una particolare criticità.

Il fattore B (fattore di danno) descrive il danno economico o ambientale che un'esondazione può procurare agli insediamenti abitativi, produttivi ed alle infrastrutture che gravitano entro l'area in cui è circoscrivibile l'evoluzione del fenomeno.

Il fattore C (fattore di pericolosità) esprime infine una valutazione sulla natura e sulla intensità degli eventi catastrofici considerati tenendo conto anche delle caratteristiche e degli aspetti locali del territorio che possono favorire o limitare lo sviluppo di un evento calamitoso.

Il fattore C si ottiene come sommatoria di tre contributi. Il primo riguarda le ipotizzabili limitazioni alla capacità di deflusso del corso d'acqua e considera i possibili ostacoli incontrati dalla corrente. Il secondo è legato ai limiti delle difese esistenti e riguarda le inadeguatezze strutturali e funzionali delle arginature. Il terzo riguarda la stima della dimensione della potenziale esondazione.

Chiaramente i tre fattori citati non coincidono con i criteri prescritti dalla normativa vigente, ma possono essere presi come elementi di valutazione complementari, che permettono di avere un quadro più generale e completo della situazione idraulica del sistema.

I tronchi fluviali sono poi raggruppati in 5 classi in funzione del valore assunto dal fattore di pericolosità:

Classe 1: $C < 10$; Classe 2: $10 < C < 20$; Classe 3: $20 < C < 30$; Classe 4: $30 < C < 50$; Classe 5: $C > 50$

Nel Comune di Torri di Quartesolo l'unica asta fluviale classificata da rischio idraulico a differente grado è il Fiume Tesina con classe di pericolosità C: 4 (nel capoluogo), 2 e 1 man mano che ci si sposta a monte e a valle dal punto di criticità maggiore rappresentato dal ponte romano (**Scheda 13**).

Basandosi sui criteri ora esposti esiste anche una valutazione del rischio prodotta dal Prof. Bixio nel 2001. Si vadano le **Schede 14 e 15**.

Per lo studio del rischio idraulico derivante dai corsi d'acqua è comunque opportuno fare riferimento al fattore di pericolosità perché esso riassume l'indispensabile procedimento di individuazione dei tronchi di maggiore criticità attraverso semplici criteri idraulici e morfologici.

5.4.2 PROVINCIA DI VICENZA - PIANO PROVINCIALE DI EMERGENZA

L'Amministrazione provinciale di Vicenza nella stesura del Piano del Piano Provinciale di emergenza perimetra, attingendo anche dal PAI, le aree soggette a alluvione con le differenti classi di pericolosità. Si veda la **Scheda 16**. Tali elementi sono ripresi anche nella cartografia del PTCP.

Parimenti Genio Civile di Vicenza nell'esercizio di controllo del territorio perimetra aree che in più occasioni sono state soggette ad esondazione o ristagno. Queste vanno ad integrare o a rettificare leggermente le aree classificate dal PAI con i diversi gradi pericolosità.

5.4.3 CONSORZI DI BONIFICA

Come anticipato il territorio di Torri di Quartesolo è gestito dal Consorzio di Bonifica Brenta e dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta.

Per la redazione del PAT sono state messe a disposizione da parte dei citati Consorzi i dati in formato shape tematici per le aree a pericolosità idraulica, perimetrale sulla base di dati storici raccolti nel corso degli anni. Questi dati associati agli altri desunti dagli Enti preposti alla sicurezza territoriale hanno permesso la costruzione della citata *Carta delle Interferenze (Tavola 1)* che assieme alla Tavola 3 "delle Fragilità geologiche e del dissesto idrogeologico" permette, confrontandola con la Tavola 4 di "Trasformabilità" del PAT, di evidenziare eventuali incongruenze tra azione pianificatrice e propensione del territorio all'urbanizzazione.

In sintesi e rimandando alla **Scheda 8**, le zone critiche risultano:

- Zona a classe P3 del PAI che ha come baricentro il Ponte romano della SR 11 (via Roma) e si estende fino a via dei Casoni e via dei Fanti verso Ovest, mentre ad Est interessa l'edificato lungo le vie Piave, Moro e inizio di via Marconi.
- Zona a classe P2 del PAI che interessa buona parte del capoluogo sia in destra (dall'ingresso di Rio Tribolo) che in sinistra Tesina (dall'ingresso della Roggia Regazzo).
- Zona a pericolosità idraulica media - P2 - con tempi di ritorno (Tr) di 100 anni definita con lo studio dell'Ing. Bonollo, che comprende le zone P3 del PAI ed un'ampia fascia a cavallo della Via Roma dal capoluogo sino al confine SudEst tra la Sr 11 e la sede ferroviaria; nonchè la zona tra via l°Maggio ed il confine SudO vest.
- Zona come la precedente contigua al Fiume Tesine, nella sua destra, e che da Ramo Settecà arriva sino a Via l°Maggio e Unità d'Italia.
- Zona a cavallo dello Scolo Settimo nella porzione meridionale del Comune.
- Zona tra via Ca' Baldi e Roggia Tribolo, a NW del territorio.
- Zona definita tra il F. Tesina, la Roggia Tergola, la Roggia Regazzo e il confine settentrionale.
- Zona tra Rio Moneghina Alta ed il confine orientale a cavallo della S.P. nr.26 Bassanese.
- Zona tra Rio Moneghina Alta e Roggia Tergola presso Via Altire, in corrispondenza di una traccia di alveo abbandonato.
- Zona limitrofa a Rio Riale lungo il confine orientale.

E' da evidenziare che i dati forniti dai Consorzi di Bonifica competenti permettono di perimetrale

anche le aree soggette a periodico allagamento che può essere legato a molteplici fattori naturali e non, tra i quali:

- scarsa efficienza della rete scolante minore e delle scoline interpoderali, in ambiente agrario;
- eccessiva impermeabilizzazione del territorio senza un'accurata valutazione delle conseguenze idrauliche e senza provvedere ad idonee misure mitigatrici;
- deflusso superficiale e sotterraneo non consoni, o meglio ignorati, rispetto alle scelte di urbanizzazione; tipologia dei terreni non idonea a drenare le acque meteoriche (ristagno idrico associato pure a qualità geotecnica intrinseca scadente);
- soggiacenza della tavola d'acqua sotterranea bassa o, localmente subcorticale, specie in particolari periodi di piena idrologica.

Questi fattori hanno un'importanza significativa dal punto di vista urbanistico poiché vincolano le scelte progettuali della viabilità, delle lottizzazioni o dei singoli edifici (ad esempio: poter fare o meno vani interrati), etc.

Ma sono pure fattori importanti, associati alle caratteristiche geomorfologiche e litologiche del territorio, nello smaltimento delle acque meteoriche che sempre più coinvolgono la cittadinanza e che sono legate sia alle precipitazioni, specie intense, sia all'utilizzo del suolo ed alla sue qualità intrinseche. Come pure per lo smaltimento nel sottosuolo delle acque reflue per le zone non allacciate a pubblica fognatura.

E', quindi, assodato sia dal risultato del PAI territorialmente competente che dagli studi dei Consorzi di Bonifica che vi sono sul territorio in esame situazioni di dissesto idrogeologico anche di elevata pericolosità idraulica (P2 e P3). Pericoli minori e/o disagi sono inoltre presenti sia in aree a destinazione agraria sia anche in zone edificate.

Diventa pertanto importante valutare anche visivamente le interferenze tra condizioni idrauliche-idrogeologiche locali e espansioni urbanistiche previste dal PAT. Per tale motivo si è redatta anche la *Carta delle Interferenze (Tavola 1)*. Queste evidenzia immediatamente come anche alcune zone d'espansione ricadano seppur, a volte, solo in parte in aree con problemi esondativi e/o di ristagno idrico (la zona nr.6 di Via Dal Ponte, la zona nr.7+9 di Via Altura e la zona nr.14, presso il capoluogo, di Via Marconi).

Nel citato PAI dell'Autorità di Bacino esiste una effettiva classificazione di pericolosità idraulica per il Comune di Torri di Quartesolo, le Norme di Attuazione del P.A.I. prevedono la classificazione dei territori comunali in base al rischio idraulico e idrogeologico.

La stessa Normativa PAI indica poi i limitazioni alle attività di trasformazione e d'uso del suolo derivanti dalle condizioni di dissesto idraulico e idrogeologico.

Infine, nelle aree di competenza territoriale del PAI e con le relative norme di attuazione, in queste aree spetta agli strumenti urbanistici ed ai piani di settore prevedere e disciplinare l'uso del

territorio, le nuove costruzioni, i mutamenti di destinazione d'uso, la realizzazione di nuovi impianti, gli interventi sul patrimonio edilizio esistente.

Infatti, con la direttiva PAI, approvata con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18/2001 e modificata dal C.I. n.6/2003 si prescrive che "ai Comuni è fatto carico dell'obbligo di adeguare il proprio strumento urbanistico alle disposizioni del PAI; il procedimento con cui avviene tale operazione è quello della verifica di compatibilità, che prevede i seguenti due punti:

- un approfondimento conoscitivo, relativo alla identificazione dei fenomeni di dissesto e alla valutazione delle relative condizioni di pericolosità e di rischio;
- la revisione (ove necessaria) della pianificazione urbanistica, in modo tale da rendere coerenti le previsioni relative le destinazioni urbanistiche con le risultanze degli approfondimenti di cui al punto precedente e con le limitazioni d'uso del suolo del PAI finalizzate al contenimento del rischio

In ogni caso, oltre alle prescrizioni riportate nella presente valutazione di compatibilità idraulica, si rimanda ai futuri Piani degli Interventi per la definizione degli interventi ammessi dagli Organi sovracomunali competenti.

5.5 FASCE DI RISPETTO

Il P.A.T., in accordo con le norme vigenti (ad es. R.D. 25 luglio 1904 n. 523, art. 41 L.R. 11/2004) disciplina le zone di tutela dei fiumi, torrenti, canali, ai fini di polizia idraulica e di tutela dal rischio idraulico: è previsto che il P.I. preveda specifiche norme di valorizzazione naturalistica finalizzate a migliorare le derivazioni di acque superficiali, regolate in modo da garantire il livello di deflusso minimo vitale necessario alla vita negli alvei sottesi e tale da non danneggiare gli equilibri negli ecosistemi interessati.

Il P.A.T., mediante prescrizioni e vincoli, specifica inoltre le tipologie di interventi ammessi all'interno delle zone di tutela.

6 STUDIO DELLE PRECIPITAZIONI

Le reti di smaltimento delle acque meteoriche si basano sugli apporti idrici determinati sulla base dei dati misurati e trattati statisticamente.

Le precipitazioni che danno i maggiori problemi di smaltimento sono quelle intense, cioè le piogge di breve durata ed elevata intensità: scrosci e piogge orarie.

Non è compito di questo studio il dimensionamento delle opere fognarie atte a ricevere queste precipitazioni, ma è invece qui necessario individuare le portate massime e i modi possibili per attenuare i valori di colmo.

6.1 CENNI CLIMATICI

Sulla base della classificazione dei climi terrestri secondo il metodo di Köppen-Geiger¹, l'area di Torri di Quartesolo è classificabile come *Cfa*: "C" indica *climi temperato caldi*, con la temperatura media del mese più freddo tra 18°C e -3°C; "f" indica precipitazioni sufficienti in tutti i mesi; "a" indica media del mese più caldo superiore a 22°C.

Per quantificare il grado di continentalità di quest'area si può utilizzare anche l'indice Ic introdotto da W. Gorczynsky, calcolato sulla base dei dati di escursione termica annua e della latitudine. Tale indice permette di rappresentare il clima di una località in una scala da 0 a 100, dove lo zero rappresenta un clima interamente marittimo e 100 un clima completamente continentale. Si ha la seguente classificazione:

- clima marittimo (0-33);
- clima continentale (34-66);
- clima estremamente continentale (67-100).

La stazione di Vicenza indica, sulla base dei dati medi del trentennio 1961-1990, un indice di continentalità compreso fra 30 e 33, superiore rispetto alle stazioni mediterranee prossime al mare. Prevale quindi un moderato grado di continentalità con inverni rigidi ed estati calde.

Il dato più caratteristico del territorio è l'elevata umidità, specialmente sui terreni irrigui, che rende afosa l'estate e dà origine a nebbie frequenti e fitte durante l'inverno. Le precipitazioni sono distribuite abbastanza uniformemente durante l'anno, ad eccezione dell'inverno che risulta la stagione più secca: nelle stagioni intermedie prevalgono le perturbazioni atlantiche, mentre in estate vi sono temporali assai frequenti e spesso grandinigeni. Prevale in inverno una situazione di inversione termica, accentuata dalla ventosità limitata, con accumulo di aria fredda in prossimità del suolo. Sono allora favoriti l'accumulo dell'umidità che dà luogo alle nebbie e la concentrazione degli inquinanti rilasciati al suolo che arrivano di frequente a valori elevati nelle aree urbane

I dati sono dedotti dalle registrazioni della Stazione meteorologica di Vicenza posizionata a 53 m slm e con coordinate geografiche: 45°34 'N 11°31 'E e riguardano il periodo tra il 1961 e 1990 e tra il 1992 e il 2001. Si veda anche la **Scheda 17**.

6.2 LINEE SEGNALETRICI DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA

Per arrivare alle quantità di deflusso idrico superficiale che interessa il territorio comunale, finalizzato alla valutazione delle portate da smaltire, diventa necessario conoscere le quantità di afflusso in gioco.

Esistono elaborazioni delle precipitazioni intense di durata giornaliera registrate dalle stazioni pluviometriche distribuite nella Regione Veneto, le quali forniscono le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica, ovvero le equazioni che legano l'altezza di precipitazione h dovuta ad un

1 Il metodo di Köppen-Geiger è caratterizzato da un codice di lettere che indica i principali gruppi di climi, i sottogruppi e ulteriori suddivisioni, aventi lo scopo di distinguere particolari caratteristiche stagionali nella temperatura e nelle precipitazioni.

evento di durata ipotetica t in funzione della probabilità che esso ha di verificarsi, espressa, quest'ultima, dal tempo di ritorno T_r (numero di anni durante i quali mediamente un determinato evento può essere superato o eguagliato una volta). Si tratta, però, di elaborazioni con riferimento ad eventi idrologici critici di durata giornaliera corrispondenti ad 1, 2, 3, 4 e 5 giorni consecutivi.

La scala dei tempi di corruzione di tali precipitazioni è ben superiore a quella che caratterizza le aree interessate dalla trasformazione del suolo prevista con il PAT.

Si è pertanto fatto riferimento alle piogge intense orarie e di "scroscio" registrate nella stazione di Vicenza (Magistrato alla Acque 1938-72 e 1973-1990) - **Schede 18 e 19**.

I valori di precipitazione misurati sono stati elaborati statisticamente con la distribuzione doppio esponenziale di Gumbel e con differenti tempi di ritorno. Per tempo di ritorno T_r , si intende il periodo di tempo in cui un dato evento può essere uguagliato o superato.

Nella distribuzione doppio esponenziale di Gumbel la probabilità cumulata di non superamento è del tipo:

$$1) \quad P(X \leq x) = e^{-e^{-y}}$$

che è legata al tempo di ritorno T_r dalla relazione:

$$2) \quad 1 - P(X \leq x) = \frac{1}{T_r}$$

Dalle due equazioni scritte si ricava l'equazione della variabile ridotta y :

$$3) \quad y = -\ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_r} \right) \right]$$

Per la variabile aleatoria x che, qui, rappresenta l'altezza di precipitazione h , vale la relazione:

$$4) \quad h(T_r) = \bar{h} + \frac{S_h}{S_y} (y(T_r) - \bar{y})$$

Dove S_h ed S_y rappresentano gli scarti quadratici medi, mentre \bar{h} ed \bar{y} rappresentano i valori medi delle due serie di dati.

Ordinati i dati in ordine decrescente, si assegna quindi a ciascuna delle N serie critiche un numero d'ordine progressivo m , ed un tempo di ritorno T_r in base alla relazione:

$$5) \quad T_r = \frac{N+1}{m}$$

Una volta determinato T_r con la (5), si calcola il valore della variabile ridotta y con la (3). In questo modo accanto alle serie delle precipitazioni si ha la serie delle variabili ridotte e per entrambe le serie si possono calcolare la media e lo scarto quadratico medio e, di conseguenza, le altezze di precipitazione date dalla (4).

Quindi, fissati i valori del tempo di ritorno T_r si procede alla determinazione dei valori di precipitazione corrispondenti, che serviranno per il calcolo delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica. Il tempo di ritorno cui fare riferimento per la valutazione di compatibilità idraulica è fissato a 50 anni, secondo quanto previsto dalla DGRV nr.1841/2007.

Le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica forniscono la relazione tra l'altezza di precipitazione h e la durata dell'evento di pioggia t per un prefissato tempo di ritorno T_r . L'espressione monomia a cui si fa riferimento è detta curva di possibilità pluviometrica:

$$6) \quad h = at^n$$

in cui l'altezza di precipitazione h è espressa in mm, il tempo di pioggia t è espresso in ore.

Volendo calcolare l'altezza di pioggia relativa ad un determinato tempo di ritorno, si riportano in un grafico i valori di h e t relativi ai tempi di ritorno prefissati e si traccia la curva che meglio li interpola. Si è scelto di compiere due elaborazioni: la prima per la durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore chiamata "equazione delle piogge orarie"; la seconda per le durate di 5, 10, 15, 30, 45 minuti, 1 ora, chiamata "equazione degli scrosci".

Riportando i dati in un grafico $h-t$ in scala bilogarithmica, i punti relativi alle due serie di dati, essi andranno a disporsi lungo due curve le cui equazioni, ottenute per interpolazione, sono riportate sul grafico stesso.

Per il calcolo delle costanti a ed n si può anche nella (6) passare ai logaritmi, ottenendo:

$$7) \quad \ln h = \ln a + n \ln t$$

Per estendere la validità dell'equazione di possibilità pluviometrica ad un'area più ampia di quella posta all'intorno della stazione di misura utilizzata, i valori di a ed n possono variare leggermente per effetto dell'aumento della superficie scolante. Le relazioni ricavate da Puppini, di seguito riportate, dimostrano anche la nota osservazione secondo la quale l'intensità media ragguagliata di una pioggia si riduce all'aumentare dell'area considerata.

$$8) \quad a' = a \cdot \left(1 - 0,084 \cdot \left(\frac{S}{100} \right) + 0,007 \cdot \left(\frac{S}{100} \right)^2 \right)$$

$$9) \quad n' = n + 0,14 \cdot \left(\frac{S}{100} \right)$$

Date le modeste estensioni delle singole superfici analizzate, le variazioni dei coefficienti a ed n sono praticamente trascurabili.

Inoltre, data la relativa superficie della singola zona di studio, nei calcoli successivi non si sono applicati coefficienti riduttivi di ragguaglio ($R = 1$) e si è considerata una "pioggia di progetto" ad intensità costante per tutta la durata dell'evento secondo la formula:

$$10) \quad i(\text{mm}/h) = \frac{h_r}{t_p}$$

dove:

- i = intensità della precipitazione meteorica;
 h_r = altezza della pioggia ;
 t_p = durata dell'evento meteorico.

Si riportano, per comodità, le Tabelle riassuntive delle equazioni di possibilità pluviometrica per gli "scrosci" e le piogge orarie.

T_r (anni)	Equazione "Scrosci"
20	$h=57,962t^{0,4458}$
50	$h=68,020t^{0,4518}$
200	$h=83,065t^{0,4582}$

Tabella 1.- Altezza di pioggia calcolata per gli "scrosci" con Tr variabile

T_r (anni)	Equazione Piogge orarie
20	$h=57,585t^{0,2050}$
50	$h=68,462t^{0,1931}$
200	$h=84,761t^{0,1804}$

Tabella 2.- Altezza di pioggia calcolata per le piogge orarie con Tr variabile

Il tempo di ritorno cui fare riferimento per la valutazione di compatibilità idraulica è fissato a 50 anni, secondo quanto previsto dalla DGRV nr.1841/2007.

6.3 COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Una volta determinata l'equazione di possibilità pluviometrica e quindi l'altezza della lama d'acqua che si stende sul terreno, resta da determinare quale frazione di essa venga raccolta dalla rete di collettori e quale, invece vada dispersa in altro modo: per infiltrazione nel suolo nelle aree a verde, per evapotraspirazione.

A questo punto si introduce il coefficiente di deflusso definito come il rapporto tra il volume defluito attraverso una sezione in un certo intervallo di tempo, ed il volume meteorico precipitato nello stesso intervallo. Sembra abbastanza intuitivo il fatto che il deflusso, per come è definito, assuma valori maggiori per superfici "impermeabili" quali tetti, strade, ecc., e valori minori per superfici "permeabili" quali prati, giardini, ecc. in cui una parte della precipitazione può infiltrarsi nel terreno e disperdersi senza arrivare alla sezione di chiusura fissata.

I valori dei coefficienti di deflusso (Φ) cui fare riferimento, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.G.R.1841/2007 al capitolo "Indicazioni operative" relativi ad una pioggia di durata oraria, sono riportati in tabella.

Tipo di superficie	Coefficiente di deflusso (Φ)
Aree agricole	0.1
Superfici permeabili (aree verdi...)	0.2
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato...)	0.6
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali...)	0.9

Tabella 3.- Coefficienti di deflusso per piogge orarie da DGR 1841/2007

Se una superficie S è composta da aree S_i caratterizzate da diversi coefficienti di deflusso Φ_i , si calcola il coefficiente medio ponderale tramite la relazione:

$$11) \quad \bar{\Phi} = \frac{\sum_i S_i \Phi_i}{S}$$

Il coefficiente di deflusso varia con la durata della precipitazione in quanto varia la risposta del terreno soggetto alla precipitazione. Secondo Da Deppo, Datei, Salandin, per poter considerare il coefficiente di deflusso come costante e pari ai valori sopra riportati relativi a precipitazioni di durata oraria, il coefficiente n dell'equazione di possibilità pluviometrica deve essere modificato ed assunto pari a $n^{4/3}$.

Considerato che il PAT definisce solamente delle linee preferenziali di sviluppo, in questa fase non è possibile conoscere con precisione l'estensione e la collocazione delle superfici di trasformabilità. Pertanto, si danno i valori del coefficiente di deflusso medi per le tipologie di urbanizzazione che saranno fatte nel Comune. Dal confronto con numerose altre realtà venete e con i conseguenti studio di compatibilità idraulica inerenti alla trasformazione del territorio si sono assunti i seguenti parametri:

- per quanto riguarda le aree produttive e per quelle commerciali si stima che il verde pubblico occupi il 10% della superficie complessiva d'espansione; i parcheggi occupino ciascuno il 40%, il restante 50% venga usato per le costruzioni o per opere "impermeabilizzanti" (es. strade). Si ipotizza, inoltre, che i parcheggi siano realizzati con pavimentazioni drenanti.
- per le aree residenziali si assume che il 30% sia "impermeabilizzato", il 20% assunto a parcheggio (drenante), il 25% sia destinato a verde ed il restante 25% a vialetti accessi e zone di servizio.
- per le aree di servizio si assume che il 20% sia "impermeabilizzato", il 10% assunto a parcheggio (drenante), il 40% sia destinato a verde ed il restante 30% a vialetti accessi e zone di servizio.

Facendo la media pesata delle aree di destinazione residenziale e produttivo in ciascun ATO risulta che per le aree interessate dal progetto di espansione si ottiene:

nr. ATO	Superficie (m ²)	Coefficiente di deflusso (Φ) medio	Destinazione d'uso
1	514.005,08	0,55	residenziale+produttivo+servizi
2	27.673,19	0,59	residenziale
3	115.754,71	0,57	residenziale e servizi
4	41.244,62	0,59	residenziale
5	47.879,57	0,71	commerciale

Tabella 4.- Coefficienti di deflusso per gli ATO definiti con il PAT

Da tener presente che nel calcolo di Φ e quindi, poi, nelle portate da regimare e nei volumi da considerare per l'invarianza idraulica si sono sommate per ogni ATO tutte le zone che saranno usate per l'espansione futura, comprendendo, quindi, anche quelle che sono già individuate dal PRG, ma non ancora costruite, dove attualmente si ha uso agrario o verde.

Per la completezza dei dati si riportano anche i valori di Φ inerenti alle singole zone d'espansione individuate dal PAT o recepite dal PRG e non ancora realizzate, ma che, comunque, inducono una variazione dell'attuale condizione idraulica per la zona interessata.

Per l'ubicazione delle singole zone individuate dal PAT si veda la **Scheda 20**.

nr. Zona	Superficie (m ²)	Coefficiente di deflusso (Φ) medio	Destinazione d'uso
1	23.084,08	0,59	residenziale
2	5.712,58	0,59	residenziale
3	47.879,57	0,71	commerciale
4	61.592,36	0,59	residenziale
5	27.800,15	0,71	produttivo (caserma)
6	33.896,24	0,59	residenziale
7+9	25.671,27	0,59	residenziale
8	12.664,79	0,59	residenziale
10	4.748,27	0,59	residenziale
11	9.911,25	0,59	residenziale e servizi
12	22.604,62	0,59	residenziale
13	5.068,57	0,59	residenziale
14	218.903,00	0,50	servizi
15	122.891,26	0,50	servizi
16	72.907,06	0,50	servizi
17	12.447,96	0,59	residenziale
18	38.774,14	0,50	servizi

Tabella 5.- Coefficienti di deflusso per le zone di espansione determinata con il PAT

6.4 TEMPO DI CORRIVAZIONE

Uno dei parametri che caratterizzano un bacino scolante è il tempo di corrivazione t_c , definito come il tempo mediamente impiegato dalla particella di pioggia che cade nel punto più lontano del bacino a raggiungere la sezione di chiusura.

La determinazione di questo parametro non è semplice ed è quindi necessario affidarsi alle formule sperimentali ricavate dai vari autori, facendo però attenzione a scegliere quella che meglio rappresenta le condizioni del bacino allo studio.

Essendo questa una valutazione di compatibilità idraulica relativa al P.A.T., non è possibile scendere nel dettaglio delle singole aree edificate in futuro, per cui l'applicazione delle formule viene lasciata ai successivi studi relativi ai Piani di Intervento.

Per quanto riguarda, invece, lo stato di progetto una volta eseguita la trasformazione del territorio, cioè la sua urbanizzazione, il calcolo del tempo di corrivazione, per ambiente urbano, viene eseguito mutuando le norme del PRRA della Regione Lombardia.

Si considera che il t_c sia uguale alla somma del tempo medio di residenza fuori rete (t_0) delle particelle d'acqua piovuta con quello della rete (t_r) seguendo il percorso più lungo secondo l'equazione:

$$12) \quad t_c = t_r + t_0$$

Per il calcolo di t_0 , si usa la formula proposta da Boyd²:

$$13) \quad t_0 = t_c = k \times S^\delta$$

Per il calcolo di t_r si usa la formula:

$$14) \quad t_r = \frac{\sqrt{1.5 \times S}}{v}$$

dove:

- $k = 2.51$
- S è la superficie del bacino (S) espressa in km^2
- $\delta = 0.38$
- v = velocità media nella rete assunta pari a 1 m/s in bacini pianeggianti

Dalla (12) risulta che il tempo di corrivazione t_c per le aree di trasformazione dei singoli ATO sono:

ATO	Superficie trasformata m^2	Superficie trasformata Km^2	t_0 ore	t_0 min	t_r ore	t_r min	t_c ore	t_c min
1	514.005,08	0,51401	1,95	116,95	0,88	52,68	2,83	169,63
2	27.673,19	0,02767	0,64	38,53	0,20	12,22	0,85	50,76
3	115.754,71	0,11575	1,11	66,37	0,42	25,00	1,52	91,37
4	41.244,62	0,04124	0,75	44,84	0,25	14,92	1,00	59,76
5	47.879,57	0,04788	0,79	47,46	0,27	16,08	1,06	63,53

Tabella 6.- Calcolo del tempo di corrivazione t_c per gli ATO

Le superfici trasformate considerando i singoli ATO hanno tutte un t_c superiore all'ora.

² Boyd M. J., 1978, A storage-routing model relating drainage basin hydrology and geomorphology, Water Resources Research, 14 (5), 921-928.

Anche in questo caso si è provveduto a valutare i t_c per le singole zone d'espansione:

Zona	Superficie trasformata m ²	Superficie trasformata Km ²	t0 ore	t0 min	tr ore	tr min	tc ore	tc min	tc giorni
1	23.084,08	0,02308	0,60	35,97	0,19	11,16	0,79	47,13	0,033
2	5.712,58	0,00571	0,35	21,16	0,09	5,55	0,45	26,71	0,019
3	47.879,57	0,04788	0,79	47,46	0,27	16,08	1,06	63,53	0,044
4	61.592,36	0,06159	0,87	52,22	0,30	18,24	1,17	70,46	0,049
5	27.800,15	0,02780	0,64	38,60	0,20	12,25	0,85	50,85	0,035
6	33.896,24	0,03390	0,69	41,62	0,23	13,53	0,92	55,15	0,038
9+7	25.671,27	0,02567	0,62	37,45	0,20	11,77	0,82	49,22	0,034
8	12.664,79	0,01266	0,48	28,63	0,14	8,27	0,61	36,90	0,026
10	4.748,27	0,00475	0,33	19,72	0,08	5,06	0,41	24,78	0,017
11	9.911,25	0,00991	0,43	26,08	0,12	7,32	0,56	33,40	0,023
12	22.604,62	0,02260	0,59	35,68	0,18	11,05	0,78	46,73	0,032
13	5.068,57	0,00507	0,34	20,22	0,09	5,23	0,42	25,45	0,018
14	218.903,00	0,21890	1,41	84,55	0,57	34,38	1,98	118,93	0,083
15	122.891,26	0,12289	1,13	67,90	0,43	25,76	1,56	93,66	0,065
16	72.907,06	0,07291	0,93	55,68	0,33	19,84	1,26	75,52	0,052
17	12.447,96	0,01245	0,47	28,44	0,14	8,20	0,61	36,64	0,025
18	38.774,14	0,03877	0,73	43,80	0,24	14,47	0,97	58,27	0,040

Tabella 7.- Calcolo del tempo di corrivazione t_c per le singole zone

Come si vede i t_c sono quasi sempre maggiori di 0,5 ore, avvicinandosi o superando, anche, l'ora.

7 PORTATA MASSIMA E COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Si sono verificate le variazioni della risposta idrologica del territorio degli A.T.O. ed anche delle singole zone d'espansione conseguenti alle previste mutate caratteristiche territoriali, ipotizzando idonee misure compensative, finalizzate a non modificare il grado di permeabilità del suolo e le modalità di risposta del territorio agli eventi meteorici

Date le dimensioni delle potenziali aree e la tipologia degli interventi previsti dal P.A.T., si è ritenuto di adottare il Metodo Razionale quale metodo analitico di calcolo per la trasformazione afflussi/deflussi.

E' un metodo largamente usato per il calcolo della portata conseguente ad una assegnata precipitazione e viene spesso utilizzato per il pre-dimensionamento delle reti di fognatura bianca e dei canali di bonifica.

Il metodo ipotizza che la portata in una ipotetica sezione terminale cresca e si esaurisca linearmente nel tempo, come se l'intero bacino fosse costituito da una superficie rettangolare piana, investita da una precipitazione di intensità $j = h/t$ costante nel tempo.

La valutazione della portata di piena è stata quindi effettuata secondo la seguente formula:

$$15) \quad \bar{Q} = \frac{\Phi S h}{(t_p + t_c)}$$

in cui t_p è il tempo di pioggia, mentre t_c è il tempo di corrivazione.

Dallo studio degli idrogrammi di piena (vedasi le numerose pubblicazioni esistenti) risulta che, secondo il modello assunto, la portata massima si ha quando il tempo di pioggia è uguale al tempo di corrivazione. In questo caso, infatti, tutto il bacino contribuisce all'apporto alla sezione di

chiusura.

La (15) allora assume la forma:

$$16) \quad Q_{\max} = \frac{\Phi Sh}{(t_c)}$$

Volendo esprimere la superficie S in hm², l'altezza di precipitazione h in mm, il tempo di corrivazione t_c in giorni, la portata massima Q_{max} in m³/s è data dalla seguente relazione:

$$17) \quad Q_{\max} = \Phi \frac{10^4 S \cdot 10^{-3} h}{86400 \cdot t_c}$$

da cui, svolgendo i calcoli:

$$18) \quad Q_{\max} = 0,1157 \cdot 10^{-3} \Phi \frac{Sh}{t_c} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Il contributo specifico di piena pari al rapporto tra la portata massima e la superficie considerata è detto coefficiente udometrico **u**, la sua espressione è:

$$19) \quad u = 0,1157 \Phi \frac{h}{t_c} \text{ (L/s hm}^2\text{)}$$

L'ordine di grandezza di u dipende dall'estensione del bacino, i valori minori corrispondono alle estensioni maggiori.

Pertanto, tenendo conto dei valori e delle unità di misura sopra elencate le portate massime (Q_{max}) d'incremento attese alla chiusura delle nuove superfici inserite nei singoli ATO, per Tr e t_c sopra fissati, nonché i coefficienti udometrici (u), risultano:

ATO	Superficie totale m ²	Superficie totale hm ²	f medio	t _c ore	t _c giorni	h mm	Q _{max} m ³ /s	u L/s hm ²	Δu L/s hm ²
1	514.005	51,401	0,55	2,83	0,1178	83,68	2,302	44,791	39,79
2	27.673	2,767	0,59	0,85	0,0352	66,29	0,355	128,376	123,38
3	115.755	11,575	0,57	1,52	0,0635	74,25	0,896	77,447	72,45
4	41.245	4,124	0,59	1,00	0,0415	68,41	0,464	112,520	107,52
5	47.880	4,788	0,71	1,06	0,0441	69,22	0,617	128,883	123,88

Tabella 8.- Portate massime attese nei singoli ATO per t_c e Tr, - Coefficienti udometrici

Da notare che le differenze dei coefficienti udometrici (Δu) sono calcolate sottraendo il coefficiente udometrico per zona agricola, assunto pari a 5 L/s hm².

Lo stesso si è fatto per le singole zone d'espansione.

Zona	Superficie totale m ²	Superficie totale hm ²	\bar{f} medio	tc ore	tc giorni	h mm	Qmax m ³ /s	u L/s hm ²	$\bar{f}u$ L/s hm ²
1	23.084,08	2,308	0,59	0,79	0,0327	60,99	0,294	127,208	122,21
2	5.712,58	0,571	0,59	0,45	0,0185	47,19	0,099	173,667	168,67
3	47.879,57	4,788	0,71	1,06	0,0441	69,22	0,617	128,883	123,88
4	61.592,36	6,159	0,59	1,17	0,0489	70,62	0,607	98,524	93,52
5	27.800,15	2,780	0,71	0,85	0,0353	63,12	0,408	146,836	141,84
6	33.896,24	3,390	0,59	0,92	0,0383	65,48	0,396	116,711	111,71
9+7	25.671,27	2,567	0,59	0,82	0,0342	61,83	0,317	123,488	118,49
8	12.664,79	1,266	0,59	0,61	0,0256	54,61	0,184	145,471	140,47
10	4.748,27	0,475	0,59	0,41	0,0172	45,62	0,086	180,940	175,94
11	9.911,25	0,991	0,59	0,56	0,0232	52,20	0,152	153,641	148,64
12	22.604,62	2,260	0,59	0,78	0,0324	60,76	0,289	127,807	122,81
13	5.068,57	0,507	0,59	0,42	0,0177	46,17	0,090	178,339	173,34
14	218.903,00	21,890	0,50	1,98	0,0826	78,13	1,198	54,726	49,73
15	122.891,26	12,289	0,50	1,56	0,0650	74,61	0,816	66,362	61,36
16	72.907,06	7,291	0,50	1,26	0,0524	71,57	0,576	78,950	73,95
17	12.447,96	1,245	0,59	0,61	0,0254	54,43	0,182	146,033	141,03
18	38.774,14	3,877	0,50	0,97	0,0405	67,56	0,375	96,590	91,59

Tabella 9.- Portate massime attese nelle singole zone - Coefficienti udometrici

Anche in questo caso, le differenze dei coefficienti udometrici (Δu) sono calcolate sottraendo il coefficiente udometrico per zona agricola, assunto pari a 5 L/s hm².

8 VOLUMI D'INVASO PER LE PREVISIONI P.A.T.

Secondo il principio dell'invarianza idraulica la massima portata da smaltire non può superare quella che attualmente è scaricata dall'area in studio.

Lo scarico delle acque meteoriche deve essere controllato da un manufatto adeguatamente dimensionato al fine di garantire che la portata in uscita non superi quella attuale.

Il calcolo del volume compensativo di invaso deve essere fatto ricercando la durata di precipitazione che massimizza la differenza tra volume attuale ed il volume che verrà scaricato in seguito all'attuazione del nuovo intervento di urbanizzazione.

Nello specifico, si sono determinati, per ciascuna area che sarà trasformata nel singolo A.T.O., i massimi deflussi attesi e i volumi compensativi di invaso da prevedere per garantire l'invarianza idraulica. Il calcolo è stato sviluppato per una precipitazione con tempo di ritorno $T_r = 50$ anni e con riferimento agli interventi più significativi previsti nel P.A.T.

Il contributo in ingresso reso dalle differenti superfici in cui un sito è suddiviso, è dato dal prodotto tra l'estensione S e il suo relativo coefficiente di afflusso Φ , il cui valore è dato dalla media pesata dei coefficienti indicati dalla normativa, e precedentemente citati, mediante le superfici a diversa permeabilità.

La quantità idrica in ingresso è stata calcolata con la formula del Metodo Razionale, come visto sopra, moltiplicata per il tempo ed ottenendo così il volume in ingresso cercato.

Il volume uscente, invece, è dato dall'aliquota dovuta allo scarico nei corpi idrici superficiali e dall'aliquota dovuta alla filtrazione nel terreno del fondo dell'invaso.

Gli enti preposti al governo del territorio prescrivono che la portata diretta ai corpi idrici superficiali (Q_{scarico}) non sia mai superiore ai 5 L/s hm²: valore rappresentativo di un'area antropizzata a bassa percentuale di impermeabilizzazione. Questo valore, moltiplicato per la superficie oggetto di variazione di permeabilità e per il tempo, fornisce il volume in uscita dallo scarico superficiale.

Conservativamente, nel calcolo dei volumi d'invaso, l'aliquota di infiltrazione nel terreno non è stata considerata sia per la tipologia delle piogge intense, sia per le caratteristiche dei terreni che qui si presentano sempre fini o medio-fini con generico grado di permeabilità medio o basso e quindi con una risposta poco significativa nei confronti degli eventi meteorologici considerati. Parimenti non si sono considerate le aliquote perse per evapotraspirazione.

Tradotto in formula, si la formula di calcolo è:

$$20) \quad V_{\text{invaso}} = V_{\text{ingresso}} - V_{\text{uscita}} = [(\Phi \times j \times S) \times t] - [Q_{\text{scarico}} + Q_{\text{infiltrazione}}] \times t$$

dove Φ , j e S sono i termini usati nella formula razionale (coefficiente di deflusso, intensità di pioggia e superficie dell'area), Q_{scarico} è la portata di scarico ammessa e $Q_{\text{infiltrazione}}$ è la portata uscente per infiltrazione, qui presa pari a zero, cautelativamente. Il tutto moltiplicato per il tempo "t" di progetto.

Riportando la (20) in un grafico il volume sul tempo, si ottiene la curva caratteristica dei serbatoi, avente un valore massimo che non è altro che il valore cercato del volume da invasare.

Questo volume di invaso, per l'area in studio, è dato dal valore massimo della differenza tra la curva dei volumi entranti ed uscenti ed è il maggior volume di acqua che si dovrà provvedere a compensare a seguito della trasformazione del territorio.

I dati d'ingresso nella formula, i calcoli ed i grafici per le aree appartenenti al singolo ATO interessato da cambiamenti d'uso del suolo secondo le direttive PAT, sono riportati nelle **Schede 21÷25**.

Di seguito si riporta in forma tabellare una sintesi dei risultati evidenziando i volumi ed i tempi di pioggia in gioco per i singoli ATO.

ATO	Sperficie trasformata m ²	Volume di ingresso (Vi) m ³	Volume in uscita (Vu) m ³	Volume da invasare (V) m ³
1	514.005	33.759,6	8.789,5	24.970,2
2	27.673	1.587,5	298,9	1.288,6
3	115.755	6.624,0	1.354,3	5.269,7
4	41.245	2.409,7	482,6	1.927,1
5	47.880	3.513,1	689,5	2.823,7

Tabella 10.- Volumi idrici da invasare in riferimento agli ATO

Nell'ATO nr 6 non sono previste zone di espansione.

Di seguito, invece, si riporta in forma tabellare una sintesi dei risultati evidenziando i volumi ed i tempi di pioggia in gioco per le singole zone d'espansione. I calcoli dei volumi in gioco sono visibili nelle **Schede 26÷42**.

Zona	Sperficie trasformata m^2	Volume di ingresso (Vi) m^3	Volume in uscita (Vu) m^3	Volume da invasare (V) m^3
1	23.084,08	1.344,13	270,10	1.074,50
2	5.712,58	331,56	66,80	264,73
3	47.879,57	3.513,13	689,50	2.823,66
4	61.592,36	3.611,99	720,60	2.891,36
5	27.800,15	2.031,07	400,30	1.628,06
6	33.896,24	1.977,65	396,60	1.581,06
7+9	25.671,27	1.495,49	300,40	1.195,14
8	12.664,79	724,63	136,80	587,15
10	4.748,27	271,30	51,30	220,02
11	9.911,25	566,81	107,00	459,77
12	22.604,62	1.295,58	244,20	1.051,45
13	5.068,57	289,62	54,70	234,88
14	218.903,00	11.198,89	2.561,20	8.637,73
15	122.891,26	5.963,67	1.216,60	4.747,04
16	72.907,06	3.509,66	721,80	2.787,88
17	12.447,96	712,20	134,40	577,76
18	38.774,14	1.821,50	349,00	1.472,53

Tabella 11.- Volumi idrici da invasare in riferimento alle aree di espansione PAT

Si precisa, qui, che per quei casi in cui il valore ricavato sia per le aree ATO che per le singole zone d'espansione risulti inferiore a $500 m^3/ha$ si dovrà assumere come valore minimo da invasare quello fornito dai Consorzi di Bonifica competenti, pari a $500 m^3/ha$.

9 INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Lo studio fino a qui condotto ha permesso di illustrare le condizioni geomorfologiche, idrologiche e idrauliche del territorio nello stato attuale. Si sono poi introdotte le condizioni di variazione che saranno prodotte con l'attuazione delle previsioni di progetto del PAT giungendo a determinare le portate finali ed i volumi aggiuntivi di acqua raccolta che dovranno essere smaltiti dalla stessa rete di canali di bonifica ora esistente.

E' importante sottolineare che, come indicato dalla DGR n. 1322/2006, l'obiettivo dell'invarianza idraulica richiede a chi propone una trasformazione di uso del suolo di accollarsi, attraverso opportune azioni compensative nei limiti di incertezza del modello adottato per i calcoli dei volumi, gli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza territoriale nel tempo.

Per l'individuazione delle misure compensative e di mitigazione del rischio si ritiene utile riproporre la classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici introdotta dall'allegato tecnico alla citata D.G.R. 1322/06, con la quale vengono definite delle soglie dimensionali in base alle quali applicare considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento.

9.1 MISURE COMPENSATIVE PER CLASSI D'INTERVENTO

- TRASCURABILE IMPERMEABILIZZAZIONE POTENZIALE

Per interventi che interessano aree di superficie inferiore a 1'000 m², si ritiene sufficiente adottare dei buoni criteri costruttivi che tendano a ridurre al minimo le superfici da impermeabilizzare. Si dovrà, quindi, cercare di utilizzare pavimentazioni permeabili e dovrà essere incentivato il recupero di acqua piovana mediante l'installazione di apposite cisterne o vani di accumulo.

- MODESTA IMPERMEABILIZZAZIONE POTENZIALE

Per interventi su superficie comprese fra 0,1 e 1 ettaro oltre alle indicazioni valide per area di inferiore estensione, dovranno essere calcolati i volumi di invaso secondo le indicazioni riportate sopra; è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro.

- SIGNIFICATIVA IMPERMEABILIZZAZIONE POTENZIALE

Per interventi su superficie comprese fra 1 e 10 ettari, o superficie di estensione oltre 10 ettari con grado di impermeabilizzazione inferiore al 30% valgono senz'altro le indicazioni sopra riportate. Dovranno inoltre essere calcolati i volumi di invaso secondo le indicazioni riportate al paragrafo precedente, dimensionati i tiranti idrici ammessi negli invasi di progetto e dimensionato, infine il manufatto di regolazione delle portate in uscita dall'area in esame in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione.

- MARCATA IMPERMEABILIZZAZIONE POTENZIALE

Nel caso di marcata impermeabilizzazione, cioè per interventi su superficie superiori a 10 ettari con superficie impermeabilizzata >0,3 dovrà essere richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

Qualora le condizioni del sottosuolo lo consentano e nel caso in cui non sia prevista una canalizzazione e/o scarico delle acque verso un corpo ricettore, non è esclusa la possibilità della dispersione nel sottosuolo. Previa apposita indagine geologica che attesti la mancanza di interferenze con il deflusso idrico sotterraneo, né il pericolo dello scadimento della qualità della risorsa idrica.

In ogni caso il massimo volume che può essere attribuito al sistema di smaltimento delle acque nel sottosuolo non dovrà mai eccedere al 50% del volume complessivo da contenere per raggiungere gli obiettivi di invarianza idraulica.

9.2 PRESCRIZIONI PER LA PROGETTAZIONE

Nella fase di progettazione si dovranno attuare gli interventi per ottenere l'effetto desiderato di laminazione della piena per le progettazioni con le azioni di seguito elencate. Si ritiene di porre in evidenza che esistono tre zone d'espansione che, anche se non completamente talora, ricadono in aree soggette a pericolosità idraulica seppur moderata. Queste sono la zona nr.6 di Via Dal Ponte, la zona nr.7+9 di Via Altura e la zona nr.14, presso il capoluogo, di Via Marconi. In queste zone a livello di P.I. e di successiva progettazione si dovrà fare attenzione a utilizzare ogni forma di mitigazione idraulica, ma anche di messa in sicurezza secondo le più opportune soluzioni tecniche, qualora s'intenda procedere alla realizzazione delle opere.

La rosa entro cui scegliere appare relativamente ampia ed in particolare si sottolinea che i sistemi indicati possono essere usati in maniera combinata e complementare oppure singolarmente, in funzione dei volumi in gioco e delle peculiarità delle aree.

- Utilizzare caditoie filtranti, ove i terreni lo permettono, per la raccolta delle acque provenienti dai tetti in modo che l'acqua venga scaricata dai pluviali all'interno di pozzetti con fondo drenante e da qui in piccole trincee drenanti collegate anche alla rete di fognatura per scaricare le portate in eccesso. Con questo sistema si va ad incrementare il tempo di corrivazione. Nei casi in cui il suolo sia poco permeabile, si possono impiegare dei pozzi di infiltrazione in cui l'acqua convogliata dai pluviali venga "assorbita" da uno strato di accumulo con struttura a nido d'ape dotato di elevata porosità **Scheda 43**.
- Realizzare caditoie stradali di tipo filtrante, cioè con pozzetti a fondo aperto, e sottofondo drenante in modo da favorire l'infiltrazione e dispersione in profondità - **Scheda 44 fig 1**.
- Realizzare sedi stradali di tipo "a spugna", così da permettere il drenaggio e l'accumolo con convogliamento della rete scolante perimetrale - **Scheda 44 fig 2**.
- Realizzare reti di raccolta differenziate per le acque nere e quelle bianche in modo che le acque nere vadano al depuratore e solo quelle bianche vengano indirizzate ai corpi ricettori.
- Sovradimensionare alcuni tratti di fognatura delle nuove reti di raccolta delle acque meteoriche per aumentare la loro capacità di invaso.
- Evitare la concentrazione degli scarichi delle acque meteoriche favorendo, invece, la distribuzione sul territorio dei punti di recapito.
- Prevedere la realizzazione di disoleatori per il trattamento delle acque di prima pioggia che sono generalmente cariche di sostanze inquinanti di dilavamento delle strade, per salvaguardare la qualità delle acque del corpo ricettore. da posizionare a seconda della tipologia degli scarichi fognari esistenti. Si veda la **Scheda 45**.
- Nella fase della progettazione si deve adottare una distribuzione delle diverse tipologie di "strutture" per livelli altimetrici (tenendo sempre conto delle indicazioni delle N.T.A.): abitazioni ed attività produttive saranno poste almeno a +20÷40 cm rispetto al piano stradale, questo almeno a +10 cm rispetto ai parcheggi, e questi almeno a +10 cm rispetto ai giardini. In questo modo si vengono a creare zone di invaso che potranno essere anche soggette ad

allagamento (giardini e parcheggi), che in caso di precipitazioni critiche andranno comunque a salvaguardare gli edifici sia civili che industriali.

- Realizzare parcheggi con pavimentazioni permeabili, che nel caso di terreni permeabili avranno solo una funzione drenante, e nel caso di terreni poco permeabili avranno la funzione di vere e proprie strutture serbatoio in grado di accumulare temporaneamente l'acqua e rilasciarla poi gradualmente alla rete fognaria mediante un apposito sistema drenante - **Scheda 46**.
- Realizzare, quando sono disponibili delle aree a verde non frazionate e con una certa estensione, delle aree depresse collegate alla rete idrica principale (**Scheda 47**). Queste fungono da cassa di espansione della portata di piena. I volumi in eccesso, che si vengono a creare a seguito dell'impermeabilizzazione del suolo, verranno recapitati temporaneamente nelle aree di accumulo. L'allontanamento delle acque può essere facilitato garantendo una pendenza minima del fondo in direzione della re-immissione nella rete idrica principale, che le coletterà poi verso il recapito finale. Lo svuotamento avverrà in funzione del manufatto terminale di scarico che sarà dimensionato secondo il valore limite pari all'ordine di grandezza della portata defluita nella condizioni precedente alla urbanizzazione. Le sponde del bacino dovranno essere opportunamente sagomate e dovrà essere assegnata una pendenza della scarpa in funzione delle caratteristiche geologiche del terreno, onde garantire la stabilità delle sponde stesse. Il nuovo invaso di progetto, dovrà garantire l'accumulo dei volumi sopra richiesti, fermo restando che l'eventuale chiusura o tombamento della rete di scolo esistente posta all'interno dell'area considerata dovrà essere supportata da un adeguato ripristino dei corrispondenti volumi di invaso superficiale. In funzione del tirante all'interno delle condotte (comandato dall'altezza della soglia di sfioro del manufatto di laminazione) sarà stabilita l'altezza massima del pelo libero all'interno del bacino di invaso. Deve essere garantito un franco di sicurezza tra il pelo libero del bacino e la quota superiore della sponda. La limitazione di portata nella sezione terminale, prima dello scarico nella rete idrografica, dovrà essere garantita da un manufatto di laminazione che funzioni preferibilmente in modo automatico e che limiti l'afflusso di portata ai valori corrispondenti alla situazione prima dell'intervento urbanistico. Tale manufatto idraulico per la laminazione delle acque meteoriche presenta nel fondo una apertura di dimensioni ridotte, tarata sul valore massimo di portata ammissibile, al fine di limitare la portata in uscita ai valori richiesti. I valori di portata ammissibili saranno valutati per ogni singolo caso. In questo tipo di dispositivo la portata che defluisce dalla luce di fondo è funzione dell'altezza idrica di monte (ed eventualmente di valle in caso di deflusso rigurgitato).

Per lo scarico a bocca tassata si considererà una luce a spigolo vivo completamente sommersa sotto il pelo libero della vasca e deve immettere nella rete "esterna" una portata pari a 6 L/s hm^2 . Pertanto la portata sarà data dalla formula

$$21) \quad Q = 0.61 \times A_{\text{sez tubo}} \times \sqrt{2 \times 9.81 \times h}$$

da cui la sezione del tubo:

$$22) \quad A_{sez tubo} = \frac{Q}{0.61\sqrt{2 \times 9.81 \times h}}$$

dove:

$0,61$ = parametro idraulico fisso (adimensionale)

Q = portata di scarico concessa dal concessionario (6 L/s)

h = tirante utile nella vasca di laminazione espresso in m, oppure, nel caso di vasca di laminazione dotata di pompa di sollevamento, tirante utile nel pozzetto con scarico di fondo tarato, espresso in m.

Pertanto il diametro della luce di scarico sarà:

$$23) \quad D = 2 \times \sqrt{\frac{A_{sez tubo}}{\pi}}$$

Nel caso di portate superiori a quelle stimate per il tempo di ritorno assunto, il dispositivo di scarico presenta uno stramazzo che funziona come soglia sfiorante (**Scheda 48**). La portata che defluisce dallo stramazzo è valutata con l'espressione:

$$24) \quad Q = Cq \times L \times h \times \sqrt{2 \times 9.81 \times h}$$

dove:

Cq = coefficiente di efflusso (adimensionale)

Q = portata di scarico concessa dal concessionario (6 L/s)

L = larghezza della soglia

h = tirante utile nella vasca di laminazione espresso in m, oppure, nel caso di vasca di laminazione dotata di pompa di sollevamento, tirante utile nel pozzetto con scarico di fondo tarato, espresso in m.

- Come detto ai fini della salvaguardia della qualità delle acque nei corpi ricettori finali, si ritiene utile anche l'impiego di una vasca di prima pioggia, adeguatamente attrezzata anche di disoleatore, ad uso esclusivo della portata raccolta dai parcheggi e dalla strada, che sia in grado di trattare l'acqua caduta nei primi 15 minuti
- Si dovrà valutare lo stoccaggio temporaneo di acqua in serbatoi per riutilizzo successivo (irrigazione, antincendio...).
- Parimenti si dovrà valutare l'utilizzo di volumi di accumulo interrati mediante vespaio ad alta capacità d'immagazzinamento, oppure mediante celle assemblate - **Scheda 46 fig.3**- che possono fungere anche da base dei parcheggi.

Tenendo conto di queste indicazioni si riesce ad incrementare il tempo di corrivazione ed a ritardare così la consegna al corpo ricettore, ma si riesce anche a disperdere parte del volume di pioggia perché si favorisce l'infiltrazione nel terreno.

Una osservazione, che si ritiene doverosa, riguarda la necessità di ritardare sì il tempo di consegna ai corpi ricettori, ma anche quella di non "sprecare" l'acqua che viene accumulata o invasata con i diversi sistemi. Visti i periodi di siccità delle estati scorse si ritiene importante riuscire ad utilizzare l'acqua invasata per la ricarica della falda in modo che possa essere utilizzata per uso irriguo nelle zone più a valle.

9.3 INDIRIZZI PER IL PIANO DEGLI INTERVENTI

Si ritiene utile fornire delle ulteriori indicazioni di carattere generale da seguire in sede di realizzazione dei singoli interventi, che potranno essere recepite in sede di attuazione del Piano di Interventi e di eventuali piani urbanistici attuativi.

Per l'attuazione di nuove previsioni urbanistiche o anche solo il recupero del patrimonio edilizio esistente, si consiglia di prevedere un censimento delle fognature meteoriche che interessano l'area oggetto di intervento in modo da poter, in fase di attuazione, valutarne la capacità di deflusso.

Al fine di non peggiorare le condizioni di pericolosità, tutti i nuovi interventi dovranno essere tali da:

- Mantenere o migliorare le condizioni esistenti di funzionalità idraulica, agevolare o non impedire il deflusso delle acque e non ostacolarne sensibilmente il normale deflusso.
- Adottare, per quanto possibile, tecniche a basso impatto ambientale.
- Non aumentare le condizioni di pericolo a monte o a valle dell'area interessata; creare capacità di invaso locali e diffuse per compensare quelle perse nel passaggio da terreni agricoli ad urbanizzati; in ogni caso l'immissione dei volumi accumulati nella rete superficiale dovrà avvenire in maniera controllata, adottando opportuni accorgimenti allo scarico, in modo che la portata in uscita non superi quella che poteva essere stimata per l'area in esame prima della sua urbanizzazione.
- Realizzare, per le nuove strade, ampie scoline laterali che siano in collegamento con i corpi ricettori principali. Sono da evitare tombini stradali che vadano a "strozzare" la sezione della scolina in caso di attraversamento del rilevato stradale.
- Mantenere le caditoie stradali in condizioni di efficienza provvedendo alla loro periodica pulizia. Le caditoie infatti, oltre che allontanare l'acqua dalle strade, funzionano anche come tanti piccoli invasi temporanei.
- Realizzare le strade di accesso con idonee scoline, assicurando la continuità delle vie di deflusso tra monte e valle.
- Mantenere le scoline sia esistenti che nuove costantemente funzionanti ed idonee allo smaltimento del deflusso idrico anche in caso di piena. Questo obiettivo sarà possibile grazie ad interventi di ordinaria manutenzione come lo sfalcio dell'erba dalle sponde e la sua rimozione, il taglio di eventuali arbusti che andrebbero a ridurre la sezione utile, ed anche interventi di risagomatura delle sezioni.
- Evitare i tombamenti indiscriminati dei fossati, e comunque tali opere devono essere correttamente dimensionate.
- Tenere in perfetta efficienza da parte dei concessionari del servizio i bacini di raccolta temporanea dimensionati in base ai volumi in eccesso che non è stato possibile "invasare" precedentemente, devono essere tenuti sempre in.

- Prevedere esplicitamente, tra gli allegati dei progetti di qualsiasi nuova opera classificata almeno a modesta impermeabilizzazione potenziale, una relazione redatta da un tecnico competente, sulla situazione idraulica in cui viene inserita la costruzione o lottizzazione (presenza e natura di canali, manufatti, tubazioni, quote relative, ecc.) e sull'impatto idraulico delle stesse. La relazione dovrà descrivere adeguatamente i provvedimenti compensativi di cui è prevista l'attuazione (bacini di invaso, aree verdi esondabili, sovradimensionamento fognature a scopo di laminazione etc.).
- Esplicitare nelle concessioni ed autorizzazioni edilizie (per fabbricati, ponti, recinzioni, scarichi etc.) le norme e le prescrizioni idrauliche, verificandone il rispetto in fase di collaudo e rilascio di agibilità.
- Applicare, per una gestione integrata del territorio, le nuove norme della L.R. 11/2004 per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici in termini di sostenibilità dei piani di sviluppo e compatibilità con la sicurezza idrogeologica.

Inoltre, per tutte le opere da realizzarsi in fregio ai corsi d'acqua, siano essi Collettori di Bonifica, "acque pubbliche", o fossati privati, deve essere richiesto parere idraulico al Consorzio di Bonifica. In particolare, per le opere in fregio ai collettori di Bonifica o alle acque pubbliche, ai sensi del R.D. 368/1904, il Consorzio di Bonifica deve rilasciare regolari Licenze o Concessioni a titolo di precario

In base all'art. 133 del sopra citato R.D., infatti, sono lavori vietati in modo assoluto rispetto ai corsi d'acqua naturali od artificiali pertinenti alla bonificazione, strade, argini ed altre opere di una bonificazione, *"le piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche e lo smovimento del terreno dal piede interno ed esterno degli argini e loro accessori o dal ciglio delle sponde dei canali non muniti di argini o dalle scarpate delle strade, a distanza minore di 2 metri per le piantagioni, di metri 1 a 2 per le siepi e smovimento del terreno, e di metri 4 a 10 per i fabbricati, secondo l'importanza del corso d'acqua"*.

Pertanto, tutte le opere comprese tra i 4 e i 10 metri dal ciglio superiore esterno di un canale non arginato, o dal piede interno dell'argine di un canale arginato, dovranno essere valutate dal Consorzio di Bonifica competente, il quale rilascerà regolare licenza idraulica.

Resta inteso che, a prescindere da quanto scritto nei paragrafi precedenti, l'esatta quantificazione dei volumi di invaso compensativi, potrà essere calcolata solamente nelle successive fasi di approfondimento della pianificazione urbanistica in quanto ad oggi non si è in possesso di elementi concreti per eseguire un calcolo idraulico significativo.

Infatti anche secondo il DGR 1322, Allegato A, il grado di approfondimento e dettaglio della Valutazione di Compatibilità Idraulica deve essere rapportato all'entità e alla tipologia delle nuove previsioni urbanistiche con una progressiva definizione articolata tra PAT, PI, PUA.

Baratto Filippo, geologo

S C H E D E 01 ÷ 48