COMUNE DI

BAGNOLI DI SOPRA

PROVINCIA DI PADOVA

REGIONE VENETO

VARIANTE GENERALE AL P.R.G.

2003

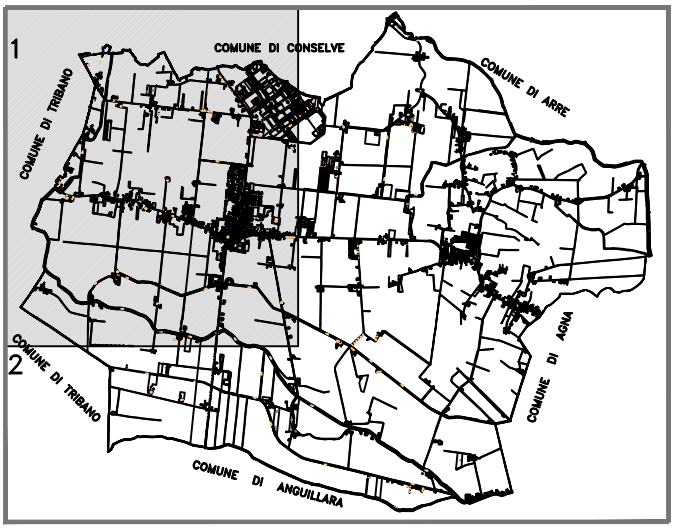
VARIANTE PARZIALE AL P.R.G.

PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA AREA A SERVIZI CONNESSI ALL'AVIOSUPERFICIE 2014

TAV. N.	-	-

N° ELABORATO	SCALA
-	-

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA



Base cartografica : Carta Tecnica Regionale

IL SINDACO

L'ESTENSORE DELLO STUDIO

ING. FABRIZIO RAVAGNANI

STUDIO: VIA G. MONTI, 635 - 45030 FRASSINELLE POL.(Ro)
TEL. 349/5172385 E-mail: fabrizio.ravagnani@libero.it

PROGETTO: STUDIO DOTT. ARCH. ANGELO MONTIN VIA 16 MARZO, 4 - 35020 ALBIGNASEGO (PADOVA) TEL. 049/710551 FAX 049/7313211 E-mail stmontin@tiscalinet.it

1 PREMESSA 2
2 METODOLOGIA DI ANALISI ADOTTATA 2
3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE 3
4 LA PIANIFICAZIONE URBANISTICA DI LIVELLO SUPERIORE 5
4.1 IL PIANO DI ASSETTO INTERCOMUNALE DEL CONSELVANO 5
5 CARATTERI IDROGEOLOGICI E IDRAULICI DEL TERRITORIO 6
5.1 CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE LOCALI 6
5.2 LA RETE DI BONIFICA 7
5.3 LA RETE IDRAULICA MINORE 8
6 LA PERICOLOSITA' IDRAULICA NELL'AMBITO DI INTERVENTO 10
6.1 Piano di Assetto Idrogeologico 10
6.2 Piano Generale di Bonifica e Tutela del Territorio 12
7 ANALISI IDROLOGICA 14
7.1 EQUAZIONI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA 14
7.2 COEFFICIENTI DI DEFLUSSO 16
7.3 TEMPO DI CORRIVAZIONE 17
7.4 CALCOLO DELLE PORTATE 18
7.5 L'INVARIANZA IDRAULICA 18
8 I CONTENUTI DELLA VARIANTE AL PRG 20
9 VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA 23
9.1 STIMA DEL VOLUME DI INVASO 25
10 OPERE PER GARANTIRE IL VOLUME DI INVASO 27
11 CONCLUSIONI 29

1 PREMESSA

Il presente Studio di Compatibilità Idraulica correda gli elaborati della Variante parziale al PRG del Comune di Bagnoli di Sopra necessaria per la realizzazione di un'area a servizi connessi all'aviosuperficie presente in Via Cavour.
L'Azienda Agricola "Dominio di Bagnoli" con sede in Bagnoli di Sopra Piazza Marconi 63, gestisce, da alcuni anni, un'aviosuperficie ubicata lungo via Cavour, a ridosso della corte denominata S. Ambrogio.
Avendo l'Azienda intenzione di sviluppare e completare l'attività svolta nell'aviosuperficie con la realizzazione di alcuni Hangar da destinare sia al ricovero dei velivoli sia da destinare a museo storico ed officina di riparazione, è stata predisposta una variante urbanistica ai sensi dell'art. 50 LR 61/85, in modo da poter rendere fattibile quanto in progetto.
La variante, pertanto, individua un'area a servizi della superficie di mq 9.999 all'interno della quale potranno essere realizzati alcuni hangar di diversa tipologia.
Si osserva infine che la superficie interessata è inferiore a 10.000 mq, come previsto dall'art. 50 Comma 4°, lettera h), della LR 61/85.

2 METODOLOGIA DI ANALISI ADOTTATA

Lo studio è stato redatto a sensi dell'allegato A "*Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici - Modalità operative e indicazioni tecniche*" allegato alla DGR n. 2948 del 6 ottobre 2009; esso svilupperà i seguenti punti:

- inquadramento del territorio in oggetto e delle sue caratteristiche idrogeologiche;
- inquadramento della rete idrografica (consortile e non), e delle eventuali criticità presenti nell'ambito di intervento;
- valutazione delle portate di piena e degli eventuali volumi di invaso relativi all'area in esame;
- individuazione delle opere idrauliche necessarie e dimensionamento di massima delle stesse.

3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'ambito in oggetto è collocato nella frazione Bagnoletto di Bagnoli di Sopra e dista circa 2,3 km dal centro abitato di Bagnoli.
Tale area, oggi destinata ad attività agricola, è accessibile dalla Strada Provinciale n.5 denominata Via Cavour. L'ambito limitrofo è caratterizzato dalla presenza di un aviosuperficie , a ridosso della corte denominata S. Ambrogio, con pista in erba di 1200 x 30 m, per velivoli ultraleggeri ed aerei da Aviazione Generale fino a 5700 kg di peso.
Con la presente variante al P.R.G. l'area in oggetto potrà essere destinata ad ospitare alcuni Hangar da adibire sia al ricovero dei velivoli sia da destinare a museo storico ed officina di riparazione.
Si evidenziano nell'ortofoto le superfici già destinate ad aviosuperficie e quelle oggetto di variante:

Figura 1–inquadramento su ortofoto delle aree già destinate ad aviosuperficie e di quelle oggetto di variante

Di seguito si riporta ortofoto di dettaglio e vista dell'ambito oggetto di intervento

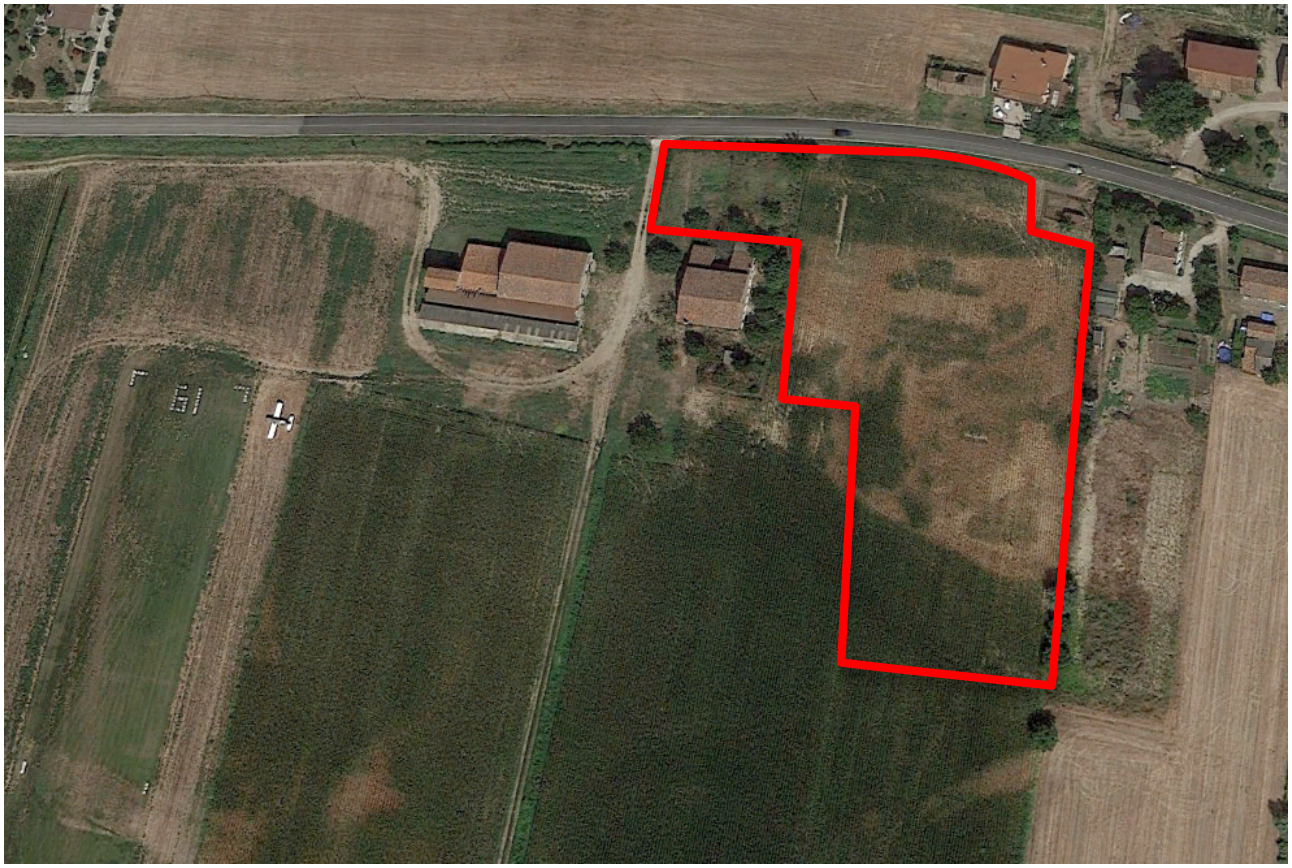


Figura 3 – inquadramento su ortofoto dell'area oggetto di variante

Figura 5 – vista dell'area oggetto di variante da Via Cavour

4 LA PIANIFICAZIONE URBANISTICA DI LIVELLO SUPERIORE

Il Comune di Bagnoli di Sopra è dotato di P.A.T.I approvato con Conferenza di Servizi del 05/07/2011. Tale Piano intercomunale è denominato "PATI del Conselvano".
In Piano di Assetto del Territorio Comunale è attualmente in fase di predisposizione.

4.1 IL PIANO DI ASSETTO INTERCOMUNALE DEL CONSELVANO

Il PATI del Conselvano è stato oggetto di una Valutazione di Compatibilità Idraulica (di seguito VCI) che, ovviamente, ha analizzato le sole azioni strategiche previste dal PATI stesso, individuando le aree oggetto di criticità idraulica e fornendo numerose prescrizioni.

Lo studio di compatibilità Idraulica con nota del 23.09.2008 prot. 486011 ha ottenuto parere favorevole da parte del Genio Civile di Padova.

Di seguito si riporta un estratto di tale parere:

… i valori di riferimento del volume di invaso da adottare per la progettazione delle opere di laminazione sono rispettivamente: a) 800 mc/ha di superficie impermeabilizzata per nuova viabilità; b) 700 mc/ha di superficie impermeabilizzata per nuove aree produttive; c) 600 mc/ha di superficie impermeabilizzata per nuove aree residenziali. Resta inteso che in fase di progettazione dovrà comunque essere effettuato il calcolo del volume di invaso necessario secondo quando stabilito dalla DGRV 1841/2007 … dovrà pertanto essere scelto il volume maggiore tra quello calcolato e quello minimo sopra indicato…

Tale prescrizione sarà recepita nel presente studio.

5 CARATTERI IDROGEOLOGICI E IDRAULICI DEL TERRITORIO

5.1 CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE LOCALI

Dal punto di vista morfologico l'ambito interessato dalla Variante Urbanistica si presenta come un terreno pianeggiante, destinato alle coltivazioni agricole. Sorge su un leggero dosso fluviale lungo il quale corre la SP5 Via Cavour.
Altimetricamente, quindi, l'ambito è leggermente sopraelevato rispetto alla campagna circostante e questo lo colloca in posizione favorevole dal punto di vista del drenaggio delle acque meteoriche.
Dal punto di vista litologico la presenza del Paleoalveo comporta terreni prevalentemente sabbiosi e quindi con buona capacità di filtrazione.
Secondo l'indagine geologica del PATI del Conselvano la falda si incontra ad una profondità inferiore ad 1 metro rispetto al piano campagna.

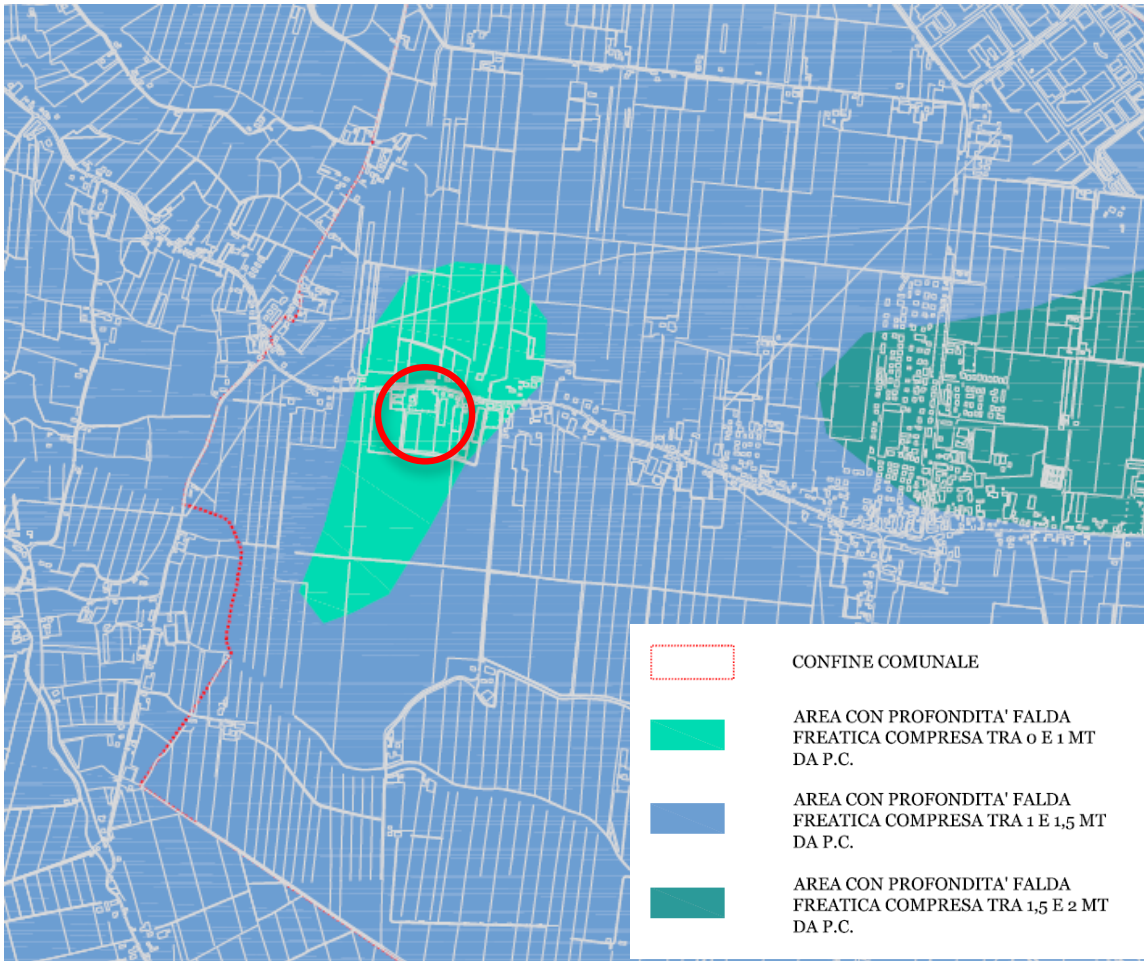


Figura 2 – Estratto della carta idrogeologica del PATI del Conselvano relativo alla zona interessata dalla Variante al PRG

5.2 LA RETE DI BONIFICA

La seguente figura riporta un estratto della tavola "opere di bonifica" facente parte degli elaborati del Piano Generale di Bonifica e Tutela del Territorio (PGBTT) del Consorzio Adige Euganeo.
L'ambito interessato dalla Variante ricade all'interno del Bacino idraulico Vitella e drena le acque meteoriche attraverso l'omonimo Scolo.
Più nel dettaglio l'ambito di intervento dista diverse centinaia di metri dallo scolo consortile, pertanto il deflusso avviene prima tramite rete minore per poi confluire nello scolo Vitella.

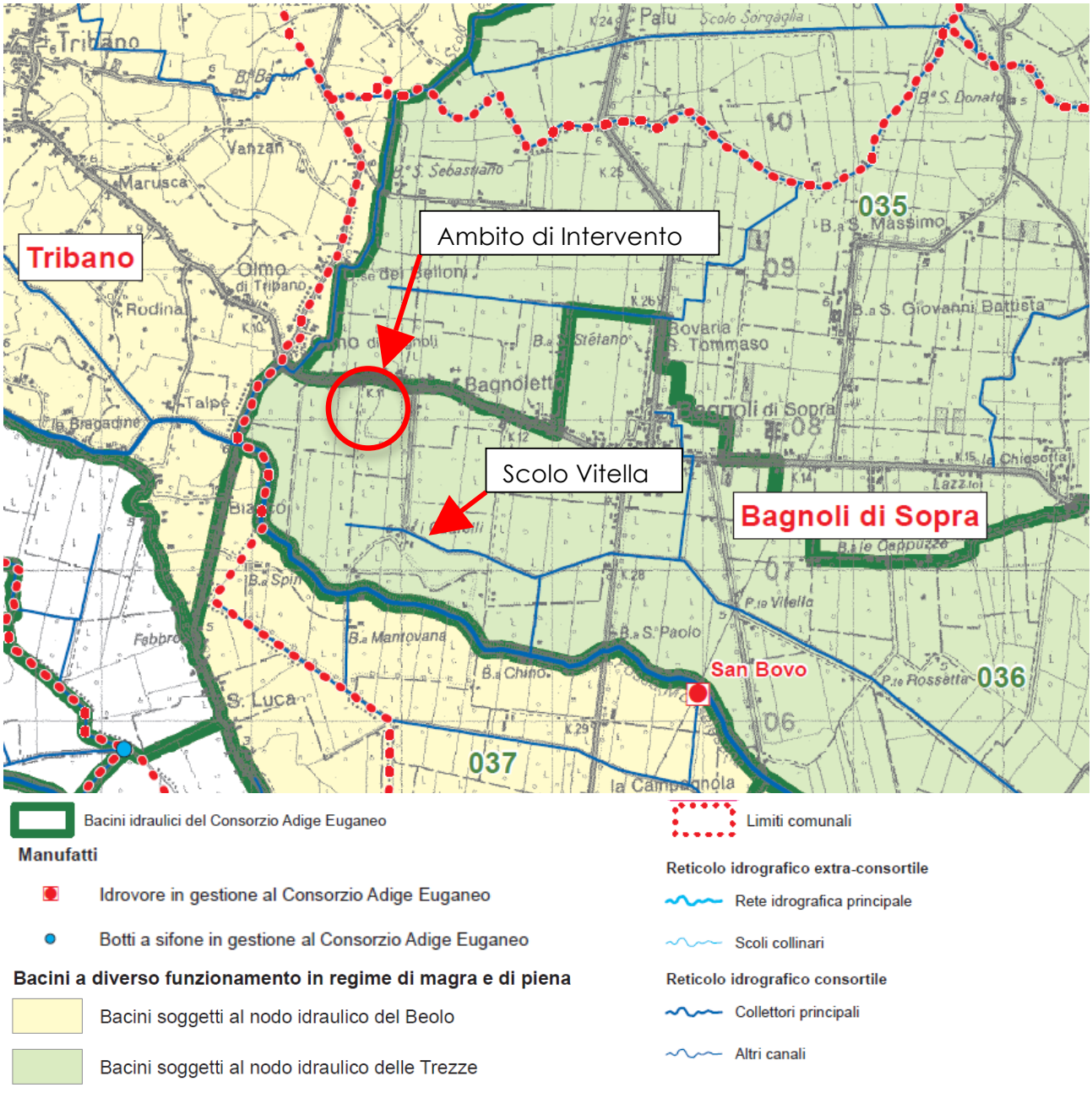


Figura 3 – Estratto della Tavola delle Opere di Bonifica (Fonte PGBTT)

5.3 LA RETE IDRAULICA MINORE

Le acque meteoriche provenienti dall'ambito di intervento, situato a ridosso della SP 5 raggiungono lo solo Consortile Vitella mediante il tratto di rete minore evidenziato nella seguente figura.

Figura 4 – Individuazione della rete scolante minore che collega l'ambito di intervento con lo scolo Consortile Vitella

In fase di attuazione dell'intervento sarà necessario verificare l'adeguatezza delle affossature private che collegano l'ambito di intervento allo scolo consortile e, se necessaio, si dovrà provvedere al relativo intervento di pulizia/espurgo.

La rete minore subisce nel tempo forti modifiche sia a causa dei continui interventi di sistemazione dei fondi agricoli, sia in considerazione delle diverse esigenze compatibili con la trasformazione del territorio che, in alcuni casi, possono essere la causa di pericolosità e rischio idraulico.

Di seguito si elencano alcune prescrizioni per la manutenzione della rete scolante minore:

1) tagliare l'erba sulle sponde e ciglio dei fossi, almeno due volte l'anno (indicativamente maggio e settembre);
2) tenere pulite le luci dei ponti ed i tombinamenti per tutta la loro lunghezza;
3) mantenere pulite ed espurgate opere idrauliche puntuali come chiaviche e paratoie;
4) rimuovere al bisogno e prontamente alberi, tronchi e rami che per qualsiasi causa cadano nel fosso/canale;
5) vietare la realizzazione di opere di qualunque genere che impediscano il regolare deflusso delle acque e/o comportino la riduzione dell'invaso disponibile all'acqua di pioggia;
6) vietare il deposito o l'ingombro della via d'acqua in modo stabile con materiale di qualunque tipo;
7) mantenere in buono stato di conservazione i ponti e altre opere d'arte d'uso particolare e privato di uno o più fondi.

Gli interventi sopra elencati devono essere eseguiti dai proprietari delle affossature.

Si evidenzia che i Privati hanno l'obbligo di mantenere in efficienza, mediante periodica manutenzione, i fossati di loro competenza e ciò è stabilito dagli articoli 22 e 23 della Legge Regionale del Veneto N° 3 del 13 Gennaio 1976.

6 LA PERICOLOSITA' IDRAULICA NELL'AMBITO DI INTERVENTO

Per l'individuazione delle aree a pericolosità idraulica sono state utilizzate le informazioni contenute nello Studio di Compatibilità Idraulica relativo al PATI del Conselvano, integrate con quelle derivanti dal nuovo Piano Generale di Bonifica del Consorzio Adige Euganeo e dalla Variante al Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) recentemente adottata dall'Autorità di Bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico.

6.1 Piano di Assetto Idrogeologico

L'intero territorio del Comune di Bagnoli di Sopra ricade nel bacino idrografico del Fiume Brenta-Bacchiglione.

Con delibera n° 3 del 9 Novembre 2012 è stato adottato il Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione (PAI-4 bacini).
Il PAI adottato individua diverse classi di Pericolosità e di Rischio, intendendo con Pericolosità la probabilità di accadimento di un evento alluvionale in un intervallo temporale prefissato ed in una certa area, mentre con Rischio il "prodotto" fra la pericolosità, la Vulnerabilità (cioè l'attitudine a subire danni per effetto dell'evento calamitoso) ed il valore degli elementi a rischio intesi come persone, beni localizzati, patrimonio ambientale.

Il PAI fa riferimento alla Pericolosità idraulica in modo da non incorrere in previsioni edificatorie che generino rischio laddove oggi c'è solo pericolo.
Le classi degli elementi a rischio, ove definite, costituiscono elementi di riferimento prioritari per la programmazione degli interventi di mitigazione e le misure di protezione civile.

Il PAI individua quattro classi di pericolosità idraulica:

- P1 (pericolosità moderata);
- P2 (pericolosità media);
- P3 (pericolosità elevata);
- P4 (pericolosità molto elevata).

Nella relazione del PAI si precisa che durante la lunga fase di redazione del piano si sono resi disponibili nuovi elementi conoscitivi circa le condizioni di criticità idraulica.
Le fonti sono l'evento alluvionale del 31 ottobre – 2 novembre 2010, i Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale (PTCP), altri studi recenti.

Le condizioni di dissesto così individuate sono originate da problematiche di varia natura e in molti casi anche non strettamente correlate alla rete idrografica principale.

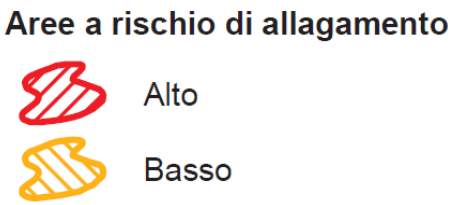
Le aree a pericolosità in tal modo individuate sono state inserite nella cartografia del PAI come "Aree di Attenzione", in quanto non è stato possibile valutarne il grado di pericolosità secondo i criteri del PAI.

Di seguito si riporta un estratto della Cartografia del PAI adottato e successivamente aggiornato con Decreto Segreteriale n. 8 del 30/01/2014.
Dalla cartografia è possibile osservare che non sono individuati, nell'ambito di variante, elementi di pericolosità Idraulica.

Figura 5 – Estratto della carta della pericolosità idraulica del PAI (Tavola n. 116)

6.2 Piano Generale di Bonifica e Tutela del Territorio

L'intero territorio Comunale è gestito, dal punto di vista idraulico, dal Consorzio di Bonifica Adige Euganeo il quale ha recentemente elaborato il nuovo Piano di Bonifica e Tutela del Territorio (PGBTT).
Il Consorzio, nel proprio Piano Generale di Bonifica e Tutela del Territorio, ha cartografato le aree a rischio di allagamento, suddividendole in due gruppi a seconda della frequenza degli allagamenti registrati.
Le aree ad alto rischio di allagamento presentano frequenza degli allagamenti, o meglio tempo di ritorno, compreso tra 1 e 2 anni. Si tratta comunque di allagamenti con tiranti generalmente inferiori a 20 cm della durata inferiore al giorno.
Le aree a basso rischio di allagamento sono quelle in cui la frequenza degli eventi è minore. Nella cartografia del PGBTT (di seguito si riporta un estratto) sono indicate in colore arancione.
La seguente figura riporta un estratto della tavola del PGBTT relativa alle aree a rischio di allagamento, dalla quale è possibile osservare che l'ambito di Variante non è interessato da aree a pericolosità idraulica.



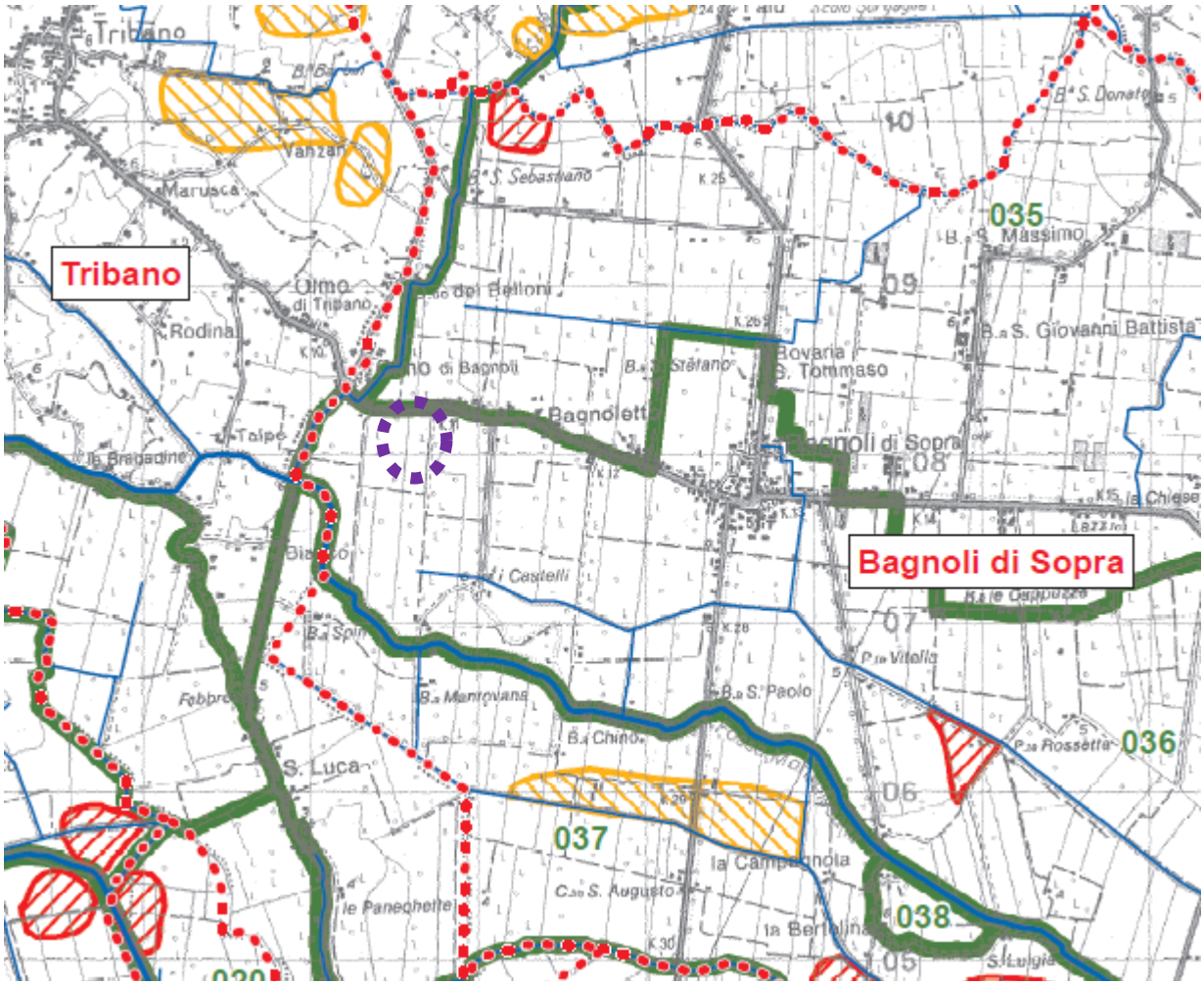


Figura 6 – Aree a rischio di Allagamento nel Comune di Bagnoli di Sopra (Fonte PGBTT)

7 ANALISI IDROLOGICA

Nel presente capitolo è illustrata la metodologia di calcolo che sarà applicata per la stima delle opere di compensazione idraulica (volume di invaso) necessario per l'intervento di trasformazione urbanistica previsto dalla Variante in Valutazione.

7.1 EQUAZIONI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

Per dimensionare le reti di smaltimento delle acque meteoriche è di fondamentale importanza lo studio delle precipitazioni.

Dall'analisi delle altezze di pioggia massime annue per varie durate, è possibile ricavare la curva di possibilità pluviometrica che fornisce la relazione tra l'altezza di precipitazione h e la durata dell'evento di pioggia t per un prefissato tempo di ritorno T_r, intendendo per tempo di ritorno quel periodo nel quale un determinato evento pluviometrico é mediamente uguagliato o superato.

Secondo quanto previsto dalla D.G.R. 2948/2009 il valore del tempo di ritorno viene fissato in 50 anni, ritenendo così accettabile la frequenza probabile cinquantennale per un evento meteorico che mette in crisi le opere di difesa idraulica.

L'espressione che definisce le curve di possibilità pluviometrica è del tipo:

$$h = a \cdot t^n$$

in cui l'altezza di precipitazione h è espressa in mm, il tempo di pioggia t è espresso in ore, mentre a ed n sono due parametri che devono essere ricavati dall'elaborazione dei dati di pioggia.

In fase di elaborazione del nuovo PGBTT del Consorzio Adige Euganeo sono state ricavate le curve di possibilità pluviometrica sulla base della regionalizzazione dei dati di pioggia.
Tale metodologia è stata scelta in quanto ha consentito di limitare l'influenza di singole registrazioni eccezionali, di individuare le caratteristiche comuni del regime pluviometrico sull'intero territorio considerato e fornire gli strumenti per un'eventuale suddivisione dell'area in sottoinsiemi omogenei, ai quali attribuire una singola curva segnalatrice di possibilità pluviometrica.

L'ambito del Consorzio è stato suddiviso in tre zone omogenee, Bagnoli di Sopra ricade nella Zona denominata "Pianura Meridionale".

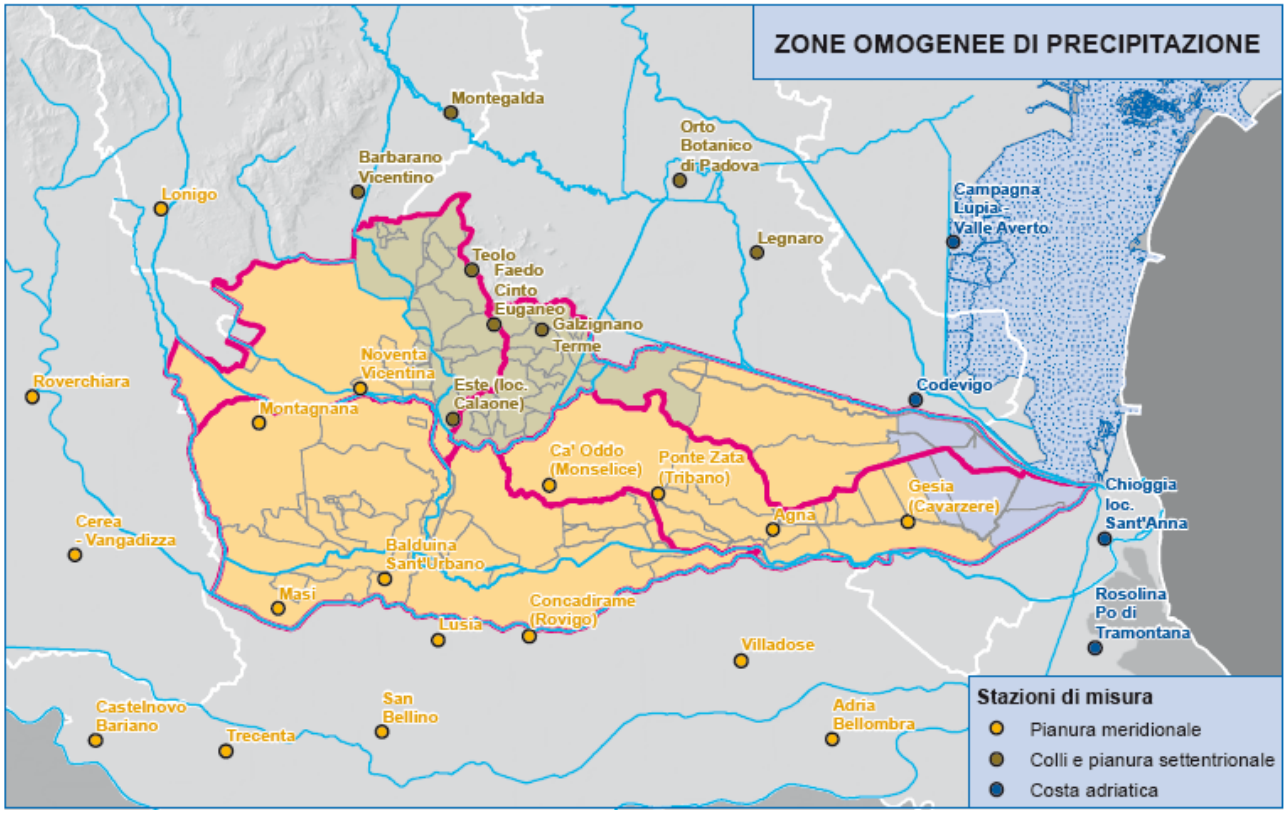


Figura 7- Zone omogenee di precipitazione (Fonte PGBTT)

Di seguito si riporta una sintesi dei risultati tratti dalla relazione del PGBTT: sono riportate sia le curve di possibilità pluviometrica a 2 parametri (del tipo $h = a \cdot t^n$) che le curve a 3 parametri (del tipo $h = \frac{a \cdot t}{(t+b)^c}$).

Per l'utilizzo dei parametri sotto riportati occorre esprimere *t* in minuti.

DURATA [MINUTI]	*MEDIA DEI MASSIMI [mm]*	*VALORI ATTESI [mm] PER DIFFERENTI TEMPI DI RITORNO [anni]*							
		2	*5*	*10*	*20*	*30*	*50*	*100*	*200*
ZONA OMOGENEA PIANURA MERIDIONALE									
Curva segnalatrice	*a [mm]*	*14.8*	*21.7*	*27.5*	*34.4*	*39.1*	*46.0*	*57.5*	*72.4*
	b [min]	*7.3*	*9.3*	*11.1*	*13.3*	*14.7*	*16.8*	*20.0*	*23.9*
	c [-]	*0.814*	*0.824*	*0.833*	*0.842*	*0.849*	*0.857*	*0.870*	*0.884*
	Δ	*4.8%*	*4.2%*	*3.6%*	*3.0%*	*2.7%*	*2.4%*	*2.1%*	*2.0%*

Figura 8 – Valori dei coefficienti della curva segnalatrice a 3 parametri al variare del Tempo di Ritorno

T	tp≈15 minuti			tp≈30 minuti			tp≈45 minuti			tp≈1 ora			tp≈3 ore			tp≈6 ore		
	da 5 min a 45 min			da 10 min a 1 ora			da 15 min a 3 ore			da 30 min a 6 ore			da 45 min a 12 ore			da 1 ora a 24 ore		
anni	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ
PIANURA MERIDIONALE																		
2	4.4	0.506	7.0%	6.6	0.375	3.8%	10.0	0.255	4.2%	12.9	0.197	0.8%	13.2	0.193	0.3%	13.2	0.193	0.3%
5	5.2	0.539	6.5%	7.7	0.413	3.7%	12.3	0.279	5.1%	16.8	0.208	1.5%	17.8	0.197	0.4%	18.1	0.195	0.3%
10	5.7	0.563	6.2%	8.2	0.442	3.7%	13.7	0.297	5.8%	19.3	0.217	1.8%	21.0	0.201	0.4%	21.5	0.197	0.2%
20	6.0	0.588	5.8%	8.6	0.472	3.6%	14.8	0.314	6.5%	21.5	0.228	2.1%	24.0	0.207	0.5%	24.9	0.201	0.2%
30	6.1	0.602	5.6%	8.7	0.489	3.6%	15.4	0.324	7.0%	22.8	0.234	2.3%	25.7	0.210	0.6%	26.9	0.203	0.4%
50	6.3	0.621	5.4%	8.8	0.511	3.5%	16.1	0.337	7.5%	24.3	0.242	2.6%	27.9	0.215	0.9%	29.5	0.206	0.6%
100	6.4	0.646	5.0%	8.9	0.542	3.5%	16.9	0.355	8.3%	26.2	0.254	3.0%	30.9	0.222	1.3%	33.1	0.210	0.9%
200	6.5	0.672	4.7%	8.9	0.573	3.4%	17.6	0.373	9.1%	28.1	0.266	3.5%	33.9	0.229	1.7%	36.8	0.214	1.2%

Figura 9 - Valori dei coefficienti della curva segnalatrice a 2 parametri al variare del Tempo di Ritorno

7.2 COEFFICIENTI DI DEFLUSSO

Il **coefficiente di deflusso** di un bacino idrografico esprime il rapporto tra il volume d'acqua defluito attraverso una sezione in un certo intervallo di tempo, ed il volume meteorico precipitato nello stesso intervallo.

I valori dei coefficienti di deflusso cui fare riferimento, secondo quanto riportato nell'allegato A della D.G.R. 2948/2009 al capitolo "Indicazioni operative" relativi ad una pioggia di durata oraria, sono riportati in Tabella 1.

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 1 – Coefficienti di deflusso per piogge orarie

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:

$$\overline{\varphi} = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_i \cdot \varphi_i}{\sum_{i=1}^{n} S_i}$$

In realtà il coefficiente di deflusso varia con la durata della precipitazione in quanto varia la risposta del terreno soggetto alla precipitazione, per semplicità di seguito verrà assunto come costante.

7.3 TEMPO DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrivazione t_c è definito come il tempo mediamente impiegato dalla particella di pioggia che cade nel punto più lontano (o sfavorito) del bacino per raggiungere la sezione di chiusura dello stesso.
Tale parametro viene utilizzato per determinare la portata massima prodotta alla sezione di chiusura del bacino.

Il calcolo del tempo di corrivazione può essere eseguito con la metodologia seguente:

$$t_c = t_0 + t_{rete}$$

In cui t_0 è il tempo di accesso alla rete scolante (o tempo di ruscellamento), mentre t_{rete} è il tempo di percorrenza della rete composta da scoline e fossi o da condotte fognarie.

t_0 per aree urbanizzate assume valori compresi tra 5 e 10 minuti, mentre per aree agricole può essere stimato con la seguente formula:

$$t_0 = L_0 / V_{Scorr_terreno}$$

In cui L_0 è la distanza del punto più sfavorito dalla rete scolante espressa in m, $V_{Scorr_terreno}$ è la velocità media sul terreno assunta pari a 0,01 m/s.

analogamente per t_{rete}:

$$t_{rete} = L_{rete} / V_{Scorr_rete}$$

In cui L_{rete} è la lunghezza della rete scolante fino alla sezione di chiusura del bacino espressa in m, V_{Scorr_rete} è la velocità media nella rete assunta pari a:

- 0,2 m/s per aree agricole (scoline o fossi);
- 1 m/s per aree urbanizzate (condotte fognarie).

In ogni caso il calcolo del tempo di Corrivazione risulta superfluo stimando il volume di invaso con il metodo delle sole piogge. (Vedere Paragrafo 7.5)

7.4 CALCOLO DELLE PORTATE

Uno dei metodi più semplici e diffusi per il calcolo delle portate massime è il metodo cinematico, noto anche come "metodo razionale".

E' un metodo molto usato per il calcolo della portata nel caso di assegnata precipitazione e viene spesso utilizzato per il predimensionamento delle reti di fognatura bianca e dei canali di bonifica.

Se in un bacino di superficie S cade, per una pioggia di durata t_p, una precipitazione di altezza h, solo una frazione φ del volume meteorico $S \cdot h$ risulta efficace agli effetti del deflusso, dato che la frazione $1-\varphi$ si perde per evapotraspirazione, infiltrazione nel terreno, ecc..
La portata massima, che si ottiene per $t_p = t_c$ dove t_c esprime il tempo di corrivazione del bacino, è data dalla seguente espressione:

$$Q_{\max} = \frac{\overline{\varphi} \cdot h \cdot S}{t_c}$$

Se la durata di pioggia t_p è inferiore al tempo di corrivazione del bacino t_c allora la portata si riduce in quanto solo una parte del bacino sarà effettivamente contribuente, mentre se t_p è maggiore di t_c la portata massima si riduce in quanto all'aumentare della durata dell'evento diminuisce l'intensità di pioggia.
Il rapporto tra la portata massima e la superficie considerata è detto coefficiente udometrico u, esso tende a ridursi all'aumentare dell'estensione del bacino considerato.

Nel caso in esame il Consorzio di Bonifica **prescrive di adottare un coefficiente udometrico allo scarico non superiore a 5,0 l/s/ha**.

7.5 L'INVARIANZA IDRAULICA

Con il termine "invarianza idraulica" si intende che il coefficiente udometrico di un'area oggetto di trasformazione urbanistica deve essere mantenuto costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo in quell'area.

In altre parole l'invarianza idraulica prevede di dimensionare le opere idrauliche sulla base dei parametri idrologici dell'area oggetto di intervento, **in modo che per ogni durata della precipitazione a prefissato tempo di ritorno, la curva di piena generata dal bacino,**

dopo le modifiche all'uso del suolo, sviluppi una portata massima dello stesso ordine di grandezza di quella ante modifica dello stesso uso del suolo.

Secondo l'allegato A alla DGR n. 2948/2009 il tempo di ritorno cui fare riferimento viene assunto pari a 50 anni.

Per garantire l'invarianza idraulica occorre prevedere volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi che compensino, mediante un'azione laminante, l'incremento delle portate massime.

Noti i parametri della curva di possibilità climatica, la superficie dell'area oggetto di trasformazione, il coefficiente di deflusso e soprattutto la massima portata scaricabile nelle rete di canali del Consorzio di Bonifica, è possibile stimare il volume massimo di invaso utilizzando, ad esempio, il **metodo delle sole piogge**.

Il metodo ricalca il procedimento esposto nel testo "Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione" (csdu –HOEPLI, Milano, 1997) e stima il volume d'invaso necessario per garantire l'invarianza idraulica.
Il calcolo trascura gli effetti di laminazione del bacino.

Nelle formule seguenti non compare infatti il tempo di corrivazione.

$$t_{crit} = \left(\frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$V_{inv,crit} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{out} \cdot \left(\frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

dove:

t_{crit} durata dell'evento di pioggia che massimizza il volume di invaso

$V_{inv,crit}$ Volume di invaso per durata critica

S Superficie del bacino drenato

φ Coefficiente di afflusso medio del bacino drenato

Q_{out} Portata massima imposta allo scarico

a, n Parametri della curva di possibilità climatica

8 I CONTENUTI DELLA VARIANTE AL PRG

Il proponente di tale variante urbanistica intende sviluppare e completare l'attività svolta nell'aviosuperficie esistente con la realizzazione di alcuni Hangar da destinare sia al ricovero dei velivoli, sia da destinare a museo storico ed officina di riparazione.
La presente variante, pertanto, individua un'area a servizi a ridosso dell'esistente pista, all'interno della quale potranno essere realizzati alcuni hangar di diversa tipologia; è previsto l'utilizzo dell'accesso esistente dalla strada Provinciale n° 5 denominata via Cavour, dal quale si accede ai parcheggi e ad una zona a verde che fungerà anche da barriera visiva verso la strada pubblica. Da qui si accede agli hangar museo, officina e mostra, inoltre un passaggio pedonale porta i visitatori in prossimità della pista per assistere alle operazioni di arrivo e decollo degli aerei.
Pertanto, con la presente variante urbanistica al Piano Regolatore Generale la zona attualmente classificata E2 agricola sarà trasformata in area per attrezzature di interesse comune.

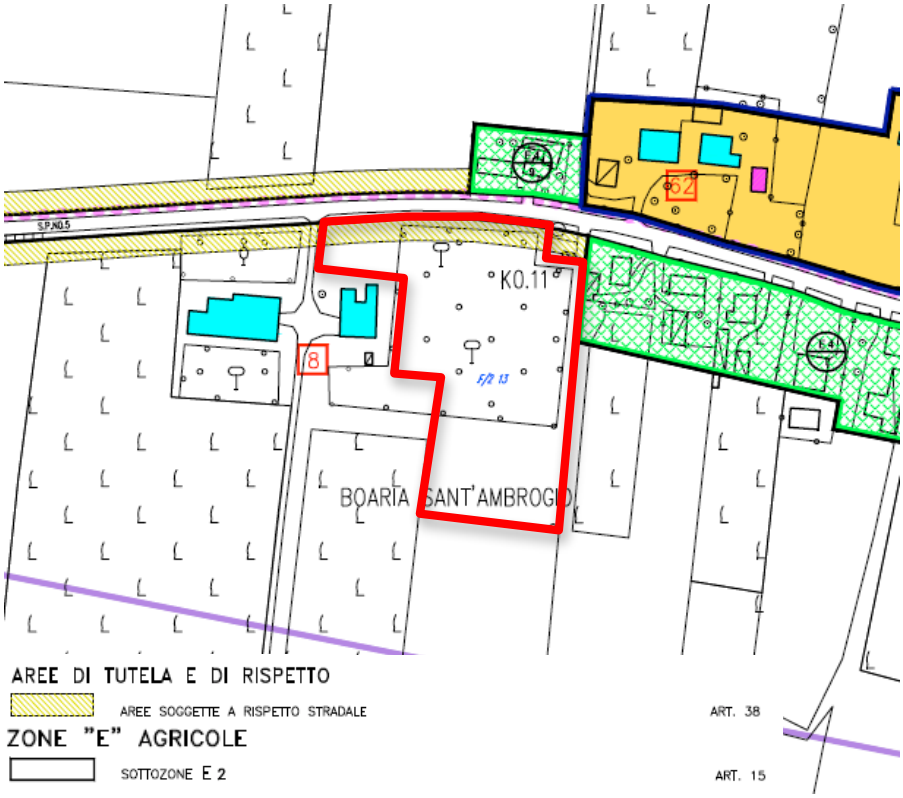


Figura 6 – Estratto del PRG Vigente del Comune di Bagnoli di Sopra-scala P.R.G. 1:2000

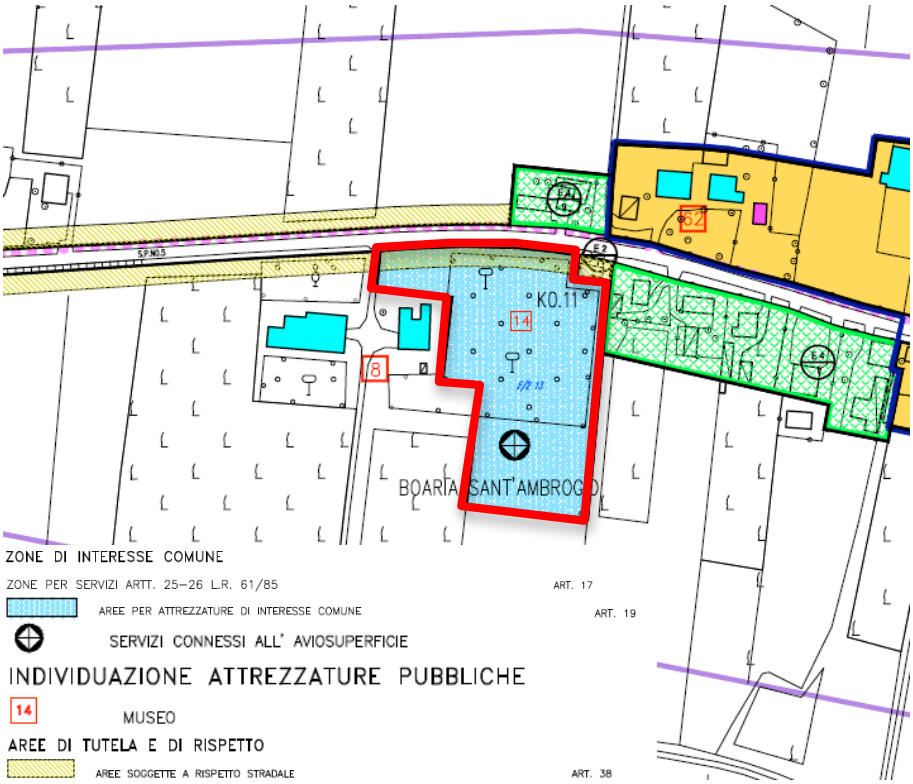


Figura 7 – Estratto del PRG con proposta di variante urbanistica del Comune di Bagnoli di Sopra-scala P.R.G. 1:2000

La presente variante individua un'area a servizi della superficie di mq. 9.999 all'interno della quale potranno essere realizzati alcuni hangar di diversa tipologia, che sono:

Tipologia A: Hangar da destinare a Museo
Tipologia B: Hangar da destinare a Officina e Mostra
Tipologia C: Hangar da destinare al ricovero degli aerei

Si riporta di seguito un ipotesi di massima dell'occupazione a terra degli elementi previsti:

Figura 10 – ipotesi di massima della futura configurazione dell'ambito di variante

L'edificazione è subordinata alla presentazione di un Piano Urbanistico Attuativo, regolato da apposita convenzione.
Nelle nuove costruzioni si applicano i seguenti indici e parametri:
a) indice di utilizzazione fondiaria massima: Uf* = 0.30 mq./mq.;
b) altezza massima: H = 10.00;
d) distanza dai confini della stessa proprietà: ml. 0.00;
e) distanza dai confini di altre proprietà: ml. 5.00;
e) distanza dalla strada: ml. 10,00
f) distanza tra corpi di fabbrica: ml. 10,00
Uf* = La massima superficie utile costruibile per ogni metro quadrato di superficie fondiaria.

Il dimensionamento delle aree a standard da reperire in sede di PUA all'interno dell'area in oggetto dovrà essere il seguente:

a) verde pubblico: 100% della superficie coperta
b) aree a parcheggio: 100% della superficie coperta**
** il 100% della superficie a verde e a parcheggio dovrà essere reperita per gli edifici da adibirsi ad attività ludico ricreative, museo, mostre, scuola di volo, officine etc., fatta eccezione per gli Hangar destinati al solo ricovero/parcheggio coperto dei velivoli.

L'ipotesi planivolumetria di progetto sopra riportata deve ritenersi di massima e, pertanto non particolarmente vincolante; tale planivolumetria può essere modificata in sede di PUA fermi restando il perimetro e la superficie della zona (mq. 9.999) ed i parametri sopradescritti.

9 VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

La Valutazione di Compatibilità Idraulica è necessaria per tutte le modifiche agli strumenti urbanistici che comportino una sensibile trasformazione territoriale e che possa interferire con i dissesti idraulici o alterare il regime idraulico.

L'allegato A alla DGR 2948 del 6 Ottobre 2009 classifica gli interventi di trasformazione in quattro classi di intervento in funzione delle superfici interessate:

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con Imp<0,3
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con Imp>0,3

Tale classificazione consente di definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento.

Nel caso in esame la superficie interessata di 9.999 m^2 classifica l'intervento come "modesta impermeabilizzazione potenziale", in tal caso, sempre secondo i contenuti della normativa sopra citata, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro;

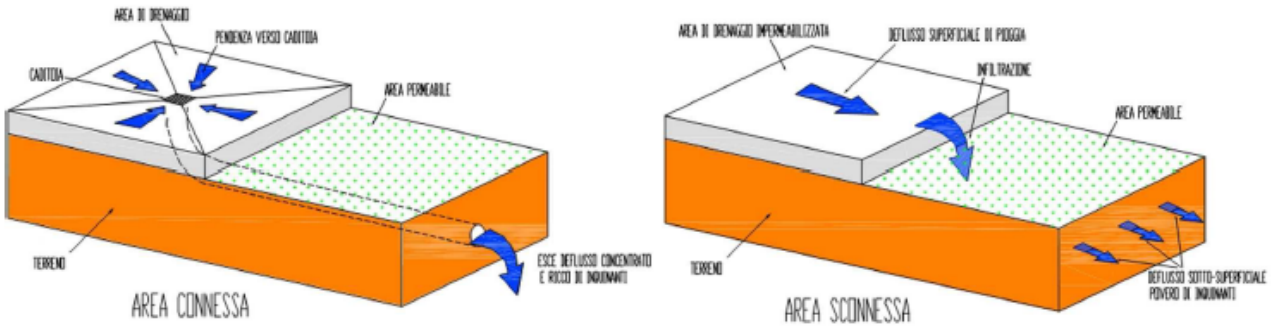
Di seguito si riportano alcune prescrizioni generali da applicare alla progettazione definitiva dell'intervento:

1) E' vietato pregiudicare con gli interventi edilizi e/o urbanistici la realizzabilità di opere destinate ad attenuare o eliminare le cause di pericolosità idraulica in zona.

2) E' obbligatorio salvaguardare sempre le vie di deflusso dell'acqua per garantire lo scolo e contenere il ristagno. In particolare:
   a) salvaguardare e/o ricostituire i collegamenti con fossati o corsi d'acqua esistenti;
   b) scoli e fossati non devono subire interclusioni o perdere la funzionalità idraulica;
   c) eventuali ponticelli o tombotti interrati devono garantire una luce di passaggio mai inferiore a quella maggiore fra la sezione immediatamente a monte o quella immediatamente a valle della parte di fossato a pelo libero;
   d) l'eliminazione di fossati o volumi profondi a cielo libero non può essere attuata senza la previsione di adeguate misure di compensazione idraulica;

3) Evitare per quanto possibile sistemi di raccolta delle acque meteoriche direttamente dalle superfici impermeabili (ad es. tetti) favorendo il deflusso verso le aree verdi limitrofe e in modo da rendere possibili ulteriori effetti di infiltrazione ed incremento dei tempi di corrivazione.

NO **SI**



AREA PERMEABILE CONNESSA O SCONNESSA ALLA RETE DI DRENAGGIO

4) Nelle aree destinate a parcheggio dovrà essere prevista una pavimentazione di tipo drenante su idoneo sottofondo e potranno essere altimetricamente depresse rispetto al piano di imposta dei fabbricati e delle strade al fine di garantire un invaso in caso di precipitazioni particolarmente intense

5) Se possibile utilizzare tecniche di stoccaggio temporaneo di acqua meteorica per il riutilizzo successivo a fini di irrigazione o altro (esempio utilizzo industriale o di prevenzione incendi).

9.1 STIMA DEL VOLUME DI INVASO

Ai fini della quantificazione dei volumi di invaso compensativi, nella presente valutazione si fornisce la stima del valore indicativo che è necessario garantire per consentire l'invarianza idraulica.

Si tenga presente che con la variante urbanistica in esame non viene elaborato il progetto esecutivo dell'intervento, ma vengono definiti il perimetro ed i rapporti di copertura massimi per cui i calcoli di dettaglio dovranno comunque essere rimandati alla fase esecutiva.

La stima dei volumi di invaso è stata effettuata con il metodo delle sole piogge, il tutto secondo la metodologia sopra descritta.

Nella seguente tabella si riporta la stima del coefficiente di deflusso medio dell'ambito trasformato. Le superfici e le tipologie di pavimentazione sono presunte, pertanto in sede di progettazione esecutiva dell'intervento dovranno essere verificate.

DESTINAZIONE D'USO PRESUNTA	***SUPERIFICIE [m²]***	***TIPO PAVIMENTAZIONE***	***COEFF. DI DEFLUSSO φ***
PARCHEGGI	*875*	*PAVIMENTAZIONE DRENANTE*	*0,6*
VERDE	*1000*	*TERRENO PERMEABILE*	*0,2*
HANGAR	*2752,5*	*IMPERMEABILE*	*0,9*
SPAZI ATTORNO AGLI HANGAR	*5371,5*	*PAVIMENTAZIONE SEMIPERMEABILE*	*0,6*
TOTALE	***9999***		***0,64***

Tabella 2 – Stima del coefficiente di deflusso medio dell'ambito

Noti i dati della curva di possibilità pluviometrica, la superficie dell'ambito, il coefficiente di deflusso medio, il coefficiente udometrico massimo ammesso allo scarico è possibile stimare il volume di invaso necessario. Nella seguente tabella sono riassunti i dati utilizzati per il calcolo ed il relativo volume di invaso ottenuto.

Parametri della curva di possibilità pluviometrica ***TR 50 Anni - Zona Pianura Meridionale - durata di pioggia da 1 a 24 ore (tp≅6 h)***	
a	29,5 mm/minuto
n	0,206
Caratteristiche dell'ambito di intervento	
Superficie	9.999 m^2
Coefficiente di deflusso medio stato trasformato	0,64
Coefficiente udometrico massimo ammesso allo scarico	5 l/s/ha
Metodo delle sole Piogge	
Durata di pioggia critica	7,63 h
Volume invaso	**530 m^3**
Volume Invaso Specifico	**530 m^3/ha**

Tabella 3 – Calcolo dei volumi di invaso

Il volume di invaso ottenuto è pari a 530 m^3, che essendo la superficie interessata di circa 1 ha, corrispondono ad un volume specifico di 530 m^3/ha.

Preso atto che nel parere alla Compatibilità Idraulica del PATI del Conselvano il Genio Civile di Padova precisa che: *… i valori di riferimento del volume di invaso da adottare per la progettazione delle opere di laminazione sono rispettivamente: a) 800 mc/ha di superficie impermeabilizzata per nuova viabilità; b) 700 mc/ha di superficie impermeabilizzata per nuove aree produttive; c) 600 mc/ha di superficie impermeabilizzata per nuove aree residenziali. Resta inteso che in fase di progettazione dovrà comunque essere effettuato il calcolo del volume di invaso necessario secondo quando stabilito dalla DGRV 1841/2007 … dovrà pertanto essere scelto il volume maggiore tra quello calcolato e quello minimo sopra indicato…*

Assimilando l'area in esame ad area residenziale, ed essendo il volume minimo prescritto di 600 m^3/ha superiore a quello calcolato, si utlizzarà il valore minimo di 600 m^3/ha.

Per l'ambito in esame il volume di invaso da adottare è pertanto pari a 600 m^3.

10 OPERE PER GARANTIRE IL VOLUME DI INVASO

Vista la collocazione dell'ambito di intervento in un contesto prettamente agricolo, è possibile ottenere il volume di invaso sopra stimato mediante la realizzazione di un apposito fossato che delimiti l'ambito di intervento, dotato di bocca tarata per lo scarico nella rete minore.
Tale soluzione è quella che comporta il minor costo di realizzazione e garantisce una agevole manutenzione.

Oltre a ricavare i volumi di invaso occorre garantirne il corretto funzionamento attraverso l'inserimento di un manufatto di regolazione.
Tale manufatto dovrà consentire la limitazione della portata uscente al valore massimo imposto, esso dovrà inoltre prevedere una soglia sfiorante con funzione di troppopieno in caso di eventi meteorici di intensità superiore a quella di progetto o nel caso di intasamento della bocca tarata.

La bocca tarata può semplicemente essere costituita da un foro, del diametro risultante dai calcoli, posizionato in modo da permettere il completo svuotamento del bacino.
Nel caso nel corpo idrico ricettore siano previste (in caso di piena) quote del pelo dell'acqua superiori a quelle del fondo invaso risulta necessaria l'installazione (sulla bocca tarata) di una valvola a clapet al fine di mantenere disponibile il volume di invaso.

Lo sfioratore è un manufatto che permette di sfruttare al massimo la capacità di invaso delle condotte opportunamente dimensionate e dell'intero sistema di acque bianche (costituito da condotte, vasche, aree a temporanea sommersione ecc…), senza pregiudicare la sicurezza idraulica dell'area servita e tale da permettere l'invaso prescritto sotto la quota della soglia stramazzante.

La soglia sfiorante dovrà essere posta ad una quota inferiore di almeno 20-30 cm al punto altimetricamente più basso dell'area servita.

La luce di fondo sarà dimensionata in modo da smaltire la portata massima di 5 l/s/ha di area servita.
Il dimensionamento può essere eseguito mediante la seguente formula:

$$Q = Cq \cdot \Omega \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Dove:
Q Portata
Cq Coefficiente di portata
Ω Area del foro

g Accelerazione di gravità 9,81 m/s^2

h Tirante idrico massimo nell'invaso misurato dal baricentro del foro di uscita

Assumendo un coefficiente di portata pari a 0,61 (valido per luce circolare a spigolo vivo) ed ipotizzando un tirante idrico di 50 cm si ottengono i diametri riportati nella seguente tabella.

Ovviamente i risultati sono indicativi in quanto in questa fase NON è nota la geometria ed il tirante idrico massimo nell'invaso.

DATO	VALORE
SUPERFICIE TERRITORIALE [mq]	9.999
COEFF. UDOMETRICO [l/s/ha]	5
PORTATA MASSIMA [l/s]	5
H media invaso [m]	0,5
Sezione bocca tarata [mq]	0,00262
Diametro [cm]	5,8

Tabella 4 – Dimensionamento indicativo delle bocca tarata

Il diametro stimato è inferiore a 10 cm, essenzialmente a causa del fatto che l'ambito di trasformazione urbanistica è relativamente piccolo.
In tal caso, al fine di prevenire l'intasamento del foro di uscita, è consigliabile aumentare il diametro ad un valore minimo da definire in accordo con il Consorzio di Bonifica in fase esecutiva, oltre a predisporre a monte dello stesso una griglia di protezione anti-intasamento.

11 CONCLUSIONI

Il presente studio di Compatibilità Idraulica, relativo alla Variante parziale al PRG del Comune di Bagnoli di Sopra per la realizzazione di una nuova area a servizi, è stato elaborato a partire dai contenuti della Valutazione di Compatibilità Idraulica del PATI del Conselvano, tenendo conto delle prescrizioni fornite in sede di rilascio dei relativi pareri da parte del Genio Civile e del Consorzio di Bonifica, nonché dei contenuti del Piano Generale di Bonifica e Tutela del Territorio.

L'analisi ha evidenziato che l'ambito di intervento non è interessato da particolari criticità di natura idraulica.
Dal calcolo del volume di invaso è risultato un valore di 530 m^3/ha che, in accordo con le prescrizioni del Genio Civile relativamente al PATI del Conselvano, è stato aumentato al valore minimo di 600 m^3/ha.

In ogni caso il volume di invaso stimato dovrà essere verificato ed eventualmente adeguato in sede di progettazione definitiva degli interventi di trasformazione urbanistica, Infatti i contenuti della presente relazione sono da considerare come uno studio preliminare di fattibilità con lo scopo di fornire indicazioni preliminari alle successive fasi di progettazione urbanistica.

In considerazione delle prescrizioni imposte dal presente studio si può affermare pertanto che gli interventi di trasformazione urbanistica previsti NON comporteranno un aggravio della pericolosità e del rischio idraulico e NON verrà pregiudicata la possibilità di riduzione, anche futura, degli attuali livelli di rischio.

Marzo 2014

Ing. Fabrizio Ravagnani