



Comune di Colognola ai Colli

AMPLIAMENTO CIMITERO SITUATO PRESSO LA FRAZIONE DI SAN ZENO 1° STRALCIO FUNZIONALE - Lotto 2

PROGETTO DEFINITIVO

DOCUMENTI
RELAZIONE DI COMPATIBILITA'
IDRAULICA

A.7

FEBBRAIO 2022



I TECNICI INCARICATI:
ING. LAURO STIEVANO

SOCIETA' PROFESSIONALE DI PROGETTAZIONE

PROJECT S.C.A.R.L.

VIA MURE OSPEDALE n.21 - 45100 ROVIGO

TEL. 0425 24864 - FAX. 0425 24525 www.projectscarl.it info@projectscarl.it
ISCRIZIONE C.C.I.A.A. n°129808 dal 19 luglio 1999 C.F. 01124650290 P.IVA: 01124650290

IL RESPONSABILE DEL PROGETTO:
ARCH. PAOLO CATTOZZO

| | | | | |
|--|-----------------------|---------|--------|---|
| SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ CERTIFICATO UNI EN ISO 9001:2015 Certificato n. 9293 | 20/06.PE | rev. n. | data | motivo |
| | | 00 | mag.21 | Prima emissione - Richiesta parere bb.aa. |
| | RESPONSABILE PROGETTO | 01 | feb.22 | Seconda emissione - Approvazione progetto |
| | | | | |
| | firma di controllo | | | |

INDICE

Sommario

| | |
|--|----|
| 1. PREMESSA | 2 |
| 2. CONTENUTI DELLO STUDIO DI VALUTAZIONE | 4 |
| 3. PRINCIPALI NORME E VINCOLI DI RIFERIMENTO | 4 |
| 4. DESCRIZIONE DELLA TRASFORMAZIONE URBANISTICA | 5 |
| a) Inquadramento geografico e dimensionale dell'area | 5 |
| b) Inquadramento ambientale e vincolistico idraulico | 7 |
| c) Descrizione dell'intervento | 13 |
| 5. DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI | 14 |
| a) caratterizzazione geomorfologica e geotecnica del terreno..... | 14 |
| b) inquadramento idrografico ed idrologico | 19 |
| c) analisi della rete fognaria esistente..... | 20 |
| d) analisi del regime idrografico dei bacini recettori | 20 |
| e) Conclusioni sull'analisi dello stato dei luoghi. | 21 |
| 6. ANALISI SITUAZIONE PROGETTUALE | 21 |
| a) Metodologia di valutazione..... | 21 |
| b) Tempo di ritorno | 22 |
| c) Valutazione della impermeabilizzazione e coefficienti di afflusso..... | 22 |
| d) Valutazione della criticità idraulica: dati pluviometrici. | 23 |
| e) Valutazione della criticità idraulica: metodo di calcolo. | 25 |
| f) Valutazione della criticità idraulica: stima dei volumi d'invaso e laminazione..... | 27 |
| g) Verifica risultati con dimensionamento semplificato utilizzabile per la Classe 4, criterio di dimensionamento n. 2, linee guida sulla VCI del 03/08/2009..... | 31 |
| 7. CONFRONTO DATI DIMENSIONALI | 33 |
| 8. INDICAZIONI SU SISTEMI DI ACCUMULO E LAMINAZIONE | 33 |

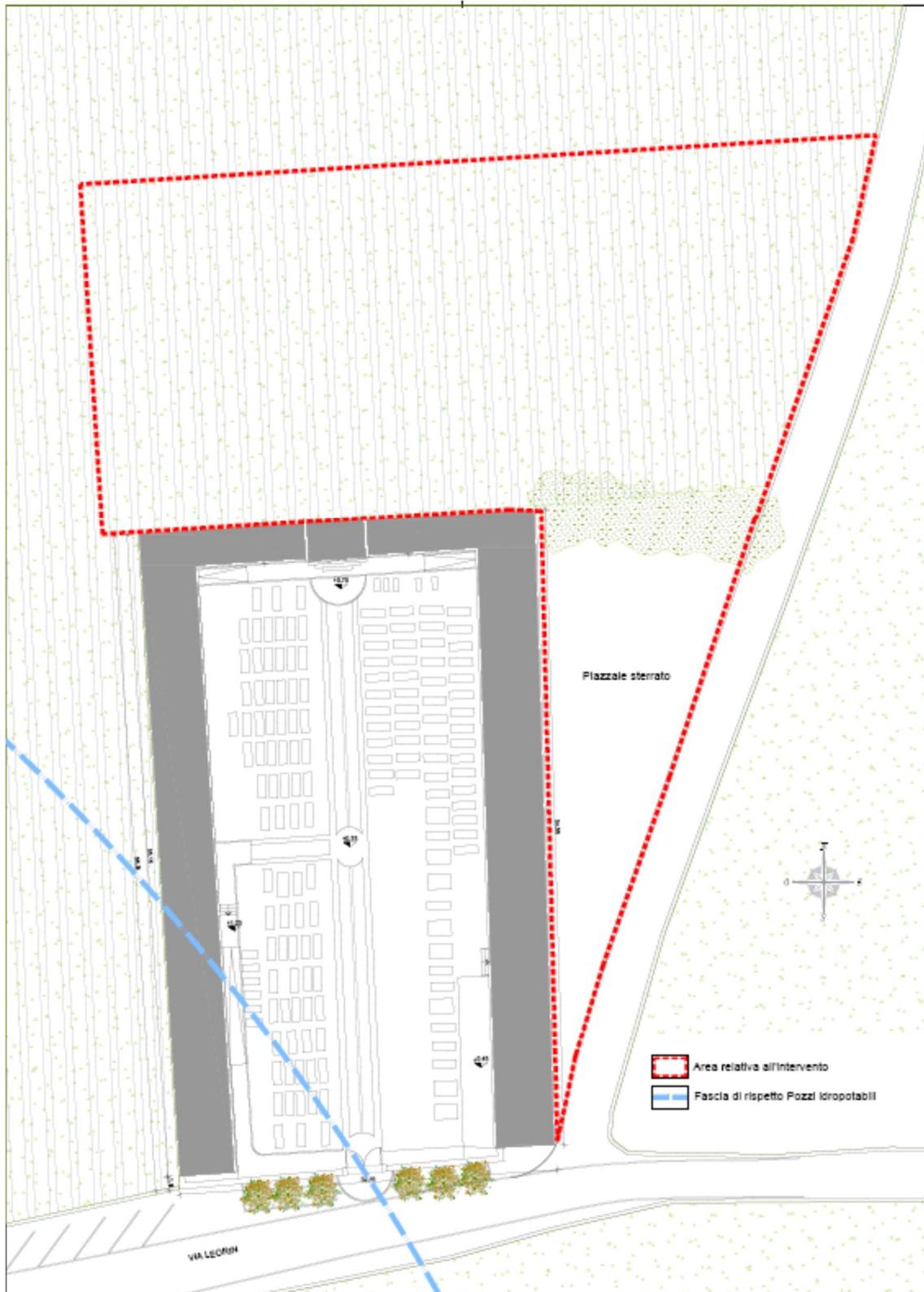


Figura 2 – Individuazione intervento ampliamento cimiteriale di San Zeno

Secondo quanto previsto dall'All. A alla Dgr Veneto n. 2948 del 6 ottobre 2009, la valutazione della compatibilità idraulica è prevista per ogni nuovo strumento urbanistico comunale (PAT/PATI, PI) o varianti agli stessi che comportino una trasformazione territoriale capace di alterare il regime idraulico.

2. CONTENUTI DELLO STUDIO DI VALUTAZIONE

L'obiettivo primario che si intende raggiungere con lo studio di compatibilità idraulica è quello di dimostrare che la previsione di trasformazione urbanistica non modifica l'esistente livello di rischio idraulico dell'area.

In ottemperanza ai dettami della citata Dgr Veneto n. 2948 del 6/10/2009, lo studio si articola su un duplice approccio procedurale.

Il primo è quello di individuare l'esistenza di interferenze tra possibili dissesti idraulici presenti e la trasformazione urbanistica prevista, verificandone l'ammissibilità. Il secondo è la stima dell'incremento del coefficiente di deflusso ed il conseguente aumento del coefficiente udometrico dell'area trasformata. L'obiettivo finale è volto a mantenere costante il coefficiente udometrico, salvaguardando quindi il principio dell'invarianza idraulica, prevedendo l'adozione di misure compensative.

Allo scopo nella presente relazione di compatibilità idraulica si procederà sviluppando i seguenti punti.

- 1) Descrizione della trasformazione urbanistica:
 - a) inquadramento geografico e dimensionale dell'area;
 - b) descrizione intervento.
- 2) Descrizione sullo stato dei luoghi:
 - a) inquadramento idrografico ed idrologico;
 - b) analisi della rete fognaria esistente;
 - c) analisi del regime idrografico dei bacini recettori;
 - d) caratterizzazione geomorfologica e geotecnica del terreno.
- 3) Analisi situazione progettuale:
 - a) valutazione della impermeabilizzazione;
 - b) valutazione criticità idraulica;
 - c) valutazione del rischio idraulico.
- 4) Misure compensative e/o mitigazione del rischio idraulico:
 - a) indicazione sui volumi di laminazione dei picchi di portata generati dagli eventi meteorologici;
 - b) valutazione e indicazione dei sistemi compensativi.

3. PRINCIPALI NORME E VINCOLI DI RIFERIMENTO

Principali norme e vincoli regolamentari presi in considerazione.

- D.G.R. n. 2948 del 06/10/2009;
- D.G.R. n. 1841 del 19/06/2007;
- O.P.C.M. 3621 del 18/10/2007 - Ordinanze Commissariali;
- D.G.R. n. 1322 del 10/05/2006 (in sostituzione del D.G.R. 3637 del 13/12/2002);
- Linee guida della Regione Veneto sulla Valutazione di Compatibilità Idraulica del 03/08/2009;
- Analisi regionalizzata delle precipitazioni misurate dalla rete del Centro Meteo di Teolo (CMT) dell'ARPAV sul territorio classificato di bonifica della Regione del Veneto (aree 042 Lessinia e Guà);
- Studi di compatibilità idraulica allegati al PATI, al PI e relative varianti del Comune di Colognola ai Colli,

4. DESCRIZIONE DELLA TRASFORMAZIONE URBANISTICA

a) *Inquadramento geografico e dimensionale dell'area.*

Il territorio del Comune di Colognola ai Colli si trova nel settore centro-orientale della provincia di Verona, a circa 18 chilometri ad est del capoluogo provinciale, e misura una superficie di 20,8 kmq. Confina con i Comuni di Lavagno, Illasi, Cazzano di Tramigna, Soave, Belfiore e Caldiero.

L'area cimiteriale oggetto di studio è localizzata nel territorio Nord del Comune di Colognola ai Colli, nella frazione di San Zeno, a circa 600 metri ad est dal centro della frazione (*Figura 3*).

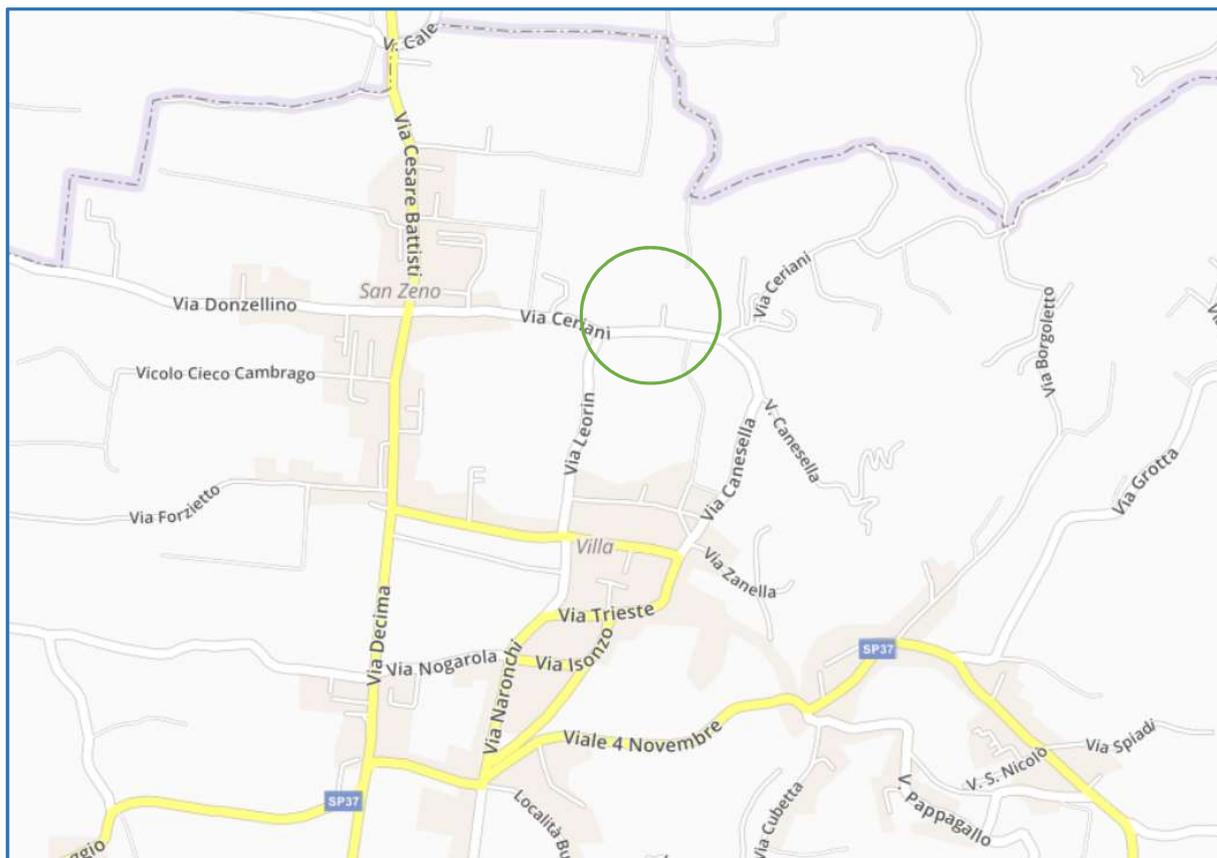
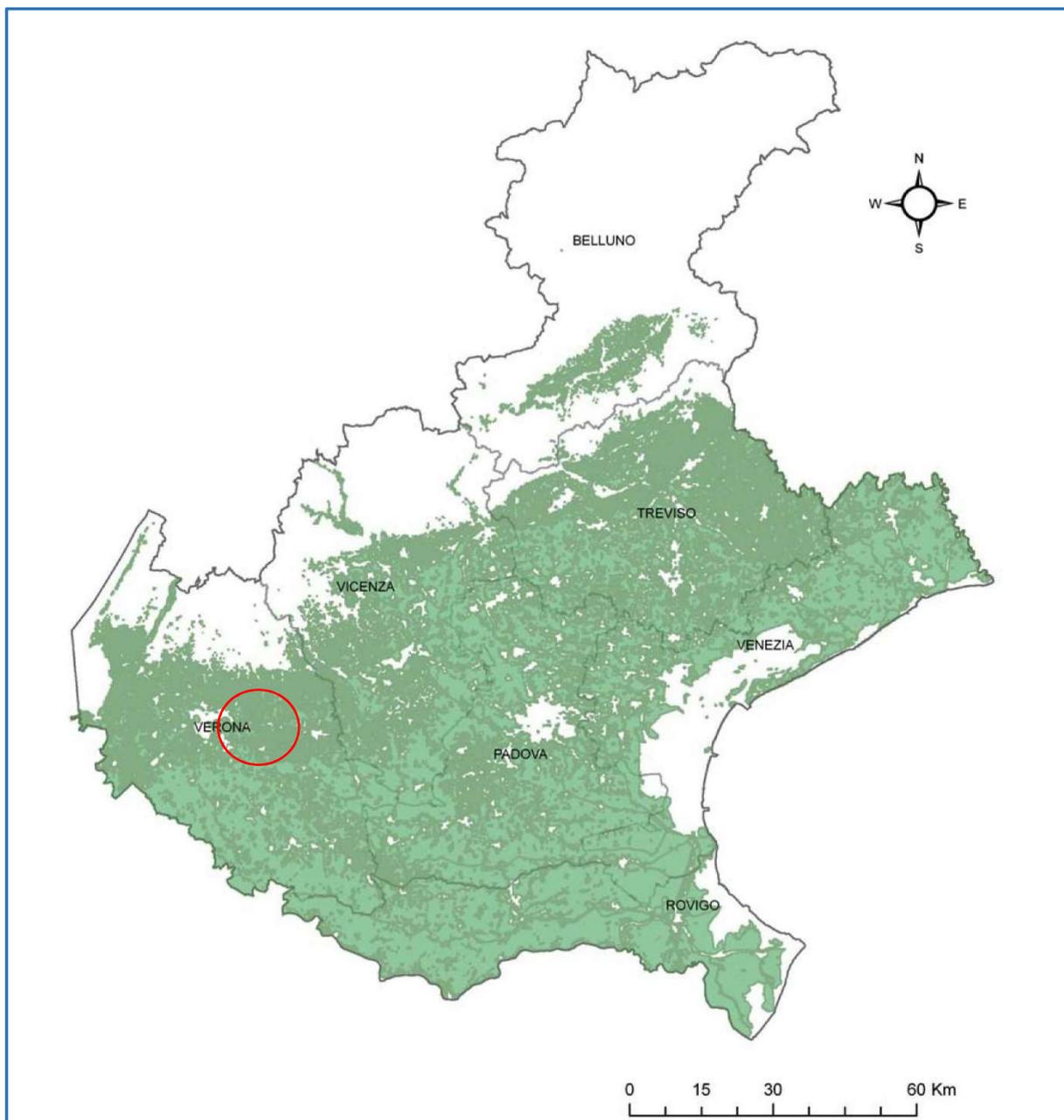




Figura 4 – Ortofoto Regione Veneto con individuazione della superficie

b) Inquadramento ambientale e vincolistico idraulico

Dal punto di vista dell'inquadramento ambientale, la porzione di territorio in esame è inserita, nella "Carta della Natura del Veneto", editata dall'ISPREA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, e dall'ARPAV, Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto, nei *coltivi ed aree costruite* (Figura 5).



*Figura 5 – Estratto “Carta della Natura del Veneto” (Nel cerchio rosso l’area interessata)
 (Habitat cartografati classificati secondo il codice CORINE “82 Coltivi, 83 Frutteti, vigneti e piantagioni arboree e 85 Parchi urbani e giardini”)*

In questa categoria sono inclusi tutti i sistemi legati all’azione modificatrice delle attività antropiche. Si passa da sistemi agricoli tradizionali ed estensivi, alle aree industriali e centri urbani.

Si tratta quindi di una zona in cui l’uso del suolo è prevalentemente agricolo, ed i suoli sono caratterizzati, nel suo strato superficiale da una componente limo/argillosa che ne conferisce una certa plasticità e pesantezza ed una ridotta permeabilità.

I vincoli a cui risulta essere assoggettata l’area in questione sono rilevabili principalmente dagli elaborati del PATI di Colognola ai Colli, in particolare da:

1. TAV 1: Carta dei vincoli e della pianificazione territoriale.
2. TAV 3: Carta delle fragilità.

3. TAV 4A: Carta della trasformabilità - individuazione ATO.

In particolare, dalla TAV 1: Carta dei vincoli e della pianificazione territoriale (Figura 6 e Figura 7) si evidenzia che l'area del cimitero di San Zeno ricade all'interno della fascia di vincolo paesaggistico del torrente Prognolo ai sensi del D.Lgs 42/2004 – Corsi d'acqua.

Tale vincolo è regolamentato dall'Art. 6 delle Norme Tecniche del PATI.

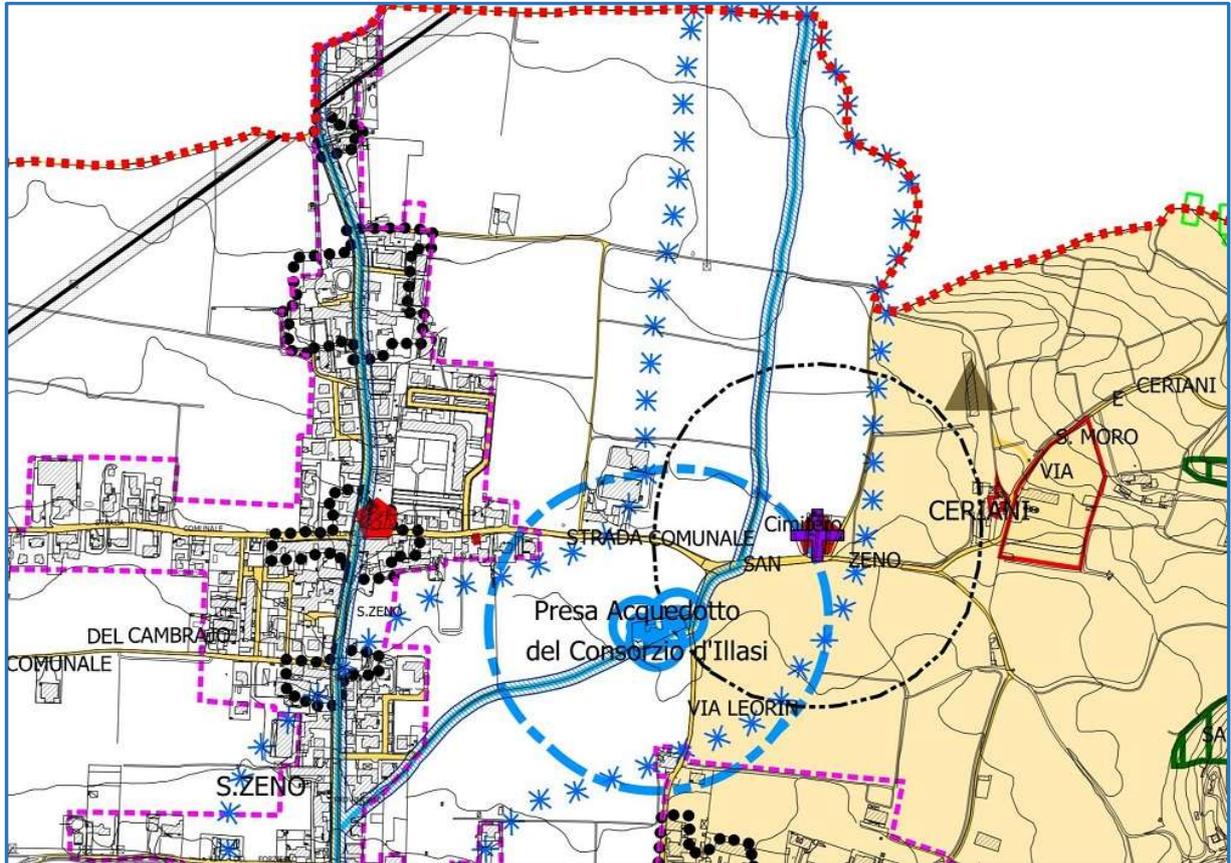


Figura 6 - Estratto TAV 1: Carta dei vincoli e della pianificazione territoriale

LEGENDA



CONFINE COMUNALE



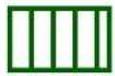
PERIMETRO DEI CENTRI ABITATI

VINCOLI



VINCOLO PAESAGGISTICO D.LGS. 42/2004

ART. 6.1



VINCOLO PAESAGGISTICO D. LGS. 42/2004 - ZONE BOSCADE

ART. 6.1



VINCOLO PAESAGGISTICO D.LGS. 42/2004 - CORSI D'ACQUA

ART. 6.1



VINCOLO ARCHEOLOGICO D.LGS. 42/2004

ART. 6.1



VINCOLO MONUMENTALE D.LGS. 42/2004 - ELEMENTI PUNTUALI

ART. 6.1



VINCOLO MONUMENTALE D.LGS. 42/2004 - AMBITI

ART. 6.1



VINCOLO SISMICO - ZONA 3 - D.P.C.M. 3519 / 2006 E SM.I. (INTERO TERRITORIO)

ART. 6.4

ELEMENTI GENERATORI DI VINCOLO



VIABILITÀ PRINCIPALE

ART. 6.5



IDROGRAFIA

ART. 6.5



DEPURATORI - DEL. MIN. LL. PP. 04/02/1977

ART. 6.5



CIMITERI

ART. 6.5



ALLEVAMENTI ZOOTECNICI INTENSIVI - D.G.R. 7949/1989 E S.M.I.

ART. 6.1



GASDOTTI

ART. 6.5



ELETTRODOTTI

ART. 6.5



CENTRALE DI TRASFORMAZIONE E DISTRIBUZIONE (PTCP)

ART. 6.5



POZZI DI PRELIEVO USO IDROPOTABILE

ART. 6.5

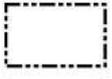
| FASCE DI RISPETTO | | |
|---|---|-----------|
|  | FASCE DI RISPETTO CIMITERIALI RIDOTTE AUTORIZZATE | ART. 6.5 |
|  | FASCE DI RISPETTO CIMITERIALE - T.U. LEGGI SANITARIE - R.D. 1265/1934 | ART. 6.5 |
|  | FASCE DI RISPETTO STRADALE D. LGS. 285/1992 E D.P.R. 495/1992 | ART. 6.5 |
|  | SERVITÙ IDRAULICA R.D. 368/1904 E R.D. 523/1904 | ART. 6.5 |
|  | RISPETTO DEPURATORE | ART. 6.5 |
|  | RISPETTO AREE A RISCHIO DI INCIDENTE RILEVANTE (D.M. 9.5.2001 - D.LGS. 334/99) | ART. 7.11 |
|  | FASCE DI RISPETTO FERROVIARIE - D.P.R. 753/1980 | ART. 6.5 |
|  | FASCE DI RISPETTO GASDOTTI/OLEODOTTI | ART. 6.5 |
|  | FASCE DI RISPETTO ELETTRDOTTI - L.R. 27/1993 | ART. 6.5 |
|  | SALVAGUARDIA POZZI DI PRELIEVO IDROPOTABILE D. LGS. 152/2006 | ART. 6.5 |

Figura 7 - Estratto TAV 1: Carta dei vincoli e della pianificazione territoriale. Legenda

La TAV 2: Carta delle fragilità (Figura 8 e Figura 9) caratterizza l'area come zona di tutela ai sensi dell'art. 41 della Legge Regionale 11/2004.

L'articolo 6.5 delle Norme Tecniche del PATI prevede in generale la conservazione del carattere ambientale delle vie d'acqua e la realizzazione di opere attinenti al regime idraulico nel rispetto dei caratteri ambientali del territorio.

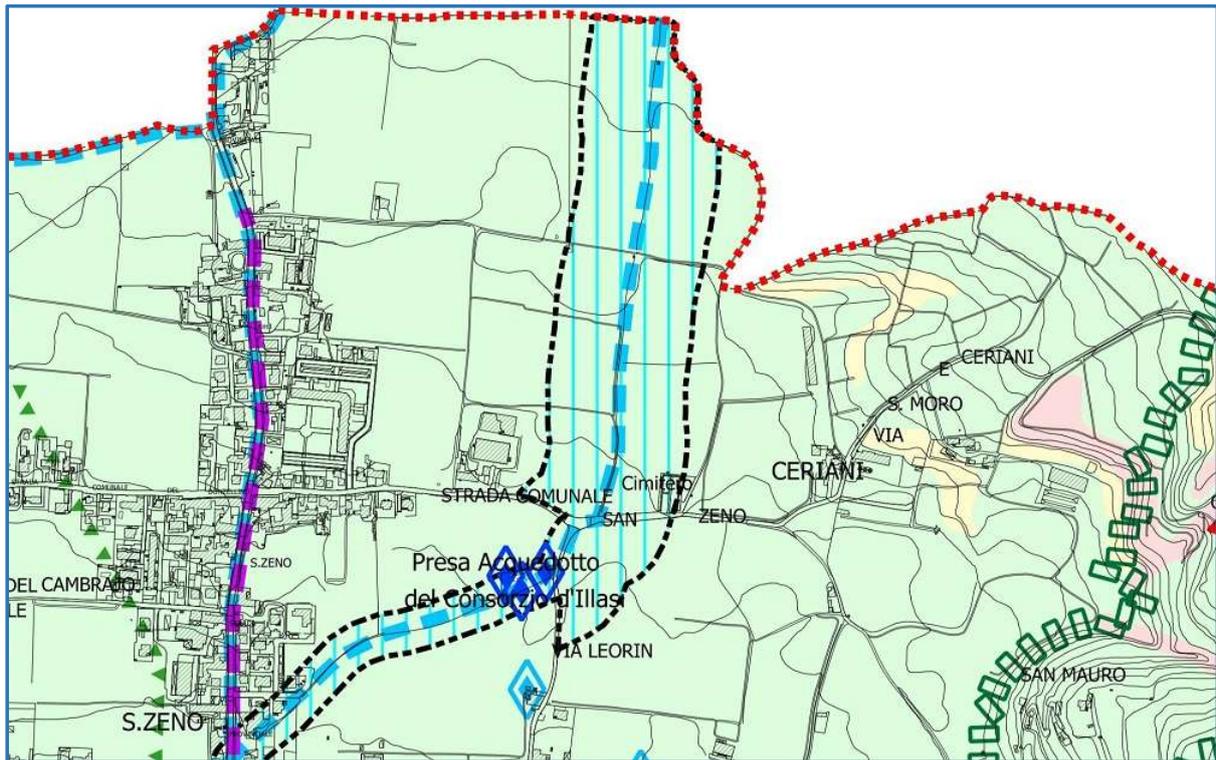


Figura 8 – Estratto TAV 2: Carta delle fragilità

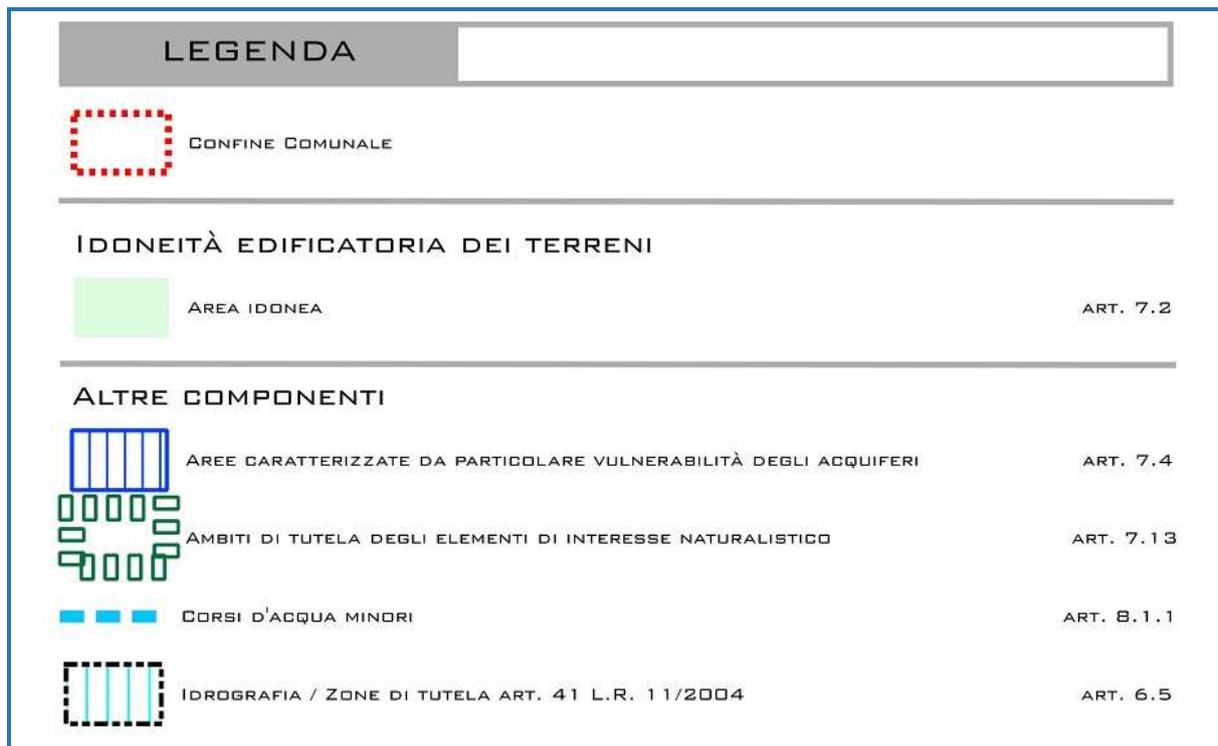


Figura 9 – Estratto TAV 2 Carta delle fragilità. Legenda

La TAV 4A: Carta della trasformabilità - individuazione ATO, (Figura 10 e Figura 11), classifica il sito come Ambito Territoriale Omogeneo2B – pedecollinare bocca scalucce

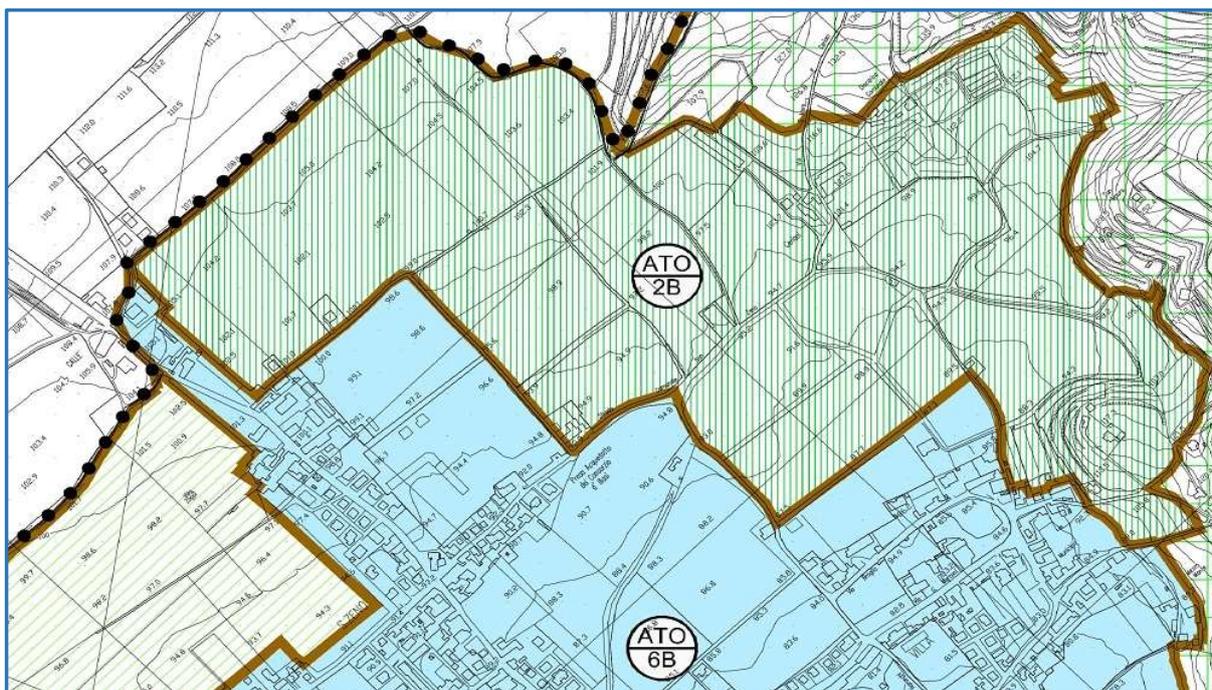


Figura 10 – Estratto TAV 4A Carta della trasformabilità - individuazione ATO

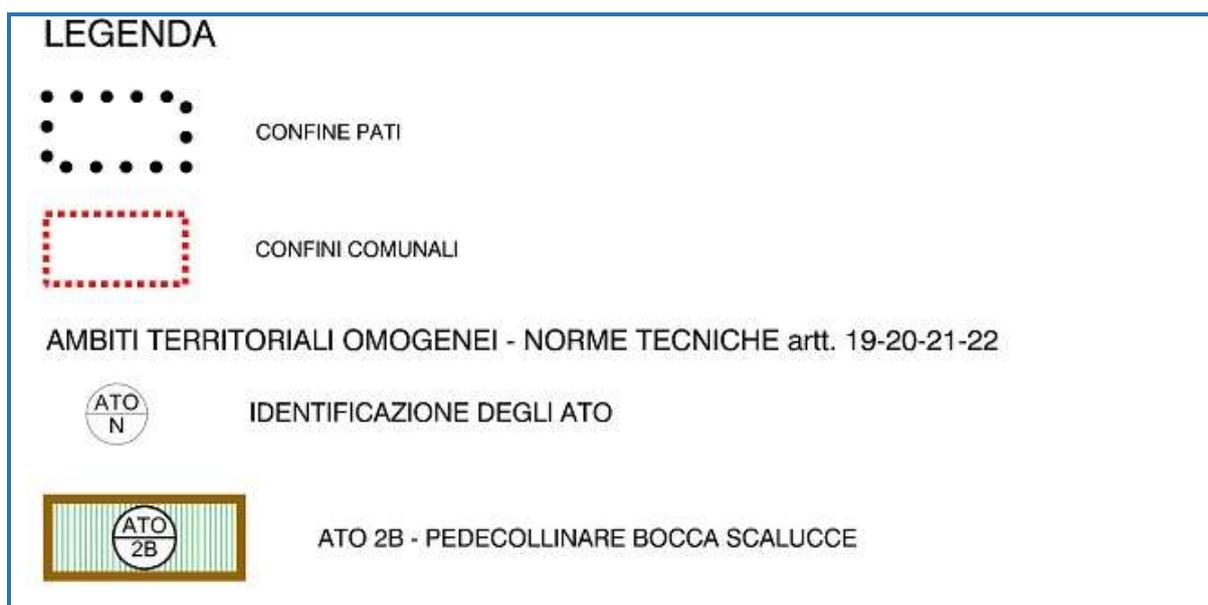


Figura 11 – Estratto TAV 4A: Carta della trasformabilità - individuazione ATO. Legenda

c) Descrizione dell'intervento

L'intervento prevede l'ampliamento del Cimitero comunale della frazione di San Zeno in Comune di Colognola ai Colli, presumibilmente con l'edificazione di nuovi loculi, di campi d'inumazione e nuove attrezzature cimiteriali.

L'area oggetto della variante urbanistica si estende da Via Leorin verso nord, comprendendo l'esistente Cimitero storico, l'area esterna recintata di servizio ad est esterna alle mura e un'area attualmente libera in parte coltivata a Vigneto e in parte occupata da verde spontaneo.

Riprende la tipologia del Cimitero esistente a chiostro colonnato con portico lungo quasi tutto il

perimetro.

5. DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI

a) caratterizzazione geomorfologica e geotecnica del terreno.

Per quanto riguarda la caratterizzazione geomorfologica, si fa riferimento alla Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000, foglio 49 Verona, di cui si riporta un estratto nella figura nelle pagine seguenti (*Figura 12*).

Il territorio del Comune di Colognola ai Colli, si colloca nel sistema geomorfologico all'estremo finale meridionale dei Monti Lessini orientali.

Sostanzialmente il territorio può essere diviso in due parti morfologiche distinte.

La parte collinare, con fianchi di non elevata pendenza, con valli più o meno definite determinate dalla presenza di corsi d'acqua torrentizi. Sono composte prevalentemente da calcari più o meno compatti arenarici e marnosi, da basalti compatti o bollosi e tufi.

Si può quindi definire l'aspetto della parte collinare come un ambiente carsico con elementi litologici gravitativi ed alluvionali, quale risultato di fattori litologici intrinseci, tettonici ed estrinseci corrosivi ed alluvionali.

La parte pianeggiante del territorio, che rappresenta la parte più estesa, è rappresentata dall'allargamento finale della valle di Illasi che lentamente scende verso la pianura Padana. L'aspetto morfologico della regione circostante è caratterizzato infatti da grandi vallate, come l'altopiano di Illasi e la val Tramigna, intervallate dai rilievi dei colli Lessinei.

Altimetricamente la parte pianeggiante del Comune si presenta regolare ad una altitudine di circa 95 m.s.l.m.m.

Dal punto di vista litologico, il fondovalle della Lessinia è caratterizzato dall'alternanza di depositi alluvionali del fiume Adige, che scorre a sud del Comune di Colognola ai Colli, e dei depositi delle alluvioni dei torrenti (in particolare Illasi, Prognolo e Tramigna) dovute all'antico canoide Atesino (formata dal fiume Adige) e da canoidi, interconnessi con quello Atesino, formate dai torrenti stessi della Lessinia.

L'alternanza di depositi alluvionali dell'Adige, all'interno dei bacini naturali determinati dalla presenza del canoide Atesino a sbarramento delle valli lessinee, e dei torrenti della Lessinia, ha determinato così un'alternanza litologica mista variabile dalla sabbiosa-ghiaiosa alla limo-sabbiosa-argillosa, con quest'ultima prevalente.

Il sito oggetto della presente relazione si colloca in questa area pianeggiante subito ai piedi dell'area collinare.



a¹⁻²



Alluvioni terrazzate grossolane e minute dell'Adige e alluvioni dei corsi d'acqua sbarrati dalla antica conoide dell'Adige.

E²



E^{1-PC}

Calcarei a: *Nummulites bronngiarti* D'ARCH. & HAIME, *Corbis major* BAY, *Ostrea roncaensis* DE GREG, *Velates schmidelianus* CHEMN. (Roncà); marne, argille e ligniti con *Crocodylus* sp. (M. Pulli e Purga di Bolca). Luteziano superiore. Brecciole, calcari arenacei, calcari più o meno compatti a: *Nummulites millecaput* BOUBÉE, *N. perforatus* (MONTE). (Valli del Chiampo e dell'Agno); calcari marnosi tufacei a discocicline ed echinidi; calcari terrosi giallognoli ("Pietra gallina di Avesa"); calcari marnosi a: *Harpactocarcinus punctulatus* DESM. e *Ranina marestiana* KOENIG; calcari nulliporici e coralligeni a: *Nummulites atacicus* LEYM.. Alveoline e molluschi (M. Postole). Luteziano medio-inferiore. LUTEZIANO.

β



Basalti colonnari, compatti o bollosi o scoriacei o a cuscini, delle colate e dei camini vulcanici; filoni. MIOCENE INFERIORE p.p. (?) - CRETACICO SUPERIORE (?).

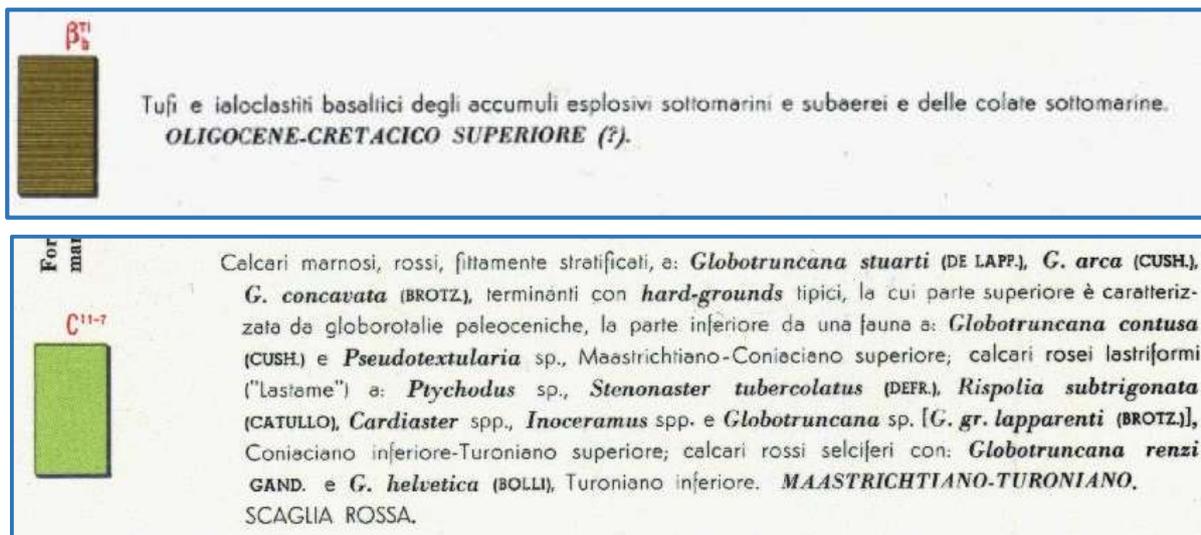


Figura 12 – Estratto Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000, foglio 49 Verona.
 (Cerchiato in rosso il cimitero di San Zeno)

Il sito oggetto della presente relazione si colloca in questa area pianeggiante subito ai piedi dell'area collinare.

Con riferimento all'Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984) dell'ISPRA, dal pozzo d'indagine n. 159068 in prossimità dell'area di intervento (Figura 13), si può ricavare indicativamente la seguente stratigrafia della zona: da 0 a 5 m di profondità limo e argilla, dai 5 m ai 15 m di profondità prevalenza di ghiaia, dai 15 m ai 35 m di profondità ancora limo e argilla. Il substrato roccioso è presente a partire dai 35 m di profondità.

La presenza della falda freatica è segnata ad oltre 50 m di profondità.



Figura 13 – Archivio nazionale delle indagini del sottosuolo (Legge 464/1984): individuazione pozzo n. 159068
(Cerchiato in rosso il cimitero di San Zeno e il punto del pozzo)

Sull'area oggetto della presente relazione sono state commissionate delle indagini geotecniche allo "Geostudio dei Geologi Alberto Dott. Cò e Ilaria Dott.ssa Merci", alla cui Relazione Geologica Geotecnica si fa riferimento quale fonte per la caratterizzazione geotecnica del sito.

Lungo la parete nord del cimitero, all'esterno della stessa (Figura 14), sono state realizzate due prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH, ed una indagine sismica a stazione singola di tipo HVSR.

La prima prova DPSH-1 è stata spinta fino alla profondità di 10,4 m (massima profondità indagata in corrispondenza della quale la prova penetrometrica è andata a rifiuto strumentale). I risultati di interpretazione litologica risultano essere:

- da 0,0 a 7,0 m (spessore 7,0 m) argilla limosa e limo argilloso;
- da 7,0 a 7,4 m (spessore 0,4 m) sabbia limosa;
- da 7,4 a 10,4 m (spessore 3,0 m) argilla limosa e limo argilloso.

La seconda prova DPSH-2 è stata spinta fino alla profondità di 3,2 m (massima profondità indagata in corrispondenza della quale la prova penetrometrica è andata a rifiuto strumentale). I risultati di interpretazione litologica risultano essere:

- da 0,0 a 2,2 m (spessore 2,2 m) argilla limosa e limo argilloso;
- da 2,2 a 3,2 m (spessore 1,0 m) sabbia ghiaiosa.

In entrambe le prove non è stata rilevata presenza di falda all'interno dei fori.



Figura 14 – Ortofoto Regione Veneto con individuazione siti prove geotecniche

La prova DPSH-1 sostanzialmente conferma quanto espresso in precedenza nella caratterizzazione geomorfologica.

La prova DPSH-2 invece sembrerebbe a prima vista in contrasto con quanto espresso nella precedente caratterizzazione geomorfologica. In realtà anche queste conformazioni geomorfologiche rientrano nelle possibili situazioni locali, in virtù dell'alternanza di depositi alluvionali condizionati dalla presenza del canoide Atesino e dei canoidi generati dai torrenti della Lessine, che hanno determinato un'alternanza litologica mista sabbiosa-ghiaiosa e limo-sabbiosa-argillosa, in particolare nelle zone intervallive.

L'indagine sismica condotta con stazione singola HVSR fornisce una caratterizzazione sismica del terreno.

La prova ha fornito i seguenti risultati.

- Sismostrato superficiale con V_s di circa 190 m/s e spessore di circa di 2 m corrispondente a terreni prevalentemente coesivi,
- Sismostrato sottostante con V_s di circa 400 m/s fino a 40 m circa di profondità riferibile alla presenza di depositi alluvionali grossolani.
- Oltre i 40 m di profondità le V_s medie si attestano su valori di 850 m/s (bedrock sismico) per la probabile presenza del substrato roccioso.
- Non sono state registrate inversioni di velocità.

Dai risultati ottenuti è stato possibile inserire il sottosuolo del sito d'indagine nella categoria di sottosuolo "B" ai sensi della normativa vigente (D.M. 17/01/2018).

Le indagini condotte hanno permesso la costruzione del modello geotecnico locale mediante la

segunte parametrizzazione geotecnica dalle medesime unità distinte su base stratigrafica:

| UNITÀ GEOTECNICA | DESCRIZIONE LITOLOGICA | COMP. | γ_{nat} (kN/m ³) | ϕ' (°) | Cu (kPa) | M ₀ (MPa) | E (MPa) |
|------------------|---------------------------------------|------------|-------------------------------------|-------------|----------|----------------------|---------|
| AL | ARGILLA LIMOSA + LIMO ARGILLOSO | coesivo | 17,5 ÷ 18,0 | - | 45 ÷ 75 | 5 ÷ 7 | - |
| SG | SABBIA GHIAIOSA/SABBIA LIMOSA | incoerente | 19,0 ÷ 20,0 | 33 ÷ 36 | - | 30 ÷ 50 | 40 ÷ 60 |

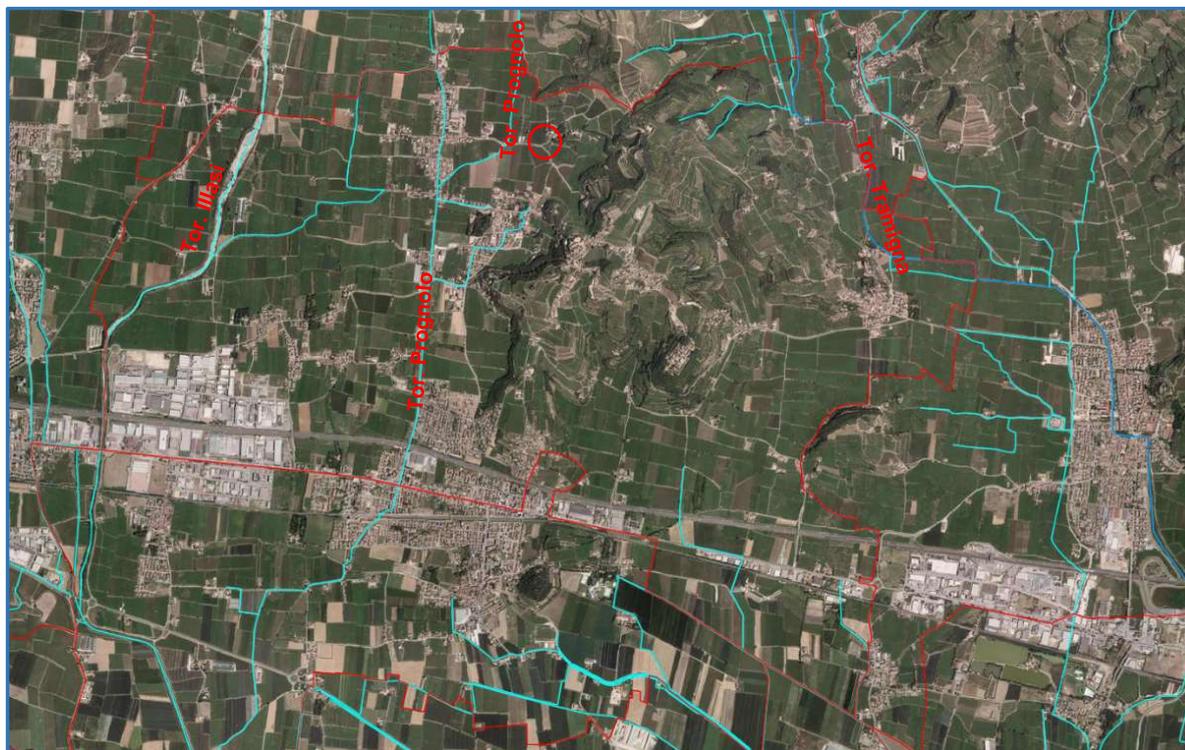
γ_{nat} peso di volume; ϕ' angolo d'attrito, Cu coesione non drenata, M₀ modulo edometrico, E modulo elastico.

In riferimento al modello geotecnico adottato si conclude che:

- i depositi prevalente fini risultano dotati di un medio grado di consistenza e di modeste o discrete proprietà geotecniche;
- gli orizzonti granulari sono rappresentati da sedimenti da mediamente a ben addensati di buone proprietà geotecniche.

b) inquadramento idrografico ed idrologico

Il Comune di Colognola ai Colli, dal punto di vista idrografico è caratterizzato dalla presenza di due corsi d'acqua torrentizi principali, il Torrente Illasi a ovest, il Torrente Prognolo al centro del territorio e da un corso d'acqua ad est, il Torrente Tramigna, che percorrono il territorio da nord verso sud, e nei quali confluiscono altri corsi d'acqua minori (*Figura 15*).



*Figura 15 – Estratto PCTR 2020 vigente: Idrografia Comune di Colognola ai Colli.
(Torrenti Illasi e Prognolo in azzurro, torrente Tramigna in blu. Cerchiato in rosso il cimitero di San Zeno)*

L'idrografia superficiale della zona in prossimità del cimitero di San Zeno è caratterizzata dalla presenza del torrente Prognolo che scorre parallelamente al lato ovest del cimitero esistente, ad una distanza di circa 50 m dallo stesso muro di cinta cimiteriale.

Come in precedenza indicato, il torrente Prognolo è vincolato ai sensi del D.Lgs 42/2004 – Corsi d'acqua. Oltretutto poco a sud dell'incrocio tra il torrente Prognolo e via Ceriani (lungo via Leonin) è presente la presa acquedottistica del Consorzio di Illasi.

c) analisi della rete fognaria esistente

La zona circostante il cimitero di San Zeno risulta sprovvista di rete fognaria per la raccolta delle acque piovane.

d) analisi del regime idrografico dei bacini recettori

Tutta l'idrografia del Comune di Colognola ai Colli è caratterizzata da un regime di presenza di acqua in alveo solo in occasione delle precipitazioni atmosferiche di notevole intensità e/o durata. Questo trova conferma nell'aspetto, analizzato in precedenza, di un ambiente carsico con elementi litologici gravitativi ed alluvionali, quale risultato di fattori litologici intrinseci, tettonici ed estrinseci corrosivi ed alluvionali, dove i corsi d'acqua torrentizi segnano dei solchi privi di matrice fine limo-argillosa e quindi estremamente permeabile per infiltrazione.

Dall'analisi della Carta delle inondazioni degli ultimi 60 anni della Regione Veneto (*Figura 16*), è possibile valutare che l'area oggetto di intervento ricade all'esterno delle aree alluvionate.

In realtà, da informazioni assunte presso il Comune di Colognola ai Colli, risultano casi abbastanza frequenti di esondazioni dei torrenti presenti nel territorio, tra cui il torrente Prognolo prossimo al sito del cimitero di San Zeno, in occasione di forti e/o prolungati eventi piovosi.

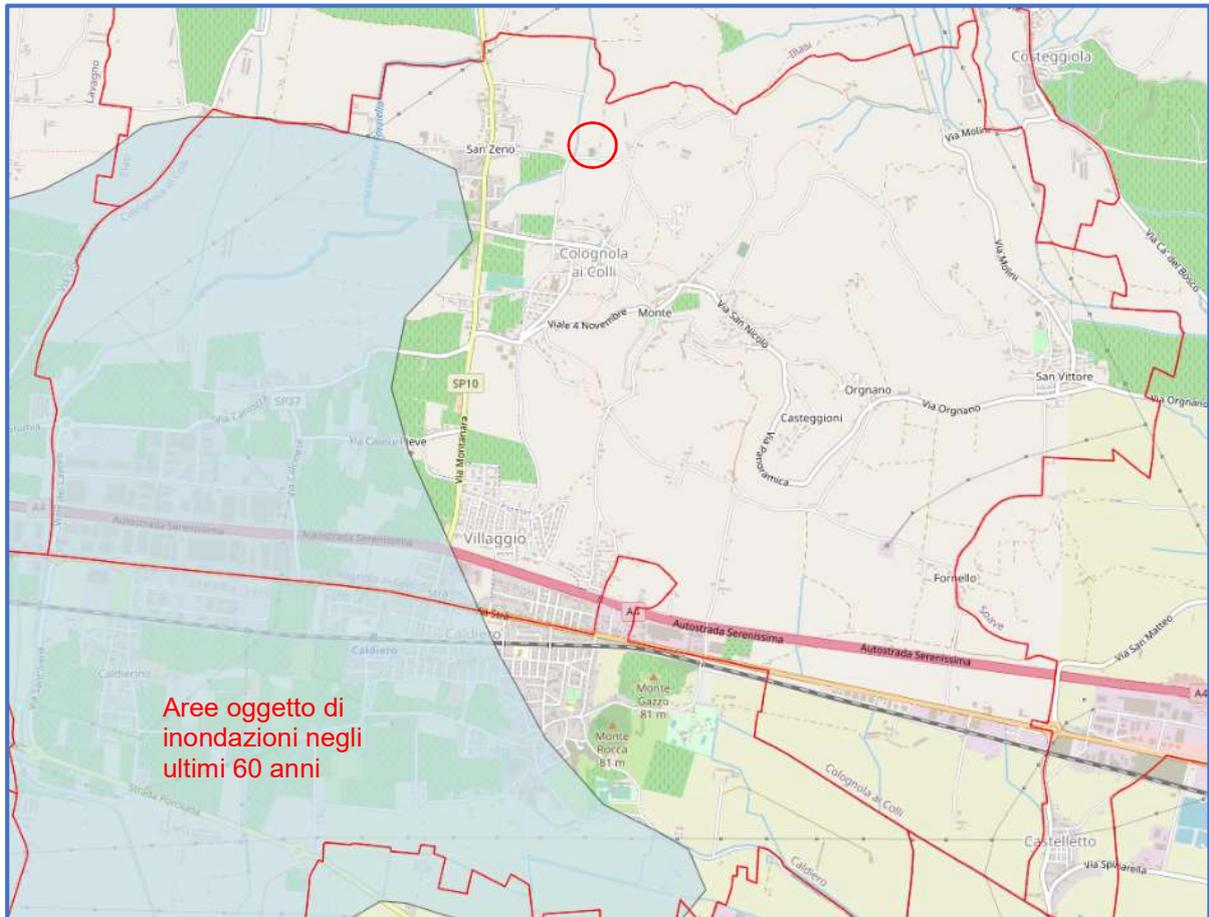


Figura 16 – Estratto Carta delle inondazioni degli ultimi 60 anni della Regione Veneto.
(cerchiato in rosso il cimitero di San Zeno)

e) *Conclusioni sull'analisi dello stato dei luoghi.*

L'ipotesi progettuale deve partire necessariamente dalle considerazioni delle possibili criticità individuate nell'analisi dello stato di fatto.

Le criticità da sottolineare risultano essere:

1. mancanza di una rete fognaria di raccolta delle acque piovane nella zona del cimitero di San Zeno;
2. dall'analisi della rete idrica superficiale l'unico corpo idrico recettore presente in zona risulta essere il torrente Prognolo;
3. la distanza minima tra l'area cimiteriale e il torrente Prognolo, se individuato come scolo recettore, risulta di circa 80 m;
4. il torrente Prognolo non fornisce sufficienti garanzie di ricezione delle acque meteoriche eventualmente provenienti dallo scarico di un invaso di laminazione di progetto nell'area cimiteriale, data la propensione ad esondare in particolari condizioni di precipitazioni piovose;
5. un eventuale scarico delle acque di laminazione nel torrente Prognolo andrebbe ad interferire con l'area di salvaguardia dei pozzi di prelievo idropotabile D.Lgs 152/2006.

6. ANALISI SITUAZIONE PROGETTUALE

a) *Metodologia di valutazione*

Per la metodologia progettuale valutativa si fa riferimento in primo luogo a quanto previsto dal D.G.R. n. 1322 del 10/05/2006 - Allegato A, alle linee guida in materia di valutazione di compatibilità idraulica emanate a seguito della O.P.C.M. 3621 del 18/10/2007 - Ordinanze Commissariali, al Dgr n. 2948 del 06/10/2009 e relativi allegati.

La finalità è il rispetto dell'invarianza idraulica, cioè la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori pre-trasformazione, nonché la stima del volume d'invaso necessario per garantire l'invarianza idraulica.

Si prosegue quindi con una valutazione qualitativa e quantitativa della possibile trasformazione delle superfici interessate in termini di variata impermeabilizzazione superficiale e valutazione dei coefficienti di afflusso, con, a seguire, la valutazione della criticità idraulica e la valutazione del rischio di pericolosità idraulica.

In conclusione saranno date indicazioni circa le eventuali misure compensative e/o di mitigazione con la valutazione del loro effetto sul rischio idraulico.

Secondo le norme sopra citate, le indicazioni operative da seguire per la redazione della VCI sono:

- 1) valutazione del tempo di ritorno;
- 2) valutazione coefficienti di deflusso (dall'allegato A al Dgr n. 2948 del 06/10/2009)
- 3) scelta del metodo di calcolo per la portata di piena;
- 4) individuazione classe di intervento.

b) Tempo di ritorno

Il tempo di ritorno T_r , concordemente con quanto stabilito dalle norme sopra citate, si assume pari a

$$T_r = 50 \text{ anni}$$

c) Valutazione della impermeabilizzazione e coefficienti di afflusso

Per la determinazione dei coefficienti di deflusso si considerano i parametri stabiliti dall'allegato A al Dgr n. 2948 del 06/10/2009, che sono i seguenti:

- 0,1 per le aree agricole;
- 0,2 per le superfici permeabili (aree verdi);
- 0,6 per le superfici semipermeabili (esempio parcheggi grigliati, ecc.);
- 0,9 per le superfici impermeabili.

Per la determinazione dei coefficienti di afflusso idrico, sia per lo stato attuale che per lo stato trasformato, si utilizza la seguente nota relazione di media pesata:

$$\phi_{medio} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i * \phi}{\sum_{i=1}^n S_i}$$

dove S_i è la superficie della singola porzione contributiva dell'area oggetto di trasformazione e ϕ il relativo coefficiente di afflusso determinato secondo i parametri dall'allegato A al Dgr n. 2948 del 06/10/2009.

Nella tabella che segue, sono individuate quantitativamente le tipologie di aree dello stato di fatto e nello stato trasformato.

| Stato di fatto | Superficie [mq] |
|---|-----------------|
| Verde incolto e verde agricolo vigneto | 1900,00 |
| Superfici semipermeabili parzialmente drenanti (terre stabilizzate) | 580,00 |
| Totale | 2480,00 |

| Stato trasformato | Superficie [mq] |
|---|-----------------|
| Verde incolto e verde agricolo | 510,00 |
| Superfici coperte e/o lastricate ampliamento | 720,00 |
| Campi inumazione e superfici a verde ampliamento | 700,00 |
| Superfici semipermeabili parzialmente drenanti (terre stabilizzate) | 550,00 |
| Totale | 2480,00 |

Relativamente alla valutazione dei coefficienti di afflusso idrico si ottengono i seguenti risultati.

| STATO ANTE TRASFORMAZIONE | | | | |
|---|----------|-----------------------------|-----------|------------------|
| Superficie intervento [m ²] | 2.480,00 | Superfici [m ²] | φ | Sup. x φ |
| Superfici semipermeabili parzialmente drenanti (terre stabilizzate) | | 580,00 | 0,60 | 348,00 |
| Superfici a verde incolto e agricola a vigneto | | 1.900,00 | 0,20 | 380,00 |
| SOMMANO | | 2.480,00 | | 728,00 |
| φ medio | | | 0,29 | |

| STATO TRASFORMATO | | | | |
|---|----------|-----------------------------|-----------|------------------|
| Superficie intervento [m ²] | 2.480,00 | Superfici [m ²] | φ | Sup. x φ |
| Superfici semipermeabili parzialmente drenanti (terre stabilizzate) | | 550,00 | 0,60 | 330,00 |
| Superficie coperta e/o lastricata | | 720,00 | 0,90 | 648,00 |
| Campi inumazioni ne superfici a verde del cimitero | | 700,00 | 0,20 | 140,00 |
| Superfici a verde incolto e agricola a vigneto | | 510,00 | 0,20 | 102,00 |
| SOMMANO | | 2.480,00 | | 1.220,00 |
| φ medio | | | 0,49 | |

Per lo stato di fatto ante trasformazione assumiamo quindi il valore del coefficiente di afflusso idrico φ :

$$\varphi_1 = 0,29$$

Per lo stato di progetto post trasformazione assumiamo il valore del coefficiente di afflusso idrico φ :

$$\varphi_2 = 0,49$$

d) Valutazione della criticità idraulica: dati pluviometrici.

Il primi elementi indispensabili nell'analisi della criticità idraulica sono i dati pluviometrici riferibili all'area in questione.

Non essendoci valori pluviometrici riferibili direttamente al Comune di Colognola ai Colli, ai fini della presente VCI, si fa riferimento a quanto riportato nell'Analisi regionalizzata delle precipitazioni misurate dalla rete del Centro Meteo di Teolo (CMT) dell'ARPAV sul territorio classificato di bonifica della Regione del Veneto di interesse dei consorzi di bonifica pubblicata nel 2011, relativi alle aree 042 Lessinia e Guà (Figure 17-18-19-20).

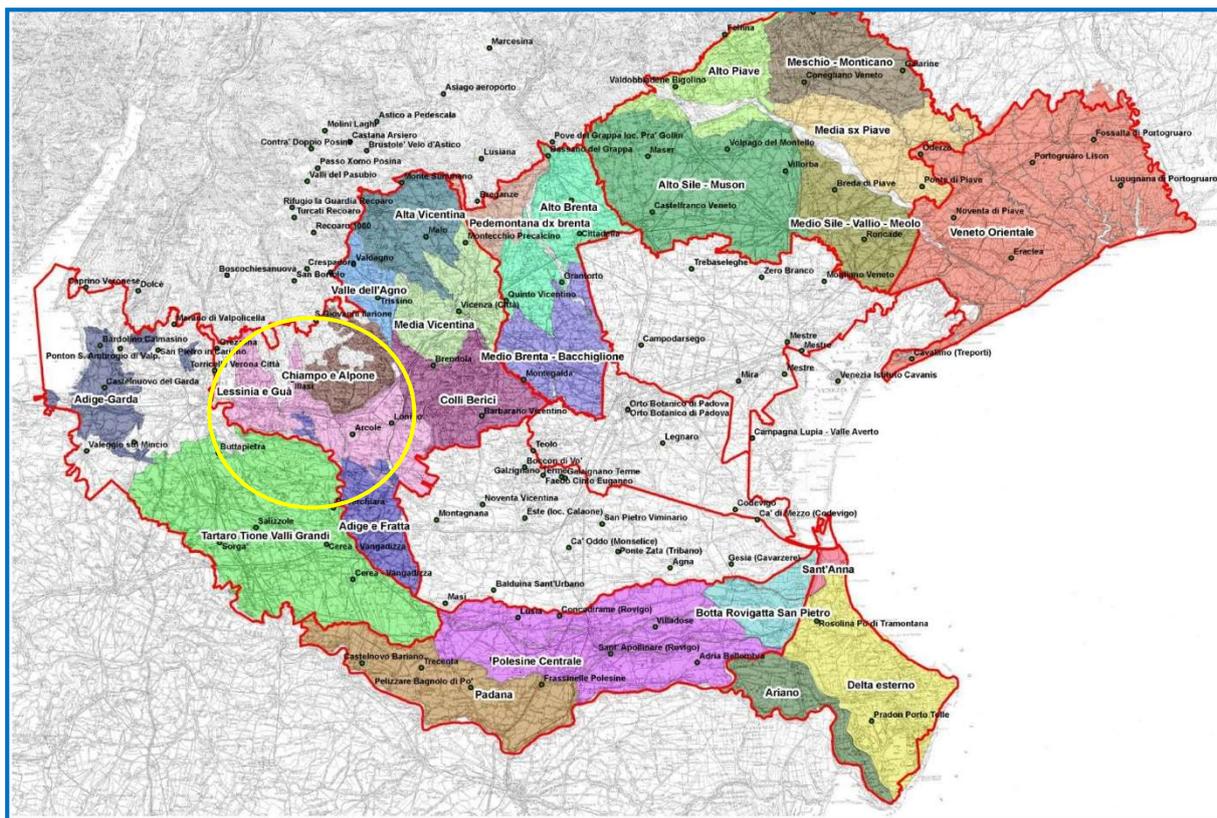


Figura 17 – Regionalizzazione pluviometrica

| Valori attesi | | Intervallo | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|----------------|------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| CZona | DZona | TR | 5 minuti | 10 minuti | 15 minuti | 30 minuti | 45 minuti | 1 ora | 3 ore | 6 ore | 12 ore | 24 ore | 1 giorno | 2 giorni | 3 giorni | 4 giorni | 5 giorni |
| 042 | Lessinia e Guà | 2 | 9,8 | 16,4 | 20,8 | 28,1 | 31,6 | 33,7 | 41,1 | 46,3 | 52,9 | 60,1 | 55,0 | 66,7 | 78,8 | 86,1 | 92,1 |
| | | 5 | 12,3 | 20,7 | 26,6 | 37,1 | 42,0 | 45,0 | 54,4 | 60,4 | 68,6 | 77,4 | 71,0 | 84,3 | 99,8 | 108,3 | 114,9 |
| | | 10 | 13,9 | 23,4 | 30,3 | 42,9 | 48,6 | 52,3 | 63,1 | 69,8 | 79,3 | 88,5 | 81,2 | 95,8 | 113,6 | 121,7 | 128,2 |
| | | 20 | 15,4 | 25,8 | 33,7 | 48,4 | 54,7 | 59,3 | 71,4 | 79,0 | 89,6 | 98,7 | 90,7 | 106,7 | 126,9 | 133,7 | 139,7 |
| | | 30 | 16,2 | 27,2 | 35,6 | 51,4 | 58,2 | 63,3 | 76,2 | 84,4 | 95,7 | 104,5 | 96,1 | 112,9 | 134,5 | 140,3 | 145,8 |
| | | 50 | 17,2 | 28,8 | 37,9 | 55,2 | 62,5 | 68,2 | 82,2 | 91,1 | 103,4 | 111,6 | 102,7 | 120,6 | 144,0 | 148,1 | 153,0 |
| | | 100 | 18,5 | 31,0 | 41,0 | 60,2 | 68,1 | 74,7 | 90,2 | 100,3 | 113,9 | 120,9 | 111,4 | 130,9 | 156,8 | 158,1 | 161,9 |
| 200 | 19,8 | 33,0 | 43,9 | 65,1 | 73,5 | 81,2 | 98,1 | 109,6 | 124,5 | 129,9 | 119,9 | 141,1 | 169,5 | 167,4 | 170,0 | | |

Figura 18 – Elaborazione precipitazioni per tempi di ritorno TR 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 200 anni e intervalli di tempo 5, 10, 15, 30, 45 minuti, 1, 3, 6, 12, 24 ore, 1, 2, 3, 4, 5 giorni, per le zone Lessinia e Guà.

| a | b | c |
|------|------|-------|
| 24,0 | 11,6 | 0,877 |
| 35,3 | 13,8 | 0,896 |
| 43,2 | 15,0 | 0,905 |
| 51,0 | 16,1 | 0,912 |
| 55,7 | 16,8 | 0,916 |
| 61,5 | 17,5 | 0,920 |
| 69,7 | 18,5 | 0,925 |
| 78,2 | 19,5 | 0,929 |

Figura 19 – Coefficienti curve pluviometriche a tre parametri per le zone Lessinia e Guà.

| da 5 a 45 minuti | | da 10 minuti a 1 ora | | da 15 minuti a 3 ore | | da 30 minuti a 6 ore | | da 45 minuti a 12 ore | | da 1 a 24 ore | | da 1 a 5 giorni | | da 1 a 5 giorni (in gg) | |
|------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|-----------------------|-------|---------------|-------|-----------------|-------|-------------------------|-------|
| a | n | a | n | a | n | a | n | a | n | a | n | a | n | a | n |
| 4,6 | 0,528 | 6,8 | 0,401 | 10,9 | 0,267 | 14,8 | 0,195 | 15,8 | 0,183 | 16,0 | 0,182 | 5,1 | 0,326 | 54,5 | 0,326 |
| 5,5 | 0,556 | 8,0 | 0,434 | 13,7 | 0,278 | 20,2 | 0,189 | 21,9 | 0,173 | 22,4 | 0,170 | 7,5 | 0,308 | 70,1 | 0,308 |
| 6,0 | 0,569 | 8,7 | 0,451 | 15,4 | 0,286 | 23,4 | 0,189 | 25,6 | 0,172 | 26,6 | 0,165 | 9,5 | 0,294 | 80,4 | 0,294 |
| 6,5 | 0,579 | 9,3 | 0,465 | 16,9 | 0,292 | 26,2 | 0,191 | 28,9 | 0,172 | 30,7 | 0,161 | 11,8 | 0,280 | 90,3 | 0,280 |
| 6,8 | 0,584 | 9,6 | 0,472 | 17,7 | 0,296 | 27,7 | 0,192 | 30,6 | 0,174 | 33,1 | 0,159 | 13,3 | 0,272 | 95,9 | 0,272 |
| 7,1 | 0,591 | 10,0 | 0,480 | 18,7 | 0,300 | 29,5 | 0,195 | 32,7 | 0,175 | 36,1 | 0,157 | 15,4 | 0,261 | 102,9 | 0,261 |
| 7,6 | 0,598 | 10,5 | 0,491 | 19,9 | 0,306 | 31,8 | 0,199 | 35,2 | 0,179 | 40,1 | 0,155 | 18,6 | 0,247 | 112,4 | 0,247 |
| 8,0 | 0,605 | 11,0 | 0,501 | 21,1 | 0,312 | 33,8 | 0,203 | 37,6 | 0,183 | 44,0 | 0,153 | 22,3 | 0,233 | 121,7 | 0,233 |

Figura 20 – Coefficienti curve pluviometriche a due parametri per le zone Lessinia e Guà relativamente ad intervalli temporali da 5 a 45 minuti, da 10 minuti a 1 ora, da 15 minuti a 3 ore, da 30 minuti a 56 ore, da 45 minuti a 12 ore., Da 1 ora a 24 ore, da 1 a 5 giorni.

(Figure estratto da "Analisi regionalizzata delle precipitazioni misurate dalla rete del Centro Meteo di Teolo (CMT) dell'ARPAV ed elaborate da elaborata dalla Soc. Nordest Ingegneria nel 2011")

Nella tabella successiva (Tabella 1) sono indicati parametri della curva segnalatrice considerati per la Zona 042 Lessinia e Guà.

| Tr [anni] | a | b | c |
|--------------|------|------|-------|
| 2 | 24,0 | 11,6 | 0,877 |
| 5 | 35,3 | 13,8 | 0,896 |
| 10 | 43,2 | 15,0 | 0,905 |
| 20 | 51,0 | 16,1 | 0,912 |
| 30 | 55,7 | 16,8 | 0,916 |
| 50 | 61,5 | 17,5 | 0,920 |
| 100 | 69,7 | 18,5 | 0,925 |
| 200 | 78,2 | 19,5 | 0,929 |

Tabella 1 – Parametri curve segnalatrici di possibilità pluviometrica considerati.

Facendo riferimento ad un tempo di ritorno normativo $Tr=50$ anni si assumono:

$$a = 61,5 - b = 17,5 - c = 0,920.$$

e) alutazione della criticità idraulica: metodo di calcolo.

Il D.G.R. n. 1322 del 10/05/2006 propone le classi di intervento riportate nella sottostante tabella (Tabella 2):

| 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 $Imp > 0,3$ |

Tabella 2 - Classi di intervento secondo D.G.R. n. 1322

Secondo questa classificazione l'area oggetto della presente VCR rientra negli interventi tra 0,1 e 1 ha, di modesta impermeabilizzazione potenziale.

L'approfondimento tecnico per la modesta impermeabilizzazione potenziale prevede:

... omissis ...

“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”

... omissis ...

Nelle linee guida sulla VCI conseguenti dell'OPCM n. 3621 del 18/10/2007, vengono definiti ulteriori parametri di classificazione e vengono normalizzati i criteri da adottare, riassunti nella sottostante tabella (Tabella 3).

| Riferimento | Classificazione intervento | Soglie dimensionali | Criteri da adottare |
|----------------|---|--|---------------------|
| Ordinanze | Trascurabile impermeabilizzazione potenziale | $S^* < 200 \text{ mq}$ | 0 |
| | Modesta impermeabilizzazione | $200 \text{ mq} < S^* < 1.000 \text{ mq}$ | 1 |
| D.G.R. 1322/06 | Modesta impermeabilizzazione potenziale | $1.000 \text{ mq} < S < 10.000 \text{ mq}$ | 1 |
| | Significativa impermeabilizzazione potenziale | $10.000 \text{ mq} < S < 100.000 \text{ mq}$ | 2 |
| | | $S > 100.000 \text{ mq}$ e $\Phi < 0,3$ | 2 |
| | Marcata impermeabilizzazione potenziale | $S > 100.000 \text{ mq}$ e $\Phi > 0,3$ | 3 |

Tabella 3 - Riepilogo D.G.R. n. 1322 e OPCM n. 3621 della classificazione degli interventi.
(S superficie di impermeabilizzazione).

Viene confermata la classe di “modesta impermeabilizzazione potenziale (1.000 mq < S < di 10.000 mq)”, per la quale il criterio da adottare nella VCI è il n. 1 delle linee guida.

Nelle citate linee guida si suggerisce di adottare il metodo basato sul concetto del coefficiente udometrico calcolato con il metodo dell'invaso. Il metodo dell'invaso tratta il problema del moto vario in modo semplificato, assegnando all'equazione del moto la semplice forma del moto uniforme, e assumendo l'equazione dei serbatoi, in luogo dell'equazione di continuità delle correnti unidimensionali, per simulare l'effetto dell'invaso.

Schematizzata un'area di trasformazione come un vaso lineare, l'equazione di continuità della massa si scrive:

$$\frac{dV(t)}{dt} = P(t) - Q(t)$$

essendo:

- P(t) la “pioggia netta” all'istante t;
- Q(t) la portata uscente, dipendente dal volume invasato V(t).

L'equazione differenziale lineare sopra riportata, con termine noto costituito dalla pioggia netta, viene risolta con tecniche normali e rappresenta un modello idrologico con un'espressione del coefficiente udometrico calcolato con il metodo dell'invaso in relazione alle CPP a tre parametri.

In alternativa possono essere adottati metodi di calcolo diversi, quali il metodo di calcolo cinematico

classico (metodo razionale), sempre con l'utilizzo delle curve pluviometriche a tre parametri, il metodo cinematico a struttura probabilistica, o il metodo americano NRCS-SCS.

Il metodo cinematico classico fornisce generalmente valori di invaso più cautelativi (a favore di sicurezza) rispetto ad altri metodi, come per esempio, o il citato metodo dell'invaso (metodo italiano speditivo a serbatoio lineare).

In questo studio di compatibilità idraulica si opta per l'utilizzo del metodo cinematico classico (metodo razionale), con l'utilizzo delle curve pluviometriche a tre parametri, che fornisce generalmente valori di invaso più cautelativi (a favore di sicurezza) rispetto agli altri metodi citati.

f) Valutazione della criticità idraulica: stima dei volumi d'invaso e laminazione

Come detto in precedenza, per i dati pluviometrici si fa riferimento a quanto riportato nell'Analisi regionalizzata delle precipitazioni misurate dalla rete del Centro Meteo di Teolo (CMT) dell'ARPAV sul territorio classificato di bonifica della Regione del Veneto di interesse dei consorzi di bonifica pubblicata nel 2011, relativi all'area 042 Lessinia e Guà.

Si utilizza il metodo di calcolo cinematico classico (metodo razionale), con l'utilizzo delle curve pluviometriche a tre parametri, per il tempo di ritorno T_r di 50 anni, come previsto dal D.G.R.V., con parametri delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di valore $a = 61,5$; $b = 17,5$; $c = 0,920$.

Il primo passaggio riguarda il calcolo del tempo di corrivazione, del relativo coefficiente udometrico e della portata nella condizione attuale ante trasformazione.

COEFFICIENTE UDOMETRICO E PORTATA STATO ANTE TRASFORMAZIONE

Si assume l'equazione di possibilità pluviometrica a tre parametri:

$$h = a \cdot T_p / (T_p + b) \cdot c$$

Dati di progetto:

| | | | |
|-------------------------|----------|---|-------|
| T_r [anni] = | 50 | Tempo di ritorno assunto | |
| a, b, n = | 61,50 | 17,50 | 0,920 |
| φ = | 0,290 | Coefficiente di deflusso calcolato per l'area ante trasformazione | |
| S [m ²] = | 2.480,00 | Superficie area interessata dalla trasformazione | |

Valutazione tempo di corrivazione t_c .

In generale per il tempo di corrivazione (t_c) si considera la somma del tempo di ruscellamento (t_0), tempo impiegato da una goccia d'acqua per arrivare dal terreno alla rete fognaria, e il tempo di percorrenza della rete stessa (t_{pr}).

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

Nel caso di aree non urbanizzate, il valore del tempo di percorrenza in fognatura non è presente e pertanto $t_c = t_0$.

Per determinare il tempo di ruscellamento si utilizza la relazione di Boyd (con t_0 in ore):

$$t_0 = k \cdot S^d$$

dove: $k=2,51$ e $d=0,38$ sono due costanti e S è la superficie dell'area in Km². Per cui si ottiene:

$$t_0 \text{ [ore]} = 0,257$$

Dall'equazione di possibilità pluviometrica a tre parametri si calcola l'altezza della precipitazione per il tempo di corrivazione t_c determinato:

$$h \text{ [mm]} = 38,08$$

Valutazione coefficiente udometrico u .

Per il calcolo del coefficiente udometrico (u), si utilizza la relazione di Turazza:

$$u = 0,1157 \cdot m \cdot \varphi \cdot h / (t_p + t_c)$$

dove:

u [l/sec/ha] = coefficiente udometrico

φ = coefficiente di deflusso

h [mm] = altezza precipitazione di pioggia
 tp [gg] = durata della precipitazione
 tc [gg] = tempo di corrivazione
 m = coefficiente di piena

La condizione di criticità si raggiunge quando $m = 1$ e il tempo di precipitazione coincide con il tempo di corrivazione. A questa situazione corrispondono il coefficiente udometrico critico e la portata massima. La relazione di Turazza assume quindi la seguente formulazione

$$u = 0,1157 \cdot \phi \cdot h / tc$$

Applicandola si ricava:

$$u \text{ [l/sec/ha]} = 119,49$$

Considerando che la portata Q [l/sec] è pari al coefficiente udometrico per la superficie, si ha:

$$Q_{\max} \text{ [l/sec]} = 29,63$$

Il secondo passaggio riguarda il calcolo del tempo di corrivazione, del relativo coefficiente udometrico e della portata nella condizione post trasformazione.

CALCOLO COEFFICIENTE UDOMETRICO E PORTATA STATO TRASFORMATO

Si assume l'equazione di possibilità pluviometrica a tre parametri:

$$h = a \cdot T_p / (T_p + b) \cdot c$$

Dati di progetto:

| | | | |
|-----------------------|----------|---|-------------------------------------|
| Tr [anni] = | 50 | Tempo di ritorno assunto | |
| a, b, n = | 61,50 | 17,50 | 0,920 Parametri curva pluviometrica |
| ϕ = | 0,490 | Coefficiente di deflusso calcolato per l'area post trasformazione | |
| S [m ²] = | 2.480,00 | Superficie area interessata dalla trasformazione | |

Valutazione tempo di corrivazione tc.

In generale per il tempo di corrivazione (tc) si considera la somma del tempo di ruscellamento (to), tempo impiegato da una goccia d'acqua per arrivare dal terreno alla rete fognaria, e il tempo di percorrenza della rete stessa (tr).

$$tc = t_0 + t_r$$

Per determinare il tempo di ruscellamento si utilizza la relazione di Boyd (con to in ore):

$$t_0 = k \cdot S^d$$

dove: $k=2,51$ e $d=0,38$ sono due costanti e S è la superficie dell'area in Km². Per cui si ottiene:

$$t_0 \text{ [ore]} = 0,257$$

Il tempo di percorrenza nella rete fognaria viene calcolato con la seguente relazione (tr in ore):

$$t_r = (1,5 \cdot S)^{1/2} / v$$

con v=velocità in fognatura fissata in 0,64 m/sec; S superficie dell'area in Km². Da questa si ottiene:

$$t_r \text{ [ore]} = 0,095$$

Il valore del tempo di corrivazione tc risulta quindi:

| | | | | | |
|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| to [ore]= | 0,257 | tr [ore]= | 0,095 | tc [ore]= | 0,352 |
|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|

Dall'equazione di possibilità pluviometrica a tre parametri si calcola l'altezza della precipitazione per il tempo di corrivazione tc determinato:

$$h \text{ [mm]} = 45,06$$

Valutazione coefficiente udometrico u.

Per il calcolo del coefficiente udometrico (u), si utilizza la relazione di Turazza:

$$u = 0,1157 \cdot m \cdot \phi \cdot h / (t_p + t_c)$$

dove:

u [l/sec/ha] = coefficiente udometrico

ϕ = coefficiente di deflusso

h [mm] = altezza precipitazione di pioggia

tp [gg] = durata della precipitazione

tc [gg] = tempo di corrivazione

m = coefficiente di piena

La condizione di criticità si raggiunge quando $m = 1$ e il tempo di precipitazione coincide con il tempo di corrivazione. A questa situazione corrispondono il coefficiente udometrico critico e la portata massima. La relazione di Turazza assume quindi la seguente formulazione

$$u = 0,1157 \cdot \phi \cdot h / tc$$

Applicandola si ricava:

$$u \text{ [l/sec/ha]} = 174,23$$

Considerando che la portata Q [l/sec] è pari al coefficiente udometrico per la superficie, si ha:

$$Q_{\max} \text{ [l/sec]} = 43,21$$

Per garantire l'invarianza idraulica, nel caso dell'area trasformata si mantiene quale valore massimo del coefficiente udometrico di rilascio, lo stesso determinato per l'area ante trasformazione, nel nostro caso:

$$u = 119,49,48 \text{ l/sec/ha (contro } 174,23 \text{ l/sec/ha post trasformazione);}$$

con una portata massima in uscita:

$$Q_{\max} = 29,63 \text{ l/sec (contro } 43,21 \text{ l/sec/ha post trasformazione).}$$

In alternativa possono essere assunti eventuali valori indicati dal Consorzio di Bonifica competente per territorio.

Nel nostro caso è conosciuta la limitazione imposta di scaricare nella rete idrografica esistente la sola portata specifica caratteristica dei suoli agricoli, portata stabilita in 10 l/sec/ha.

Volendo utilizzare il coefficiente udometrico massimo previsto di 10 l/sec/ha, in base ai parametri pluviometrici a, b, n e al tempo di ritorno di 50 anni, il volume da invasare e laminare risulta dal foglio di calcolo seguente:

| CALCOLO VOLUME D'INVASO | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|-------|-------|-------|--------|---|-------|--------|---|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Tempo di corrivazione tc [ore] | | | | | | | | | | 0,352 | | |
| Intervalli di tempo considerati [ore] | | | | | | | | | | 0,035 | | |
| Coefficiente udometrico di rilascio assunto u [l/sec/ha] | | | | | | | | | | 10,00 | | |
| Volume invaso massimo calcolato [m ³] = | | | | | | | | | | 78,88 | | |
| Portata in uscita calcolata [l/sec] = | | | | | | | | | | 2,48 | | |
| N. | Tp [ore] | a | b | c | h [mm] | Intensità media di pioggia I _{mp} [mm/ora] | φ | S [ha] | Portata in entrata Q _e [l/sec] | Volume in entrata V _e [mc] | Volume in uscita V _u [mc] | Volume invaso V _i [mc] |
| 1 | 0,035 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 8,41 | 238,72 | 0,490 | 0,2480 | 80,58 | 10,21 | 0,31 | 9,90 |
| 2 | 0,070 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 15,30 | 217,28 | 0,490 | 0,2480 | 73,34 | 18,59 | 0,63 | 17,96 |
| 3 | 0,106 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 21,07 | 199,50 | 0,490 | 0,2480 | 67,34 | 25,61 | 0,94 | 24,66 |
| 4 | 0,141 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 25,99 | 184,51 | 0,490 | 0,2480 | 62,28 | 31,58 | 1,26 | 30,32 |
| 5 | 0,176 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 30,22 | 171,69 | 0,490 | 0,2480 | 57,96 | 36,73 | 1,57 | 35,16 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 6 | 0,211 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 33,93 | 160,60 | 0,490 | 0,2480 | 54,21 | 41,23 | 1,89 | 39,34 |
| 7 | 0,246 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 37,19 | 150,91 | 0,490 | 0,2480 | 50,94 | 45,20 | 2,20 | 43,00 |
| 8 | 0,282 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 40,10 | 142,36 | 0,490 | 0,2480 | 48,05 | 48,73 | 2,51 | 46,21 |
| 9 | 0,317 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 42,70 | 134,77 | 0,490 | 0,2480 | 45,49 | 51,89 | 2,83 | 49,06 |
| 10 | 0,352 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 45,06 | 127,97 | 0,490 | 0,2480 | 43,20 | 54,75 | 3,14 | 51,61 |
| 11 | 0,387 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 47,19 | 121,85 | 0,490 | 0,2480 | 41,13 | 57,35 | 3,46 | 53,89 |
| 12 | 0,422 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 49,14 | 116,31 | 0,490 | 0,2480 | 39,26 | 59,72 | 3,77 | 55,95 |
| 13 | 0,458 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 50,93 | 111,28 | 0,490 | 0,2480 | 37,56 | 61,89 | 4,09 | 57,81 |
| 14 | 0,493 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 52,58 | 106,67 | 0,490 | 0,2480 | 36,01 | 63,90 | 4,40 | 59,50 |
| 15 | 0,528 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 54,11 | 102,45 | 0,490 | 0,2480 | 34,58 | 65,75 | 4,72 | 61,04 |
| 16 | 0,563 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 55,52 | 98,56 | 0,490 | 0,2480 | 33,27 | 67,47 | 5,03 | 62,44 |
| 17 | 0,599 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 56,84 | 94,97 | 0,490 | 0,2480 | 32,06 | 69,08 | 5,34 | 63,73 |
| 18 | 0,634 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 58,08 | 91,64 | 0,490 | 0,2480 | 30,93 | 70,58 | 5,66 | 64,92 |
| 19 | 0,669 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 59,23 | 88,55 | 0,490 | 0,2480 | 29,89 | 71,98 | 5,97 | 66,01 |
| 20 | 0,704 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 60,32 | 85,66 | 0,490 | 0,2480 | 28,92 | 73,30 | 6,29 | 67,02 |
| 21 | 0,739 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 61,34 | 82,97 | 0,490 | 0,2480 | 28,01 | 74,55 | 6,60 | 67,95 |
| 22 | 0,775 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 62,31 | 80,44 | 0,490 | 0,2480 | 27,15 | 75,72 | 6,92 | 68,80 |
| 23 | 0,810 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 63,23 | 78,08 | 0,490 | 0,2480 | 26,35 | 76,83 | 7,23 | 69,60 |
| 24 | 0,845 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 64,09 | 75,85 | 0,490 | 0,2480 | 25,60 | 77,88 | 7,54 | 70,34 |
| 25 | 0,880 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 64,91 | 73,75 | 0,490 | 0,2480 | 24,89 | 78,88 | 7,86 | 71,03 |
| 26 | 0,915 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 65,70 | 71,77 | 0,490 | 0,2480 | 24,23 | 79,84 | 8,17 | 71,66 |
| 27 | 0,951 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 66,44 | 69,89 | 0,490 | 0,2480 | 23,59 | 80,74 | 8,49 | 72,25 |
| 28 | 0,986 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 67,15 | 68,12 | 0,490 | 0,2480 | 22,99 | 81,61 | 8,80 | 72,81 |
| 29 | 1,021 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 67,84 | 66,44 | 0,490 | 0,2480 | 22,43 | 82,43 | 9,12 | 73,32 |
| 30 | 1,056 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 68,49 | 64,84 | 0,490 | 0,2480 | 21,89 | 83,22 | 9,43 | 73,79 |
| 31 | 1,091 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 69,11 | 63,32 | 0,490 | 0,2480 | 21,37 | 83,98 | 9,74 | 74,24 |
| 32 | 1,127 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 69,71 | 61,87 | 0,490 | 0,2480 | 20,89 | 84,71 | 10,06 | 74,65 |
| 33 | 1,162 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 70,28 | 60,49 | 0,490 | 0,2480 | 20,42 | 85,41 | 10,37 | 75,04 |
| 34 | 1,197 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 70,84 | 59,17 | 0,490 | 0,2480 | 19,97 | 86,08 | 10,69 | 75,39 |
| 35 | 1,232 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 71,37 | 57,92 | 0,490 | 0,2480 | 19,55 | 86,73 | 11,00 | 75,72 |
| 36 | 1,267 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 71,88 | 56,71 | 0,490 | 0,2480 | 19,14 | 87,35 | 11,32 | 76,03 |
| 37 | 1,303 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 72,38 | 55,56 | 0,490 | 0,2480 | 18,75 | 87,95 | 11,63 | 76,32 |
| 38 | 1,338 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 72,85 | 54,45 | 0,490 | 0,2480 | 18,38 | 88,53 | 11,94 | 76,59 |
| 39 | 1,373 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 73,31 | 53,39 | 0,490 | 0,2480 | 18,02 | 89,09 | 12,26 | 76,83 |
| 40 | 1,408 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 73,76 | 52,37 | 0,490 | 0,2480 | 17,68 | 89,63 | 12,57 | 77,06 |
| 41 | 1,444 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 74,19 | 51,40 | 0,490 | 0,2480 | 17,35 | 90,16 | 12,89 | 77,27 |
| 42 | 1,479 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 74,61 | 50,45 | 0,490 | 0,2480 | 17,03 | 90,67 | 13,20 | 77,46 |
| 43 | 1,514 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 75,01 | 49,55 | 0,490 | 0,2480 | 16,73 | 91,16 | 13,52 | 77,64 |
| 44 | 1,549 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 75,41 | 48,68 | 0,490 | 0,2480 | 16,43 | 91,63 | 13,83 | 77,80 |
| 45 | 1,584 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 75,79 | 47,83 | 0,490 | 0,2480 | 16,15 | 92,10 | 14,15 | 77,95 |
| 46 | 1,620 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 76,16 | 47,02 | 0,490 | 0,2480 | 15,87 | 92,55 | 14,46 | 78,09 |
| 47 | 1,655 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 76,52 | 46,24 | 0,490 | 0,2480 | 15,61 | 92,98 | 14,77 | 78,21 |
| 48 | 1,690 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 76,87 | 45,48 | 0,490 | 0,2480 | 15,35 | 93,41 | 15,09 | 78,32 |
| 49 | 1,725 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 77,21 | 44,75 | 0,490 | 0,2480 | 15,11 | 93,82 | 15,40 | 78,42 |
| 50 | 1,760 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 77,54 | 44,05 | 0,490 | 0,2480 | 14,87 | 94,23 | 15,72 | 78,51 |
| 51 | 1,796 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 77,86 | 43,36 | 0,490 | 0,2480 | 14,64 | 94,62 | 16,03 | 78,59 |
| 52 | 1,831 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 78,18 | 42,70 | 0,490 | 0,2480 | 14,41 | 95,00 | 16,35 | 78,65 |
| 53 | 1,866 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 78,48 | 42,06 | 0,490 | 0,2480 | 14,20 | 95,37 | 16,66 | 78,71 |
| 54 | 1,901 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 78,78 | 41,44 | 0,490 | 0,2480 | 13,99 | 95,74 | 16,97 | 78,76 |
| 55 | 1,936 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 79,07 | 40,83 | 0,490 | 0,2480 | 13,78 | 96,09 | 17,29 | 78,80 |
| 56 | 1,972 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 79,36 | 40,25 | 0,490 | 0,2480 | 13,59 | 96,44 | 17,60 | 78,83 |
| 57 | 2,007 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 79,64 | 39,68 | 0,490 | 0,2480 | 13,39 | 96,77 | 17,92 | 78,86 |
| 58 | 2,042 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 79,91 | 39,13 | 0,490 | 0,2480 | 13,21 | 97,10 | 18,23 | 78,87 |
| 59 | 2,077 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 80,17 | 38,60 | 0,490 | 0,2480 | 13,03 | 97,43 | 18,55 | 78,88 |
| 60 | 2,112 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 80,43 | 38,08 | 0,490 | 0,2480 | 12,85 | 97,74 | 18,86 | 78,88 |
| 61 | 2,148 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 80,69 | 37,57 | 0,490 | 0,2480 | 12,68 | 98,05 | 19,17 | 78,88 |
| 62 | 2,183 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 80,94 | 37,08 | 0,490 | 0,2480 | 12,52 | 98,35 | 19,49 | 78,86 |
| 63 | 2,218 | 61,50 | 17,50 | 0,920 | 81,18 | 36,60 | 0,490 | 0,2480 | 12,35 | 98,65 | 19,80 | 78,85 |

$$V_{\text{invaso}} = 79 \text{ m}^3 \text{ (pari a } 318,55 \text{ m}^3/\text{ha}).$$

$$Q_{\text{uscita}} = 2,48 \text{ l/sec}$$

g) *Verifica risultati con dimensionamento semplificato utilizzabile per la Classe 4, criterio di dimensionamento n. 2, linee guida sulla VCI del 03/08/2009.*

A favore di sicurezza, si ritiene ora di rivalutare i volumi del sistema compensativo ottenuti con il dimensionamento semplificato utilizzabile per la Classe 4, criterio di dimensionamento n. 2 indicato nelle linee guida sulla VCI del 03/08/2009 conseguenti dell'OPCM n. 3621 del 18/10/2007.

Tale dimensionamento semplificato si ispira al procedimento esposto nel testo "Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione" (HOEPLI, Milano, 1997), sulla curva di possibilità pluviometrica, sulle caratteristiche di permeabilità della superficie drenante e sulla portata massima imposta in uscita considerata costante, trascurando i processi di trasformazione afflussi-deflussi.

Con tale metodo le ipotesi semplificative implicano una sovrastima delle portate in ingresso nel sistema d'invaso e quindi, nel caso di costanza della portata massima allo scarico, anche i volumi di laminazione risultano cautelativamente sovrastimati.

In sintesi il massimo volume di invaso, per una durata "t" dell'evento, viene calcolato come differenza fra il volume affluente nella vasca V_{ing} ed il volume uscente dalla stessa V_{usc} .

$$V_{inv} = V_{ing} - V_{usc}$$

Il volume entrante per effetto di una precipitazione di durata t è dato da:

$$V_{ing} = S * \varphi * h(t)$$

Dove:

φ è il coefficiente di afflusso medio del bacino drenato a monte della vasca;

S è la superficie del bacino drenato a monte della vasca;

h è l'altezza di pioggia, funzione della durata secondo le curve di possibilità pluviometrica.

Il volume che nello stesso tempo esce dalla vasca è dato dalla:

$$V_{usc} = Q_{usc} * t$$

Nel criterio proposto possono essere utilizzate sia le curve di possibilità pluviometrica CPP a due che a tre parametri.

Con le CPP a due parametri, fissata la durata della precipitazione, il massimo volume invasato nel serbatoio è dato da:

$$V_{inv} = S * \varphi * a * t^n - Q_{usc} * t$$

La determinazione della durata critica per il volume di invaso " t_{cr} " per la quale si ha il massimo volume invasato " V_{inv-cr} " si ottiene imponendo nulla la derivata prima del volume di invaso in funzione della durata:

$$\frac{dV_{inv-cr}}{dt} = \frac{d(S * \varphi * a * t^n - Q_{usc} * t)}{dt} = 0$$

da cui:

$$t_{cr} = \left(\frac{Q_{usc}}{S * \varphi * a * n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Il massimo volume necessario è dato da:

$$V_{inv-cr} = S * \varphi * a * \left(\frac{Q_{usc}}{S * \varphi * a * n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{usc} * \left(\frac{Q_{usc}}{S * \varphi * a * n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Il calcolo del volume d'invaso critico viene sviluppato per ognuna delle sei coppie di parametri "a" - "n" riferite ai sei intervalli di durate dell'evento che equiparano le curve a due e tre parametri.

| | | | | | | |
|----------------------|----------|------------|------------|------------|-------------|------------|
| Intervallo di tempo | 5' - 45' | 10' -1 ora | 15' -3 ore | 30' -6 ore | 45' -12 ore | 1 - 24 ore |
| Tempo centrale [min] | 15 | 30 | 45 | 60 | 180 | 360 |

I parametri *a* e *n* della curva di possibilità pluviometrica per i vari intervalli di tempo sono sempre desunti dall'Analisi regionalizzata delle precipitazioni misurate dalla rete del Centro Meteo di Teolo (CMT) dell'ARPAV sul territorio classificato di bonifica della Regione del Veneto di interesse dei consorzi di bonifica pubblicata nel 2011, relativi alle aree 042 Lessinia e Guà e sotto riportati:

| | | | | | | |
|---------------------------|----------|------------|------------|------------|-------------|------------|
| Intervallo di tempo | 5' - 45' | 10' -1 ora | 15' -3 ore | 30' -6 ore | 45' -12 ore | 1 - 24 ore |
| Tempo centrale [min] | 15 | 30 | 45 | 60 | 180 | 360 |
| a [mm min ⁻ⁿ] | 7,10 | 10,00 | 18,70 | 29,50 | 32,70 | 36,10 |
| n | 0,591 | 0,480 | 0,300 | 0,195 | 0,175 | 0,157 |

Di seguito si riporta il foglio di calcolo del volume d'invaso nella condizione imposta di coefficiente udometrico dell'area trasformata di $u=10,00$ l/sec/ha ed una portata calcolata $Q=2,90$ l/sec.

Si riporta il foglio di calcolo del volume d'invaso nella seconda condizione, con il coefficiente udometrico dell'area fissato a $u=10,00$ [l/sec, ha] ed una portata calcolata $Q=2,53$ [l/sec].

| Dimensionamento semplificato utilizzabile per la Classe 4 - Criterio di dimensionamento 2 Valutazioni di compatibilità idraulica - Linee Guida, Venezia 3/08/2009 | | | | | | |
|--|----------|--------------|-------------|-------------|--------------|----------------|
| N.B.: Dati da inserire | | | | | | |
| Parametri <i>a</i> e <i>n</i> delle CPP per i vari intervalli di tempo: | | | | | | |
| Area 042 Lessinia e Guà | | TR = 50 anni | | | | |
| Intervallo di tempo | 5' - 45' | 10' - 1 ora | 15' - 3 ore | 30' - 6 ore | 45' - 12 ore | 1 ora - 24 ore |
| Tempo centrale [min] | 15 | 30 | 45 | 60 | 180 | 360 |
| a [mm min ⁻ⁿ] | 7,1 | 10,0 | 18,7 | 29,5 | 32,7 | 36,1 |
| n [-] | 0,591 | 0,480 | 0,300 | 0,195 | 0,175 | 0,157 |
| Superficie totale (S) | 0,248 | ha | | | | |
| Coefficiente di afflusso | 0,490 | - | | | | |
| Coefficiente udometrico d'uscita | 10 | l/s,ha | | | | |
| $Q_{out}=u \cdot S \cdot 60$ | 149 | l/min | | 2,48 | l/sec | |

| Calcolo del volume di laminazione per un tempo di ritorno di 50 anni | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tempo centrale t_{ce} [min] | 15 | 30 | 45 | 60 | 180 | 360 |
| a [mm min ⁻ⁿ] | 7,10 | 10,00 | 18,70 | 29,50 | 32,70 | 36,10 |
| n [-] | 0,591 | 0,480 | 0,300 | 0,195 | 0,175 | 0,157 |
| tempo critico t_{cr} [min] | 5660 | 1159 | 236 | 119 | 106 | 95 |
| scarto tce-tcr | 5645 | 1129 | 191 | 59 | 74 | 265 |
| | | | | | | |
| tempo critico minimo t_{min} [min] | 119 | | | | | |
| $V_{inv,cr}$ [mc] | 73 | | | | | |

7. CONFRONTO DATI DIMENSIONALI

Dati dimensionali ottenuti:

| | Metodo cinematico classico (metodo razionale) | Criterio di dimensionamento 2 |
|--|---|-------------------------------|
| Coefficiente udometrico di rilascio assunto u [l/sec/ha] | 10 | 10 |
| Portata in uscita calcolata [l/sec] | 2,48 | 2,48 |
| Volume invaso massimo calcolato [m ³] | 79 | 73 |
| Volume invaso massimo calcolato [m ³ /ha] | 318,55 | 294,35 |

Come si può constatare, i volumi di invaso massimi calcolati con i due metodi sono di fatto paragonabili tra loro. Il metodo cinematico classico risulta in effetti leggermente più cautelativo come in precedenza affermato in sede di scelta del metodo di calcolo da adottare.

8. INDICAZIONI SU SISTEMI DI ACCUMULO E LAMINAZIONE.

Per quanto riguarda il sistema di accumulo può essere fornita indicazione sulla realizzazione di invasi con il metodo della creazione di depressioni all'interno di aree verdi residuali eventualmente presenti nello stato post trasformazione.

Per quanto riguarda invece la laminazione delle acque invasate, ricordando quanto segnalato in precedenza e cioè:

1. la mancanza di rete fognaria in zona;
2. un eventuale scarico delle acque di laminazione nel torrente Prognolo sarebbe possibile solo a monte dell'area di salvaguardia dei pozzi di prelievo idropotabile, andando inevitabilmente ad interferire con la stessa area di salvaguardia;

si può ipotizzare una eventuale dispersione affidata a pozzi e/o trincee d'infiltrazione nel sottosuolo.

Ciò considerato che nella zona ad est del cimitero, zona in cui sono state effettuate le prove geotecniche DPSH-2 e HVSR, e dove è possibile la realizzazione dei sistemi compensativi, è plausibile la presenza ad una profondità relativa di non più di 2,5 m l'inizio di strati di terreno drenanti fino a circa 40 m di profondità in assenza di falda acquifera.

Questo sistema implica necessariamente la conoscenza di un parametro fisico dei terreni fondamentale, il coefficiente di permeabilità k [m/sec], valore desumibile, allo stato attuale, solo dalla letteratura tecnica, che dovrà quindi essere confermato in sede di progettazione esecutiva dei sistemi compensativi,

mediante apposita prova fisica in loco di permeabilità dello strato di ghiaia sabbiosa presente.

In mancanza di una valutazione attendibile del coefficiente di permeabilità degli strati di terreno sottostanti, in fase esecutiva dovranno essere previste modalità diverse di scarico degli invasi per i quali non potrà essere assunta una portata maggiore di quella determinata rispettando un coefficiente udometrico non superiore a 10 l/sec/ha.

Sempre in fase di progettazione esecutiva dei sistemi di compensazione, ai fini dell'invarianza idraulica, si dovranno verificare i parametri relativi ai coefficienti di deflusso sulla base di eventuali più precise indicazioni desunte dalle impermeabilizzazioni esecutive previste.