



Regione Veneto
Comune di Cavarzere



"RESIDENCE EUROPA"

P.U.A. INIZIATIVA PRIVATA **Ristrutturazione urbanistica contesto 4.5 tessuto R2**

Oggetto: VERIFICA COMPATIBILITA' GEOLOGICA IDROGEOLOGICA		Allegato: F Scala:
 GTE soc. coop. <i>Servizi di Ingegneria Integrata</i> Via Sacro Cuore n. 11/6 45100 Rovigo (RO) Tel. 0425 59.45.11 - Fax. 0425 58.90.91 gteing@gteing.com gteing@pec.it http://www.gteing.com Soc. Certificata ISO 9001:2008  	Progettisti: Ing. Carlo Romanato Ordine di Rovigo n. 665 Ing. Antonio Capodaglio Ordine di Rovigo n. 564	
	Committenti: Filippo Fava Renata Fava	Il Responsabile del Procedimento
Identità del file:		Data:



GEOLOGO DOTT. DAVIDE BERNARDINELLO - Via Caselle Rasa, 31 - 45026 Lendinara (RO) - ✉ neogeo99@geologi.it
C.F. BRNDVD66C14E522J - P.I. 01394330292 tel./fax ☎ ☎ (+39) 0 425 66192 cell. 📱 (+39) 348 2515107

COMUNE DI CAVARZERE

REGIONE VENETO

FILIPPO FAVA

RENATA FAVA

VIA UGO FOSCOLO 4

30014 CAVARZERE VE

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA

per la verifica di compatibilità ai sensi dell'art. 19 della L.R. n.11/2004

Progetto: Piano Urbanistico Attuativo di Iniziativa Privata "Residence Europa"
Ristrutturazione urbanistica contesto 4.5 tessuto R.2

Ubicazione: Via Spalato - 30014 Cavarzere VE

Rif. Prot.: Geo_1324
REVISIONE R00
DATA 4 novembre 2013
FILE Geo_1324.pdf
COPIA N. _____
Pagina 1 di 39



GEOLOGO
DOTT. DAVIDE BERNARDINELLO

INDAGINI GEOLOGICHE, GEOTECNICHE, IDROGEOLOGICHE, GEOMECCANICHE, GEOMORFOLOGICHE ED AMBIENTALI

Sondaggi a carotaggio continuo, prove penetrometriche statiche (CPT) e dinamiche (SCPT), prove di carico su piastra, rilievi di geofisica (georadar, sismica e geoelettrica), rilievo topografici, rilievi dettagliati di fronti di cava, versanti franosi e analisi di caduta massi, monitoraggi con inclinometro, freatimetro, fessurimetro e sonde ambientali, mappatura di sottoservizi e manufatti interrati, cartografia geologica digitale (CAD) e gestione di sistemi informativi territoriali (SIT-GIS), analisi ed interpretazione aerofotogrammetrica, progettazione ed assistenza per perforazioni verticali e orizzontali.

Questa pagina è lasciata appositamente bianca (retro della copertina).

INDICE

PREMESSA	4
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
DOCUMENTAZIONE CONSULTATA PER L'INQUADRAMENTO DEL SITO	6
INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO	7
INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE	10
DESCRIZIONE DEL SOTTOSUOLO	16
LEGENDA	17
INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	19
ASPETTI GENERALI	19
FALDA SUPERFICIALE O FREATICA	21
FALDE PROFONDE	22
CONTAMINAZIONE SALINA	24
SUBSIDENZA	25
IDROGRAFIA	26
IDROGRAFIA STORICA	27
RETE IDROGRAFICA NATURALE (FIUMI) O DELLE ACQUE ALTE	28
RETE IDROGRAFICA ARTIFICIALE (SCOLI) O DELLE ACQUE BASSE	29
INQUADRAMENTO SISMICO	31
CARATTERIZZAZIONE SISMICA SECONDO D.M. LL. PP. 14/01/08	33
RISCHIO IDRAULICO	36
VALUTAZIONI CONCLUSIVE	39

PREMESSA

Nell'ambito del progetto di ristrutturazione urbanistica (contesto 4.5 tessuto R.2) del Piano Urbanistico Attuativo (P.U.A.) di Iniziativa Privata denominato "*Residence Europa*" presso via Spalato nel centro urbano Cavarzere (VE), i committenti Renata e Filippo Fava hanno affidato allo scrivente l'incarico di redigere la presente relazione tecnica per analizzare la compatibilità geologica, geomorfologica e idrogeologica dell'intervento, secondo quanto indicato dalla L.R. n.11/2004 (art.19, comma 2, punto d), a supporto del progetto curato dai progettisti dr. ing. Carlo Romanato e dr. ing. Antonio Capodaglio presso lo studio di ingegneria GTE srl di Rovigo.

Valutando lo stato di avanzamento del progetto, il progettista ha richiesto di effettuare una relazione preliminare conoscitiva per definire orientativamente il modello geologico, geotecnico e idrogeologico, oltre alla caratterizzazione sismica del sottosuolo attraverso la ricerca di dati e pubblicazioni scientifiche esistenti. Attualmente l'area in esame risulta edificata per cui non è stato possibile provvedere nei tempi richiesti alla preparazione di alcune piazzole per l'installazione della strumentazione geognostica necessaria per eseguire indagini in sito.

Con riferimento alle vigenti norme tecniche per le costruzioni del D.M. 14/01/2008 (di seguito abbr. NTC-08), l'analisi della fattibilità di opere su grandi aree deve basarsi su uno studio geologico che definisca i lineamenti geomorfologici, i caratteri stratigrafici e strutturali nonché lo schema idrogeologico.

In base alla deliberazione del Consiglio Regionale n. 67 del 3 dicembre 2003, in conformità alle competenze stabilite all'art. 9, lett. 1 dello Statuto, la Regione Veneto ha provveduto alla classificazione sismica del proprio territorio, riferendosi per la delimitazione dei diversi gradi di rischio ai confini amministrativi comunali; il territorio del Comune di Cavarzere si trova in zona sismica di 4° categoria (bassa sismicità).

Con i dati desunti da questa indagine il progettista potrà definire un adeguato piano degli interventi per effettuare le prove geognostiche in sito (prove penetrometriche e sondaggi) indispensabili per la definizione locale della stratigrafia e delle caratteristiche geotecniche utili per valutare la resistenza del terreno allo Stato Limite Ultimo conformemente alla normativa vigente.

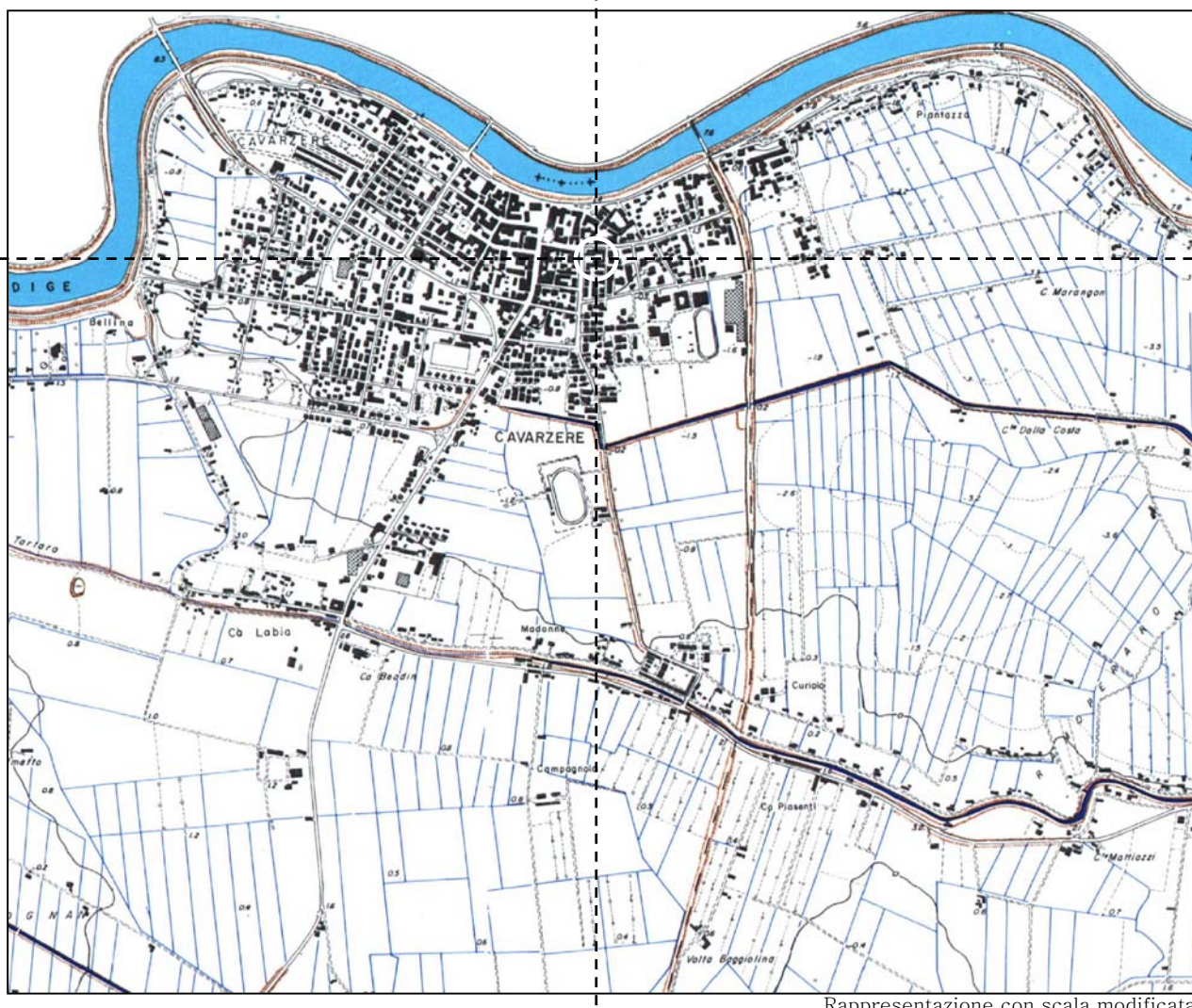
NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1. D.M. 11 marzo 1988 - *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”*;
2. Circ. Min. LL. PP. 24 settembre 1988, n. 30483 - *“Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”*;
3. L. 2 febbraio 1974, n. 64 - *“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”*;
4. D.M. 16 gennaio 1996 - *“Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”*;
5. O.P.C.M. 20 marzo 2003, n.3274 - *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”* e successive modifiche: O.P.C.M. 2 ottobre 2003, n.3316;
6. D.C.R. 3 dicembre 2003 n. 67 - elenco dei comuni sismici del Veneto approvato dal Consiglio Regionale;
7. L.R. 23 aprile 2004, n.11 - *“Norme per il governo del territorio e in materia di paesaggio”*;
8. O.P.C.M. 3 maggio 2005 n.3431 - *“Modifica e integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20/03/03”*;
9. O.P.C.M. 28 aprile 2006 n.3519 - *“Criteri generali da utilizzare per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”*;
10. D.M. 14 gennaio 2008 - *“Norme Tecniche per le Costruzioni”*;
11. Circolare 2 febbraio 2009, n° 617 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - *“Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche”*.

DOCUMENTAZIONE CONSULTATA PER L'INQUADRAMENTO DEL SITO

1. *Note Illustrative della Carta Geologica delle Tre Venezie, Fogli Venezia ed Adria, Soc. Coop. Tipogr., Padova, 1955;*
2. *La sedimentazione olocenica nella piana costiera tra Brenta e Adige – V. Favero, R. Serandrei Barbiero. Ist. Geografia Un. PD, 1978;*
3. *“Studio geoambientale e geopedologico del territorio provinciale di Venezia - parte meridionale” – V. Bassin e al., Provincia di Venezia, 1994;*
4. *Carta Geomorfologica della Pianura Padana - G.B. Castiglioni e al., 1997;*
5. *Carta altimetrica e dei movimenti verticali del suolo della Pianura Padana – Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica – SELCA Firenze, 1997;*
6. *Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia, Provincia di Venezia, 2000;*
7. *Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino del fiume Fissero, Tartaro, Canalbiano, 2002;*
8. *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04) - INGV, Bologna, 2004;*
9. *Rapporto Conclusivo Gruppo di Lavoro I.N.G.V. per la redazione della mappa di pericolosità sismica - Ordinanza P.C.M. n.3274 20/03/03;*
10. *Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Nazionale Adige, 2005;*
11. *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia Foglio 148 Chioggia e 149 Malamocco, Regione Veneto, 2007;*
12. *Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Venezia, 2008;*
13. *Piano di Assetto del Territorio del Comune di Cavarzere, 2009;*
14. *Valutazione di compatibilità idraulica, Piano degli Interventi del Comune di Cavarzere, 2010;*
15. *Piano Generale di Bonifica e di Tutela del Territorio del Consorzio di Bonifica Adige Po, 2010;*
16. *Cartografie storiche, varie fonti;*

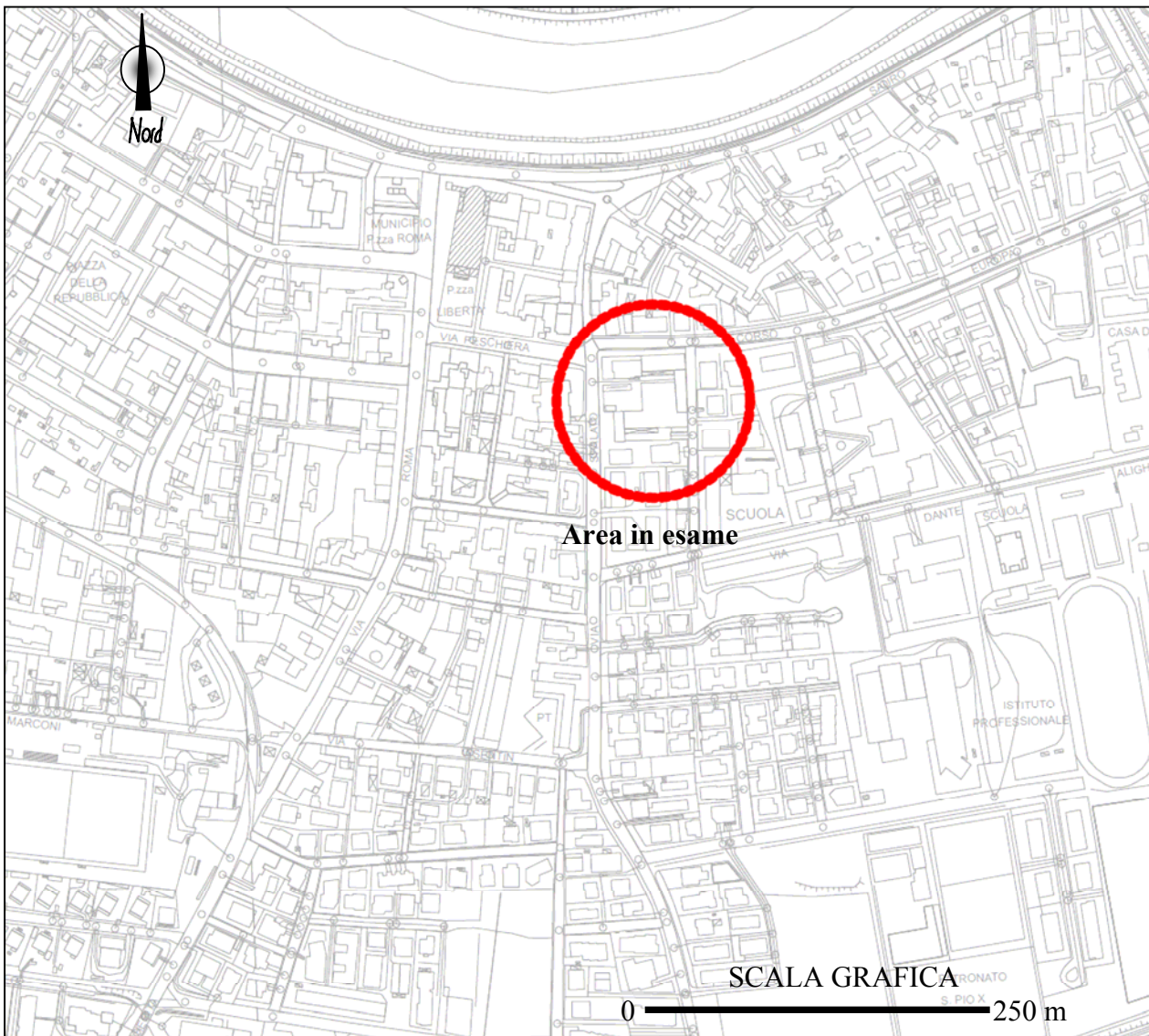
INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO



Rappresentazione con scala modificata

Figura 1 – Ubicazione dell'area sulla Carta del Nucleo Operativo del Magistrato alle Acque di Rovigo, prodotta su base IGM aggiornata con rilievo aerofotogrammetrico 1975-1982 (1:25000)

Il comune di Cavarzere è collocato nella parte più meridionale della provincia di Venezia, confina con le Province di Padova e di Rovigo: a nord con il Comune di Cona (VE), a nord-est con Chioggia (VE), ad ovest con Agna (PD) e Anguillara Veneta (PD), a sud con Loreo (RO), Adria (RO) e Pettorazza Grimani (RO). Con i suoi 140,34 km² è il più esteso dei comuni dell'area meridionale della provincia di Venezia, presenta un territorio completamente pianeggiante solcato dal fiume Adige e da canali consorziali di notevole portata, quali il Gorzone, il Canale dei Cuori, lo Scolo Botta, il Naviglio Adigetto e lo Scolo Tartaro.



C.T.R. Elementi nn° 169051 “Cavarzere Ovest” e 169064 “Cavarzere Est” (L.R. n. 28 del 16 luglio 1976)
Coordinate (WSGS): Latitudine 45.135166°N - Longitudine 12.086239°E - Quota: +0,6 m slmm

Figura 2 – Estratto modificato della Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000

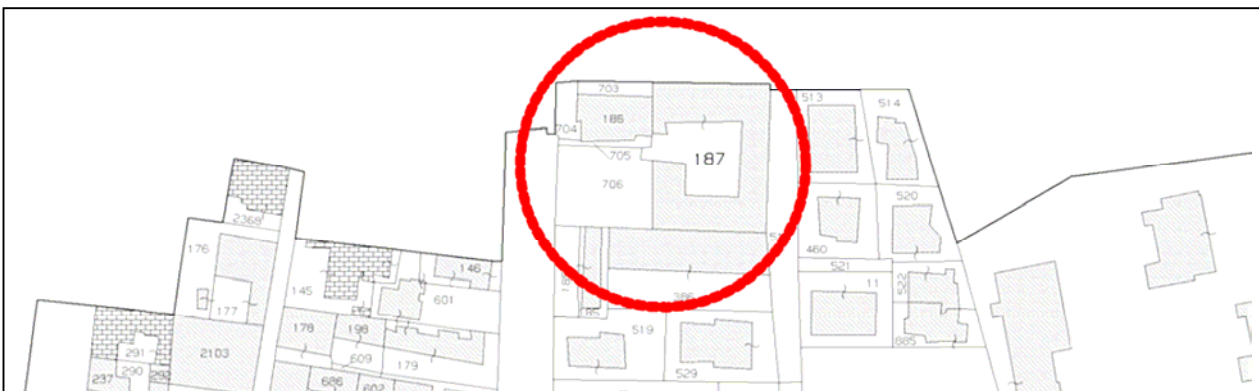


Figura 3 – Estratto catastale del Comune di Cavarzere, Foglio n.49, mapp. nn.187 e 706

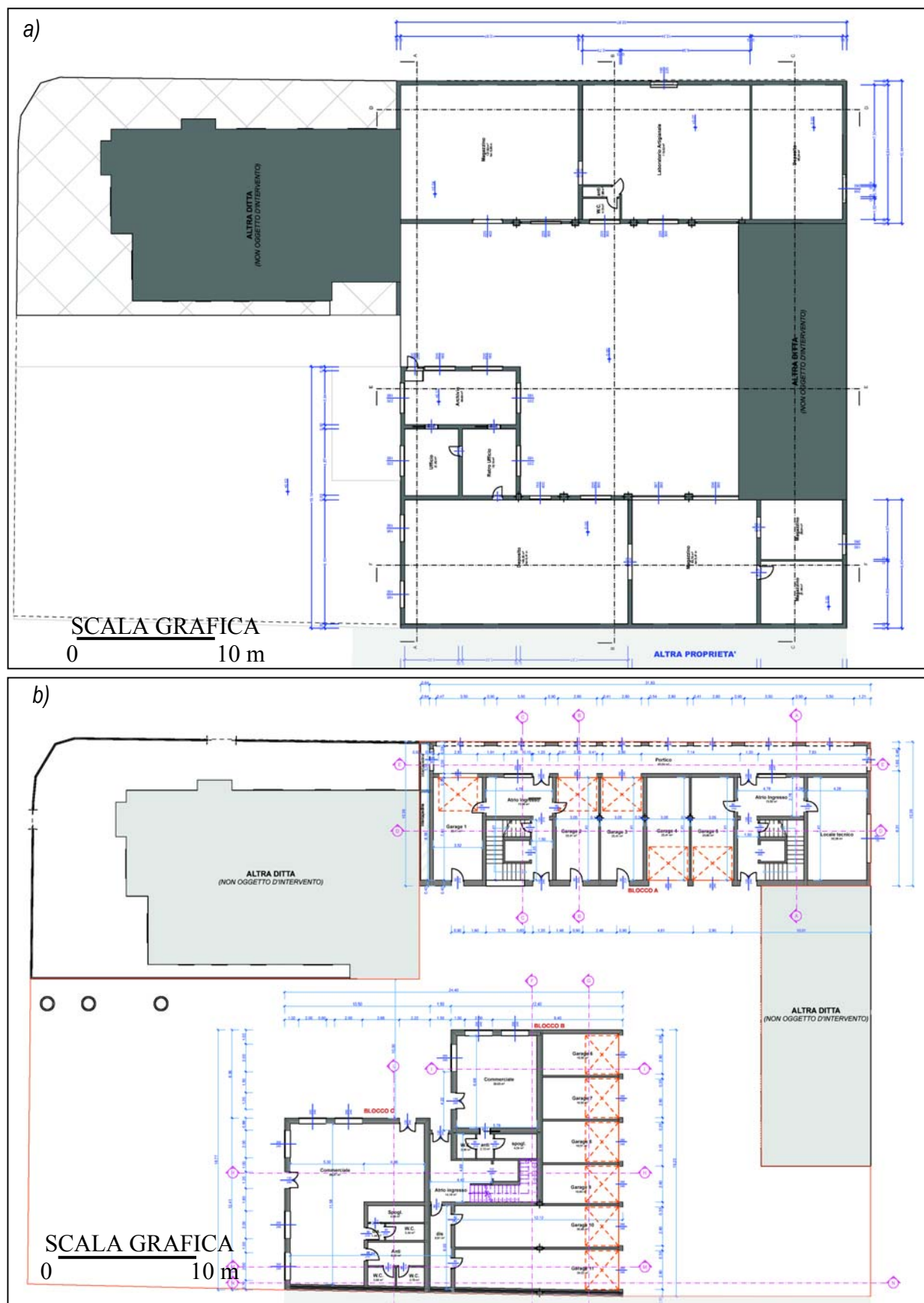


Figura 4 – Planimetria del piano terra dello Stato di Fatto (a) e dello Stato di Progetto (b)

INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

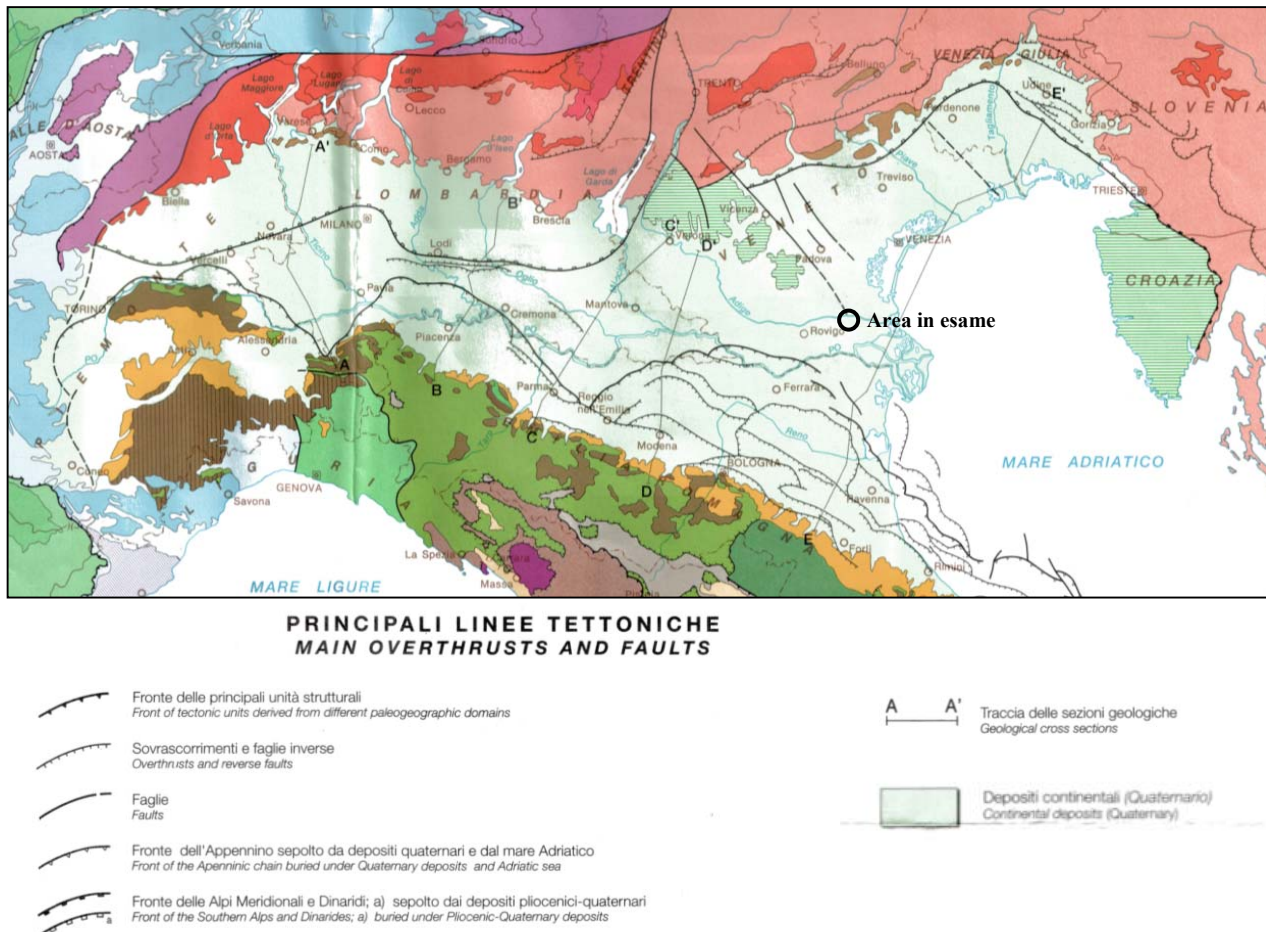


Figura 5 – Carta Strutturale e della Pianura Padana e delle Catene circostanti di G. Gasperi (tratta dalla pubblicazione di G.B. Castiglioni e al., 1997)

L'area veneziana è situata al centro dell'avampaese neogenico-quaternario condiviso fra la catena appenninica settentrionale NE-vergente e la catena sud-alpina orientale S-vergente. Tale avampaese, in un contesto regionale più ampio, è situato all'estremità nord-orientale della microplacca adriatica, ha registrato una lunga successione di eventi sedimentari, magmatici e tettonici. Durante i pozzi per le ricerche petrolifere l'Agip, nel mare di fronte alla laguna di Venezia, ha segnalato la presenza di granito a oltre 4 km di profondità. Si tratta comunque di rocce di oltre 400 milioni di anni fa che nella loro storia hanno visto l'instaurarsi del sistema Bacino di Belluno - Piattaforma Carbonatica Friulana in un contesto estensionale e transtensivo legato ai processi di apertura della Tetide avvenuto per tutto il Giurassico e il Cretaceo. La flessurazione delle rocce che costituivano la crosta veneta e friulana avviene nel Pliocene con un rialzo periferico nell'area lagunare e successivamente il suo rapido annegamento e l'instaurarsi di condizioni epibatiali. Un elemento importante della tettonica padana è la faglia Schio-Vicenza che permane attiva in tutto il Quaternario e il cui rigetto sembra annullarsi in prossimità dell'area

veneziana. Questa faglia è stata lo svincolo fra la catena sudalpina orientale e la regione lessinea e tutt'ora ha l'aspetto di una faglia normale che separa il rialzo periferico dei lessini da un settore dell'avampese che risente ancora dell'evoluzione del fronte sudalpino che, con il suo carico, contrasta la flessurazione dell'avampese veneto verso sud ovest prodotta dalla catena nord-appenninica. Dalla cartografia si nota che questa faglia, orientata nord ovest – sud est, attraversa il territorio di Cavarzere entro il basamento roccioso profondo.

Il Quaternario della parte più meridionale della provincia di Venezia e del basso Polesine, se si escludono i livelli superiori, è interamente marino e di un unico grande ciclo sedimentario, con una continuità di sedimentazione dal Pliocene superiore al Quaternario (per intenderci da ~ 5 mil. fino a 3 mil. di anni fa) che ha prodotto circa 1400 metri di sedimenti nella zona di Adria.

Volendo analizzare solo la parte più superficiale del sottosuolo (intesa fino alla profondità di 20 – 30 m) si osserva che è formata da strati di terre depositate nel postglaciale olocenico.

Nel corso del Quaternario inferiore una trasgressione marina, provocata da un abbassamento tettonico di 200 metri circa del substrato, interessa in parte questa zona. Circa 10000 anni fa (Olocene antico) una regressione marina porta la linea di costa ad Est di quella attuale. Nel postglaciale olocenico, circa 5000÷6000 anni fa, in corrispondenza dell'optimum climatico, l'innalzamento eustatico rallentò ed iniziò la fase di stazionamento che comportò la regressione deposizionale e quindi la progradazione degli apparati costieri grazie ai cospicui apporti di sedimenti fluviali ed ai tassi di subsidenza ridotti; la massima ingressione marina porta la linea di costa lungo la direttrice *Cavarzere-Adria-Alfonsine*. Nella zona di Cavarzere tuttavia, in corrispondenza della linea di massima ingressione, non sono stati individuati apparati costieri.

La motivazione di tale assenza morfologica viene attribuita al fatto che l'ambiente marino litorale sia passato con gradualità all'ambiente fluviale e pertanto la linea di costa non si è stabilizzata, oppure a causa di una successiva erosione totale. Anche un attivo apporto detritico fluviale può avere contribuito ad una graduale e continua regressione dell'ambiente marino litoraneo. Il litorale più antico con tracce ancora visibili in superficie, si trova ad est di Cavarzere, lungo il collegamento *Corte Dolfina – San Pietro di Cavarzere – via Chiesazza – Podere San Luigi* ed è ritenuto di età preistorica, ossia dell'età del Bronzo (1200-1000 a.C.). Nelle zone più interne non interessate dagli intensi apporti detritici, ossia nella fascia di transizione tra il mare e la terraferma, la subsidenza portò lentamente all'ampliamento verso l'entroterra degli specchi d'acqua lagunari caratterizzati dalla deposizione di sedimenti fini e materiale organico sopra alle sabbie di ambienti costieri. Pertanto nella sequenza sedimentaria olocenica sono presenti evidenze di rapidi eventi regressivi-trasgressivi secondari, forse collegati a variazioni climatiche

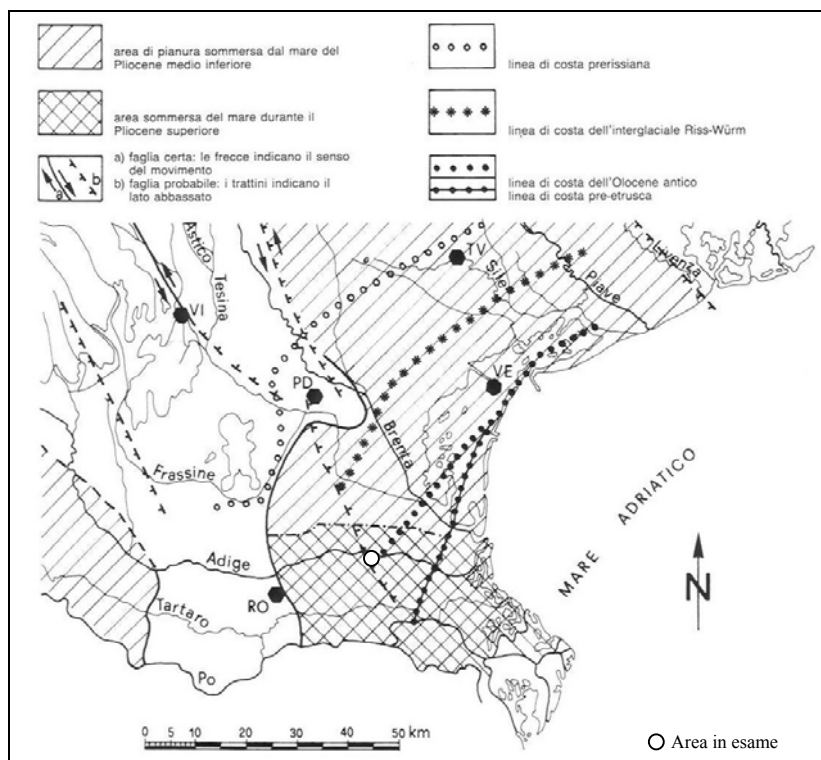


Figura 6 – Contesto geologico dell'area in esame (estratto dallo “Studio geoambientale e geopedologico del territorio provinciale di Venezia - parte meridionale” – Provincia di Venezia, 1994).

che hanno influito sui processi di sedimentazione inducendo variazioni del livello marino e alternanze di ambiente marino e lagunare. Prendendo come riferimento cronologico l'età romana imperiale essa è riconoscibile da una superficie di discontinuità di erosione fluviale, molto estesa arealmente, che probabilmente corrisponde a quella individuata nel Ravennate ed attribuita al IV-VI sec. d.C..

Dopo il 1000, nel periodo del medioevo, l'attività umana ha profondamente modificato l'aspetto e l'equilibrio idro-geografico della laguna e l'evoluzione geologica viene notevolmente condizionata da interventi molto invasivi, (per es. si pensi all'estromissione delle foci fluviali dalla laguna, alla stabilizzazione dei cordoni sabbiosi a difesa della laguna, ecc.). Questi interventi hanno limitato il riempimento della laguna ma contestualmente hanno favorito l'approfondimento incrementando il tasso di subsidenza (geochimica) indotta dall'ingressione del cuneo salino in ambienti di acque dolci. Considerando che le prime opere di bonifica sono avvenute nel 1700 si deduce che i terreni più superficiali hanno avuto il tempo di consolidarsi; già nel 1800 il sito in esame risulta compreso in aree emerse coltivate.

Dallo studio condotto si presume che nell'area in esame i terreni sabbiosi di ambiente marino siano presenti alla profondità di 8-10 m; sopra vi sono terreni alluvionali fluviali relativamente più recenti.

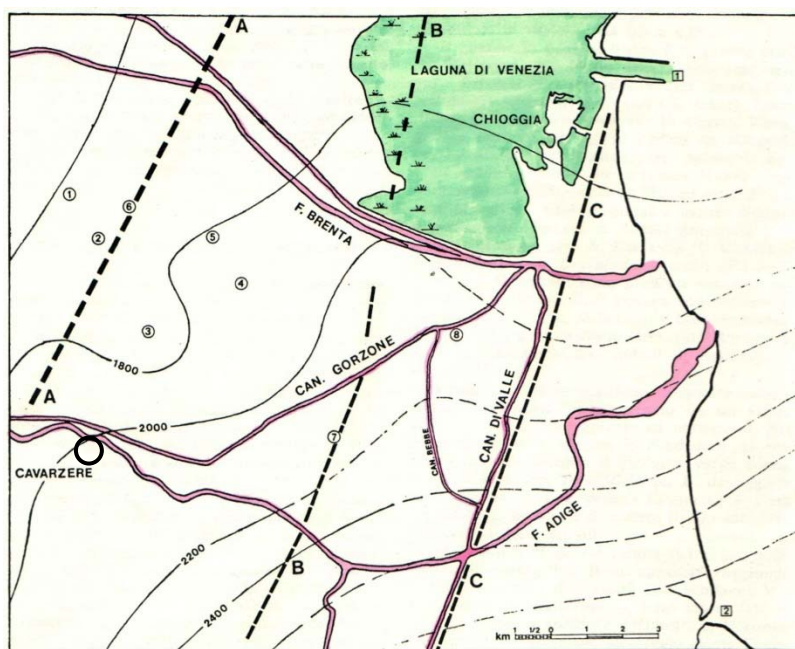


Fig. 1 - A-A: massima ingressione marina nell'Olocene.
B-B e C-C: successive posizioni della linea di spiaggia.

Figura 7 – Estratto da: “La sedimentazione olocenica nella piana costiera tra Brenta e Adige” – V. Favero, R. Serandrei Barbiero. Ist. Geografia Un. PD (1978)

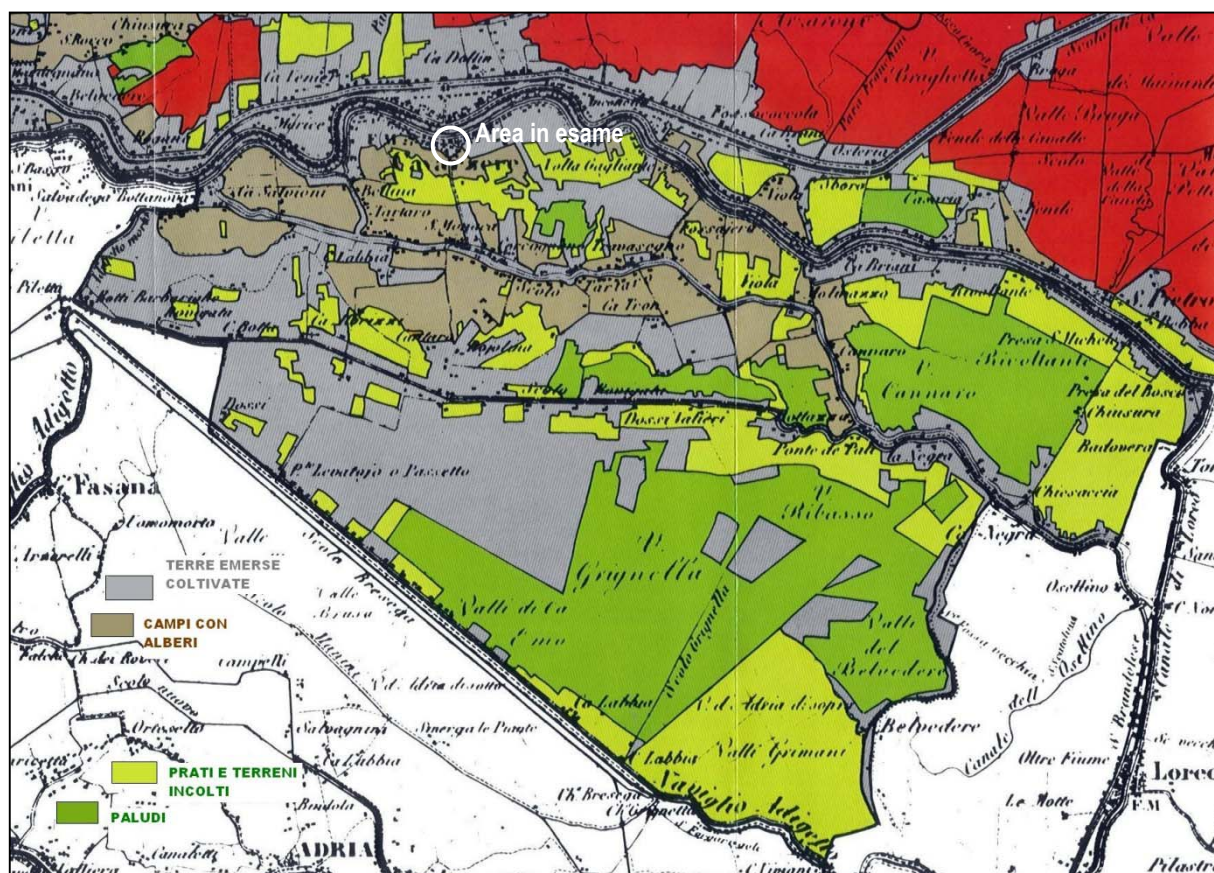


Figura 8 – Particolare della tavola “Situazione topografica esistente nel 1833”; (estratto dallo “Studio geoambientale e geopedologico del territorio provinciale di Venezia - parte meridionale” – Provincia di Venezia, 1994).

Geomorfologia

Il territorio comunale si colloca nella parte orientale del Polesine, formato e modellato dalle divagazioni fluviali quaternarie principalmente dei fiumi Adige e Po, unitamente all'azione marina lungo la costa. I depositi fluviali rappresentano l'ultima fase di riempimento dell'area.

Il sottosuolo è quindi caratterizzato da sequenze stratigrafiche di terreni misti costituiti da sabbie, limi ed argille in diversa percentuale, in funzione dell'energia idrodinamica della corrente e dei meccanismi di trasporto che li ha coinvolti. L'orografia di questo territorio rispecchia i processi sedimentologici legati al divagare naturale delle acque fluviali che hanno creato un paesaggio con dossi meandrici in rilievo, ventagli di esondazione, aree intercluse con ristagno d'acqua e bacini paludosi dove l'accumulo di detrito vegetale, in ambiente anaerobico, ha formato strati di

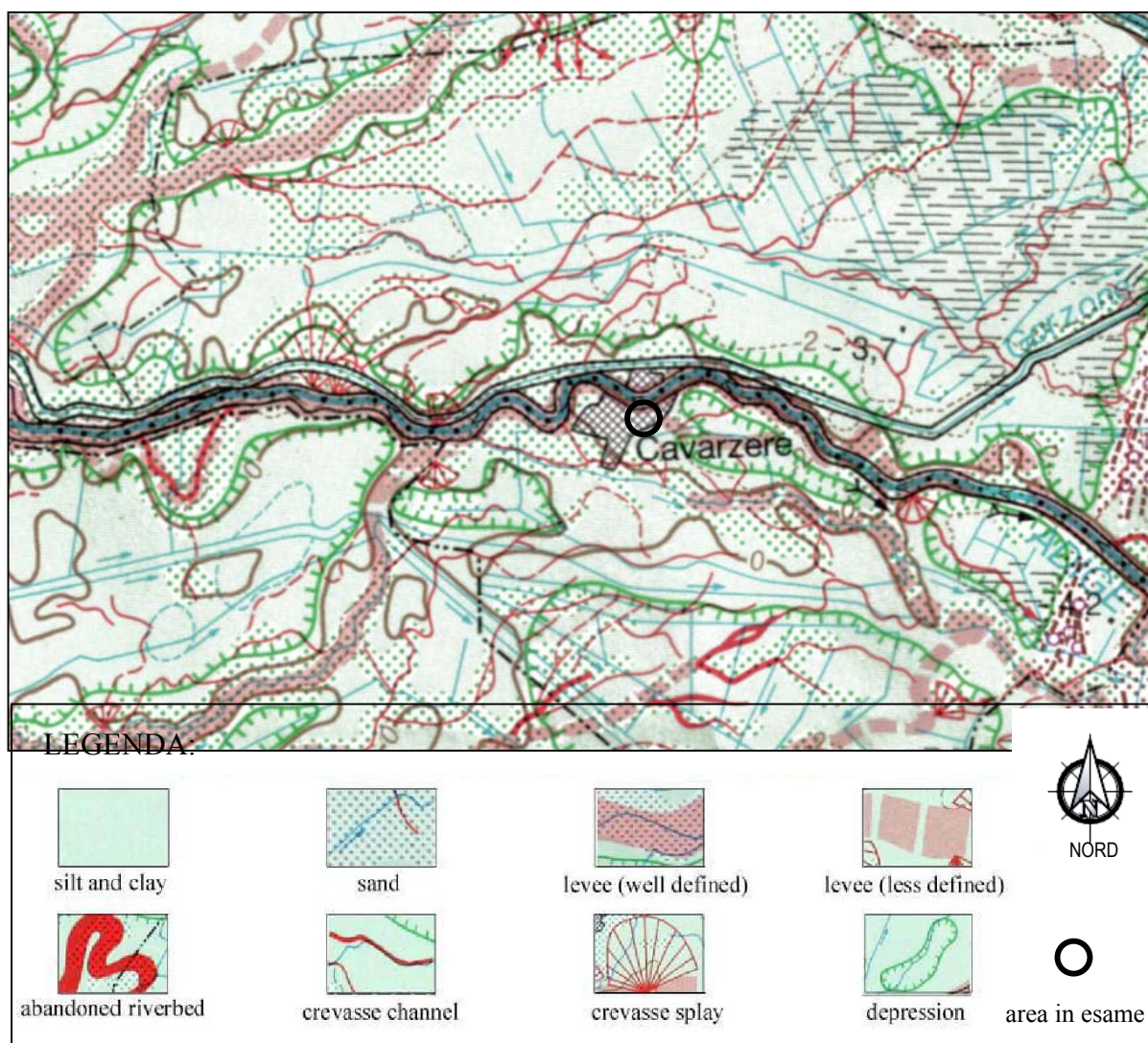


Figura 9 – Estratto della Carta Geomorfologica della Pianura Padana (G.B. Castiglioni e al., 1997)

terreni fini coesivi con elevato tenore organico e resti torbosi. In prossimità dei corsi d'acqua, il

maggiore tasso di sedimentazione e la bassa compressibilità dei depositi sabbiosi, ha compensato la naturale subsidenza del terreno pertanto i fiumi sono delimitati da argini naturali sabbiosi che, come gli stessi alvei, si trovano in rilievo rispetto al territorio circostante. Gli interventi antropici, mirati al contenimento delle piene e alle bonifiche del territorio, hanno avuto come conseguenza un irrigidimento artificiale della rete idrografica e i sedimenti fluviali non hanno più potuto depositarsi in modo naturale; con il passare del tempo il dislivello con le piane alluvionali circostanti tende quindi ad accentuarsi. Nel territorio circostante al sito in esame sono state riconosciute ramificazioni padane, in particolare del corso della Filistina (Po di Adria) che giunto a Crocetta (Rovigo) si biforcava in due rami: uno proseguiva per Adria e l'altro per Sarzano-Mardimago-Anguillara-Borgoforte-Agna-Cona-Conca d'Albero-Civè. Tra l'attuale corso dell'Adige e l'antico corso del Po di Adria, sono segnalati alcuni paleoalvei allungati secondo la direzione SO-NE, attribuiti a ramificazioni meridionali dell'Adige antico, che scorreva più a Nord. Nel periodo romano l'Adige scorreva da Verona a Cologna - Montagnana - Este, dove si divideva in due rami; il Togisone (poi Viginzone) lambiva i Colli Euganei e sfociava in laguna a Chioggia, il secondo giungeva verso Cavarzere con varie ramificazioni attraversando il Foresto e si ricongiungeva ad oriente con il Togisone.

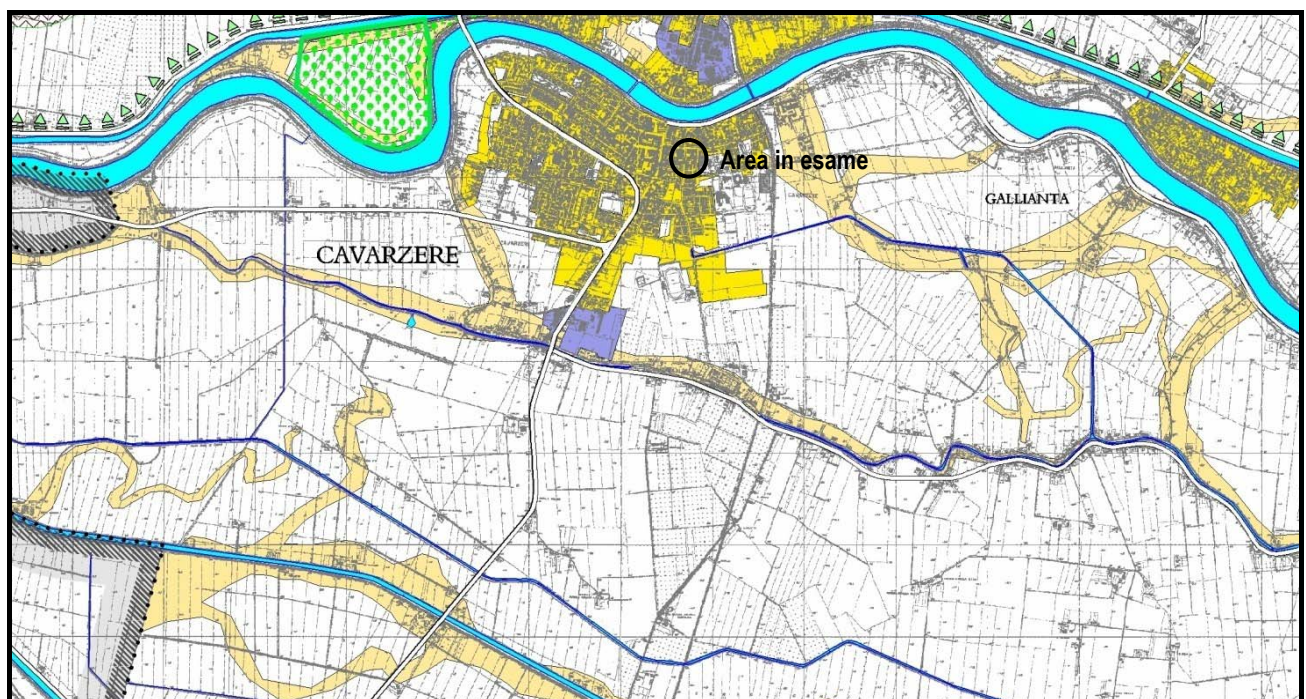


Figura 10 – “Carta dei sistemi territoriali” estratto dal P.T.P – Provincia di Venezia, 1999

Oltre l'argine destro del fiume Adige, l'elemento morfologico più evidente individuato a sud del centro urbano di Cavarzere, è una fascia di sabbie allungata approssimativamente da est a ovest che parte dalla località di Lezze, segue il corso del Tartaro e, raggiungendo Cà Labia prosegue per Cà Piasenti; prima di raggiungere quest'ultima la fascia si allarga e comprende un'area leggermente in rilievo, come si evince seguendo la curva della isobata a 0 m slmm. Poco più a est del sito in esame è ben definita la traccia di un altro paleoalveo minore, inizialmente a forma di dosso che attraversa una conca depressa allungata lungo la destra idrografica dell'argine dell'Adige. Il sito in esame si trova a ~100 metri dal corpo arginale destro del fiume, compreso entro la fascia laterale di sedimenti dell'Adige con terreni sabbiosi in superficie. Questi sedimenti appoggiano su depositi alluvionali più antichi del Po (Unità di Pegolotte e Unità di Adria secondo Bondesan *et al.*, 2008) caratterizzati da depositi di palude salmastra (terreni argillosi limosi organici e torbe). Nel territorio comunale è segnalata la presenza di un orizzonte di argille sovraconsolidate, a volte con noduli calcarei, che rappresenta il tetto dei depositi alluvionali di età pleistocenica, alla profondità di circa 9÷10 metri. In alcuni casi è stato individuato un livello di torba (depositi di retrobarriera ?) con spessore massimo di 80 cm, che separa i sedimenti alluvionali pleistocenici dai sovrastanti depositi lagunari. Sopra sono segnalati depositi di palustri che terminano con depositi di piana inondabile, depositi di canale fluviale, di argine e di ventaglio di rotta compresi nell'unità di Cavarzere. Generalmente gli strati sono alternati e variano lateralmente il loro spessore formando dei lobi che si interdigitano.

Analizzando il microrilievo, si desume che siamo in una zona intermedia, mediamente in rilievo, con quote del piano campagna di +0,6 metri s.l.m.m. mentre andando verso est vi sono depressioni con inferiori al livello medio del mare.

DESCRIZIONE DEL SOTTOSUOLO

Il sottosuolo presente a Cavarzere, nei primi 30 metri partendo dalla superficie del piano campagna, presenta dapprima depositi di tipo continentale e successivamente di ambiente litorale marino.

Considerando le informazioni presenti nella letteratura esistente e confrontando i dati acquisiti da esperienze in siti compresi nel territorio comunale a sud del fiume Adige, si descrive orientativamente la serie litostratigrafica presunta che dovrebbe caratterizzare l'area in esame.

Si riporta indicativamente il testo e una sezione stratigrafica orientata Nord-Sud rilevata in una pubblicazione consultata:

“Si tratta di sedimenti sabbioso-limosi e limoso-sabbiosi deposti dall'Adige e dal Tartaro durante episodi sia di esondazione che di rotta, quando i due fiumi non erano ancora arginati. Essi poggiano su sedimenti palustri prevalentemente argillosi e limosi. Colpisce l'esiguo spessore dei depositi dell'Adige rispetto a quelli del Tartaro: potrebbe trattarsi della ripresa da parte del Tartaro di un antico percorso fluviale, quando quest'ultimo si sarebbe impostato definitivamente più a Nord. Alla base del profilo si rileva la presenza di sabbie litorali (microfauna) e di limi argillosi di origine lagunare, relativi alla fase di massima ingressione marina....”

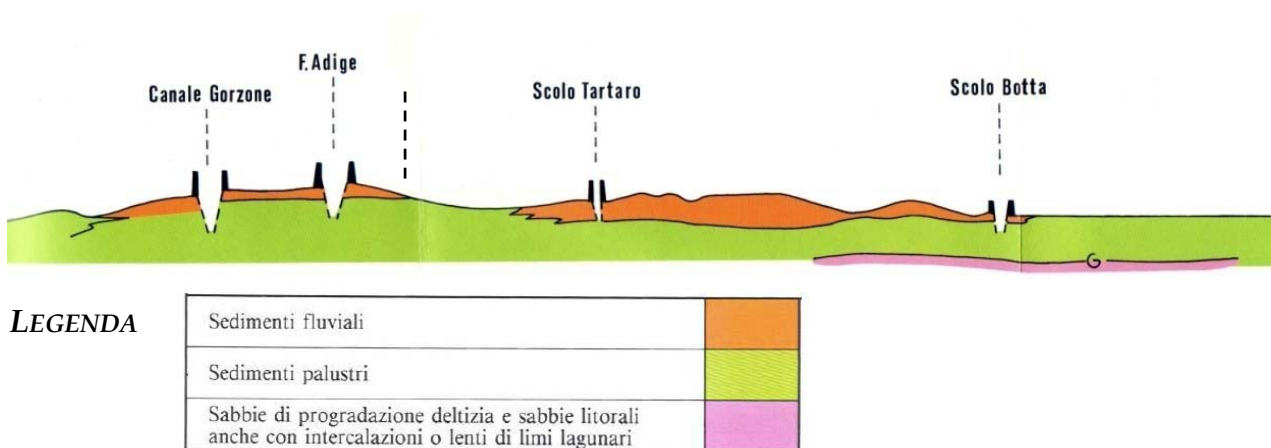


Figura 11 - Particolare della tavola “Sezioni geologiche” tratta dallo “Studio geoambientale e geopedologico del territorio provinciale di Venezia - parte meridionale” – Provincia di Venezia, 1994.

Formazioni di canale fluviale

Depositi dovuti a esondazioni, rotte, disalveazioni di età relativamente recente ed attuale, costituiti da corpi sabbiosi di sabbie da medio-grosse a fini, talvolta limose, con gradazione normale e spessori variabili fino ad un massimo di 5 metri. Nel sito in esame si presume che possa essere limitato a 1-2 m e possa avere angoli di attrito efficace ϕ' di 28-30°.

Formazioni palustri

Il passaggio dall'ambiente continentale a quello di spiaggia passa attraverso una fase con

ambienti “anfibi” rappresentati da paludi e stagni, caratterizzati dalla sedimentazione in condizioni anaerobiche di terre fini (argille e argille limose con elevato tenore organico ricche di resti vegetali e prive di conchiglie) e la formazione dei tipici depositi torbosi. Questi terreni sono coesivi e possono avere spessori di oltre 7-8 m. Dal punto di geotecnico sono caratterizzati da una coesione non drenata c_u che può variare da valori minori di 10 kPa nei livelli poco consistenti organici a oltre 30 kPa negli strati più consistenti.

Formazioni lagunari

Tra il lido e l'entroterra si formano vaste lagune dai caratteristici depositi fini. Limi con microfaune di ambiente lagunare si ritrovano oltre i 4÷5 metri di profondità, con spessori mediamente compresi tra 2 e 4 metri. Alternati a questi depositi fini vi sono i depositi marini litorali, costituiti da sabbie fini con microfaune marine.

Lo spessore di queste formazioni è molto variabile localmente; nell'area ad Est della località “Rivoltante” il tetto delle sabbie litorali è stato segnalato fra 4,5 e 5,5 m sotto il livello del mare; in aree prossime al sito in esame sono state rilevate oltre 10 m dal p.c.. Sono caratterizzate da valori molto variabili della resistenza alla penetrazione della punta conica, che vanno da 20 daN/cm², nei primi 6-7 m a oltre 100 daN/cm². Da ciò si deduce che anche i parametri geotecnici caratteristici variano verticalmente: si va da c_u di 50-60 daN/cm² a per i terreni fini argillosi limosi a ϕ' di 26-32 ° e oltre per i terreni incoerenti sabbiosi; depositi di sabbie più addensate sono segnalate negli strati più profondi, oltre i 18-20 m di profondità. Si osserva che in varie aree del territorio comunale sono stati rilevati frequenti alternanze di terreni meno resistenti di spessore metrico (variabile lateralmente), con valori di resistenza alla penetrazione inferiori, che interrompono gli strati sabbiosi più resistenti per cui si ritengono indispensabili più verifiche in sito entro l'area di sedime degli edifici allo scopo di progettarne adeguatamente le fondazioni.

La presenza di notevoli spessori di terreni fini organici, soprattutto nella parte più superficiale, rende necessaria anche un'adeguata valutazione del profilo sismico allo scopo di definire correttamente l'amplificazione sismica locale.

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

ASPETTI GENERALI

Il territorio di Cavarzere ricade nell'unità idrogeologica definita "Bassa Pianura Veneta", caratterizzata da una copertura alluvionale di materiali fini che comporta la presenza di un insieme di falde libere o in debole pressione, che costituiscono la cosiddetta falda freatica. Il livello piezometrico è solitamente localizzato nei primi metri di profondità dal piano campagna.

Le falde in pressione (artesiane) ed il sistema multifalde profondo si trovano negli strati acquiferi sabbiosi presenti in genere a partire dai 30 ÷ 50 metri di profondità, dopo uno strato impermeabile che isola la falda superficiale. Limitando l'analisi su una verticale locale, le falde profonde in pressione restano indipendenti sia dalle acque superficiali, sia dalle acque della prima falda, in quanto isolate dagli strati argillosi continui presenti nella bassa pianura. A monte, nelle aree pedemontane di ricarica degli acquiferi, è presente la fascia del sistema idrogeologico indifferenziato, con presenza di un'unica grande falda di tipo freatico. Il sistema multifalda della media e bassa pianura rappresenta la prosecuzione differenziata verso valle di un'unica potente falda che ha origine nell'alta pianura.

Nel sito in esame possiamo trovare una prima falda prossima al piano campagna (p.c.) mediamente compresa entro i primi due metri. Si tratta di una falda acquifera povera e discontinua, spesso di tipo confinato con debole risalienza, solo localmente presenta caratteri di falda libera o freatica.

La prima falda è discontinua in quanto defluisce preferenzialmente entro i terreni sabbiosi seguendo i paleoalvei e i ventagli di esondazione. In altre zone, dove è pure possibile misurare nei piezometri un determinato livello idrico, si tratta di limitati e locali strati acquiferi saturi o anche di acquitardi, variamente interconnessi e non direttamente legati da una stessa direzione di flusso. La falda è definita "povera" in quanto spesso non è possibile estrarre portate d'acqua significative.

La struttura e la geometria della prima falda è regolata dalla mutua interferenza tra corsi d'acqua e acque superficiali, oltre all'apporto dovuto alla ricarica netta da parte delle precipitazioni meteoriche su suoli permeabili. I fiumi, se presentano carattere pensile alimentano la falda; se invece il fondo dell'alveo è più basso del p.c. si possono avere due diverse condizioni in relazione al livello idrico: alveo alimentante oppure alveo drenante. Gli scoli drenano la falda mentre i canali consorziali la alimentano con l'irrigazione di soccorso. Le idrovore creano un gradiente idraulico che risulta determinante per il flusso sotterraneo. I prelievi di acque

sotterranee per uso irriguo e domestico interessano gli acquiferi presenti a partire dalla profondità di 12 – 20 metri.

Nelle aree di bassa pianura soggette a scolo meccanico, si individua un bacino di bonifica, in genere delimitato da rilevati di arginature fluviali (più raramente stradali), all'interno del quale vi è una propria falda. Pur riconoscendo le interconnessioni con i bacini contermini, ogni falda di bacino di bonifica è dotata di un proprio gradiente, direzione e regime. A tale riguardo, lo studio idrogeologico della provincia di Venezia del 2000 afferma che non è possibile la costruzione di una carta ad isofreatiche di validità generale.

Gli studi condotti hanno consentito di appurare che la profondità della falda varia sensibilmente in funzione dell'altimetria e che le zone di paleoalveo (in debole risalto morfologico) segnalano profondità maggiori rispetto a quelle delle depressioni interfluviali argilloso-torbose.

La recente classificazione CNR – IRSA ed APAT relativa ai corpi idrici sotterranei, riporta la tabella seguente, che interessa l'ambito geografico in studio.

Complessi idrogeologici	sigla	Sub-complessi	Tipologia di acquifero (assetto idraulico)
Depositi alluvionali delle depressioni quaternarie	DQ	DQ 1 indifferenziato dell'alta pianura padano-veneta	DQ 1.1 Acquifero monostrato freatico
			DQ 1.2 Acquifero complesso a livelli sovrapposti: falda freatica superficiale e livelli confinati profondi interconnessi
		DQ 2 Differenziato della media e bassa pianura padano-veneta	DQ 2.1 Acquifero multifalda confinata con orizzonti impermeabili di estesa continuità spaziale; in superficie può essere presente un acquifero freatico connesso o meno con la rete idrografica
		DQ 3 Depositi alluvionali delle depressioni interne e litoranee	DQ 3.1 Acquifero prevalentemente freatico con locali confinamenti
			DQ 3.2 Acquifero complesso a livelli sovrapposti: falda freatica superficiale e livelli confinati profondi interconnessi

Tabella 1 – Schema delle tipologie di acquiferi

Con riferimento alla tabella proposta sopra, il territorio in studio ricade nel sub-complesso differenziato della bassa e media pianura padano-veneta DQ 2. L'assetto idraulico è quello di un acquifero multifalda confinata, con orizzonti impermeabili di estesa continuità spaziale, con presenza in superficie di un acquifero freatico connesso con la rete idrografica DQ 2.1.

Nella recente pubblicazione del progetto SAMPAS dell'ARPAV: "Le acque sotterranee della pianura veneta - 2008", è riportato che la falda freatica superficiale è scarsamente utilizzata a causa della bassissima potenzialità e risulta spesso compromessa dal punto di vista chimico, sia a causa di contaminanti di origine antropica (solventi organo alogenati, fitofarmaci, nitrati, solfati,

cloruri, metalli pesanti, idrocarburi, ecc..) che di origine naturale. In questa pubblicazione inoltre è riportato che le acque sotterranee secondo l'indice SQuAS, fanno parte della classe "D": Impatto antropico nullo o trascurabile, ma con presenza di complessi idrogeologici con intrinseche caratteristiche di scarsa potenzialità idrica.

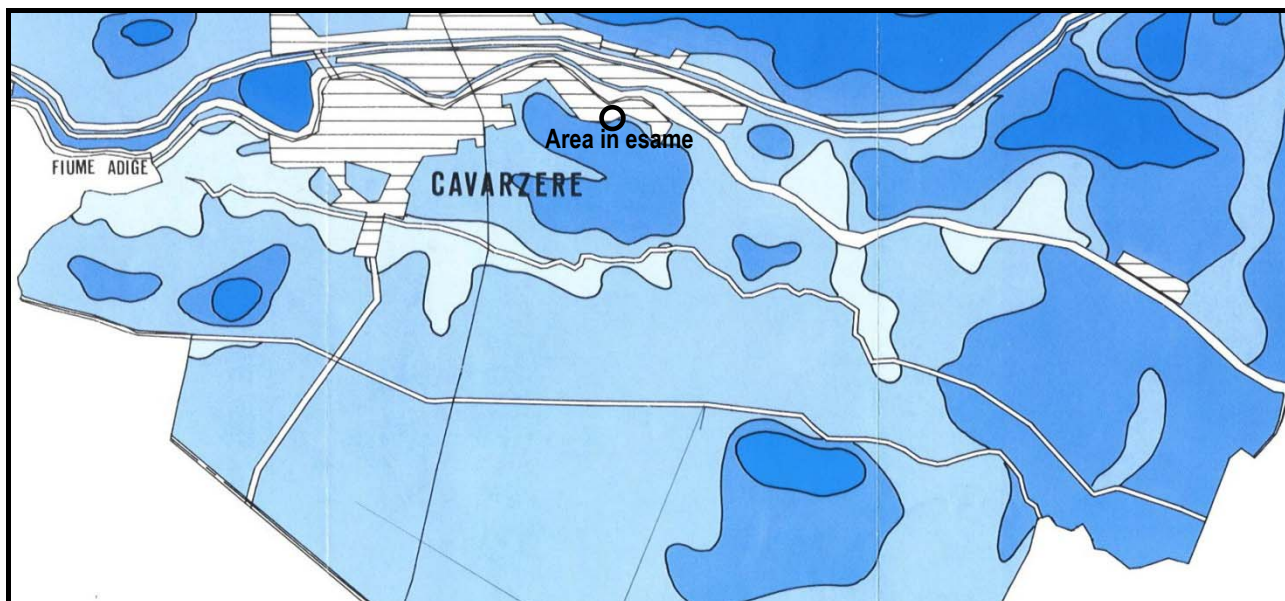
Per quanto riguarda le caratteristiche chimiche, viene indicata la presenza di nitrati, per gli inquinanti di origine antropica, di ferro, manganese, arsenico e ione ammonio per gli inquinanti di origine naturale.

FALDA SUPERFICIALE O FREATICA

Nell'ambito territoriale di Cavarzere, la falda freatica denominata anche come "prima falda" è alloggiata entro uno strato acquifero eterogeneo sia arealmente che in profondità. In genere la copertura alluvionale è argilloso-limosa, quindi con valori di permeabilità talmente ridotti da non consentire un'apprezzabile infiltrazione. Al contrario le fasce di paleoalveo, essendo costituite prevalentemente da depositi sabbioso-limosi, presentano una permeabilità tale da permettere l'infiltrazione e anche la presenza di una falda libera. Una tale situazione litologico-permeabile consente una interdipendenza-correlazione tra le acque superficiali e quelle sotterranee che compongono la prima falda, che varia arealmente sulla base della successione litologica presente nel sottosuolo. La prima falda presenta un regime che dipende da tre fattori:

1. dall'alimentazione per dispersione dei corsi d'acqua arginati con livello più elevato del piano campagna della pianura; oltre ai corsi fluviali attivi, anche i paleoalvei contribuiscono ad alimentare la prima falda, in quanto si tratta di corpi allungati con permeabilità maggiore rispetto alle vaste aree di pianura interfluviale, che in genere sono connessi a corsi d'acqua attivi;
2. dalla regolazione controllata dal Consorzio di Bonifica, sia attraverso il drenaggio operato nella rete di scolo mediante il richiamo esercitato dall'idrovora che crea un gradiente all'interno del sottobacino idraulico, sia talora dall'operazione inversa, ovvero dall'irrigazione di soccorso;
3. dall'infiltrazione delle acque meteoriche nelle aree permeabili (ricarica netta).

A livello locale gli apporti delle varie fonti, pur se diversi, sono di fatto interconnessi e contribuiscono in varia misura al regime della falda caratteristica della parte meridionale della provincia di Venezia e del Basso Polesine.



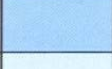
LEGENDA	
Profondità (m): 0.00 - 0.70	
0.70 - 1.50	
1.50 - 2.50	
> 2.50	

Figura 12 – Particolare della tavola “Franco di bonifica” (estratto dallo “Studio geoambientale e geopedologico del territorio provinciale di Venezia - parte meridionale” – Provincia di Venezia, 1994).

FALDE PROFONDE

La situazione della idrogeologia che riguarda le falde profonde è caratterizzata da un sistema a più falde sovrapposte ed in pressione, alloggiate in acquiferi sabbiosi, separate da strati di litotipi argillosi impermeabili. La pubblicazione “Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia” della Provincia di Venezia del 2000, presenta la sezione M1 che interessa il centro urbano di Cavarzere ed attraversa l’Adige in località Martinelle. Come si osserva nel profilo sotto proposto, nei primi 200 - 220 metri del sottosuolo, sono individuati tre strati acquiferi separati da limi ed argille. A Cavarzere centro in particolare, il pozzo pozzo 3544 mette in evidenza uno strato acquifero tra - 80 e - 130 m p.c., con incluso uno strato argilloso-limoso, che localmente presenta uno spessore di circa 18 metri.

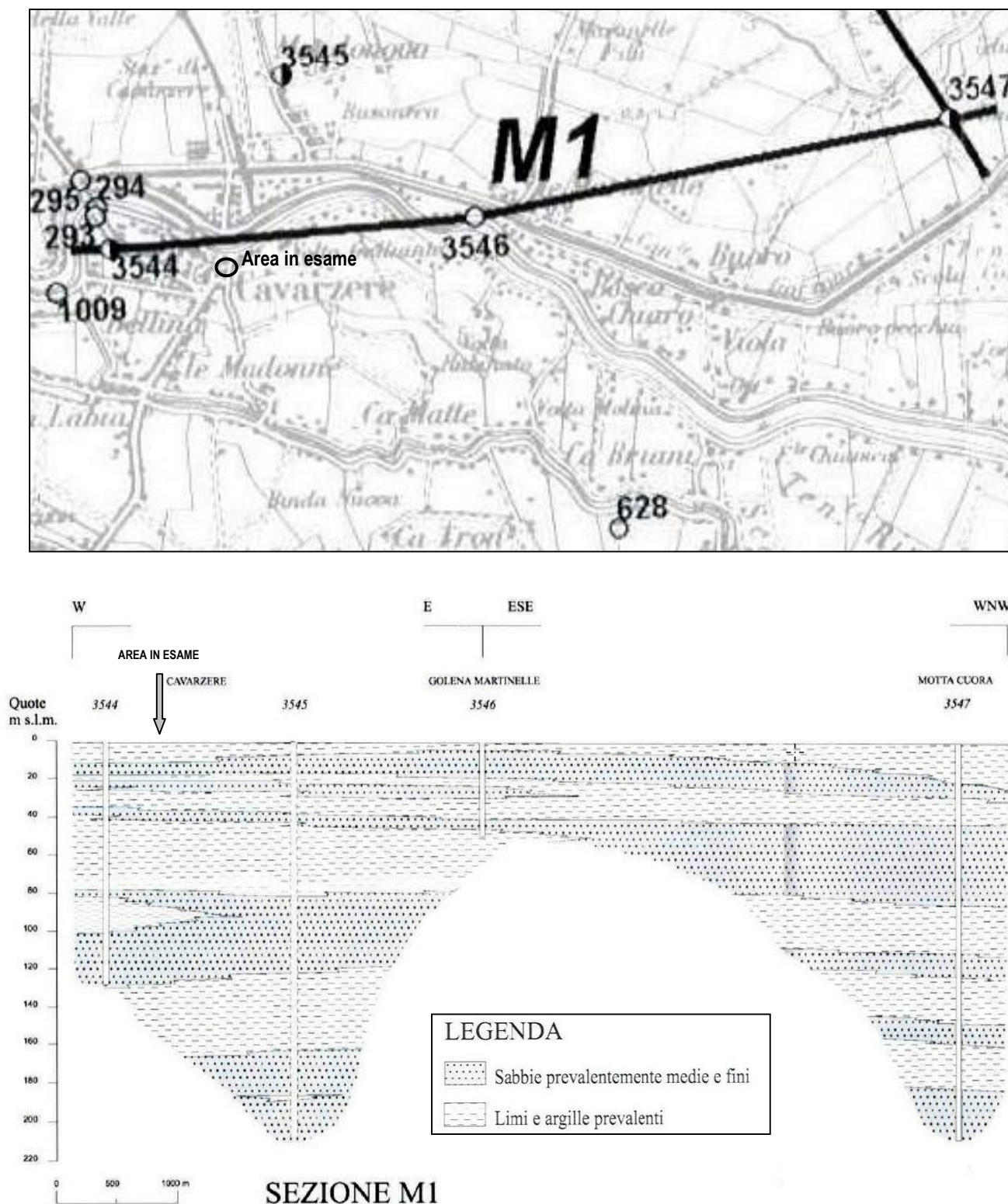


Figura 13 - Estratto da "Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia", Provincia di Venezia, 2000

CONTAMINAZIONE SALINA

Il processo di intusione di acqua salata, conseguenza della vicinanza con il mare è determinato dalla “morfologia infossata” del territorio, con quote anche a - 4 m slmm, associato alla risalita e conseguente dispersione dell’acqua di marea che risale l’Adige. Altri fattori locali che contribuiscono ad aggravare la situazione nell’entroterra sono dovuti l’azione della bonifica idraulica, che mantiene la prima falda a - 1 - 3 m sotto al piano campagna ed all’emungimento di acque dal sottosuolo, che determina un innalzamento dell’interfaccia acqua dolce/acqua salata.

Nella zona di Cavarzere è segnalata la presenza di acqua salata in alcuni pozzi alla profondità di 180 ÷ 200 metri. In genere la contaminazione degli acquiferi più profondi è dovuta alla presenza di acque salate fossili.

La salinizzazione delle falde freatiche è invece causata dalla intrusione del cuneo salino marino attraverso lo strato sabbioso olocenico e anche dalla risalita lungo i fiumi (alcuni km nell’entroterra) di acqua salata con conseguente dispersione dal fondo dell’alveo. La pubblicazione “Il Progetto ISES per l’analisi dei processi di intrusione salina e subsidenza nei territori meridionali delle provincie di Padova e Venezia” di L. Carbognin e L. Tosi - C.N.R. 2003, ha interessato il territorio a Nord dell’Adige, pur tuttavia permette di confrontare la situazione anche meridionale di Cavarzere. Le sezioni 8 e 10 terminano subito a Nord di Cavarzere (Valcerere e Bebbe) e segnalano la presenza di acque salate a - 10 metri. In corrispondenza di fiumi e scoli, l’interfaccia acqua dolce/acqua salata viene abbassata fino a - 15 metri.

La base della contaminazione salina si approfondisce in genere da Nord a Sud, passando da 15÷30 m a 60÷75 m. Per Cavarzere abbiamo una misura di - 90 m vicino a Villaggio Busonera.

Quando la contaminazione salina è prossima alla base dei suoli coltivati, si è registrato che anche le acque superficiali che drenano la prima falda possono evidenziare il contenuto salino. Gli scoli ed i canali irrigatori assumono stagionalmente un ruolo positivo nella mitigazione del processo della contaminazione salina, rilasciando acque dolci a monte, si viene a creare un fascio di nastri alimentanti, che qualora si congiungano sono in grado di garantire l’approvvigionamento di acqua dolce ai suoli coltivati.

Alla luce di quanto riportato sopra, per i paleoalvei sabbiosi vi possono essere due diverse funzioni: da serbatoio delle acque dolci piovane, oppure da asse drenante l’acqua salata del sottosuolo.

SUBSIDENZA

In linea generale la continua subsidenza che caratterizza la bassa pianura veneta, risulta più marcata verso l'asse padano e verso la fascia costiera. Nella "Carta altimetrica e dei movimenti verticali del suolo della Pianura Padana" – Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica – SELCA Firenze 1997, l'entità dei movimenti è desunta dalle livellazioni dell'I.G.M. effettuate nel periodo 1897 – 1957: per l'area compresa tra Adige e Po di Venezia sono compresi tra 4 e 7 mm/anno. Più recentemente abbiamo i dati tra il 1942 e il 1988, che indicano le velocità medie annue misurate lungo alcune linee di livellazione. Tra queste, la più vicina passa per Adria e Chioggia (linea 19) ed i rilevati interessano anche la parte meridionale del territorio comunale di Cavarzere. Nei profili allegati possiamo notare un'area di forte abbassamento differenziato, localizzata tra il fiume Brenta a Nord e Codigoro a Sud. Le rilevazioni degli anni 1956/57 hanno fornito un abbassamento medio di 20 cm dal 1950/51. Tra il 1956/57 ed il 1970 si è avuto un ulteriore incremento con diminuzione del suolo dell'ordine di 50 cm. Le misure più recenti sono del 1988 ed hanno rilevato sostanzialmente un abbassamento molto contenuto rispetto all'andamento generale precedente, limitato a circa 10 cm (profilo allegato). La livellazione ISES del CNR 2003, citata nel capitolo CONTAMINAZIONE SALINA, ha interessato il territorio di Cavarzere posto a Nord dell'Adige; il profilo più vicino è Brondolo - Cavanella d'Adige, che confronta la situazione relativa al 1988 – 2000 e riporta un ridimensionamento della subsidenza a valori di 2,0÷3,5 mm/anno. La conclusione del rapporto è molto significativa, in essa si afferma che la subsidenza odierna è ormai solamente naturale, evidenziando l'influenza positiva derivata dal ridimensionamento degli sfruttamenti di acque sotterranee. Una subsidenza limitata agli strati argillosi del suolo e sottosuolo può derivare dalla salinizzazione dei sedimenti superficiali, in seguito alla variazione del chimismo delle acque della prima falda, che determina un collasso delle argille.

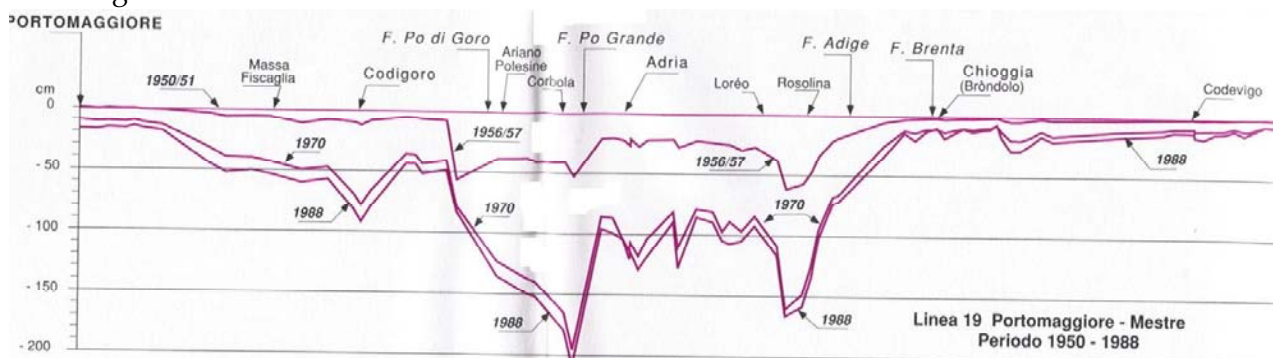


Figura 14 – Grafico tratto dalla "Carta altimetrica e dei movimenti verticali del suolo della Pianura Padana" – Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica – SELCA Firenze, 1997

IDROGRAFIA

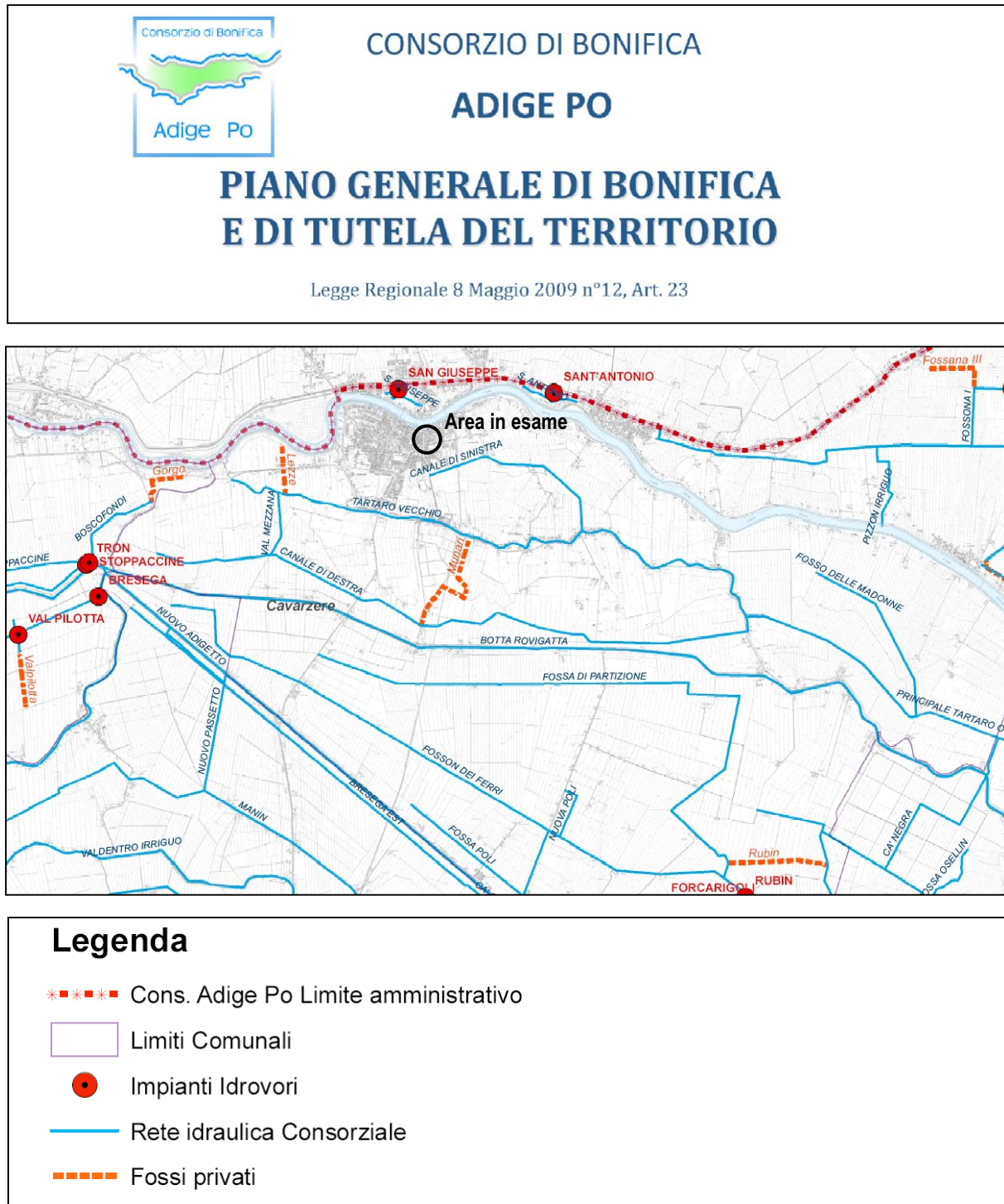


Figura 15 – Estratto della “Carta della rete privata”, dal Piano Generale di Bonifica e di Tutela del Territorio del Consorzio di Bonifica Adige Po (2010)

RETE IDROGRAFICA NATURALE (FIUMI) O DELLE ACQUE ALTE

I percorsi fluviali che interessano il territorio di Cavarzere sono l'Adige, l'Adigetto, il Gorzone ed il Tartaro. Di questi solo l'Adige mantiene una portata naturale, gli altri alvei fluviali vengono utilizzati dal Consorzio di Bonifica Polesine Adige Canalbiano, assumendo il ruolo di canale di scolo o di irrigazione.

Adige

Nasce da una sorgente vicina al lago di Resia a quota 1586, ha un bacino imbrifero di kmq 11.954 e dopo un percorso di km 409 sfocia con un delta triangolare a Porto Fossone. Le quote dell'alveo sono: m. 12 a Legnago, m. 3.71 a Boara Pisani, - 1.23 m s.l.m. a Cavarzere. La portata al colmo della piena del 1928 fu stimata in 1650 mc/sec a Boara Pisani, ponendo in evidenza il carattere torrentizio della fase ascendente dell'onda di piena con incrementi orari dell'ordine di 40 cm. La quota degli argini a Cavarzere è dell'ordine di + 8.5 m s.l.m. e il dato di massima piena misurata è di + 4.80 m s.l.m. La galleria fra Mori e Torbole costruita negli anni '60 consente di scaricare le acque dell'Adige nel lago di Garda (500 m³/sec).

Adigetto

L'attuale percorso del Naviglio Adigetto deriva le acque dall'Adige a Badia Polesine e giunge in località Botti Barbarighe scorrendo su un alveo molto antico; da qui prosegue verso Sud Est con un tratto artificiale rettilineo fino a Volta Scirocco (Adria), dove le acque vengono sollevate ed immesse nel Canalbiano.

Dati e considerazioni geomorfologiche basate sul corso pensile, ampio, completamente terrazzato e sulla litologia dei depositi alluvionali conducono ad un'origine antica. Già nel periodo romano l'Adigetto segnava il confine amministrativo (a Lendinara) tra il municipio di Adria a Sud e quello di Este a Nord. Sembra certo che in età romana il tracciato dell'Adigetto fosse quello dell'Adige "antico".

Gorzone

Questo fiume è stato irreggimentato e di norma funziona come recettore delle acque di bonifica e confluisce nel sistema Brenta-Bacchiglione poco prima di Brondolo. Il bacino imbrifero del Canale Gorzone comprende quello del fiume Fratta e del Frassine ed anche il bacino montano del torrente Agno-Guà.

Tartaro

L'idronimo Canabianco è la denominazione data al Tartaro quando il corso d'acqua entra nel Polesine e sarebbe da porre in relazione ad un tempo passato nel quale avveniva l'apporto di acque atesine ("chiare" acque dell'Adige) attraverso il Castagnaro, che essendo fredde avrebbero ostacolato la crescita della vegetazione acquatica del Tartaro, rendendo le acque meno scure.

Il Tartaro è un fiume di risorgiva con le sorgenti nella zona a Sud di Verona, che convoglia le acque provenienti dall'anfiteatro morenico del Garda e dalle risorgive dell'alta pianura veronese presenti nella zona di Castel d'Azzano. Il suo maggiore affluente è il Tione, che presenta invece un bacino montano. Data la sua origine, il Tartaro-Canabianco trasporta scarsi materiali detritici. Dopo aver attraversato il margine meridionale delle Valli Grandi Veronesi, il corso d'acqua continua nella Provincia di Rovigo, dove il suo alveo è in gran parte artificiale.

In molti tratti del percorso polesano sono state eseguite rettifiche dell'asta fluviale nell'ambito del progetto della idrovia Tartaro-Fissero-Canabianco. I lavori eseguiti tra gli inizi di questo secolo e gli anni '40, per renderlo navigabile hanno rettificato lunghi tratti del suo corso sinuoso e meandriforme. Verso la fine degli anni '40 i problemi causati dalle rettifiche dell'alveo e dalla cattiva condizione degli argini, provocarono una crisi idraulica nel Tartaro-Canabianco.

RETE IDROGRAFICA ARTIFICIALE (SCOLI) O DELLE ACQUE BASSE

Il territorio comunale di Cavarzere rientra nel bacino idrografico del Canabianco e si viene a collocare in una pianura alluvionale di bonifica soggetta al sollevamento meccanico forzato delle acque mediante idrovora, la cui gestione idraulica è di competenza del Consorzio di Bonifica La competenza della gestione della rete idrografica artificiale è del Consorzio di Bonifica Adige Po con sede a Rovigo.

Scoli con livello idrico più alto del piano campagna.

Tra l'Adige ed il Canabianco vi sono lo Scolo Botta ed il Naviglio Adigetto.

Scoli con livello idrico più basso del piano campagna.

Lo Scolo Tartaro accoglie le acque del Nuovo Scolo di Destra e, una volta giunto in località Punta Pali entra nello Scolo Botta; quest'ultimo presso Oselin confluisce nel Canale di Loreo.

L'area urbana di Cavarzere si trova all'interno del Bacino di Bonifica Tartaro Oselin. Questo bacino interessa una superficie di circa 3600 ettari e risulta delimitato a Nord dall'argine destro

dell'Adige, ad Ovest dalla strada "Salvadega" ed in parte dalla strada "Lezze", a Sud dall'argine sinistro dello Scolo Botta, ad Est dall'argine del Canale di Loreo.

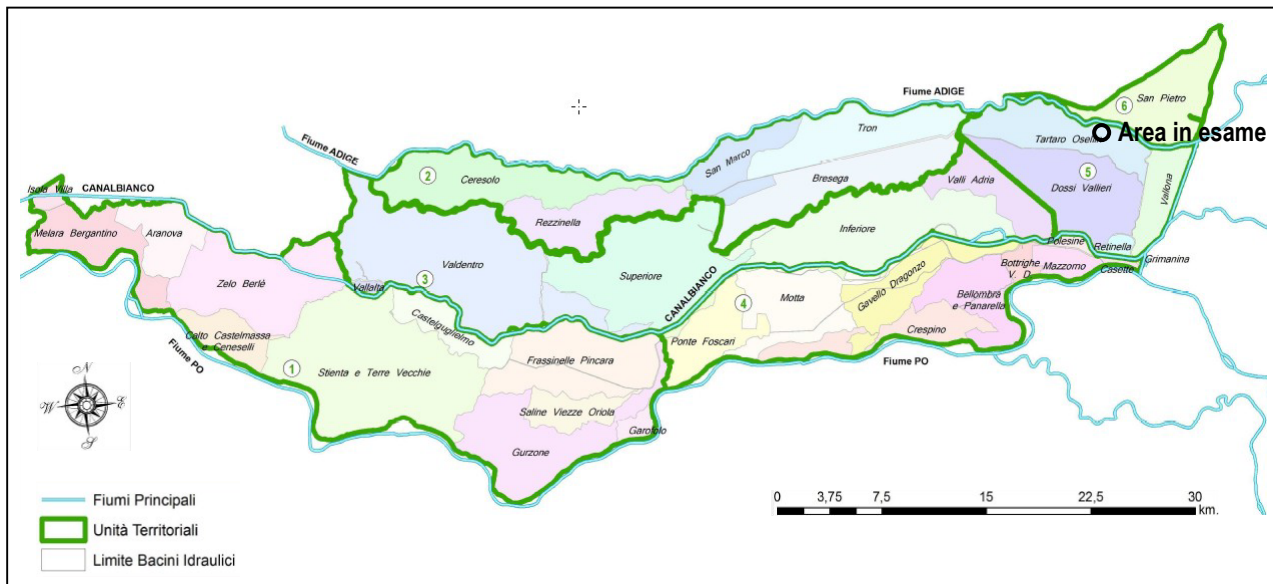


Figura 17 – Unità territoriali e bacini idraulici (1: Padana; 2: Santa Giustina; 3: Medio Polesine; 4: Polesana; 5: Botta Rovigata; 6: San Pietro); tratta da: P.G.B.T.T. del Consorzio di Bonifica Adige Po (2010)

INQUADRAMENTO SISMICO

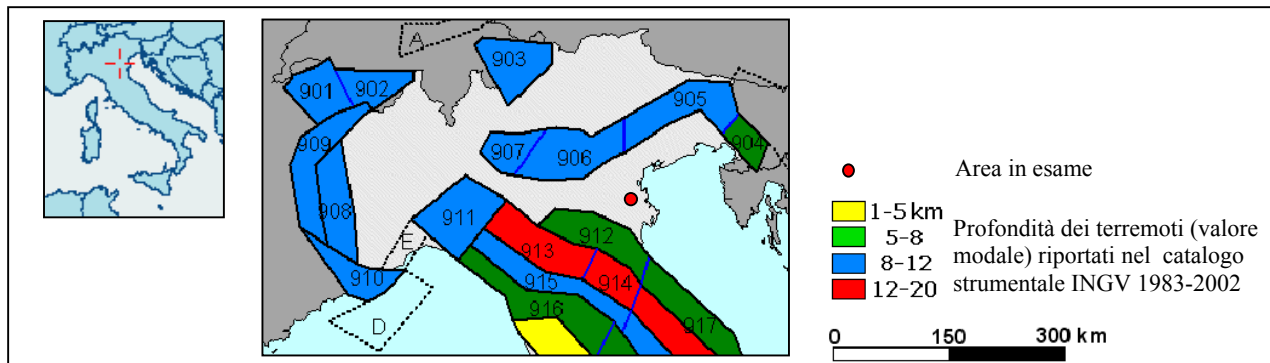


Figura 18 - Zonazione sismogenetica ZS9 per il Nord Italia con classe di profondità delle ZS (App. 2 Rapporto Conclusivo Gruppo di Lavoro I.N.G.V. per la redazione della mappa di pericolosità sismica - Ordinanza P.C.M. n.3274 20/03/03)

Il Veneto rappresenta una Regione sismicamente attiva, sia perchè sede di diverse zone sismogenetiche (*abbr.* ZS) capaci di forti terremoti, sia perchè risente della sismicità delle regioni vicine. La valutazione della pericolosità sismica per la Regione Veneto non può esimere dalla complessa geologia regionale. Tuttavia traspare per questa regione una generale mancata percezione del pericolo sismico, essenzialmente dovuta al fatto che i violenti terremoti occorsi sono accaduti per lo più in epoca storica.

Considerando la zonazione sismogenetica ZS9 riportata nella precedente figura, il sito in esame non si trova entro una zona attiva ma può risentire dello scuotimento proveniente da due zone sorgenti vicine, una individuata più a nord (ZS 906) e l'altra più a sud (ZS 912).

La ZS 906 (compresa tra Bassano del Grappa e Verona) si trova in corrispondenza della massima convergenza tra la placca adriatica e quella europea ed è caratterizzata da strutture a pieghe sud vergenti del Subalpino orientale e faglie inverse associate. In base alla moda delle distribuzioni di frequenza, in funzione delle profondità dei terremoti, si segnala una profondità efficace (in cui è avvenuto il maggiore numero di terremoti) di 8 km con una magnitudo-durata $M_d = 4,7$ e una magnitudo momento massima $M_W = 6,60$.

La ZS 912 (che comprende la parte settentrionale della Regione Emilia Romagna) è indotta da movimenti di fagliazione inversa dovuti a thrust compressivi localizzati sul fronte compressivo sepolto più avanzato dall'appennino settentrionale, a ridosso del fiume Po. Dagli archivi si evidenzia l'elevata frequenza di terremoti con una profondità efficace degli ipocentri di 7 km con una magnitudo-durata $M_d = 4,6$ e una magnitudo momento massima $M_W = 6,14$.

Nell'archivio dei terremoti storici (fonte: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia *abbr.* I.N.G.V.), che va dal 217 a.C. al 2002, valutando un raggio di 50 km dal sito in esame, sono registrati 22 eventi sismici significativi :

Area circolare con centro C (45.135, 12.086) e raggio 50 km

N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Np	Imx	Io	TI	Lat	Lon	TL	Maw	Daw	TW	Mas	Das	TS	Msp	Dsp	ZS9	TZ	Ncft	Nnt	Ncpt
51	DI	1234	3	20				FERRARA	DOM	5	70	70		44.836	11.618	A	5.17	0.30		4.80	0.45		4.99	0.42	912	G		860	51
65	DI	1284	1	17	15	30		Venezia	CFTI	3	70	70		45.47	12.28	A	5.18	0.25		4.81	0.37		5.00	0.34			125	2001	65
66	DI	1285	12	13				FERRARA	DOM	2	70	65		44.836	11.618	A	5.03	0.33		4.60	0.49		4.80	0.45	912	G		861	66
105	CP	1365	3	4				VENETO	POS85		60			45.5	12		4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36			2003	105	
131	DI	1410	5	9	22	30		FERRARA	DOM	3	65	65		44.836	11.618	A	5.03	0.33		4.60	0.49		4.80	0.45	912	G		863	131
132	DI	1410	6	10	21			Verona	CFTI	9	55	55	M	45.47	11.8	A	4.72	0.12		4.13	0.18		4.37	0.17			175	236	132
139	CP	1425	8	10	19			FERRARA SUD	POS85		60			44.833	11.667		4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36	912	G		864	139
178	DI	1483	3	3	22			FERRARA	DOM	1	55	55		44.836	11.618	A	4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19	912	G		865	178
181	DI	1485	9	1				PADOVA	DOM	4	55	55		45.355	11.722	A	4.68	0.13		4.08	0.19		4.32	0.18			2006	181	
207	CP	1508	10	18	15			FERRARA SUD	POS85		60			44.833	11.667		4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36	912	G		866	207
211	DI	1511	3	28	12	15		Slovenia	CFTI	8	60	55		45.5	11.93	A	4.74	0.11		4.16	0.17		4.40	0.16			213	211	
213	DI	1512	2	8	16			VENEZIA	DOM	3	55	55		45.137	11.977	A	4.68	0.12		4.07	0.18		4.31	0.17			2009	213	
216	CP	1516	3	9				VENEZIA	POS85		60			45.467	12.333		4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36			2010	216	
404	CP	1691	7	14				BOVOLENTA	POS85		60			45.333	11.833		4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36			2018	404	
416	DI	1695	2	28				FERRARA	DOM	1	55	55		44.836	11.618	A	4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19	912	G		871	416
462	CP	1717	3	31				VENEZIA	OGS87		55			45.417	12.317		4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19			2020	462	
470	CP	1719	12	16	18			TREVISO	OGS87		55			45.533	12.217		4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19			2021	470	
521	DI	1743	5	29				FERRARA	DOM	1	65	65		44.836	11.618	A	5.03	0.33		4.60	0.49		4.80	0.45	912	G		872	521
553	CP	1756	8	17	10	57		PADOVA	POS85		60			45.417	11.833		4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36			2022	553	
1230	CP	1895	5	25	11	42	50	PAPOLZZE	POS85		60			45	12		4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36			2055	1230	
1233	CP	1895	7	3				COMACCHIO	POS85		60			44.7	12.183		4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36	912	A		878	1233
2094	DI	1956	2	20	1	29		ARGENTA	DOM	32	55	55		44.919	11.899	A	4.98	0.07		4.52	0.10		4.73	0.09			885	2094	

Numero di record estratti: 22

Legenda) N=numero d'ordine del terremoto nell'archivio; Tr=tipo di record; Anno Me Gi Or Mi Se = tempo di origine; AE=denominazione dell'area; Rt=codice dell'elaborato di riferimento; Np=numero di punti di intensità; Imx=intensità massima; Io=intensità epicentrale; TI=modifiche nelle valutazioni dell'intensità; Lat Long=coordinate dell'epicentro; TL=codice di localizzazione; Maw= la magnitudo momento con errore associato Dw e tipologia di stima Tw; Mas=magnitudo calcolata sulle onde superficiali con errore associato Ds e tipologia di stima Ts; Msp=magnitudo da utilizzare congiuntamente alla relazione di attenuazione di Sabetta e Pugliese (1996), con errore associato Dsp; ZS9=zona sorgente; Ncft, Nnt, Ncpt=codici di aggancio

Tabella 2 - Gruppo di lavoro CPTI (2004). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04), INGV, Bologna.

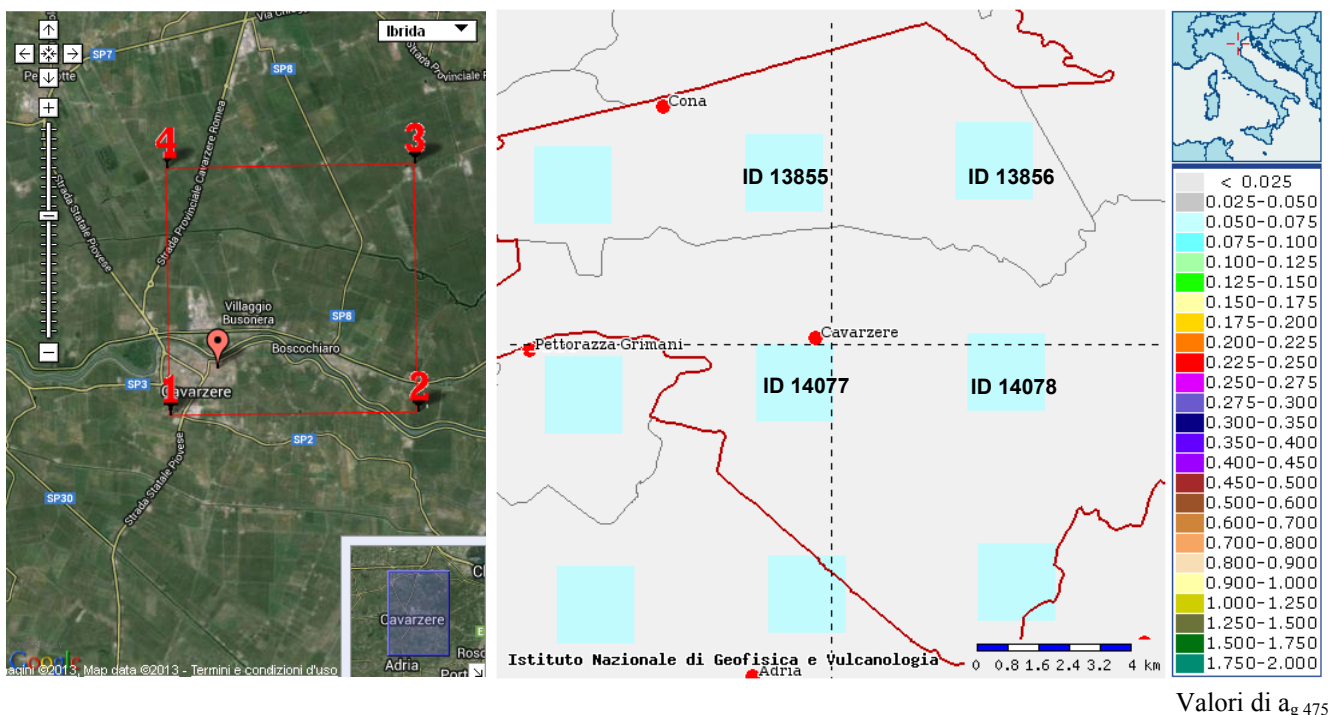
La percezione, da parte dell'opinione pubblica, di possibili pericoli a persone e cose derivanti da eventi sismici catastrofici è ancora irrilevante e addirittura inferiore a quella che la comunità scientifica probabilisticamente riconosce al Veneto. Tale percezione è giustificata dal fatto che il Veneto fortunatamente non è stato interessato nell'ultimo secolo da eventi sismici rilevanti. La recente normativa (NTC08) dà una svolta a questa tendenza in quanto richiede di approfondire questi argomenti, soprattutto con riferimento alla progettazione delle opere civili pubbliche in zona sismica, in modo da definire l'accelerazione sismica massima attesa in funzione di determinati tempi di ritorno e l'effetto dell'amplificazione sismica indotta dalle caratteristiche morfologiche e litostratigrafiche del suolo.

Come già in premessa, la zonazione sismica della Regione Veneto attribuisce al territorio del Comune di Cavarzere un grado di sismicità basso (zona 4). Il sito non si trova entro una zona sismogenetica per cui si ritengono possibili scuotimenti relativi ad eventi di magnitudo massima non maggiore di 5. La "pericolosità sismica di base" del sito in esame verrà definita nello specifico in termini di accelerazione sismica massima attesa, con adeguato tempo di ritorno.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA SECONDO D.M. LL. PP. 14/01/08

Secondo la recente normativa riportata nelle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (abbr. NTC08), la “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione è definita in termini di accelerazione massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (suolo di categoria A, come definito nella seguente tabella) con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} (definite in base agli stati limite scelti per la struttura), nel periodo di riferimento V_R (stabilite in base alla vita nominale e alla classe d’uso del fabbricato).

La pericolosità sismica nell’intervallo di riferimento è desunta dai dati pubblicati sul sito dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) <http://esse1.mi.ingv.it/>; inserendo le coordinate geografiche ED50 del sito (45,137000°N; 12,088213°E) si osserva quanto segue:



Indicativamente si riportano le caratteristiche della cella più vicina al sito:

Parametro dello scuotimento (OPCM 3519/2006)		Probabilità	Percentile	Periodo
Coordinate del punto lat: 45,1265, lon: 12,0741, ID: 14077		in 50 anni		spettrale
a_g	0,050 ÷ 0,075	10%	50°	--
$S_e(T)$	0,100 ÷ 0,125	10%	50°	0,5 s
Valore medi del terremoto di scenario che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito				
Magnitudo M	Distanza epicentro R	Deviazione ε		
5,500	78,500 km	1,780		

N.B. Dalla disaggregazione il valore modale indica una M 5,5-6,0 ad una distanza di 60-80 km.

Si desume che il sito in esame non ricade in corrispondenza di uno dei 10571 nodi che costituiscono la maglia della pericolosità sismica di base per cui i valori dei parametri di riferimento sono calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

I parametri di riferimento del sito in esame¹ sono:

a_g accelerazione orizzontale massima del sito;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Orientativamente, considerando che il progetto riguarda un'opera ordinaria (tipo di costruzione 2) le norme al § 2.4.1 prevedono una vita nominale $100 > V_N \geq 50$ anni; stabilendo che l'opera si configuri nella **classe d'uso II** si utilizza un coeff. d'uso $C_U = 1,0$. Essendo la vita di riferimento $V_R = V_N \cdot C_U$ risulta $V_R \geq 50$ anni, i periodi di ritorno T_R relativi a ciascun stato limite di riferimento, sono riportati nella seguente tabella:

Stati Limite	P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R		T_R : Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni)
Stati limite di esercizio	SLO Stato Limite di Operatività	81%	30
	SLD Stato Limite di Danno	63%	50
Stati limite ultimi	SLV Stato Limite di salvaguardia della Vita	10%	475
	SLC Stato Limite di prevenzione del Collasso	5%	975

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,026	2,500	0,207
SLD	50	0,031	2,493	0,244
SLV	475	0,058	2,744	0,361
SLC	975	0,069	2,812	0,344

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, si deve fare riferimento alle categorie di sottosuolo riportate nella seguente tabella, in cui la classificazione va effettuata in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità rispetto al piano di posa delle fondazioni. Per la definizione del profilo sismico del sottosuolo locale dovrà essere eseguita almeno una prova in sito.

¹ Dati ricavati dalla versione 1.03 del programma "Spettri di risposta" messo a disposizione sul sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici a questo indirizzo: <http://www.cslp.it/cslp>. L' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva del progettista.

Classe	Tipo di suolo
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{U30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{U30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{U30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s)
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s (ovvero $10 < c_{U30} < 20$ kPa), che includono uno strato spesso almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tabella 3 - Categorie di sottosuolo previste nelle nuove NTC08 (§ 3.2.2)

RISCHIO IDRAULICO

In questo territorio si considerano tre principali ipotesi di rischio:

- le inondazioni provocate da fiumi di rilevanza nazionale;
- le inondazioni causate dalle reti di bonifica;
- la sofferenza idraulica, ovvero le aree dove il livello di piena della falda freatica è molto prossimo (qualche decimetro) al piano campagna.

I dati oggettivi ai quali fare riferimento sono:

1. la situazione topografica che vede un territorio urbano con quote medie intorno a 0 m slmm, e aree periferiche e della campagna coltivata nella condizione di morfologia infossata (soggiacenti il livello del medio mare) con quote negative in media comprese tra - 1.0 e - 2.0 m slmm;
2. la pensilità dei fiumi Po di Venezia, Adige, Canalbianco e dei principali canali come il Collettore Padano Polesano, il Naviglio Adigetto e lo Scolo Botta, che presentano il livello idrico a quote più elevate rispetto al piano campagna;
3. la situazione della rete di scolo e l'efficienza dei manufatti;
4. la frequenza storica e quella probabile di inondazione con riferimento ai periodi: tra 1 e 5 anni, tra 5 e 10 anni.

Per le inondazioni dei fiumi si fa riferimento alle piene storiche del Po e dell'Adige. Per il fiume Po ricordiamo l'alluvione del 1951, la piena del 1966 e quella del 1994. La piena del Po dei primi di novembre 1994 ha raggiunto al suo colmo la quota + 4,48 m slmm all'idrometro di Cavanella Po, circa 8 km a SE di Adria.

Riguardo all'Adige, ricordiamo la disastrosa rotta del 1882 e le piene del secolo scorso. Le maggiori piene degli ultimi 100 anni sono avvenute nel: 1906, 1917, 1926, 1928, 1946 e nel maggio 1951. Con quest'ultima si verificarono copiose filtrazioni con trasporto di materiale solido attraverso le fognature delle Distillerie, in sinistra Adige.

Negli anni '40 sono segnalate frequenti esondazioni del Canalbianco a Magnolina di Gavello ed il 31.10.1948 il Tartaro, a causa di un fontanazzo ruppe gli argini a Melara allagando 324 ettari. Dopo l'alluvione del 1951 ampi tratti di arginature del Canalbianco vennero rifatti.

Per quanto concerne i canali di bonifica, in anni recenti (dicembre 1998) si è verificata una rottura dell'arginatura destra dello Scolo Ceresolo in località ponte Tre Oci, alcuni km a Nord-Ovest di Adria che ha provocato una alluvione locale a carattere temporaneo, subito gestita e rientrata.

La carta del rischio idraulico elaborata dal Consorzio di Bonifica Adige Po, presentata nel

“Piano Generale di Bonifica e Tutela del Territorio - 2010”, delimita gran parte dell’area urbana di Cavarzere come “area a deflusso difficoltoso”.

Il sito ricade nel Bacino del fiume Fissero Tartaro Canabianco; l’Autorità di bacino omonima che ha redatto il Piano Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico nel 2002, non individua aree a pericolosità o rischio idraulico sul territorio comunale di Cavarzere. Tuttavia tutto il territorio comunale non si può esimere dai fenomeni che possono potenzialmente determinare i rischi idraulici, come indicato nel PTCP di Venezia che assume le indicazioni del PAI e del PPE della Provincia di Venezia.

Dalla Valutazione di compatibilità idraulica che integra il Piano degli Interventi del PAT di Cavarzere si rilevano le criticità idrauliche e le indicazioni per l’attenuazione del rischio idraulico. Nel dettaglio il sito risulta compreso nel perimetro dell’Ambito Territoriale Omogeneo definito ATO 1, entro il centro urbano consolidato che si sviluppa a Sud del fiume Adige. Il sito è caratterizzato da condizioni topografiche favorevoli in quanto presenta una quota di +0,6 m slmm. Sviluppandosi in prossimità del dosso fluviale si presume sia costituito da terreni sabbiosi con buona permeabilità e valori di subsidenza bassi (0,5÷1,0 mm/anno). L’area non è segnalata come area soggetta ad allagamenti e non è considerata a rischio idraulico. Tuttavia si evidenzia che l’autorità di bacino nazionale del fiume Adige nel PAI del 2005 evidenziava che l’evento di piena caratterizzato da tempi di ritorno di 500 anni può provocare il sormonto arginale.

Tutto l’ambito interessato dalle nuove espansioni, defluisce idraulicamente negli scoli consorziali Secondario Superiore e Primario Superiore che trovano recapito presso l’idrovoia consorziale Gesia. Allo stato attuale entrambi gli scoli manifestano condizioni di inefficienza idraulica che si evidenziano con allagamenti delle aree depresse.

I terreni di questa ATO nella Tavola delle Fragilità del PAT, sono valutati come Idonei a Condizione C (art. 31 NTA). In queste aree le norme tecniche prevedono l’esecuzione di indagini geologiche in sito per ricostruire i caratteri stratigrafici, tessiturali e geomorfologici del modello geologico locale. In particolare è necessario distinguere le aree nelle quali prevalgono i sedimenti fini da quelli più granulari per valutare il carico di esercizio applicabile in fondazioni superficiali in funzione del cedimento differenziale massimo compatibile con la struttura in progetto. Nel caso che le caratteristiche geotecniche del terreno più superficiale non siano adeguate alla realizzazione di fondazioni superficiali sarà necessario provvedere al dimensionamento di fondazioni profonde valutando contestualmente la tipologia di pali adeguata per il sito in esame.

A questo scopo sarà necessario spingere in profondità le indagini geognostiche per individuare uno strato competente di sabbie entro cui immorsarvi la punta di pali. Si dovranno

avere un sufficiente numero di prove per poter valutare i parametri geotecnici caratteristici considerando la frequente variabilità laterale del sottosuolo. Inoltre un congruo numero di prove consentirà di definire il fenomeno dell'attrito negativo indotto dalla presenza di terreni coesivi.

Almeno una prova dovrà raggiungere la profondità di 30 m dalla testa dei pali per la caratterizzazione sismica del profilo del suolo al fine di definire l'effetto dell'amplificazione di sito dovuta alla conformazione litostratigrafica. Inoltre si suggerisce di effettuare la misura della frequenza di risonanza del terreno per eludere effetti di doppia risonanza con la struttura in progetto.

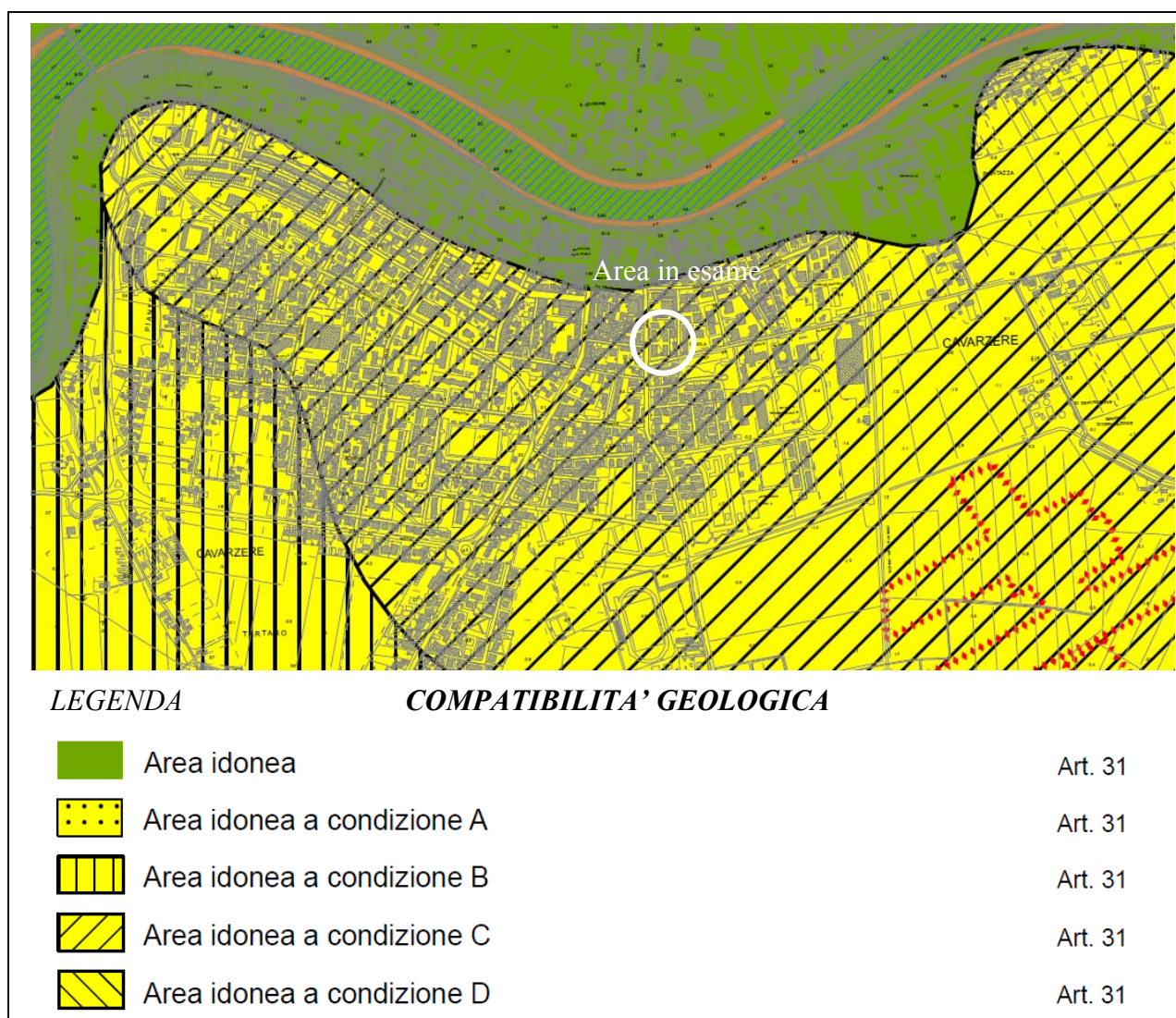


Figura 19 - Estratto in scala modificata del PAT 2009 – Carta delle Fragilità (scala originale 1:15000)

VALUTAZIONI CONCLUSIVE

La presente relazione è stata redatta per la verifica preliminare della compatibilità geologica, geomorfologica e idrogeologica del progetto di ristrutturazione urbanistica del P.U.A. di Iniziativa Privata denominato “*Residence Europa*” da realizzarsi presso via Spalato nel centro urbano Cavarzere (VE).

Attualmente l’area in esame risulta edificata per cui non è stato possibile eseguire indagini in sito entro l’area di sedime degli edifici in progetto. Per l’inquadramento dell’area sono state utilizzate le informazioni acquisite dalla ricerca di dati e pubblicazioni scientifiche esistenti.

Lo studio ha consentito la definizione di un quadro preliminare dei caratteri geologici, geomorfologici, geotecnici, sismici e idrogeologici del sito in esame. E’ emerso che il sottosuolo locale è frequentemente caratterizzato da una variabilità laterale del tipo e degli spessori dei terreni, pertanto sarà compito del progettista definire un piano di indagini adeguato, con prove in sito, per definire un dettagliato modello geologico locale che consenta la scelta e il dimensionamento delle fondazioni dei manufatti in progetto. Per determinare il modello geologico-geotecnico si suggeriscono alcune prove penetrometriche statiche con analisi diretta della natura litologica attraverso alcuni sondaggi. Per la caratterizzazione sismica del profilo di suolo, valutando la possibile presenza di terreni scadenti e soggetti al fenomeno della liquefazione, si consiglia di effettuare anche adeguate prove di tipo geofisico in modo da potere eludere anche il fenomeno della doppia risonanza tra terreno e struttura in progetto.

Dalle analisi svolte non sono emersi elementi geologici, geomorfologici e idrogeologici che pregiudichino la realizzazione del progetto in esame.

Lendinara, 12 novembre 2013

GEOLOGO
DOTT. DAVIDE BERNARDINELLO



Vietate le riproduzioni e riservati i diritti di autore ai termini di legge