

REGIONE DEL VENETO - PROVINCIA DI VICENZA
COMUNE DI MALO E ISOLA VICENTINA

AMPLIAMENTO SITO PRODUTTIVO DITTA NATCOR

RELAZIONE IDRAULICA: Opere di
mitigazione e dimensionamento

RIM

Codice elaborato

LG_18_013_RIM_00

Data emissione

APRILE 2020

Revisione

00

Scala

--

Il gruppo di lavoro

Il referente



dott. for. Marco Grendele
dott. for. Carlo Klaudatos
dott. for. Enrico Pozza

Sede operativa:

Via Don Minzoni
36034 Malo (VI)
e-mail: info@landes-group.it
www.landes-group.it

dott. for. ENRICO POZZA

Via Franco, 4
36076 Recoaro Terme (VI)
Cell. 349 5373118
e-mail: enrico@landes-group.it
pec: e.pozza@conafpec.it

Il committente

FANIN SRL

Via Fondo Muri, 43
36030 San Tomio di Malo (VI)
T 0445 588014
F 0445 588013

Il progettista

Ing. Claudio Faccio

Via Peuerbach, 23
36034 Malo (VI)
T 0445 584036
F 0445 580394
E claudio@studiofaccio.it

INDICE

1	PREMESSA	1
2	LA NORMATIVA REGIONALE SULLA COMPATIBILITA' IDRAULICA	2
3	UBICAZIONE DELL' AREA E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	5
4	ANALISI DEGLI STRUMENTI URBANISTICI VIGENTI	7
4.1	IL VIGENTE P. A. T. DEL COMUNE DI MALO	7
4.2	IL VIGENTE P. A. T. DEL COMUNE DI ISOLA VICENTINA	9
4.3	IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO BRENTA-BACCHIGLIONE (P. A. I.)	12
4.4	IL PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE	13
4.5	IL PIANO GENERALE DI BONIFICA E TUTELA DEL TERRITORIO - CONSORZIO DI BONIFICA ALTA PIANURA VENETA	14
5	METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA	16
5.1	CONTESTO IDROGEOLOGICO LOCALE	16
5.2	ANALISI DELLE PIOGGE DI PROGETTO	16
5.3	IL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	18
5.4	IL TEMPO DI CORRIVAZIONE	18
5.5	METODOLOGIE PER LA STIMA DELLA PORTATA	19
5.5.1	IL METODO SCS	19
5.5.2	IL METODO RAZIONALE	22
5.5.3	VOLUMI DI INVASO E DI FILTRAZIONE	23
6	VALUTAZIONE IDRAULICA DEGLI SCENARI PROPOSTI IN VARIANTE	25
6.1	CALCOLO DELLE PORTATE E DEI VOLUMI ATTESI PER LE TRASFORMAZIONI NELLA ZONA SUD	25
6.2	CALCOLO DELLE PORTATE E DEI VOLUMI ATTESI PER LE TRASFORMAZIONI NELLA ZONA NORD	26
6.3	SINTESI DEI VOLUMI DI INVASO	27
7	INTERVENTI DI MITIGAZIONE	29
7.1	INTERVENTI DI MITIGAZIONE NELLA ZONA SUD	29
7.2	INTERVENTI DI MITIGAZIONE NELLA ZONA NORD	29
7.3	SINTESI DELLE MISURE DI COMPENSAZIONE	31
8	VASCHE DI PRIMA PIOGGIA	32
9	PRESCRIZIONI IDRAULICHE DA ADOTTARE	33
10	MATERIALE CONSULTATO	34
11	ALLEGATI	35
	TAVOLA SINTESI DELLE OPERE DI MITIGAZIONE	35
	TAVOLA SEZIONI DEL BACINO DI LAMINAZIONE	36

1 PREMESSA

Il sottoscritto Enrico Pozza, iscritto all'ordine dei Dottori Agronomi e Forestali della Provincia di Vicenza al numero 361 sez. A, è stato contattato per la stesura della Valutazione di Compatibilità Idraulica (V.C.I.) dell'intervento di ampliamento del sito produttivo in via Fondomuri a Malo (VI).

La V.C.I. viene redatta secondo la normativa vigente in materia per la Regione Veneto: Delibera G.R. n. 3637 del 13.12.2002, successivamente aggiornata con la D.G.R.V. 1322/06 (integrata successivamente dalla D.G.R.V. 1841/07) e modificata con Delibera G.R. n. 2948 del 6 ottobre 2009.

Lo scopo fondamentale della VCI è quello di far sì che gli interventi previsti, sin dalla fase della loro progettazione, tengano conto dell'attitudine dei luoghi ad accogliere le nuove impermeabilizzazioni, considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti e potenziali, nonché possibili alterazioni del regime idraulico conseguenti a cambi di destinazione o trasformazioni di uso del suolo. In sintesi lo studio idraulico deve verificare l'ammissibilità dell'intervento proposto, prospettando soluzioni corrette dal punto di vista dell'assetto idraulico del territorio.

2 LA NORMATIVA REGIONALE SULLA COMPATIBILITA' IDRAULICA

Il presente studio intende verificare, dal punto di vista idraulico, la perseguibilità dello scenario di progetto proposto per l'area in esame, sottoponendolo alle restrittive normative previste anche per gli strumenti e le varianti urbanistiche stesse.

La Regione del Veneto ha emesso alcune norme che disciplinano la pianificazione urbanistica in relazione alla regimazione dei deflussi idrici. Nel Dicembre 2002, con D.G.R.V. 3637/02, è stato istituito l'obbligo di redigere una Valutazione di Compatibilità Idraulica per ogni variante agli strumenti urbanistici.

Le disposizioni regionali in materia di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico e le indicazioni per la realizzazione di nuovi strumenti o interventi urbanistici, approvate con Delibera G.R. n. 3637 del 13.12.2002, successivamente aggiornata con la D.G.R.V. 1322/06 (integrata successivamente dalla D.G.R.V. 1841/07) e modificata con Delibera G.R. n.2948 del 6 ottobre 2009, pongono dei vincoli stringenti all'attività di pianificazione urbanistica.

Le disposizioni regionali costituiscono una "anticipazione" del futuro assetto normativo globale in materia idraulica e hanno lo scopo, dichiarato dalla stessa Regione, di prevenire possibili dissesti idraulici ed idrogeologici non contemplati dai P.A.I., in quanto questi ultimi possono prendere in esame soltanto lo stato di fatto e non le modifiche eventualmente introdotte da strumenti o interventi urbanistici di data posteriore alla conclusione degli studi di piano.

La delibera prevede che tutti gli strumenti urbanistici generali e le varianti, generali o parziali o che, comunque, possono recare trasformazioni del territorio tali da modificare il regime idraulico esistente, siano corredati da una "Valutazione di Compatibilità Idraulica".

In sede di applicazione della D.G.R. citata si è palesata la necessità che venissero fornite ulteriori indicazioni, per ottimizzare la procedura finalizzata ad assicurare un adeguato livello di sicurezza del territorio.

Con delibera di G.R. n. 1322 del 10.05.2006, dopo l'esperienza acquisita negli anni di applicazione della D.G.R. 3637/02, è stata recepita la necessità di garantire omogeneità di approccio agli studi di compatibilità idraulica. Questi si concretizzano sostanzialmente in elaborazioni idrologiche ed idrauliche finalizzate a definire progettualmente gli interventi che hanno funzione compensativa per garantire l'"invarianza idraulica", laddove il principio di invarianza idraulica delle trasformazioni del territorio viene così definito:

"Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'areastessa."

Nell'allegato A alla D.G.R.V. 2948/09 sono contenute le modalità operative e le indicazioni tecniche per la redazione della Valutazione di Compatibilità Idraulica.

La normativa regionale stabilisce che la Valutazione di Compatibilità Idraulica sia improntata nel rispetto dei seguenti criteri:

- il tempo di ritorno cui fare riferimento venga definito almeno pari a 50 anni;
- le stime delle portate vengano prodotte con più metodi diversi e considerare i valori più cautelativi dei calcoli del volume d'invaso di compensazione;
- si adotti una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici.

I metodi per il calcolo delle portate di piena potranno essere di tipo concettuale ovvero modelli matematici. Tra i molti modelli di tipo analitico/concettuale di trasformazione afflussi-deflussi disponibili in letteratura si può fare riferimento a tre che trovano ampia diffusione in ambito internazionale e nazionale:

- il metodo Razionale, che rappresenta nel contesto italiano la formulazione sicuramente più utilizzata a livello operativo;
- il metodo Curve Numbers proposto dal Soil Conservation Service (SCS) americano [1972] ora Natural Resource Conservation Service (NRCS);
- il metodo dell'invaso.

Tuttavia è sempre consigliabile produrre stime delle portate con più metodi diversi e considerare ai fini delle decisioni i valori più cautelativi o comunque ritenuti appropriati dal progettista in base alle opportune considerazioni caso per caso. 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 evitare il superamento in caso di eventi estremi. Dovranno quindi essere definiti i contributi specifici delle singole aree oggetto di trasformazione dell'uso del suolo e confrontati con quelli della situazione antecedente, valutati con i rispettivi parametri anche in relazione alla relativa estensione superficiale.

Il volume da destinare a laminazione delle piene sarà quello necessario a garantire che la portata di efflusso rimanga costante. Andranno pertanto predisposti nelle aree in trasformazione volumi che devono essere riempiti man mano che si verifica deflusso dalle aree stesse fornendo un dispositivo che ha rilevanza a livello di bacino per la formazione delle piene del corpo idrico recettore, garantendone l'effettiva invarianza del picco di piena; la predisposizione di tali volumi non garantisce automaticamente sul fatto che la portata uscente dall'area trasformata sia in ogni condizione di pioggia la medesima che si osservava prima della trasformazione. Tuttavia è importante evidenziare che 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.

Appare opportuno inoltre introdurre una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici.

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

Nell'allegato A è stata introdotta una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), che individua 4 casistiche di intervento a seconda del livello di impermeabilizzazione.

FIGURA 2-1. SOGLIE DIMENSIONALI IN BASE ALLE QUALI SI APPLICANO CONSIDERAZIONI DIFFERENZIATE IN RELAZIONE ALL'EFFETTO ATTESO DELL'INTERVENTO (ALLEGATO A ALLA D.G.R. 2948 DEL 2009).

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 $Imp > 0.3$

Nelle varie classi andranno adottati i seguenti criteri:

- nel caso di **trascurabile impermeabilizzazione** potenziale, è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi;
- nel caso di **modesta impermeabilizzazione**, 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;
- nel caso di **significativa impermeabilizzazione**, andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione;
- nel caso di **marcata impermeabilizzazione**, è richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

3 UBICAZIONE DELL'AREA E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'area di intervento è sita in via Fondo Muri n. 43 in località San Tomio nel Comune di Malo (VI). Alcune opere ricadono anche all'interno del Comune di Isola Vicentina, essendo una zona posta a cavallo tra i due Comuni. Le opere riguardano i mappali 37, 104, 105, 444 del Foglio 7 del Comune di Isola Vicentina e i mappali 77, 707, 708 del Foglio 30 del Comune di Malo.

Pagina | 5

Le opere previste nell'area in trasformazioni si possono suddividere a seconda della tipologia di intervento:

- Zona Sud: realizzazione magazzini ad uso industriale con parcheggio esistente e aree verdi: 11.064 m² - mappali 37 e 104 del foglio 7 del Comune di Isola Vicentina;
- Zona Nord: ampliamento dei capannoni produttivi esistenti, realizzazione di nuovi edifici industriali, relativi piazzali e parcheggi con aree verdi a servizio dell'attività: 23532 m² - mappali 77 e 708 del foglio 30;

Si riporta sotto la corografia dell'area d'intervento e il confronto tra stato di fatto e opere in progetto.



FIGURA 3-1. COROGRAFIA DELL'AREA DI INTERVENTO SU CTR, SI EVIDENZIA LA LINEA NERA PIÙ SPESSA CHE RAPPRESENTA LA DELIMITAZIONE COMUNALE TRA I COMUNI DI MALO E ISOLA VICENTINA.

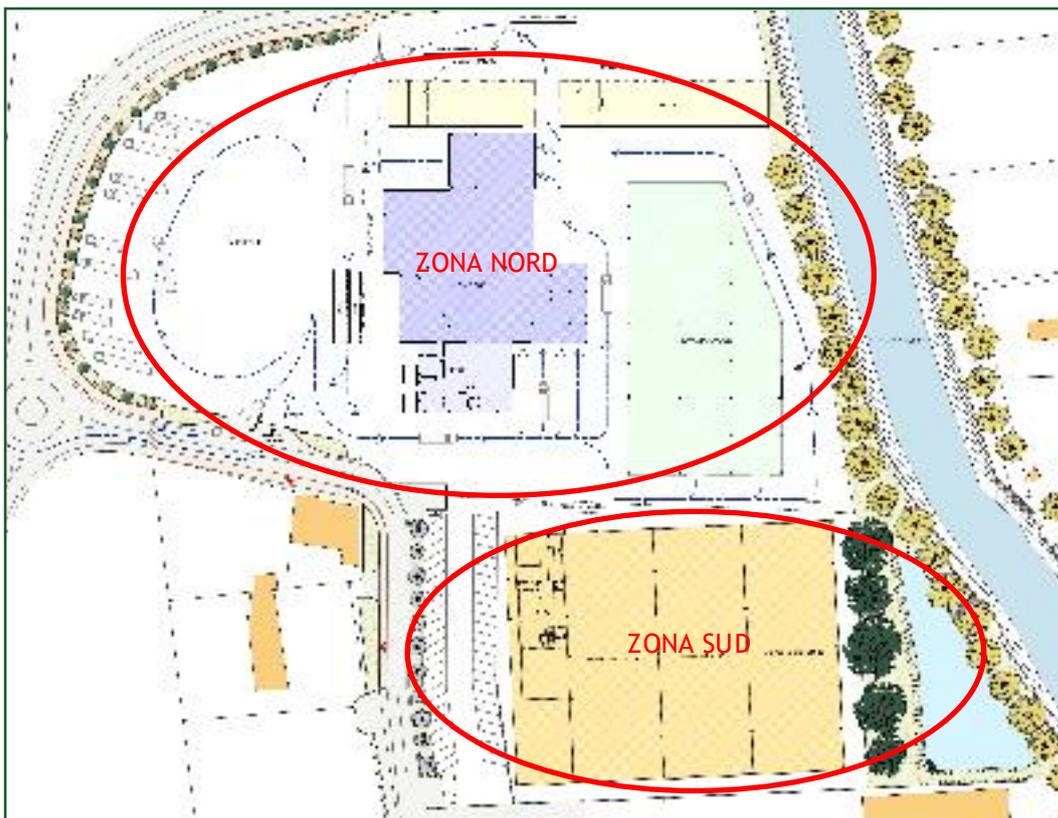


FIGURA 3-2. ESTRATTO DI PROGETTO DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO.

4 ANALISI DEGLI STRUMENTI URBANISTICI VIGENTI

4.1 IL VIGENTE P.A.T. DEL COMUNE DI MALO

La carta Geomorfológica del P.A.T. (Figura 4-1) segnala per l'area di interesse la presenza a Est del Torrente Giara-Livergon con i relativi argini. La grafia verde all'interno del Torrente identifica un alveo con la tendenza all'approfondimento. Il torrente non viene interessato dalle opere ed inoltre viene rispettata la fascia di 10 m dal ciglio dell'argine.

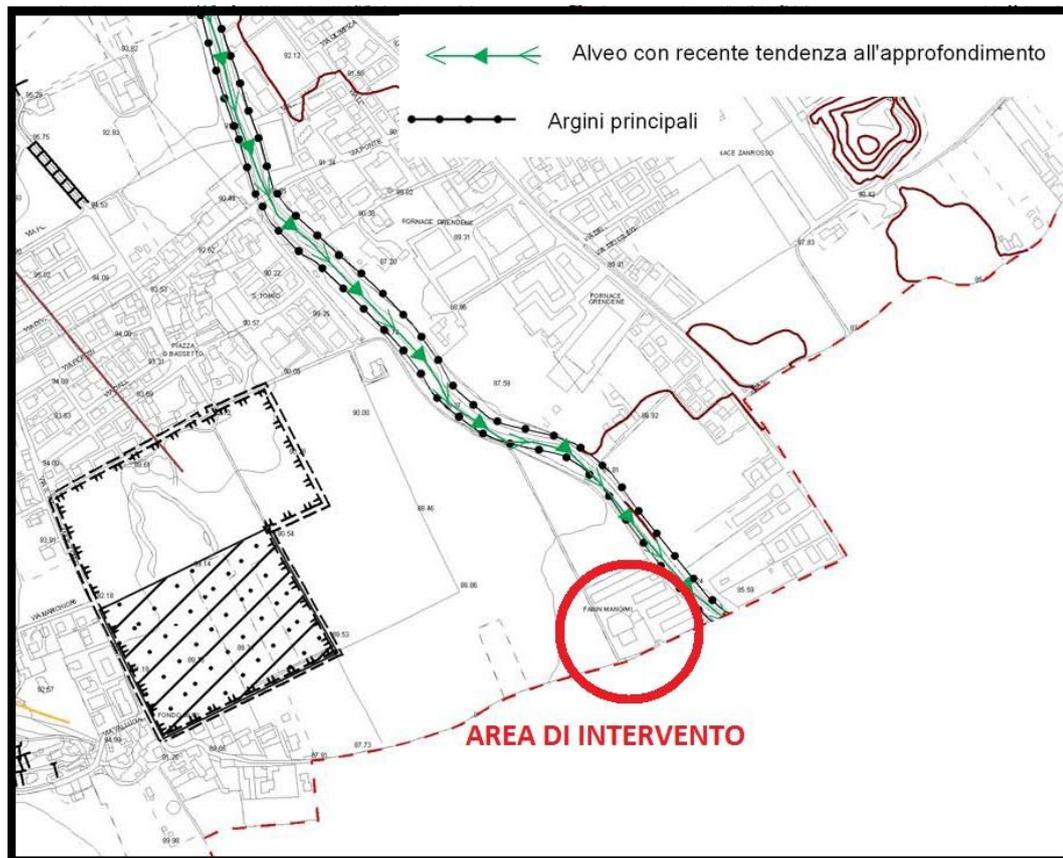


FIGURA 4-1 ESTRATTO DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA DEL P.A.T. DEL COMUNE DI MALO.

La carta delle criticità idrauliche (Figura 4-2) analizzata durante la Valutazione della Compatibilità Idraulica (V.C.I.) del P.A.T. non identifica nessuna particolare criticità. La grafia verde tratteggiata identifica una piccola area soggetta a basso rischio idraulico forse dovuta alla morfologia più depressa delle aree circostanti. Il torrente non viene interessato dalle opere ed inoltre viene rispettata la fascia di 10 m dal ciglio dell'argine.

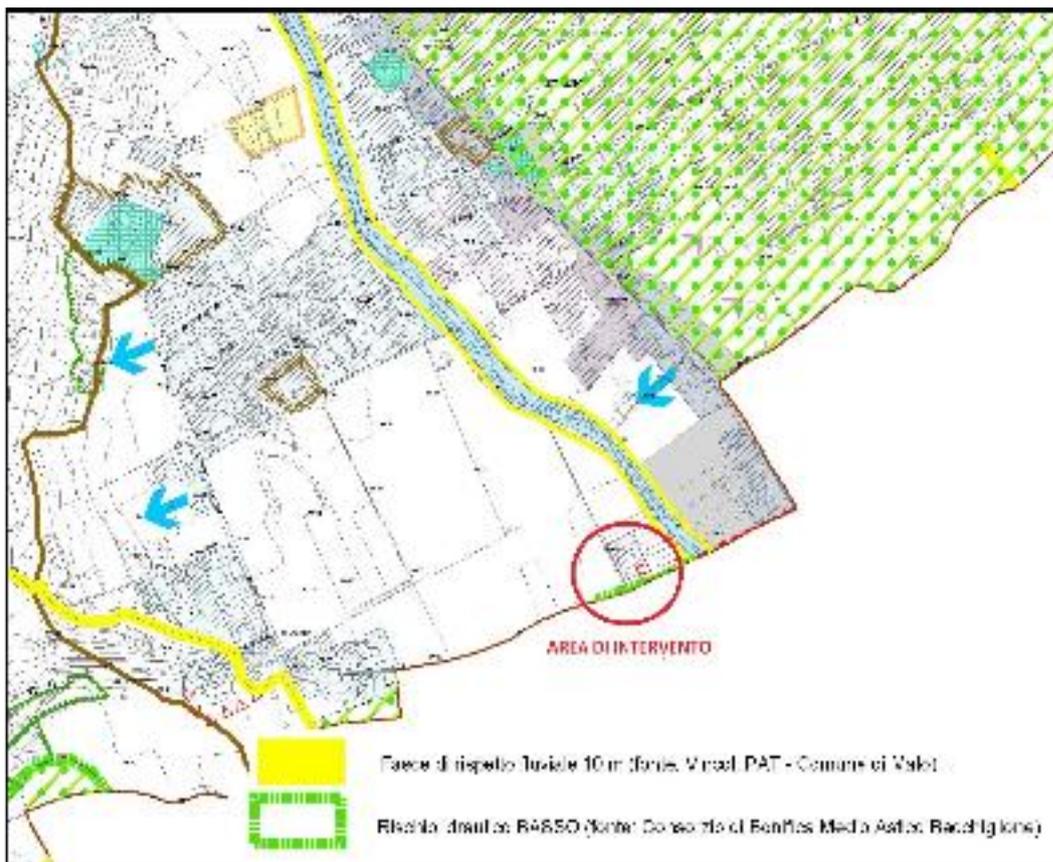


FIGURA 4-2 ESTRATTO DELLA CARTA DELLE CRITICITÀ IDRAULICHE IN RELAZIONE ALLA CARTA DELLA TRASFORMABILITÀ DEL P.A.T. DEL COMUNE DI MALO.

La carta delle fragilità del P.A.T. (figura 4-3) non identifica nessuna particolare criticità. L'area interessata dagli interventi è situata totalmente in area idonea. Il torrente non viene interessato dalle opere ed inoltre viene rispettata la fascia di 10 m dal ciglio dell'argine.

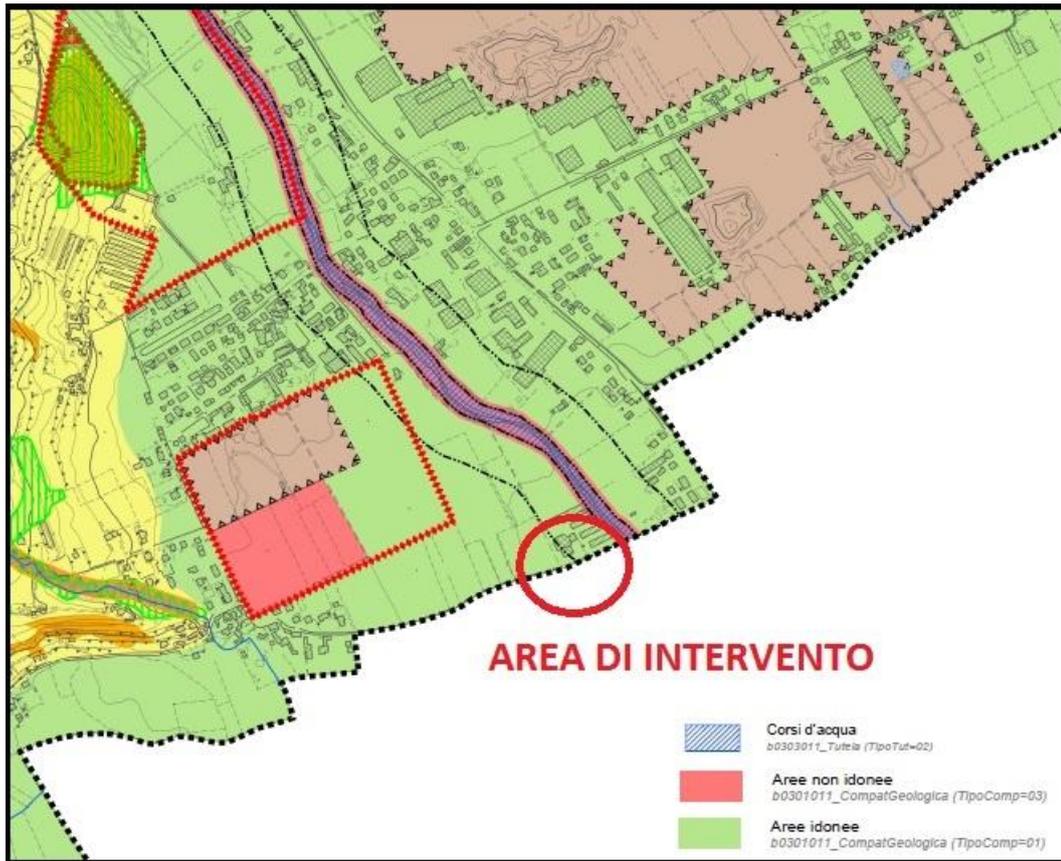


FIGURA 4-3 ESTRATTO DELLA CARTA DELLE FRAGILITÀ DEL P.A.T. DEL COMUNE DI MALO.

4.2 IL VIGENTE P.A.T. DEL COMUNE DI ISOLA VICENTINA

L'area interessata dagli interventi è situata totalmente in area idonea a condizione. Il torrente non viene interessato dalle opere ed inoltre viene rispettata la fascia di 10 m dal ciglio dell'argine. Esiste una delimitazione di aree soggetta a ristagni idrici o esondazioni dovuta alla morfologia dell'area (

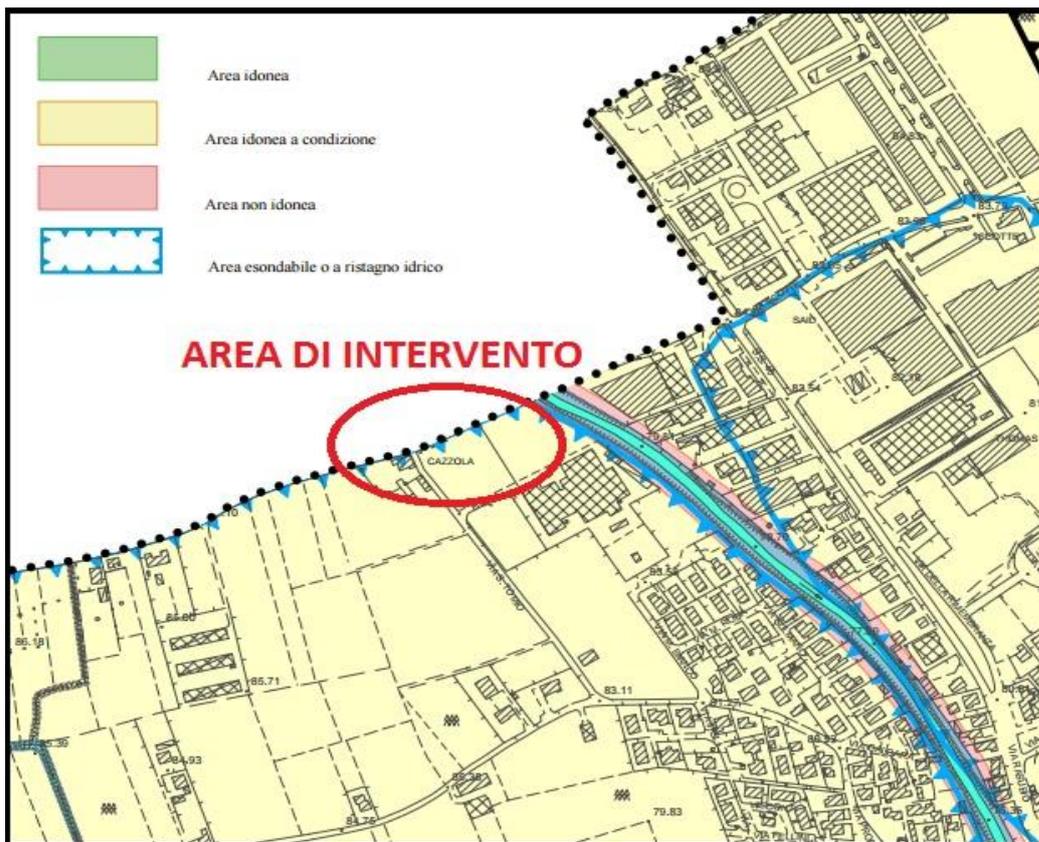


Figura 4-4).



FIGURA 4-4 ESTRATTO DELLA CARTA DELLE FRAGILITÀ DEL P.A.T. DEL COMUNE DI ISOLA VICENTINA.

L'area interessata dagli interventi ricade all'interno del Vincolo Paesaggistico regolato dal D.Lgs 42/2004, in quanto zona prossima ad un corso d'acqua (

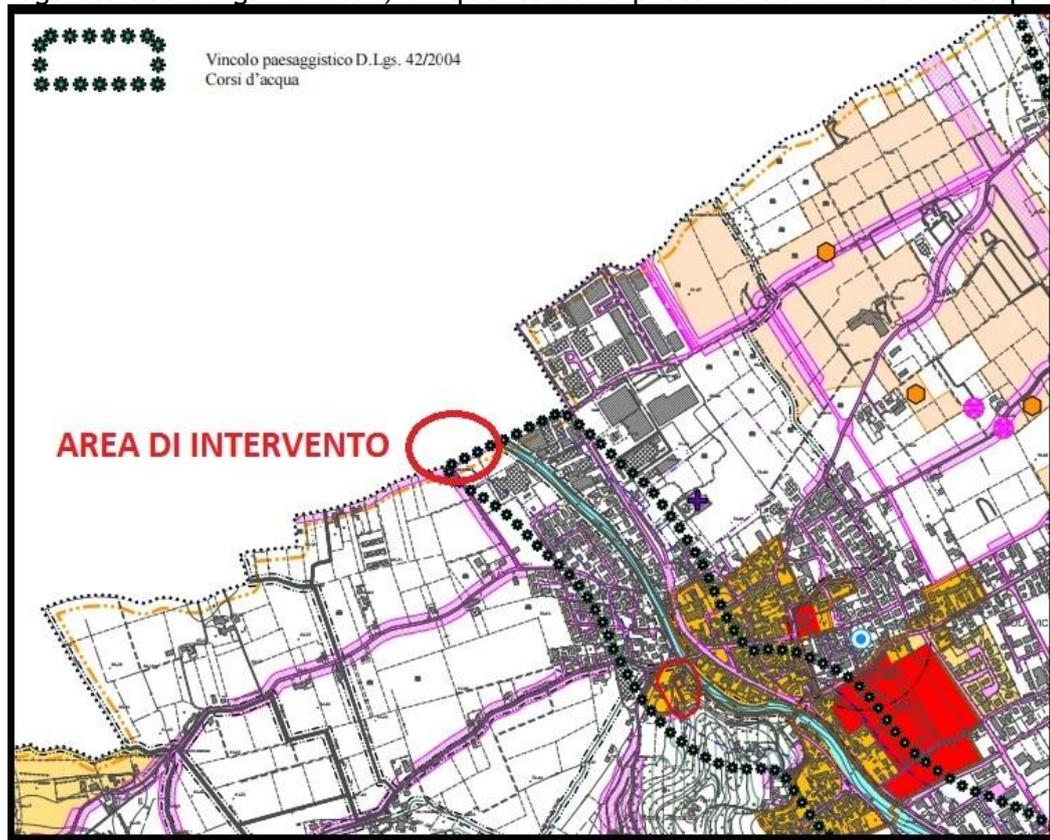


Figura 4-5).

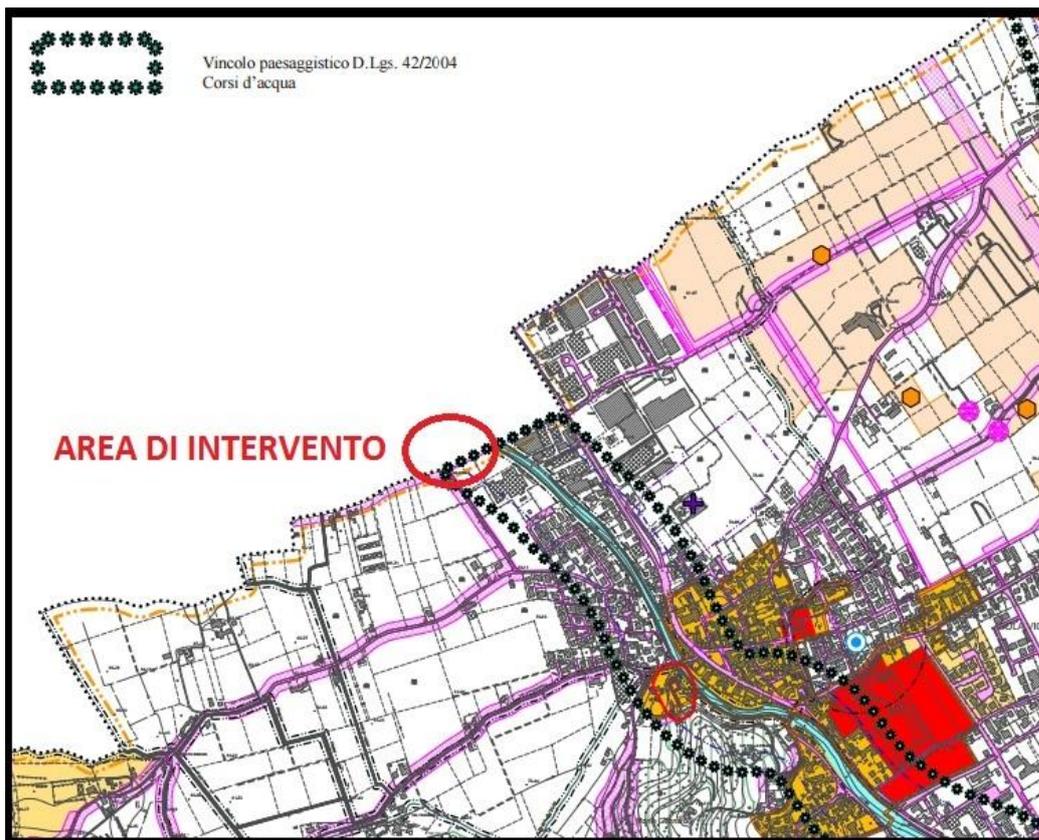


FIGURA 4-5 ESTRATTO DELLA CARTA DEI VINCOLI E DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE DEL P.A.T. DEL COMUNE DI ISOLA VICENTINA

4.3 IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO BRENTA-BACCHIGLIONE (P.A.I.)

L'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione (attualmente in transizione a Distretto Idrografico delle Alpi Orientali) è l'Ente Competente in materia di pianificazione idrogeologica all'interno dell'area oggetto di questa relazione.

Per questo motivo ne sono stati analizzati i vari strati informativi, reperibili presso il loro sito internet, per l'individuazione di eventuali caratteristiche o informazioni di carattere storico-pianificatorio ricadenti all'interno o in prossimità della zona di interesse.

Il territorio comunale di Malo rientra nel "Progetto di Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione" (P.A.I., anno 2004) aggiornato nel giugno 2007 e adottato in via definitiva nel novembre 2012 con delibera n. 3 del Comitato istituzionale: infatti, definisce, quale fondamentale punto di partenza, la caratterizzazione del territorio in termini di pericolosità (e effetti sulla pianificazione del territorio).

L'area interessata dagli interventi non ricade all'interno di zone vincolate da pericolosità o attenzione idraulica (Figura 4-6).



FIGURA 4-6 ESTRATTO DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, PIAVE E BRENTA-BACCHIGLIONE PER L'AREA DI INTERESSE (CERCHIO ROSSO).

4.4 IL PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.), formato secondo le disposizioni della normativa vigente e in particolare della L.R. Veneto 23 aprile 2004 n. 11 "Norme per il governo del territorio", dell'art. 57 del D.lgs. n. 112/1998 e dell'art. 20 del D.lgs. n. 267/2000, definisce e disciplina l'assetto e l'uso del territorio Provinciale nel quadro di uno sviluppo socio-economico sostenibile e nel rispetto delle risorse culturali, naturalistiche ed ambientali. Il P.T.C.P. si configura come strumento di pianificazione e di programmazione diretto al coordinamento e al raccordo tra gli atti della programmazione territoriale regionale e gli strumenti urbanistici comunali. Dal punto di vista della gestione dell'assetto idraulico, il

presente Piano riporta le aree di pericolosità classificate e quindi perimetrate nell'ambito degli adottati Piani di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione e dell'Autorità di Bacino del Fiume Adige. Per tali aree si richiamano quindi le norme e le misure di salvaguardia previste dai citati Piani. Il Piano riporta inoltre le aree a rischio idraulico classificate e quindi perimetrate nell'ambito dell'adottato Piano Provinciale di Protezione Civile (2004) per le quali si richiamano le norme e le misure di salvaguardia previste dai Piani di Assetto Idrogeologico.

Per l'area di interesse si osserva che la Carta del Rischio Idraulico e la Carta delle Fragilità, approvate con D.G.R. 7058/2012, riportano un'area a R1 (rischio idraulico, Art. 10 delle N.T. del P.T.C.P.) che comprende la zona Sud dell'intervento (Figura 4-7).

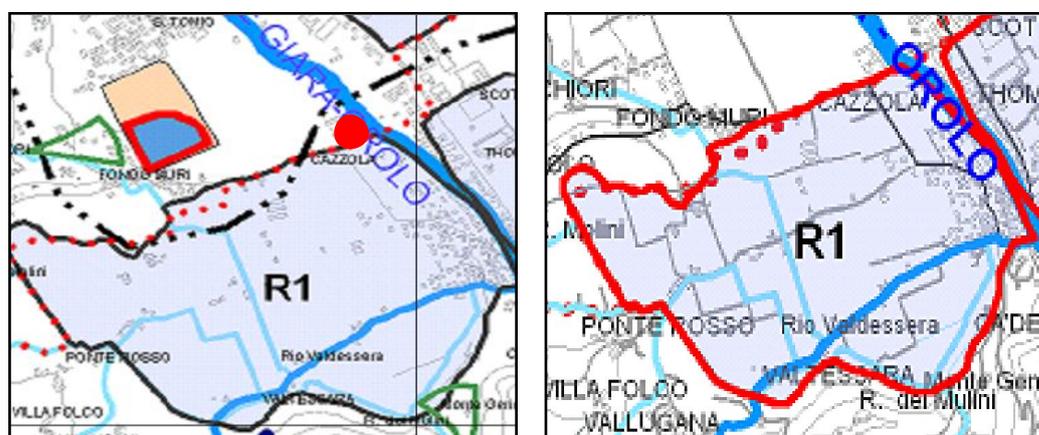


FIGURA 4-7. ESTRATTO DELLA CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO DEL P.T.C.P. (A SINISTRA) E DELLA CARTA DELLE FRAGILITÀ DEL P.T.C.P. (A DESTRA). L'AREA OGGETTO DI INTERVENTO È RAPPRESENTATA DAL PUNTO ROSSO.

4.5 IL PIANO GENERALE DI BONIFICA E TUTELA DEL TERRITORIO - CONSORZIO DI BONIFICA ALTA PIANURA VENETA

Gli obiettivi principali di questa strumentazione pianificatoria consistono nell'individuazione e nella progettazione delle opere di bonifica e di irrigazione, necessarie per la tutela e la valorizzazione del territorio rurale, e nella ricerca delle azioni da svolgere per la difesa dell'ambiente e per la salvaguardia del territorio. I contenuti ne individuano gli interventi e le proposte in materia di sicurezza idraulica del territorio, sviluppo agricolo, tutela e valorizzazione del territorio rurale, difesa dell'ambiente naturale e tutela delle acque di bonifica e di irrigazione. Questi piani definiscono la progettazione di massima delle opere ritenute necessarie per la sicurezza idraulica del territorio e compatibili con lo stato di efficienza dell'attuale sistema idrografico determinandone il rapporto costi - benefici e la priorità di realizzazione; individua, previa analisi della classificazione dei suoli, della disponibilità d'acqua e dei deficit irrigui stagionali, le opere irrigue utili allo sviluppo agricolo del territorio determinandone il rapporto costi - benefici e la priorità di realizzazione; definisce gli ambiti naturalistici da salvaguardare unitamente alle azioni necessarie alla prevenzione dell'inquinamento delle acque.

Nel Piano di bonifica e tutela del territorio, non sono riportate particolari criticità idrauliche riscontrabili nel bacino del torrente Rana (Carta delle criticità ed elenco delle zone allagabili delle schede di sintesi).

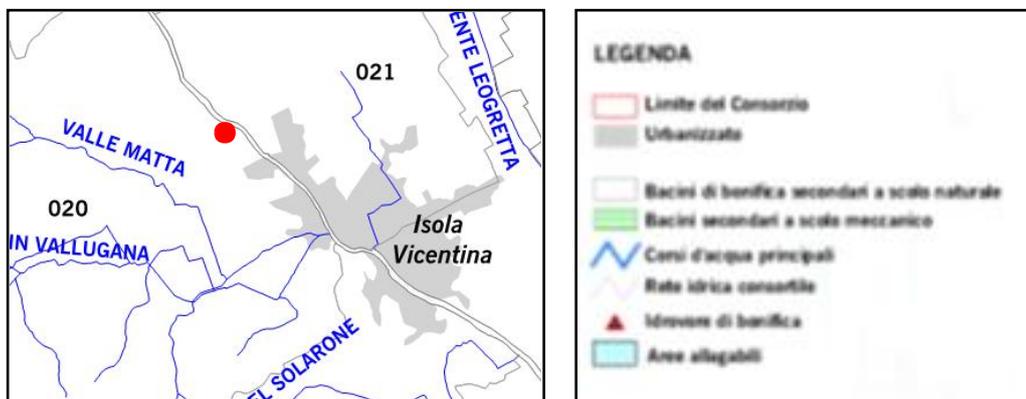


FIGURA 4-8. ESTRATTO DELLA CARTA DELLE CRITICITÀ IDRAULICHE DELLE SCHEDE DI SINTESI DEL PIANO DI BONIFICA E TUTELA DEL TERRITORIO. L'AREA OGGETTO DI INTERVENTO È RAPPRESENTATA DAL PUNTO ROSSO.

5 METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

5.1 CONTESTO IDROGEOLOGICO LOCALE

Viene presentata in questo paragrafo una breve descrizione delle caratteristiche idrogeologiche dell'area posta a monte della zona oggetto di intervento e collegata idrograficamente al Torrente Giara. L'area in studio presenta isoiete tra 1.100 e 1.400 mm/anno. Questa condizione meteorologica e le condizioni idrogeologiche del complesso carbonatico costituente la dorsale a Ovest del Torrente Giara hanno reso possibile lo sviluppo di una complessa circolazione idrica sotterranea, mentre risulta scarsa quella idrografica superficiale. E' distinguibile, comunque, una minima circolazione idrica superficiale lungo il versante Est della dorsale, con una generale direzione di deflusso verso Est e Sud-Est, ma anche una circolazione idrica superficiale sul versante Ovest con una direzione di deflusso media verso Ovest e Sud.

La circolazione verso Est ha come corpo riceettore principale il Torrente Giara; un corso d'acqua perenne a regime torrentizio. Esso risulta dotato di portate molto variabili, con grandi piene nei periodi di maggiori precipitazioni e forti magre nei periodi secchi. Esso scorre in direzione NNW-SSE.

5.2 ANALISI DELLE PIOGGE DI PROGETTO

L'analisi delle piogge è stata condotta tenendo conto delle indicazioni fornite dalla Valutazione di Compatibilità Idraulica del P.A.T. del Comune di Malo. Nella V.C.I. si fa riferimento alle piogge registrate nella stazione di Malo dell'ARPAV (serie storica dal 1993 al 2008) che forniscono curve "più alte", quindi più cautelative per la sicurezza idraulica, rispetto a quelle calcolate per la stazione di Thiene.

La regolarizzazione statistico-probabilistica, impiegata per il calcolo dei tempi di ritorno, è stata eseguita nella V.C.I. tramite l'applicazione della distribuzione di Gumbel la cui distribuzione cumulata di probabilità è descritta dalla seguente funzione:

$$P(x) = \exp(-\exp(-\alpha(x-B))) \quad (5.1)$$

dove α e B rappresentano rispettivamente i parametri di concentrazione e della tendenza centrale stimati secondo il procedimento dei minimi quadrati.

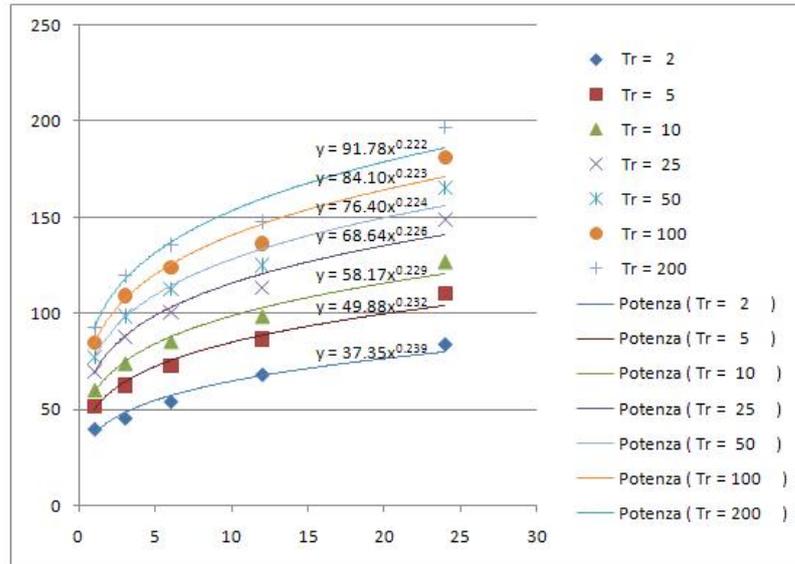
Tale legge si basa sull'introduzione di un'ipotesi relativa al tipo di distribuzione dei più grandi valori estraibili da più serie costituite da osservazioni tra loro indipendenti.

Indicando con $P(x)$ la probabilità di non superamento del valore x , il tempo medio di ritorno è calcolato dall'equazione:

$$Tr = 1 / (1 - P(x)) \quad (5.2)$$

dove T_r rappresenta quindi il numero medio di anni entro cui il valore x viene superato una sola volta.

I valori di precipitazione (X_t) per fissato tempo di ritorno devono intendersi quali stime ottenute da un'analisi statistica su un campione di osservazioni limitate (n osservazioni) la cui bontà è influenzata dalla numerosità del campione utilizzato. Si riportano sotto le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) riscontrabili anche nella V.C.I. del P.A.T.



T_r (anni)	Equazione Piogge orarie
5	$h = 49,88t^{0,232}$
10	$h = 58,17t^{0,229}$
25	$h = 68,64t^{0,226}$
50	$h = 76,40t^{0,224}$
100	$h = 84,10t^{0,223}$
200	$H = 91,78t^{0,222}$

FIGURA 5-1 LINEE SEGNALETRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER LA STAZIONE ARPAV DI MALO E RELATIVE EQUAZIONI PER LE PIOGGE ORARIE ELABORATE DALLA V.C.I. DEL P.A.T.

Per il tempo di ritorno (T_r) di 50 e 200 anni le equazioni di possibilità pluviometrica risultano:

– equazione piogge orarie $h = 76,40t^{0,224}$ (5.3)

– equazione piogge orarie $h = 91,78t^{0,222}$ (5.4)

Considerato che le altezze di pioggia qui stimate si riferiscono a piogge massime di durata superiore all'ora è possibile stimare più correttamente le altezze massime di pioggia di durata inferiore all'ora e di specifico tempo di ritorno attraverso la formula di Bell:

$$\frac{h_{tr}}{h_{60tr}} = 0,54 t^{0,25 - 0,25} \tag{5.5}$$

dove t è espresso in minuti.

5.3 IL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Successivamente alla stima dell'equazione di possibilità pluviometrica e quindi dell'altezza della lama d'acqua che precipita al suolo, rimane da determinare la quantità di deflusso efficace, cioè quello destinato ad interessare le aree di intervento e il restante che si disperde in altro modo (infiltrazione, evapotraspirazione e altre perdite).

Per simulare questo fenomeno può essere utilizzato il concetto di coefficiente di deflusso, ossia il rapporto tra l'acqua defluita attraverso una sezione in un certo lasso di tempo, e il volume di pioggia caduto nello stesso intervallo. In questo studio sono stati utilizzati i valori dei coefficienti di deflusso riportati nell'allegato A della D.G.R. 1322/06 al capitolo "Indicazioni operative" relativamente alle piogge di durata oraria (Tabella 5-1)

TABELLA 5-1. COEFFICIENTI DI DEFLUSSO CONSIGLIATI PER LE PIOGGE INTENSE (D.G.R. 1322/2006).

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

È possibile valutare un coefficiente di deflusso più preciso andando a calcolare attraverso una media ponderata un nuovo coefficiente tenendo come peso del calcolo la superficie di ogni area contribuente.

5.4 IL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrivazione (t_c) è l'intervallo temporale necessario alle acque di deflusso superficiale, provenienti dal bacino idrografico o dall'area considerata, per raggiungere la sezione di chiusura dell'area stessa, originando quindi la portata di massima piena. In idrologia è noto che una pioggia intensa, utile per le stime degli afflussi/deflussi, ha una durata pari al tempo di corrivazione (t_c) della superficie in esame.

Per gli ambienti urbanizzati, come in questo caso, 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 sottostante:

$$t_c = t_r + t_0$$

i fattori t_0 e t_r possono venire stimati tramite le formule di Boyde:

$$t_0 = t_c = kS^\delta \quad t_r = \frac{\sqrt{1,5S}}{v} \quad (5.6)$$

dove:

$k = 2.51$, S è la superficie dell'area espressa in km^2 , $\delta = 0.38$, v = velocità media nella rete assunta pari a 1 m/s in bacini pianeggianti.

5.5 METODOLOGIE PER LA STIMA DELLA PORTATA

Per la determinazione delle portate attese possono essere applicati modelli idrologici afflussi- deflussi basati sulle caratteristiche del bacino in forma globale. In particolare, l'analisi degli eventi critici è stata affrontata applicando due differenti metodologie, allo scopo di effettuare un confronto dei valori di portata al colmo di piena:

- Metodo SCS
- Metodo Razionale

5.5.1 IL METODO SCS

Il metodo del Soil Conservation Service (SCS) è una procedura che consente sia la determinazione del volume di piena o della portata al colmo, sia la completa ricostruzione dell'idrogramma di piena. La determinazione del deflusso diretto o pioggia efficace (P_e), cioè la frazione della pioggia totale (P) che direttamente e in maniera preponderante contribuisce alla formazione dell'evento di piena, si determina sottraendo alla precipitazione totale P le perdite iniziali (I_a), dovute all'immagazzinamento superficiale, all'intercettazione operata dalla copertura vegetale presente e all'infiltrazione prima della formazione del deflusso. Per il calcolo della pioggia efficace (P_e) il metodo SCS propone la seguente equazione:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a + S)} \quad (5.7)$$

dove: P è la pioggia totale (mm), P_e è la pioggia efficace o deflusso diretto (mm), S è la capacità idrica massima del suolo o volume specifico di saturazione (mm), I_a sono le perdite iniziali (mm). Le perdite iniziali (I_a) sono costituite da alcuni processi quali l'intercettazione della pioggia da parte delle chiome della vegetazione, dall'accumulo nelle depressioni locali del terreno e dall'imbibizione iniziale del terreno. Dai dati sperimentali tale parametro risulta correlato al volume specifico di saturazione o capacità idrica massima del suolo (S), secondo una relazione lineare $I_a = k I_a * S$. La procedura proposta dal SCS, per l'ambiente agrario degli Stati Uniti, stima le perdite iniziali uguali ad un quinto del volume specifico di saturazione del terreno ($I_a = 0.2 * S$). Per la realtà italiana, in particolare per i piccoli bacini delle Alpi, si adotta un valore delle perdite iniziali pari alla decima parte della capacità idrica massima del suolo ($I_a = 0.1 * S$).

Ai fini dell'applicazione del metodo si presuppone di conoscere, oltre alla precipitazione totale, anche la capacità idrica massima del suolo (S), che da un punto di vista teorico varia fra 0, per una superficie perfettamente impermeabile, e infinito per una superficie altamente drenante, dove non è possibile il deflusso superficiale. La diretta conseguenza di tale correlazione è che il metodo si basa su un solo parametro che descrive il complesso fenomeno dell'assorbimento. Il volume specifico di saturazione dipende dalla natura litologica e pedologica del terreno e dall'uso del suolo. L'equazione proposta dal SCS è rappresentabile sul piano $P-P_e$, con un numero infinito di curve comprese tra la bisettrice, dove S è uguale a zero, e l'asse delle ascisse, dove S assume il valore teorico infinito. È facilmente intuibile la difficoltà

nell'assegnare ad S un valore che sia il più possibile rappresentativo della realtà. Nella pratica operativa il valore di S , considerata la notevole variabilità, si determina a partire dal Curve Number (CN).

$$CN = \left(\frac{25400}{254 + S} \right) \quad (5.8)$$

dalla quale esplicitando S si ottiene:

$$S = 25,4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (5.9)$$

dove S è espresso in mm. I due parametri (CN e S) sono inversamente correlati in modo non lineare: la capacità idrica massima del suolo (S) varia teoricamente da 0 a infinito e con tale equazione si ottiene un campo di variazione del parametro CN, compreso tra 0 e 100. Il parametro CN esprime le condizioni, dal punto di vista della formazione del deflusso, del complesso suolo-soprassuolo considerate le condizioni di umidità nei cinque giorni antecedenti l'evento di piena. In altri termini riassume l'attitudine propria e specifica del bacino a produrre deflusso. Con valori di CN uguali o prossimi allo 0, si è in presenza di una superficie assimilabile alla perfetta "spugna", cioè viene assorbita e trattenuta la totalità o quasi della precipitazione, mentre con valori di CN uguali o prossimi a 100, siamo in presenza di terreni o superfici impermeabili, dove la precipitazione si trasforma interamente o quasi in deflusso, creando l'evento di piena. Tale situazione si verifica per la precipitazione che direttamente cade nella rete idrografica o nei pressi della stessa. L'acqua è infatti assimilabile ad una superficie impermeabile, dove l'afflusso si trasforma istantaneamente in deflusso.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrologiche dei suoli, il metodo SCS ha effettuato una distinzione in quattro classi (Tabella 5-2):

1. CLASSE A: permeabilità alta (capacità di infiltrazione molto elevata, scarsa potenzialità di deflusso).
2. CLASSE B: permeabilità media (elevata capacità di infiltrazione, moderata potenzialità di deflusso).
3. CLASSE C: permeabilità bassa (scarsa capacità di infiltrazione e saturazione, potenzialità di deflusso moderatamente alta).
4. CLASSE D: permeabilità nulla (scarsissima capacità di infiltrazione e saturazione, potenzialità di deflusso molto elevata; pressoché impermeabili).

TABELLA 5-2. VALORI DI CN PER I 4 GRUPPI IDROLOGICI DI RIFERIMENTO DEL METODO SCS.

Tipo di copertura	A	B	C	D
Aree agricole con presenza di spazi naturali	62	71	78	81
Aree Urbane	98	98	98	98
Area residenziale	77	85	90	92
Cava	60	60	60	60
Distretti industriali	81	88	91	93
Bacini di acqua	100	100	100	100
Colture erbacee da pieno campo a ciclo primaverile estivo	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo estivo-autunnale/primaverile	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo primaverile-estivo	72	81	88	91
Colture temporanee associate a colture permanente	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori non irrigui	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori irrigui	72	81	88	91
Oliveti irrigui	72	81	88	91
Oliveti non irrigui	62	71	78	81
Prati stabili non irrigui	30	58	71	78
Seminativi in aree non irrigue	62	71	78	81
Sistemi colturali e particellari complessi	72	81	88	91
Vigneti irrigui	72	81	88	91
Vigneti non irrigui	62	71	78	81
Zone boscate	45	66	77	83

Il metodo tiene conto anche delle condizioni di umidità del suolo antecedenti all'inizio dell'evento (Antecedent Moisture Conditions, AMC). La Tabella sotto riportata, evidenzia come sia indispensabile conoscere l'altezza di precipitazione totale nei cinque giorni precedenti all'evento studiato, per poter decidere quale condizione di AMC è adatta per descrivere lo stato del terreno del bacino, quindi la propensione alla produzione di deflusso (Tabella 5-3).

TABELLA 5-3. CONDIZIONI ANTECEDENTI PER IL CALCOLO DEL PARAMETRO AMC

	Periodo vegetativo	Riposo vegetativo	AMC
Altezza di precipitazione caduta nei 5 giorni precedenti	Minore a 35 mm	Minore a 13 mm	I
Altezza di precipitazione caduta nei 5 giorni precedenti	Tra i 35 e i 53 mm	Tra i 13 e i 28 mm	II
Altezza di precipitazione caduta nei 5 giorni precedenti	Maggiore a 53 mm	Maggiore a 28 mm	III

Le condizioni più sfavorevoli, cioè AMC III possono venire stimate tramite la relazione riportata sotto:

$$CN_{III} = \frac{23 * CN_{II}}{10 + 0.13 * CN_{II}} \quad (5.10)$$

5.5.2 IL METODO RAZIONALE

Il metodo razionale era già stato introdotto col nome di metodo cinematico da Turazza (1880) per il calcolo delle bonifiche. Questo metodo, e quelli che ad esso possono ricondurre, derivano dall'impostazione di un bilancio idrologico, sia pur schematico, che prevede in entrata la precipitazione e in uscita un valore di portata registrato sulla rete drenante generato dal processo fisico di trasformazione degli afflussi in deflussi. Al variare dell'uso del suolo varia anche la percentuale di precipitazione che si trasforma in deflusso superficiale, pertanto la determinazione dei volumi entranti ed uscenti prima e dopo la trasformazione del suolo consente di determinare i volumi di deflusso aggiuntivi prodotti e quindi il volume di invaso ricercato. La differenza fra il volume d'acqua affluito con la precipitazione e il volume defluito è tanto maggiore quanto più permeabile è il terreno, viceversa, situazioni ad elevata impermeabilizzazione spostano il valore dei volumi defluiti verso valori prossimi ai volumi di precipitazione. Con il metodo razionale la valutazione del deflusso avviene con la seguente formula:

$$Q = \frac{ChA}{3,6t} \quad (5.11)$$

dove A è l'area che genera deflusso espressa in km^2 , h è l'altezza di pioggia calcolata per una durata t , C è il coefficiente di deflusso che tiene conto della riduzione dell'afflusso meteorico per effetto delle caratteristiche di permeabilità dei suoli ricadenti nell'area in esame e 3.6 è un fattore di conversione delle unità di misura che permette di ottenere Q , ossia la portata defluente, espressa in m^3/s . L'applicazione del metodo razionale richiede di conoscere da un lato il coefficiente di deflusso (C) e dall'altro l'intensità di precipitazione. Nel caso si intenda ricercare la portata al picco di piena è necessario conoscere l'intensità critica per il bacino idrografico in esame, ossia quella precipitazione, supposta anche uniformemente distribuita, che determina la portata massima nell'idrogramma di piena di assegnato tempo di ritorno.

La determinazione dell'intensità critica di precipitazione si deduce dalla curva delle probabilità pluviometriche, sulla base di un assegnato tempo di ritorno e per una durata pari al tempo di corrivazione del bacino. Infatti, se la durata di pioggia è inferiore al tempo di corrivazione non tutto il bacino contribuirà contemporaneamente alla formazione del deflusso in quanto alla fine della precipitazione le parti più distanti del bacino non avranno ancora contribuito al deflusso e quando questo avverrà le zone più vicine alla sezione di chiusura avranno cessato di contribuire. Viceversa, se la pioggia ha una durata maggiore al tempo di corrivazione tutto il bacino contribuirà contemporaneamente al deflusso, generando il picco di massima portata.

Il contributo specifico di piena pari al rapporto tra la portata massima e la superficie considerata è detto coefficiente idrometrico (u).

La stima della portata massima, come è stata descritta in questo paragrafo porta a valori a favore della sicurezza, in fatti si è tenuto conto delle "variabili" peggiorative, non considerando perdite dovute all'evapotraspirazione nelle aree verdi e all'effetto invaso corrispondente al velo d'acqua che si deposita sulla superficie, negli

avvallamenti e nelle caditoie. Tali perdite possono anche assumere valori di 40÷ 50 m³/hm².

5.5.3 VOLUMI DI INVASO E DI FILTRAZIONE

Indipendentemente dall'approccio analitico per la trasformazione degli afflussi in deflussi il volume d'acqua prodotto da una generica porzione di territorio, in seguito ad una sollecitazione meteorica, è determinato dalla differenza fra la quantità d'acqua entrante e la quantità d'acqua dispersa nel terreno per filtrazione oppure allontanata per immissione nel reticolo idrico superficiale.

La portata diretta ai corpi idrici superficiali ($Q_{scarico}$) è soggetta a delle restrizioni; vari enti preposti alla gestione del reticolo idrografico impongono che tale portata non ecceda i 5-10 l/s per ettaro (valore rappresentativo di un'area antropizzata a bassa percentuale di impermeabilizzazione). Tale valore viene di norma applicato per eventi pari a Tr di 50 anni ed in aree dove i corsi d'acqua recettori possiedono limitate capacità di smaltimento delle portate di scarico.

Nota il valore della portata che si genera applicando un modello afflussi-deflussi e il volume massimo che può essere rilasciato nel medesimo istante sul reticolo esistente è intuitivo il calcolo del volume dell'invaso oppure del volume che deve essere disperso per filtrazione.

La determinazione del volume d'acqua che può essere disperso per deflusso verticale nel terreno saturo può essere calcolata con formula di Darcy:

$$Q = K i S \quad (5.12)$$

dove K è il coefficiente di permeabilità del terreno (m/s), i è il gradiente piezometrico (m/m) e S è la superficie d'infiltrazione (m²). Moltiplicando il valore della portata per il tempo si ottiene il volume disperso per filtrazione. Ipotizzando di smaltire una quota parte con dei pozzi disperdenti nel sottosuolo o con delle depressioni, dove il fondo è altamente drenante, e volendo rendere il tutto in una formula si ottiene:

$$V_{invaso} = V_{inp} - V_{out} = [Q_{inp} - (Q_{scarico} + (K i S))] t \quad (5.13)$$

dove V_{inp} rappresenta il volume in ingresso, V_{out} volume in uscita, Q_{inp} la portata in ingresso, $Q_{scarico}$ la portata ammessa allo scarico (10 l/ha s). La portata in ingresso può essere calcolata, come già esposto, adottando il metodo del CN-SCS o metodo razionale.

Riportando in un grafico, a titolo esemplificativo, le grandezze che sintetizzano i vari processi fisici si osserva che il volume di uscita, ossia quello ammesso allo scarico e l'infiltrazione nel terreno, hanno un andamento lineare, mentre il volume totale, prodotto dalla pioggia efficace, ha un andamento incrementale decrescente nel tempo per effetto dell'intensità di pioggia (andamento decrescente). La differenza fra il volume totale, generato dalla pioggia efficace, e i volumi d'acqua che possono essere allontanati per recapito nella rete idrografica locale, oltre alla quantità d'acqua che può essere dispersa per infiltrazione, determinano il volume necessario per l'immagazzinamento e il tempo di riempimento dello stesso. Le considerazioni

appena effettuate sono in stretta relazione con il tempo di ritorno delle precipitazioni imposto dalla normativa ($Tr=50$ anni). Per tempi di ritorno diversi e quindi per profili di pioggia diversi si ottengono risultati anche molto diversi (Figura 5-2).

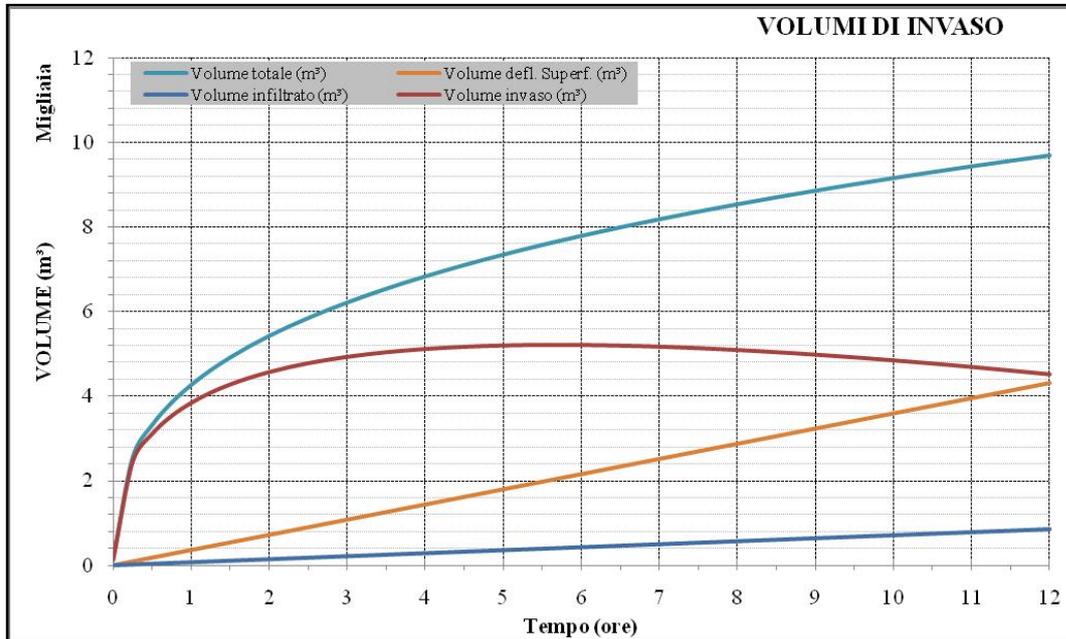


FIGURA 5-2. RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI VOLUMI IN GIOCO IN UN INVASO

6 VALUTAZIONE IDRAULICA DEGLI SCENARI PROPOSTI

Nella presente V.C.I. sono stati applicati entrambi i metodi di stima idrologica (razionale e SCS). Il calcolo della portata massima e dei volumi da invasare è stato effettuato sia per un evento avente T_r di 50 anni che nel caso un evento più intenso avente un T_r pari a 200 anni. Gli scenari sono stati simulati con valori di CN dedotti dalla Tabella 5-2, in particolar modo si sono utilizzati i valori del gruppo idrologico A in quanto l'area è sita su una litologia molto permeabile (alluvioni di ghiaie e sabbie prevalenti). I valori di CN corrispondono alle aree agricole con presenza di spazi naturali (62), ai distretti industriali (81) e alle aree urbane (98) in condizioni di AMC II.

Il totale dell'area in trasformazione risulta pari a 34596 m², di cui 29623 m² impermeabilizzati. Dalla classificazione degli interventi di trasformazione del territorio adottati dall'allegato A della D.G.R. 2948/09, lo scenario d'intervento può essere considerato complessivamente in una significativa impermeabilizzazione potenziale.

Come si evince dal documento normativo:

- nel caso di significativa impermeabilizzazione, andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione;

6.1 CALCOLO DELLE PORTATE E DEI VOLUMI ATTESI PER LE TRASFORMAZIONI NELLA ZONA SUD

L'intervento di ampliamento industriale nella zona Sud si identifica con la realizzazione delle seguenti opere:

- Realizzazione nuovi edifici industriali e piazzali di servizio (7373 m²);
- Parcheggio esistente impermeabilizzato (1766 m²)
- Aree a verde (706 m²) e bacino di laminazione (1219 m²);

Si deduce, quindi, una trasformazione complessiva prevista di 11064 m², di cui 9139 m² impermeabilizzati.

AMPLIAMENTO EDIFICIO INDUSTRIALE ZONA SUD:

METODO SCS "TR 50 ANNI"			METODO SCS "TR 200 ANNI"		
SITUAZIONE ANTE INTERVENTO	m ²	CN	SITUAZIONE ANTE INTERVENTO	m ²	CN
Superficie impermeabile	1766.0	98	Superficie impermeabile	1766.0	98
Superficie permeabile	7373.0	62	Superficie permeabile	7373.0	62
Area totale	9139.0	69	Area totale	9139.0	69
SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	CN	SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	CN
Superficie impermeabile	9139.0	98	Superficie impermeabile	9139.0	98
Superficie permeabile	0	62	Superficie permeabile	0.0	62
Area totale	9139.0	98	Area totale	9139.0	98
	ANTE	POST		ANTE	POST
Altezza di pioggia (h) durata=tc	76.4		Altezza di pioggia (h) durata=tc	91.8	
Saturazione terreno	AMCII	AMCII	Saturazione terreno	AMCII	AMCII
Max invaso del suolo (S, mm)	114.3	5.2	Max invaso del suolo (S)	114.3	5.2
Perdite iniziali (Ia, mm)	22.9	1.0	Perdite iniziali (Ia)	22.9	1.0
Tempo di corrvazione (tc, ore)		0.54	Tempo di corrvazione (tc)		0.54
Pioggia efficace (Pe, mm)	17.1	70.5	Pioggia efficace (Pe, mm)	25.9	85.8
Portata smaltibile con deflusso superficiale l/s	120.0		Portata smaltibile con deflusso superficiale l/s	120.0	
Portata ante intervento l/s	80.5		Portata ante intervento l/s	122.1	
Portata post intervento l/s	332.35		Portata post intervento l/s	404.59	
Volume totale ante intervento (m ³)	312.0		Volume totale ante intervento (m ³)	473.6	
Volume totale post intervento (m ³)	1288.8		Volume totale post intervento (m ³)	1569.0	
Volume invaso (m³)	823.5		Volume invaso (m³)	1103.6	
Volume unitario post (m³/ha)	1410.3		Volume unitario post (m³/ha)	1716.8	
METODO RAZIONALE "TR 50 ANNI"			METODO RAZIONALE "TR 200 ANNI"		
SITUAZIONE ANTE INTERVENTO	m ²	C	SITUAZIONE ANTE INTERVENTO	m ²	C
Superficie impermeabile	1766.0	0.9	Superficie impermeabile	1766.0	0.9
Superficie permeabile	7373.0	0.25	Superficie permeabile	7373.0	0.25
Area totale	9139.0	0.4	Area totale	9139.0	0.4
SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	C	SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	C
Superficie impermeabile	9139.0	0.9	Superficie impermeabile	9139.0	0.9
Superficie permeabile	0	0.25	Superficie permeabile	0.0	0.25
Area totale	9139.0	0.9	Area totale	9139.0	0.9
Tempo di corrvazione (tc)	0.54		Tempo di corrvazione (tc)	0.54	
Portata smaltibile con deflusso superficiale l/s	120.0		Portata smaltibile con deflusso superficiale l/s	120.0	
Portata ante intervento l/s	135.26		Portata ante intervento l/s	162.48	
Portata post intervento l/s	324.09		Portata post intervento l/s	389.33	
Volume totale ante intervento (m ³)	524.5		Volume totale ante intervento (m ³)	630.1	
Volume totale post intervento (m ³)	1256.8		Volume totale post intervento (m ³)	1509.8	
Volume invaso (m³)	791.4		Volume invaso (m³)	1044.4	
Volume unitario post (m³/ha)	1375.2		Volume unitario post (m³/ha)	1652.0	

6.2 CALCOLO DELLE PORTATE E DEI VOLUMI ATTESI PER LE TRASFORMAZIONI NELLA ZONA NORD

L'intervento di ampliamento industriale nella zona Nord si identifica con la realizzazione delle seguenti opere:

- Realizzazione nuovi edifici industriali e piazzali di servizio (14953 m²);
- Realizzazione piazzale per movimentazione e parcheggio temporaneo mezzi (5531 m²);
- Aree a verde (3048 m²);

Si deduce, quindi, una trasformazione complessiva prevista di 23532 m², di cui 20484 m² impermeabilizzati.

AMPLIAMENTO EDIFICIO INDUSTRIALE ZONA NORD:

METODO SCS "TR 50 ANNI"			METODO SCS "TR 200 ANNI"		
SITUAZIONE ANTE INTERVENTO	m ²	CN	SITUAZIONE ANTE INTERVENTO	m ²	CN
Superficie impermeabile	10329.0	81	Superficie impermeabile	10329.0	81
Superficie permeabile	10155.0	62	Superficie permeabile	10155.0	62
Area totale	20484.0	72	Area totale	20484.0	72
SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	CN	SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	CN
Superficie impermeabile	20484.0	98	Superficie impermeabile	20484.0	98
Superficie permeabile	0	62	Superficie permeabile	0.0	62
Area totale	20484.0	98	Area totale	20484.0	98
	ANTE	POST		ANTE	POST
Altezza di pioggia (h) Tp = 1 ora	76.4		Altezza di pioggia (h) Tp = 1 ora	91.8	
Saturazione terreno	AMC II	AMC II	Saturazione terreno	AMC II	AMC II
Maxinvaso del suolo (S, mm)	100.8	5.2	Maxinvaso del suolo (S)	100.8	5.2
Perdite iniziali (Ia, mm)	20.2	1.0	Perdite iniziali (Ia)	20.2	1.0
Tempo di corrivazione (tc, ore)	0.75		Tempo di corrivazione (tc)	0.75	
Pioggia efficace (Pe, mm)	20.1	70.5	Pioggia efficace (Pe, mm)	29.7	85.8
Portata smaltibile con deflusso superficiale l/s	240.0		Portata smaltibile con deflusso superficiale l/s	240.0	
Portata ante intervento l/s	153.1		Portata ante intervento l/s	226.2	
Portata post intervento l/s	536.32		Portata post intervento l/s	652.89	
Volume totale ante intervento (m³)	824.7		Volume totale ante intervento (m³)	1218.2	
Volume totale post intervento (m³)	2888.8		Volume totale post intervento (m³)	3516.7	
Volume in vaso (m³)	938.9		Volume in vaso (m³)	1566.8	
Volume unitario post (m³/ha)	1410.3		Volume unitario post (m³/ha)	1716.8	
METODO RAZIONALE "TR 50 ANNI"			METODO RAZIONALE "TR 200 ANNI"		
SITUAZIONE ANTE INTERVENTO	m ²	C	SITUAZIONE ANTE INTERVENTO	m ²	C
Superficie impermeabile	10329.0	0.8	Superficie impermeabile	10329.0	0.80
Superficie permeabile	10155.0	0.25	Superficie permeabile	10155.0	0.25
Area totale	20484.0	0.5	Area totale	20484.0	0.5
SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	C	SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	C
Superficie impermeabile	20484.0	0.9	Superficie impermeabile	20484.0	0.9
Superficie permeabile	0	0.25	Superficie permeabile	0.0	0.25
Area totale	20484.0	0.9	Area totale	20484.0	0.9
Tempo di corrivazione (tc)	0.75		Tempo di corrivazione (tc)	0.75	
Portata smaltibile con deflusso superficiale l/s	240.0		Portata smaltibile con deflusso superficiale l/s	240.0	
Portata ante intervento l/s	306.43		Portata ante intervento l/s	368.12	
Portata post intervento l/s	522.98		Portata post intervento l/s	628.27	
Volume totale ante intervento (m³)	1650.5		Volume totale ante intervento (m³)	1982.8	
Volume totale post intervento (m³)	2817.0		Volume totale post intervento (m³)	3384.0	
Volume in vaso (m³)	1524.2		Volume in vaso (m³)	2091.3	
Volume unitario post (m³/ha)	1375.2		Volume unitario post (m³/ha)	1652.0	

6.3 SINTESI DEI VOLUMI DI INVASO

Per una buona comprensione degli effetti delle trasformazioni, proposte dal progetto, si sintetizzano i volumi di invaso proposti, calcolati con il metodo più cautelativo nei diversi scenari analizzati:

TABELLA 6-1. SINTESI DEI VOLUMI DI INVASO

	Volume invaso (m ³)	Metodo di calcolo	Portate in uscita consentite (m ³ /s)	Eventuale permeabilità
--	---------------------------------	-------------------	--	------------------------

				terreno
Ampliamento Sud	1104.0	SCS Tr 200	0.12	NO
Ampliamento Nord	1567.0	SCS Tr 200	0.24	$K=10^{-4}$ m/s

Si sottolinea che i volumi di invaso sono stati stimati tenendo conto di un tasso di portata in uscita a seconda della tipologia di opera proposta. Per la zona Sud non si è prevista la permeabilità, in quanto non l'invaso non viene realizzato nel bacino. Nel secondo caso si è considerata anche la dispersione per infiltrazione negli strati sottostanti. Infatti, come si evince dalla relazione geotecnica del progetto i terreni superficiali, sono rappresentati da ghiaie, sabbie e limo senza la presenza di falde e possiedono valori di K pari a 10^{-4} (vedi anche Tabella 6-2).

TABELLA 6-2. PARAMETRI DI MASSIMA DEL COEFFICIENTE K DI PERMEABILITÀ IN M/S

grado di permeabilità relativa	coefficienti di permeabilità	tipi di rocce
alto	$K > 10^{-2}$	ghiaie
medio	$10^{-2} > K > 10^{-4}$	sabbie
basso	$10^{-4} > K > 10^{-9}$	sabbie fini, silts
impermeabile	$10^{-9} > K$	argille

7 INTERVENTI DI MITIGAZIONE

7.1 INTERVENTI DI MITIGAZIONE NELLA ZONA SUD

Gli interventi di mitigazione proposti si suddividono a seconda delle due aree di trasformazione.

Per quanto riguarda le acque di deflusso derivanti dalla copertura del nuovo edificio industriale e dai parcheggi nella zona Sud, si prevede di convogliarle in una condotta sovradimensionata, in grado di laminare il volume atteso (Tavola sintesi delle opere di mitigazione). Questa soluzione consiste nel realizzare una o due linee di condotta di lunghezza complessiva di 250 m considerando elementi scatolari in cls con una sezione di 3.0 x 1.5 m (1125 m³, sezione reperibile in commercio). Seppur minima la pendenza delle linee deve essere indirizzata verso l'area del bacino. Il volume laminabile, realizzato con questa opera, è stato dimensionato tramite l'applicazione di uno scarico, entrante nell'area di bacino, con tubazione in pvc avente diametro interno minimo reperibile in commercio di 240 mm e pendenza 0.02 m/m (0.12 m³/s). Per un'ottima realizzazione del volume di invaso lo scarico può essere superficiale a carattere di troppo pieno. Per lo svuotamento finale dell'invaso si può prevedere un sistema attivabile a fine evento piovoso (o dopo 24 ore nel caso di evento intenso) con la medesima portata dello scarico già previsto.

E' importante che i giunti tra gli scatolari siano ben impermeabilizzati su tutto il perimetro. Se necessario il dimensionamento degli scatolari in fase esecutiva deve tener conto dell'eventuale passaggio di mezzi pesanti (scatolari carrabili).

Il volume atteso entrante nel bacino stimato dalla portata dello scarico per una durata pari a 2 volte il t_c è di 465 m³.

7.2 INTERVENTI DI MITIGAZIONE NELLA ZONA NORD

Per quanto riguarda le acque di deflusso derivanti dalla copertura dei nuovi edifici industriali e dei piazzali nella zona Nord, si prevede di convogliarle in un bacino, in grado di laminare il volume atteso. L'opera proposta è un bacino di laminazione da realizzare valorizzando idraulicamente l'area morfologicamente depressa in destra idrografica del torrente Giara appena a valle dell'area edificata. Tale invaso è caratterizzato da una superficie di 1220 m² e un potenziale volume di 1830 m³ (Tavola sintesi delle opere di mitigazione). Per ottenere tale volumetria si propone che l'area sia abbassata almetricamente di circa 1.5 m per tutta la superficie.

In fase di realizzazione sarà da verificare con indagini dirette le caratteristiche effettive di permeabilità del suolo presente. Si riporta il dimensionamento di massima della capacità disperdente, i cui parametri dimensionali sono di seguito riportati:

- coefficiente di filtrazione: $K = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$;
- Superficie al fondo del bacino: $S = 1220 \text{ m}^2$;
- gradiente idraulico: $i = 1$.

Usando la formula di Darcy $Q = K i S$ si ottiene:

$$Q = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s} \cdot 1 \cdot 1220 \text{ m}^2 = 0.12 \text{ m}^3/\text{s} = 122 \text{ l/s}$$

In via cautelativa non è stato preso in esame il caso in cui anche le pareti siano in grado di disperdere acqua nel terreno. Considerando pertanto la sola dispersione al fondo del bacino con un'area al fondo di 1220 m^2 esso è in grado di disperdere fino a $440 \text{ m}^3/\text{ora}$.

Oltre alla capacità di dispersione verticale, si propone che il bacino sia realizzato con uno scarico di fondo sulla sponda destra del torrente Giara. Tale sistema di svuotamento viene dimensionato a scopo cautelativo per ovviare a eventuali sovraccarichi del sistema disperdente. Tale sistema può essere previsto con la posa di una condotta in pvc o simili di lunghezza circa 10 m, con una pendenza di 0,04 m/m e un diametro interno minimo reperibile in commercio di 340 mm (Q transitabile pari a $0,36 \text{ m}^3/\text{s}$). La condotta di scarico deve essere posata sul punto più depresso dell'area di laminazione, prevedendo sia all'imboccatura che all'uscita sul torrente delle opere anti erosive.

Il bacino è stato dimensionato con una portata entrante di $0.77 \text{ m}^3/\text{s}$ (zona Nord + zona Sud), prevedendo cautelativamente gli stessi tempi di risposta delle due zone.

Questo sistema di smaltimento consente l'invaso massimo di 1804 m^3 per l'evento pari ad un Tr di 200 anni garantendo un tirante massimo di 1.48 m. A scopo cautelativo e per realizzare un franco idraulico idoneo si deve prevedere in fase esecutiva, utilizzando il materiale di scavo del bacino, la realizzazione di un sovrizzo arginale per un'altezza minima di 1 m (dal piano campagna attuale) lungo tutto il perimetro del bacino.

È di fondamentale importanza che il tirante massimo del torrente Giara non interferisca mai con il punto di scarico del bacino (uscita della condotta). Per ovviare all'eventuale inconveniente l'uscita dello scarico deve essere posata ad un'altezza superiore al tirante idrometrico massimo prevedibile, calcolato dalla quota attuale dell'alveo. Per fare ciò lo scarico deve mantenere il dislivello di almeno 3 m dall'alveo attuale. I rilievi di campo hanno evidenziato che l'altezza massima di piena ha raggiunto in passato circa 2,4 m dal piano dell'alveo attuale, tenendo questo valore come quota di controllo, si può dedurre che la quota di posa dello scarico avrà un franco pari a 1,2 m dal livello di piena e un'altezza di 3,6 m dall'alveo (vedi Tavola sezioni del bacino di laminazione).

Si può considerare che per gli eventi piovosi analizzati (scrosci a carattere temporalesco) l'alveo del corso d'acqua interessato non è sollecitato da portate elevate, in quanto il regime idrologico del bacino del Livergon-Giara entra in funzione per eventi di pioggia molto lunghi e non per scrosci impulsivi (cfr. evento alluvionale autunno 2010).

Il collegamento idraulico delle aree trasformate con il bacino di laminazione si propone venga effettuato da una condotta collegata alla rete scolante delle aree in trasformazione (Tavola sintesi delle opere di mitigazione). Per i parametri dimensionali si propone in pvc o simili di diametro interno minimo reperibile in commercio di 600 mm per una pendenza di 0.01 m/m. Tale condotta è stata

sovrastimata, in quanto essa può già laminare l'inizio evento (circa 10 m³), prevedendo il collegamento con il bacino tramite uno scarico di troppo pieno a 0.65 m³/s (diametro 380 mm, pendenza > 0.06 m/m).

7.3 SINTESI DELLE MISURE DI COMPENSAZIONE

INTERVENTO	Opera di invaso	Dimensionamento	Condotte in entrata	Condotte di scarico
Ampliamento Sud	Condotta sovradim. in scatolari interrati in cls	A= 3.0 x 1.5 m L = 250 m V= 1125 m ³	Rete scolante pluviale	Ø int = 240 mm l= 0.02 m/m Troppo pieno svuotabile a fine evento
Ampliamento Nord	Bacino di laminazione	A = 1220 m ² H = 1.5 m V= 1830 m ³	Da sud: Ø int = 380 mm l= 0.06 m/m Da nord: Ø int = 240 mm l= 0.02 m/m	Ø int = 340 mm l= 0.04 m/m
	Condotta sovradim. in pvc o simili	Ø int = 600 mm l= 0.01 m/m	Rete scolante pluviale	Ø int = 340 mm l= 0.04 m/m Troppo pieno svuotabile a fine evento

8 VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

In conformità a quanto prescritto dal D.P.C.M. 4 marzo 1996 - Disposizioni in materia di risorse idriche e dal Piano di Tutela delle Acque, approvato dalla Regione Veneto con deliberazione del Consiglio Regionale n. 107 del 5 Novembre 2009, è previsto che le acque di fognatura bianca per tutte le aree di cui all'art. 39 della DGR 842/2012, prima dello scarico, siano sottoposte a trattamento di dissabbiatura e disoleazione limitatamente alle portate cosiddette di "prima pioggia", generate dai primi 15 minuti di precipitazione che formano una lama d'acqua di 5 mm sulla superficie di progetto drenata.

Per il progetto analizzato in questo studio secondo l'art. 39 della DGR 842/2012 non si devono prevedere vasche per il trattamento delle prime piogge in quanto:

- L'attività industriale presente non rientra negli insediamenti di cui all'allegato F della DGR 842/2012;
- Le superfici in progetto destinate a parcheggio sono inferiori a 5000 m², in particolare complessivamente 3696 m².

Nelle superfici in progetto destinate a piazzali vengono previsti: la sola movimentazione di automezzi, il carico, lo scarico di granaglie o prodotti che non comportano dilavamento di sostanze pericolose e pregiudizievoli per l'ambiente come indicate nell'art. 39.

9 PRESCRIZIONI IDRAULICHE DA ADOTTARE

Si ritiene che debbano venire adottate le seguenti prescrizioni al fine di preservare un'ottica cautelativa e di sicurezza idraulica nell'area di intervento:

- In fase esecutiva verificare l'effettiva capacità di infiltrazione del substrato sottostante l'area di bacino (ghiaie e sabbie), in caso di riscontro di materiali con minori valori di $k (< 10^{-4} \text{ m/s})$ si dovrà prevedere la miglioria del fondo con materiale idoneo;
- Effettuare il monitoraggio delle piene e della relativa altezza idrometrica del torrente Giara, in corrispondenza dello scarico del bacino, in maniera da verificare il franco idraulico in corso d'evento;
- Prevedere eventualmente una valvola di non ritorno nella condotta di scarico del bacino di laminazione.

Le opere idrauliche previste e dimensionate in questa relazione, come tutti gli interventi edilizi, sono soggette a idonea manutenzione ordinaria e straordinaria. È importantissimo nell'ambito idraulico, soprattutto per le condotte interrato, controllare che il deflusso sia regolare e che non ci siano depositi o ostruzioni interni. In questo caso le linee drenanti e le vasche di laminazione devono essere oggetto sia di monitoraggio durante gli eventi piovosi, sia di eventuale ispezione per risolvere le criticità presenti. Infatti, se sono presenti anche dei piccoli malfunzionamenti nelle condotte, in caso di forti piogge queste possono aggravare la situazione mettendo in discussione ogni calcolo idrologico ed idraulico effettuato durante questo studio.

Recoaro Terme,
14/08/2018

dott. for. Enrico Pozza

Firmato digitalmente ai sensi del
D. Lgs. 7 marzo 2005, n. 82



10 MATERIALE CONSULTATO

AA.VV. (2014). *Valutazione di Compatibilità Idraulica*. Variante n. 1 al Piano degli interventi (P.I.) del Comune di Arzignano. Redatto da Dolomiti Studio.

AA.VV. (2014). *Valutazione di Compatibilità Idraulica*. Variante n. 1 al Piano degli interventi (P.I.) del Comune di Arcole. Redatto da Arch. Emanuela Volta e Ing. Agnese Tosoni.

AA.VV. (2011). *Relazione di Compatibilità Idraulica*. Piano di Assetto del Territorio (PAT) del Comune di Romano d'Ezzelino.

AA. VV (2009). *Valutazione di compatibilità idraulica del P.A.T. del Comune di Malo*.

AA. VV (2009). *Linee guida per la redazione dello studio di compatibilità idraulica*, conforme all'Allegato A della D.G.R. 2948 del 6 ottobre 2009. Redatto da Consorzio di bonifica Alta Pianura Veneta.

AA. VV (2009). *Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici*, Modalità operative e indicazioni tecniche. Allegato A della D.G.R. 2948 del 6 ottobre 2009.

FERRO V. (2006). In V. Ferro, *La sistemazione dei bacini montani* (p. 185-187). Milano: McGraw-Hill.

SCS. (1972). *National Engineering Handbook*. Soil Conservation Service, USA.

TURAZZA. (1880). *Trattato di idraulica pratica*. Ed. Padova, 1880.

11 ALLEGATI

TAVOLA SINTESI DELLE OPERE DI MITIGAZIONE

TAVOLA SEZIONI DEL BACINO DI LAMINAZIONE

