

REGIONE VENETO

COMUNE DI VICENZA

**RELAZIONE GEOLOGICA
DEL PIANO DI ASSETTO DEL TERRITORIO
DEL COMUNE DI VICENZA**



RELAZIONE TECNICA

a cura di

Dott. Cristiano Mastella, geologo



Collaborazione del dott. Tomaso Bianchini

Corrubbio di S. Pietro in Cariano, martedì 24 novembre 2009

SOMMARIO

1	PREMESSA	4
2	CENNI DI NORMATIVA	6
3	ELABORATI	8
4	GEOMORFOLOGIA - TAVOLA GEOMORFOLOGICA	9
4.1	Inquadramento geografico	9
4.2	Aspetti geomorfologici di dettaglio del territorio	9
4.2.1	<i>Analisi del Microrilievo e dell'Acclività</i>	10
4.2.2	<i>Unità lito-morfologiche</i>	13
4.2.3	<i>Unità Zone collinari (Dorsale Berica settentrionale)</i>	13
4.2.4	<i>Unità Zone infravallive e pedecollinari</i>	14
4.2.5	<i>Unità Zone di pianura alluvionale consolidata</i>	14
4.2.6	<i>Unità Zone di pianura alluvionale recente: alvei dei fiumi Bacchiglione, Retrone, Astichello e Tesina</i>	15
4.2.7	<i>Forme e processi geomorfologici</i>	15
5	GEOLOGIA – TAVOLA GEOLITOLOGICA	19
5.1	Cenni di tettonica	19
5.2	Geologia generale	20
5.2.1	<i>Aree di pianura</i>	21
5.2.2	<i>Area collinare</i>	21
5.2.3	<i>Area collinare del Monte Crocetta</i>	25
5.3	Suoli	25
6	IDROGEOLOGIA – TAVOLA IDROGEOLOGICA	30
6.1	Inquadramento idraulico	30
6.1.1	<i>Il fiume Bacchiglione</i>	31
6.1.2	<i>Il fiume Retrone</i>	31
6.1.3	<i>Rischio idraulico</i>	32
6.2	Inquadramento idrogeologico	36
6.2.1	<i>Inquadramento idrogeologico generale</i>	36
6.2.2	<i>Permeabilità dei litotipi</i>	41
6.2.3	<i>Caratteristiche idrauliche delle falde sotterranee</i>	42
6.2.4	<i>Sorgenti</i>	43
6.2.5	<i>Legenda tavola idrogeologica</i>	43
6.3	Vulnerabilità degli acquiferi	46



6.3.1	<i>I fattori di vulnerabilità.....</i>	47
7	CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO.....	56
8	ZONAZIONE GEOLOGICO TECNICA - CARTA DELLA COMPATIBILITÀ GEOLOGICA AI FINI URBANISTICI.....	61
8.1	Caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione.....	63
8.2	Indagini dirette svolte mediante penetrometrie dinamiche	65
8.2.1	<i>Elaborazione dei risultati ottenuti</i>	65
8.3	Caratterizzazione geomeccanica dei terreni di fondazione.....	66
8.3.1	<i>Sistemi di classificazione dell'ammasso roccioso</i>	66
8.3.2	<i>Applicazione della Classificazione di Beniawsky.....</i>	66
8.3.3	<i>Parametri e coefficienti.....</i>	67
8.4	Zone geologiche-geomorfologiche di riferimento e aree geolitologicamente omogenee	69
8.5	Indicazioni per le Norme tecniche di attuazione	77
8.5.1	<i>Proposta di invarianti.....</i>	77
8.5.2	<i>Proposta di fragilità.....</i>	79
BIBLIOGRAFIA		84

1 PREMESSA

La presente indagine completa il quadro conoscitivo nella matrice suolo e sottosuolo del Comune di Vicenza nell'ambito del relativo Piano d'Assetto del Territorio (PAT).

Lo studio si è articolato nei seguenti punti:

- ricognizione per l'individuazione delle caratteristiche geologiche-geomorfologiche dell'area in oggetto;
- studio delle indagini pregresse relative a indagini geologiche per la redazione dei passati PRG, interventi particolareggiati, aree di espansione residenziale, industriale;
- campagna piezometrica su pozzi privati e ricostruzione della isofreatiche relative ai territori comunali esaminati;
- campagna di indagini geognostiche (penetrometrie);
- collaborazione con gli Uffici Tecnici Comunali dell'Urbanistica, Edilizia Privata, Settore Ambiente e SIT;
- analisi dei terreni e definizione dei principali parametri geotecnici;
- stesura della presente relazione tecnica;
- realizzazione delle Tavole Geolitologiche, Geomorfologiche, Idrogeologiche, della Vulnerabilità degli Acquiferi e della Compatibilità Geologica ai fini urbanistici.

Per la redazione delle carte relative al Quadro Conoscitivo sono stati reperiti e utilizzati i dati derivanti da:

ENTE	OGGETTO	FORMATO	CONTENUTO
COMUNE DI VICENZA	Dati geologici	cartaceo	- relazioni geologico-geotecniche - indagini specifiche eseguite per la redazione di varianti al Piano Regolatore vigente
	Cartografia e dati territoriali	shape files - files DWG	- CTR numerica
		shape files - cartaceo	- ubicazione aree di bonifica
		shape files	- ubicazione pozzi comunali e alcuni industriali
PROVINCIA DI VICENZA	PTP	pdf files	- Piano territoriale Provinciale adottato
ARPAV	Punti di controllo acque destinate ad uso umano	shape files	- Ubicazione di pozzi
AUTORITA' DI BACINO	Perimetrazione delle aree in relazione alla pericolosità	shape files	- Ubicazione e loro classificazione delle aree a rischio idraulico
AIM	Punti di prelievo acque sotterranee	shape files	- Ubicazione di pozzi risorse idropotabili, loro stratigrafie, dati idrogeologici
	Stratigrafie	pdf files	- Stratigrafie da studi geologici per la realizzazione di nuove fognature
DATI PREGRESSI IN NOSTRO POSSESSO	Punti di prelievo acque sotterranee	cartaceo, shape files	- Ubicazione di pozzi, loro stratigrafie, dati idrogeologici



CONSORZIO DI BONIFICA RIVIERA BERICA	Botte, sifoni, bacini di accumulo, casse di espansione, idrovore, stazioni misura portate	cartaceo, shape files	- Ubicazione e caratteristiche idrauliche
CONSORZIO DI BONIFICA MEDIO ASTICO		cartaceo, shape files	- Ubicazione e caratteristiche idrauliche
APAT	Pozzi	cartaceo, shape files	- Ubicazione e caratteristiche idrauliche

Inoltre si sono consultati in particolare:

- *Carta Geologica d'Italia, Foglio n° 50 "Vicenza"*
- *Carta Geologica del Veneto*
- *Carta dei Suoli del Veneto (ARPAV)*
- *Progetto Giada*
- *Grotte dei Berici – Club Speleologico Proteo – Vicenza 2003*
- *Stratigrafie di pozzi reperite presso il Genio Civile di Vicenza*
- *Università di Padova – studio in dettaglio sulle faglie*

2 CENNI DI NORMATIVA

La Regione Veneto si è dotata di una normativa per la pianificazione territoriale con la L.R. n°11 del 23 aprile 2004 “Norme per il governo del territorio”. Tra gli articolati della legge urbanistica sono interessanti le indicazioni relative agli aspetti di ordine geologico. Il Piano di Assetto del Territorio (PAT) che rappresenta la disposizione strutturale del Piano Regolatore Generale, delinea, infatti, le scelte strategiche di assetto e sviluppo del territorio comunale individuando tra l’altro “invarianti” di natura geologica, geomorfologica, idrogeologica, paesaggistica, ambientale e quant’altro in materia.

Anche nei contenuti degli strumenti di pianificazione sia a livello inferiore (Piani Urbanistici Attuativi) sia quelli a livello superiore (Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale) sono individuate specifiche verifiche di compatibilità geologica, geomorfologica ed idrogeologica. Secondo la normativa in questione il PAT deve comprendere un “quadro conoscitivo” a sua volta formato: da una Relazione Tecnica che espone gli esiti delle analisi e delle verifiche territoriali, dalle Norme Tecniche che definiscono le direttive, le prescrizioni ed i vincoli, da una serie di elaborati cartografici e da una Banca Dati contenente tutte le informazioni del quadro conoscitivo. Senza entrare in ulteriori dettagli della legge ma facendo in riferimento agli Atti di Indirizzo di cui all’art. 50 della stessa normativa, si evidenzia che la serie cartografica sopra citata, realizzata alla scala 1:10.000, deve essere costituita da una Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale, da una Carta delle Invarianti, da una Carta delle Fragilità e da una Carta delle Trasformabilità.

Nella **Carta dei Vincoli** sono stati introdotti il concetto di vincolo sismico derivante dalla nuova classificazione sismica di cui all’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274/2003 e quello delle aree a rischio riferite al Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della competente Autorità di Bacino, oltre che altre componenti come cave, discariche, etc. con le relative fasce di rispetto.

Nella **Carta delle Invarianti**, si devono comprendere i “geositi,” identificati secondo la definizione di Wimbledon et alii, 1966: *“località, area o territorio dove sia possibile definire un interesse geologico o geomorfologico per la conservazione”*. Deve, inoltre, comprendere le invarianti di natura geologica, intese come elementi che per motivi diversi non devono essere interessati da piani di intervento e distinti in cartografia come aree, linee o simboli relativi a quegli aspetti geologici che determinano l’invariante stessa.

Nella **Carta delle Fragilità** si deve riportare, secondo gli atti di indirizzo della L.R. 11/2004, le già note suddivisioni della penosità ai fini edificatori e le indicazioni delle aree soggette a dissesto idrogeologico nei suoi vari componenti. Per una più opportuna caratterizzazione degli aspetti geologici contenuti in questo documento e per una migliore “vestibilità” anche dal punto di vista informatico, è stata proposta e sperimentata con successo una nuova legenda relativa alle informazioni geologiche contenute nella stessa carta.

Le modifiche si riferiscono alla sostituzione delle “Penosità ai fini edificatori” con la “Compatibilità geologica ai fini urbanistici” suddividendo il territorio comunale in tre sole zone caratterizzate da: Aree idonee, Aree idonee a condizione e Aree non idonee, ed alla introduzione della perimetrazione di aree interessate da fenomeni geologici, idrogeologici ed idraulici tali da condizionare l’utilizzazione urbanistica del territorio considerato. Tutte queste voci di legenda dovranno necessariamente contenere il riferimento ad uno specifico articolo delle norme tecniche.

La **Carta delle Trasformabilità** costituisce già un passo successivo come tavola di progetto. In ogni modo la nuova legge garantisce la possibilità che i contenuti del quadro conoscitivo possano essere restituiti graficamente nelle consuete tavole di analisi (Carta geomorfologica, Carta



geolitologica e Carta idrogeologica) attraverso il loro inserimento nella banca dati. Pertanto, per gli aspetti geologici si dovrà ancora fare riferimento al documento “Grafie Unificate per gli strumenti urbanistici comunali” di cui alla citata D.G.R. n° 615/1996 con le modifiche, sopra evidenziate, relative alla Carta delle penalità edificatorie. Per quanto riguarda, infine, la Carta geomorfologica, è stata introdotta l’ipotesi di riconoscimento delle sole forme responsabili di aspetti penalizzanti o dotati di grado di pericolosità degli insediamenti o delle infrastrutture.

3 ELABORATI

Sono state elaborate quattro tavole relative alla geolitologia, geomorfologia, idrogeologia e alla compatibilità geologica ai fini urbanistici. A causa dell'estensione del territorio in esame ci si è riferiti a un Quadro Nord e a un Quadro Sud alla scala 1:10.000 stampabile su foglio A0. Tutta la cartografia è stata realizzata con software GIS (ArcMap 9) e tutti i relativi shape files sono resi disponibili per la successiva elaborazione delle:

- *Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale;*
- *Carta delle Invarianti;*
- *Carta delle Fragilità;*
- *Carta delle Trasformabilità.*

Elaborati Cartografici:

TAVOLA	scala	Quadro Nord	Quadro Sud
Geomorfologica	1:10000	TAV 1/A	TAV 1/B
Geolitologica	1:10000	TAV 2/A	TAV 2/B
Idrogeologica	1:10000	TAV 3/A	TAV 3/B
Vulnerabilità degli acquiferi	1:16000	Quadro unificato - TAV 4	
Compatibilità geologica	1:10000	TAV 5/A	TAV 5/B

Tabella 4.1 Quadro Nord e Sud e relative tavole di analisi

4 GEOMORFOLOGIA - TAVOLA GEOMORFOLOGICA

4.1 Inquadramento geografico

Il territorio comunale di Vicenza si estende per circa 8052 ha, in un'area dalla forma abbastanza regolare con confini frastagliati caratterizzata dall'alternarsi di colline calcaree, vallecicole infracollinari, pianure alluvionali recenti e pianure alluvionali antiche consolidate.

Vicenza si trova tra i lembi estremi settentrionali dei Monti Berici e le ultime propaggini orientali dei Lessini.

Il territorio comunale confina:

- a nord con i Comuni di Caldogno, Ponticello Conte Otto, Bolzano Vicentino, Costabissara, Dueville;
- a ovest con i Comuni di Quinto Vicentino e Torri di Quartesolo;
- a sud con i Comuni di Arcugnano e Longare;
- a ovest con i Comuni di Altavilla Vicentina, Monteviale, Creazzo;

La parte di pianura, in generale, presenta una pendenza media da nord ovest a sud est di circa 0,1% passando da una quota di 44 a 26 metri s.l.m.

Il centro storico di Vicenza si sviluppa tra le quote di circa 33 - 40 m s.l.m. tra i meandri dei principali Fiumi Bacchiglione, Astichello, Retrone. Le colline che appartengono al Sistema delle dorsali Settentrionali dei Monti Berici, raggiungono un'altezza massima di poco superiore a 180 m s.l.m..

I rilievi principali:

- Monte Bistortole 125 m;
- Monte Berico 123 m;
- Monte Crocetta 119 m;
- Monte Bella Guardia 183 m.

Le principali vallecicole ai piedi della dorsale Berica sono:

- Valle di Bugano;
- Valle di Gogna;
- Valdorsa.

4.2 Aspetti geomorfologici di dettaglio del territorio

Sotto l'aspetto geomorfologico la zona presenta un aspetto piuttosto articolato attribuibile alle condizioni litologiche dell'area, caratterizzata da terreni alluvionali solcati da numerosi corsi d'acqua e da rilievi collinari carbonatici.

Si è operato attraverso l'analisi del territorio comunale, utilizzando la scala 1:10000, mediante i caratteristici strumenti del rilievo geomorfologici: carta tecnica regionale, esame stereoscopico da foto aeree, analisi cartografica storica e dati di bibliografia e non ultimi i rilievi di campagna.

In base a tali analisi il territorio comunale può essere schematicamente caratterizzato dalle seguenti aree:

- la porzione collinare della dorsale Berica che occupa tutta la zona centro meridionale del territorio comunale;
- la parte meridionale orientale caratterizzata principalmente da una pianura alluvionale ben definita e delimitata dal corso dei Fiumi Bacchiglione e Tesina ed interrotta a SW dalla prosecuzione dei Monti Berici;

- il centro storico di Vicenza delimitato dagli attuali percorsi e paleoalvei dei fiumi Bacchiglione Rettone e Astichello;
- un ambito rappresentato dalle vallecicole infracollinari contenute tra i rilievi collinari che si sviluppano con deboli acclività fino a collegarsi alla pianura alluvionale principale.
- la dorsale isolata del Monte Crocetta in località Maddalene.
- la pianura consolidata posta a nord del centro di Vicenza;
- l'area posta in corrispondenza della depressione lessineo-berica a ovest del centro di Vicenza;
- le aree di alveo recente dei principali Fiumi Bacchiglione, Tesina, Astichello, Rettone;
- le aree di accumulo artificiale per riporto poste specialmente nelle aree industriali e lungo l'alveo dell'Astichello.

In questa varietà di situazioni le analisi geomorfologiche sono state assunte come base per la conoscenza del territorio e utilizzate come base a livello del Quadro Conoscitivo al fine di arrivare in seguito alla definizione delle aree a differente Compatibilità Geologica.

Il fine è l'analisi delle forme e dei processi geomorfologici attivi sul territorio utili per definire successivamente le aree di fragilità del territorio.

Scendendo nel particolare gli ambiti geomorfologici così suddivisi sono a loro volta caratterizzati da forme ed aspetti diversi derivati dalla variabilità geologica, idrogeologica e antropica locale. Da questo punto di vista è stato possibile effettuare un ulteriore e più approfondito studio attraverso la realizzazione di uno studio sull'acclività del territorio in esame. Successivamente si prenderanno in esame le principali suddivisioni sopra menzionate.

4.2.1 Analisi del Microrilievo e dell'Acclività

Per uno studio di maggior dettaglio al fine di caratterizzare ulteriormente il territorio in esame si è deciso di realizzare per tutto il territorio comunale la carta del microrilievo: a tal fine è stato necessario avere il maggior numero possibile di punti quotati. La base di partenza, per il lavoro, è rappresentata dalle C.T.R. in formato digitale fornite dall'ufficio SIT del Comune di Vicenza.

Dalle C.T.R. sono stati estratti i layers contenenti informazioni relative alle quote, in particolare i layers chiamati "curve". In questi sono contenuti tutti i punti quotati oltre alle linee di livello, anch'esse contenenti informazioni sulle quote.

Queste informazioni sono assolutamente necessarie per la realizzazione di un modello tridimensionale del terreno (TIN), formato da un reticolo che unisca tutti i punti tra loro adiacenti.

Per creare il TIN si è reso necessario trasformare i file dei C.T.R. dal formato di autocad (dwg) al formato .shp utilizzato da programmi GIS. Ottenuti gli shape, sono state controllate le quote e all'occorrenza sono state eliminate quelle ritenute errate. Le quote ritenute errate sono quelle che si riferiscono a punti appartenenti a zone modificate dall'azione antropica (rilevati stradali, argini fluviali artificiali).

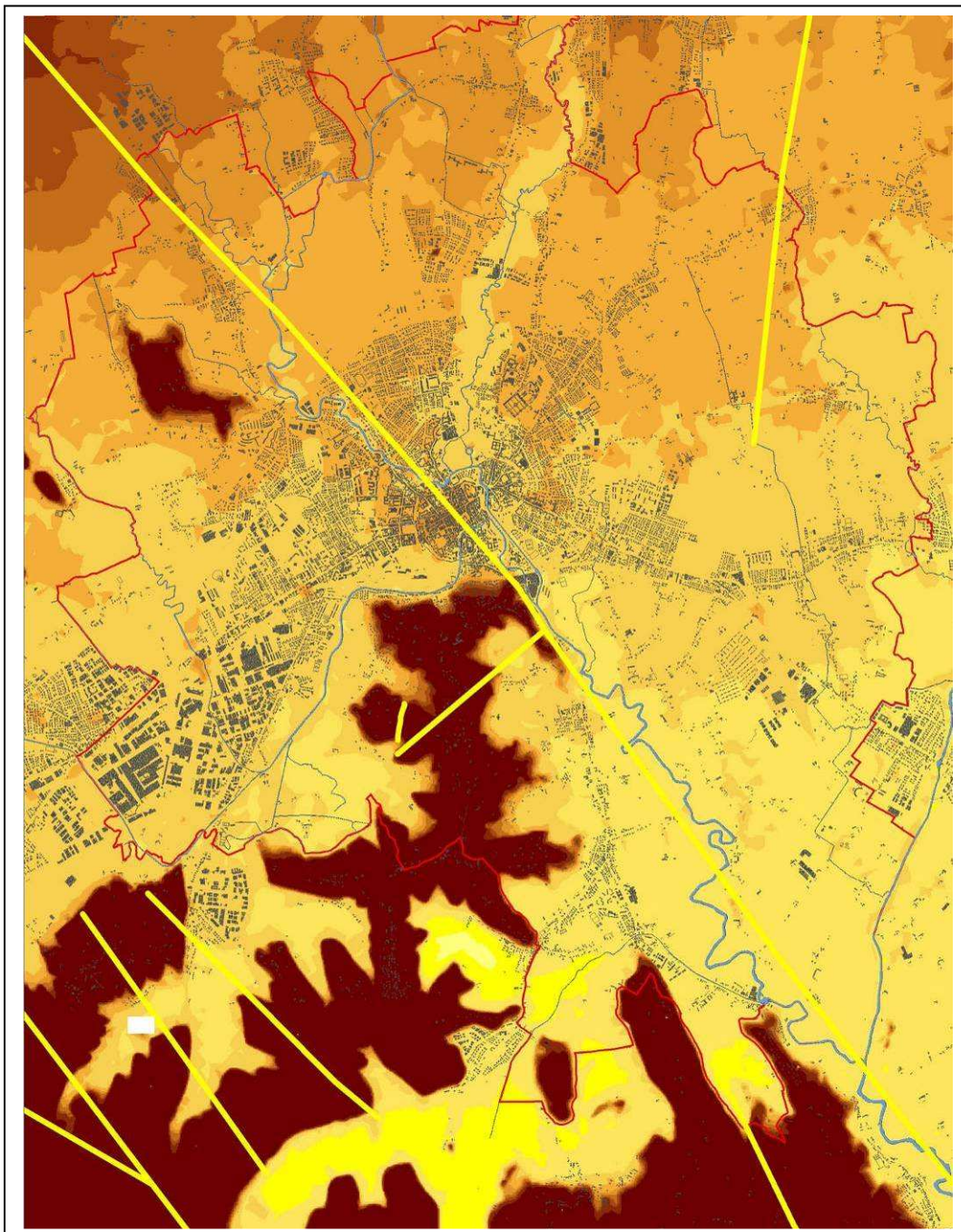
I dati relativi al rilievo del territorio di pianura sono stati elaborati con il software Surfer 8 allo scopo di ottenere una carta di medio dettaglio del microrilievo. Si sono così ottenute due carte del microrilievo: una relativa alle aree pianeggianti e una alle zone collinari.

Osservando le tavole riportate di seguito si possono fare le seguenti osservazioni:

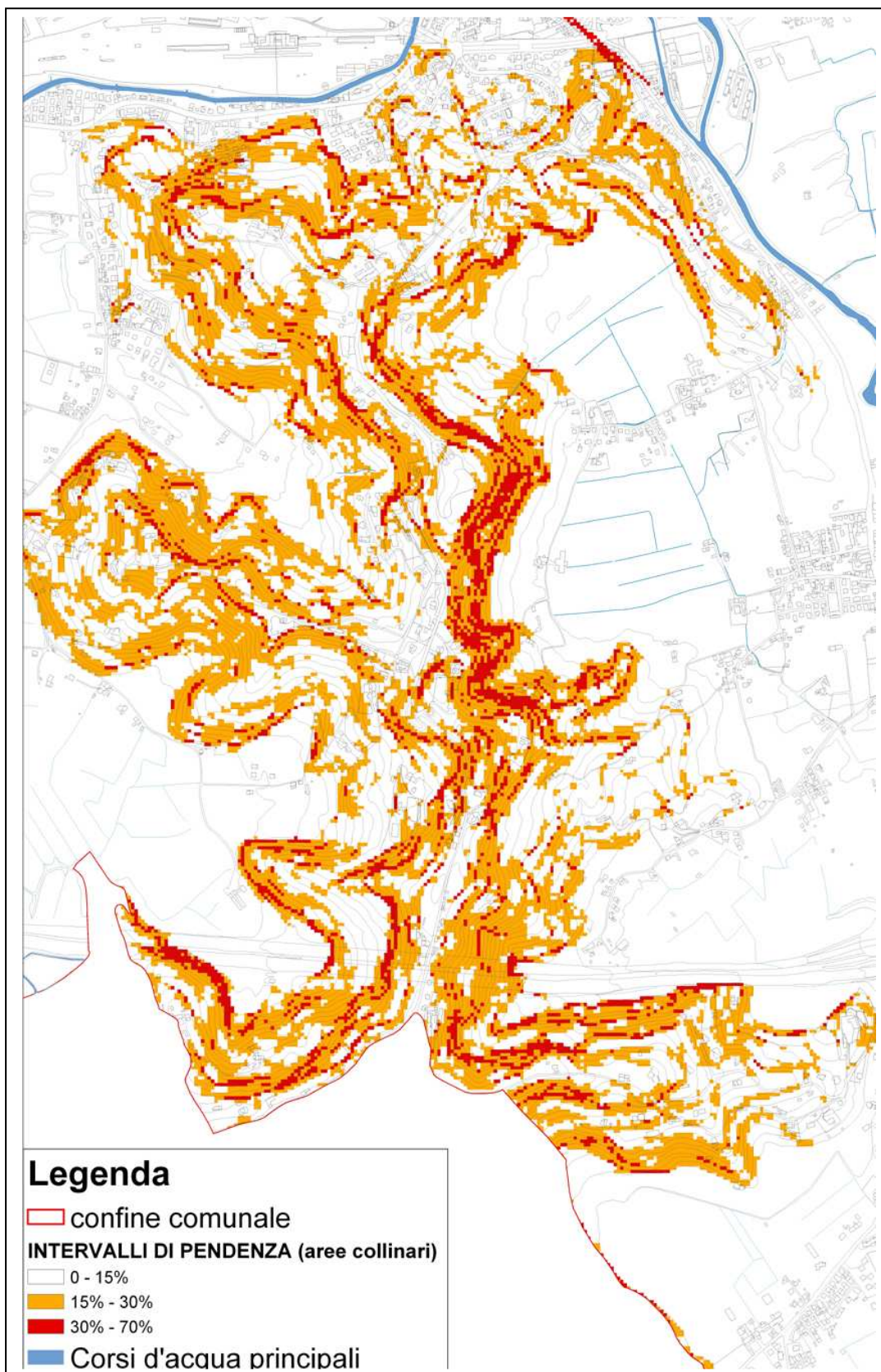
- le aree a sud, e le aree poste a ridosso dei rilievi berici risultano piuttosto depresse rispetto ai terreni limitrofi di pianura (zone più in giallo chiaro nella figura seguente);
- ci sono tracce della pianura recente posta nelle alluvioni recenti dei principali fiumi presenti;
- esiste una gradualità delle pendenze nella pianura da nord ovest a sud est;
- c'è la presenza di numerose vallecicole che si diramano dai rilievi berici;
- c'è la presenza di numerosi terrazzamenti fluviali sub paralleli ai corsi d'acqua;

- i versanti orientali dei Berici hanno pendenze generalmente acclivi >30% rispetto ai versanti occidentali con
- la restante area collinare dei Berici ha una pendenza suddivisibile in aree con pendenze comprese tra 15-30% e aree a pendenza inferiore a 15%.

Tali distinzioni, in particolare quella relativa alle pendenze, sono risultate di estremo interesse per determinare la idoneità all'edificazione a condizione del territorio.



Carta del microrilievo del territorio pianeggiante. La scala dei valori non è lineare: le aree collinari sono in marrone scuro mentre la restante parte pianeggiante è stata suddivisa per intervalli di quota degradanti dall'arancione al giallo intenso (le linee gialle sono le faglie rilevate sul territorio).



Carta delle acclività del territorio collinare principale. Si possono notare le fasce a maggiore acclività (in rosso) disposte in prevalenza lungo i versanti orientali della dorsale Berica.

4.2.2 Unità lito-morfologiche

Nello specifico, assumendo come riferimento generale la principale bipartizione del territorio in unità lito-morfologiche in forme di denudazione e in forme a prevalente accumulo, risulta che l'area meridionale è sostanzialmente formata da rilievi calcarei modellati su intrusioni ed effusioni paleovulcaniche terziarie, mentre la restante parte, appartenente all'unità della pianura alluvionale, è formata da depositi di divagazione dei corsi fluviali principali.

Si possono distinguere le seguenti unità lito-morfologiche:

- Zone collinari;
- Zone infravallive e pedecollinari;
- Zone di pianura alluvionale consolidata;
- Zone di pianura alluvionale recente: alvei dei fiumi Bacchiglione, Retrone, Astichello e Tesina;
- Zone di accumulo artificiale per riporto o discarica.

4.2.3 Unità Zone collinari (Dorsale Berica settentrionale)

La dorsale Berica formata in prevalenza da litotipi calcarei e secondariamente vulcanici, si sviluppa in direzione NW – SE secondo un allineamento che è caratteristico della struttura morfodinamica dell'area. I Berici dimostrano complessivamente un aspetto dolce e poco acclive disturbato, talora, da ripide scarpate più o meno elevate, spesso corrispondenti al passaggio di litologia tra Calcari Oligocenici e Vulcaniti. Tale aspetto lo si può ben notare dalla carte delle Acclività confrontandola con la Carta Geolitologica.

Nel complesso la zona si presenta quindi terrazzata naturalmente ed artificialmente: la continuità pedecollinare del versante è interrotta da una serie di incisioni vallive aventi direzione prevalente NW – SE, concorde al lineamento Schio-Vicenza oppure ortogonale a questo. L'azione di degrado meteorico e la tettonica abbiano condizionato in modo rilevante la morfologia locale. Infatti l'alternarsi di zone debolmente acclivi a zone ripide dimostra un procedimento di erosione selettiva che ha agito in modo differente sulle formazioni rocciose più o meno resistenti all'alterazione.

Si riscontrano forme di modellamento dei rilievi tipici di rocce carbonatiche in affioramento o sub-affioranti con segni di processi carsici in aree meno acclivi. Tali forme sono presenti in quasi tutta l'area collinare ove si manifesta spesso in modo pronunciato il fenomeno carsico.

L'unità collinare è connotata da versanti piuttosto acclivi (specie come già accennato il versante orientale) e dolci alla sommità.

Particolarmente importante è l'aspetto carsico dell'area: i fenomeni carsici per potersi manifestare richiedono, oltre alla natura della roccia, anche particolari condizioni morfologiche. Essi infatti tendono a concentrarsi su tavolati, altopiani o tratti di versante a bassissima inclinazione come accade nelle aree sommitali dei Berici. Sono presenti diverse doline e alcuni imbocchi di grotte che rappresentano l'affioramento di canali sotterranei di natura carsica. Infatti le forme carsiche epigee più evidenti sono rappresentate da alcune doline che fungono da inghiottitoi per le acque meteoriche. Una delle caratteristiche principali del paesaggio carsico è la mancanza di una idrografia superficiale a causa dell'estrema permeabilità "in grande" delle rocce carbonatiche: il territorio denota infatti la totale assenza di corsi d'acqua e ruscelli con presenza stabile d'acqua.

Invece tra le forme ipogee la bibliografia speleologica segnala la presenza di alcune grotte, voragini, pozzetti, carsiche, 17 per la precisione; tra queste emerge la "Grotta della Commenda" lungo la Costa della Commenda (promontorio poche centinaia di metri a sud dell'autostrada), una delle



cavità maggiori dei Colli Berici, con uno sviluppo spaziale di circa 260 m. Interessante notare come una di tali cavità presenti nel territorio di Vicenza si sia rivelata al momento di sistemazione di un piazzale.

Sono presenti inoltre delle pareti rocciose subverticali dovute in alcuni casi alla presenza di vecchie cave di calcare come nella vallata della località Gogna.

4.2.4 Unità Zone infravallive e pedecollinari

Le incisioni vallive, che talora si presentano con versanti ripidi, dimostrano un processo di approfondimento idrico instauratosi in zone deboli, in corrispondenza probabilmente di faglie o fratture poco evidenti. Il contorno delle zone collinari si presenta a conformazione complessa per l'interrelazione fra la pianura e le valli interne dei rilievi. Le valli, inizialmente incise, si allargano rapidamente verso le pianure raccordandosi senza apprezzabili dislivelli morfologici.

I depositi di raccordo tra collina e pianura sono costituiti dall'accumulo dei materiali di alterazione delle rocce calcaree e dei prodotti vulcanici che formano l'ossatura dei rilievi. Si tratta di accumuli eterogenei dovuti allo smantellamento e alla denudazione dei rilievi soprastanti e al conseguente trasporto di materiali lungo i versanti da parte delle acque dilavanti o del ruscellamento concentrato. E' possibile che in tali aree si siano accumulati anche sedimenti derivati dal trasporto e deposizione da parte dei principali corsi d'acqua della pianura in condizioni di esondazione. Il raccordo tra forme di accumulo di materiali eterogenei di natura collinare e forme di deposito relative alla pianura alluvionale, avviene lungo alcune aree di spessore limitato su substrato roccioso limitato e a debole profondità.

4.2.5 Unità Zone di pianura alluvionale consolidata

La pianura ha l'aspetto tipico della medio – bassa pianura vicentina, dotata di una debole acclività che aumenta solo nelle vicinanze dei rilievi collinari.

Il territorio appartiene al potente materasso alluvionale padano costituito, alla base, da sedimenti di formazione marina (sabbie, marne e argille) depositatesi nel Quaternario Antico o Pleistocene inferiore. Con il Pleistocene Medio iniziano a formarsi i più antichi depositi di tipo continentale contemporaneamente alla fusione dei ghiacciai e delle glaciazioni Donau e Gunz. Fenomeni di subsidenza, oscillazioni eustatiche, movimenti tettonici legati alle ultime fasi dell'orogenesi alpina determinarono il definitivo instaurarsi di un ambiente continentale, caratterizzato da un potente accumulo di materiali detritici fluvioglaciali e fluviali.

Nel territorio in esame i sedimenti del materasso alluvionale, almeno fino alle profondità indagate con la terebrazione dei pozzi d'acqua, risultano costituiti da ghiaie, sabbie medio grosse che costituiscono gli acquiferi profondi e i sedimenti più fini quali dai limi alle argille organiche. I dati di campagna sembrano indicare che l'attuale configurazione litologico-morfologica di gran parte del territorio comunale risalga alla fine della glaciazione rissiana. I sedimenti sabbiosi e limosi che caratterizzano tale area furono depositati dall'Astico-Leogra durante la costruzione della sua conoide fluvio glaciale, il cui massimo sviluppo si ebbe durante la glaciazione rissiana, fino a lambire le ultime propaggini dei Lessini orientali, dei Berici e degli Euganei.

Solo recentemente, in epoca Olocenica (circa 8000 anni fa) i fiumi principali apportarono i loro sedimenti prevalentemente sabbiosi.

Nell'intero territorio comunale non viene esercitata attività di cava, nè sono presenti dissesti idrogeologici, grazie all'azione della rete di canali d'irrigazione creata anche per la regimazione delle acque superficiali. Le opere di difesa riguardano i corsi d'acqua principali: Bacchiglione, Astichello e Retrone. L'elemento geomorfologico più evidente in tutto il territorio comunale è

rappresentato dai terrazzi fluviali. Esistono poi i dossi sabbiosi o barre fluviali del piano alluvionale ubicati nella parte settentrionale del territorio comunale e costituiscono.

La differente granulometria deriva dalle differenti modalità deposizionali. Procedendo verso la bassa pianura la corrente deposizionale diminuiva e quindi era possibile solo il trasporto di materiale fine. La limitata pendenza favoriva il contemporaneo ristagno d'acqua favorendo l'origine di aree paludose dove i resti vegetali potevano trasformarsi in torba

Tutta l'area è percorsa da alcuni fiumi e scoli importanti e da una fitta rete di rogge, scoline e canalette utilizzate per scopo irriguo e per lo smaltimento delle acque meteoriche.

4.2.6 Unità Zone di pianura alluvionale recente: alvei dei fiumi Bacchiglione, Retrone, Astichello e Tesina

L'elemento geomorfologico più evidente in tutto il territorio comunale è rappresentato dai grandi alvei dei fiumi Bacchiglione, Astichello, Tesina e Retrone. Tali fiumi percorrono con andamento meandriforme (in special modo il Bacchiglione e l'Astichello) le loro zone di alveo recente. La primitiva morfologia superficiale non è più interamente osservabile, dal momento che interventi antropici di notevole portata hanno profondamente modificato l'aspetto originario di tali aree caratterizzate da ampie anse dei corsi d'acqua maggiori. Alcune zone sono state imbonite con materiali di riporto. Tali interventi antropici sono stati realizzati al fine di mitigare il rischio idraulico. Tali aree infatti sono per buona parte occupate dalle aree critiche individuate dal Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino idrografico Brenta-Bacchiglione (Perimetrazione e Classificazione delle Aree in relazione alla pericolosità – 16 luglio 2003)

Il rilevamento geologico di superficie non ha permesso di osservare litotipi direttamente visibili. Le indagini penetrometriche e i sondaggi, invece, hanno accertato una buona omogeneità nei litotipi posti sotto il pacchetto stradale ghiaioso e sabbioso, appoggiato, in genere, su limi argillosi. La continuità persiste anche nei litotipi più profondi, con litologie che vanno dai limi argillosi alle argille limose, con intercalazioni decimetriche (raramente metriche) di sabbie fini limose, senza elementi ghiaiosi.

Le aree degli alvei recenti sono caratterizzate dalla presenza di numerosi terrazzi fluviali e da alcuni paleoalvei. Esistono poi i dossi sabbiosi o barre fluviali del piano alluvionale ubicati nella parte settentrionale e orientale del territorio comunale e costituiscono il sottosuolo caratterizzato da sabbie e ghiaie fini.

Esistono alcune zone topograficamente depresse localizzate in prevalenza lungo in margine tra la collina e la pianura.

Il terreno superficiale di questo tratto di pianura è formato talora da materiali molto fini, prevalentemente limi e argille, a bassissima permeabilità che, senza un complesso sistema artificiale di drenaggio costantemente attivo, presenterebbe aree di ristagno come quelle visibili, in concomitanza di eventi meteorici piovosi, in adiacenza e nei dintorni del Monte Bistortole o nella valle di Bugano.

4.2.7 Forme e processi geomorfologici

Il rilievo di campagna ha permesso di verificare una sostanziale e generalizzata stabilità del territorio. La zona collinare presenta sia pendii dolci che tratti quasi verticali (vedi carta delle acclività fig 5.2.2.), posti solitamente in corrispondenza del contatto tra le litologie vulcaniche e le litologie calcaree o tra bancate a differente proprietà geomeccanica all'interno di una stessa sequenza carbonatica.

Il culmine delle colline si presentano invece con debole inclinazione e coperti da uno strato agrario a matrice argillosa, con spessore variabile, e differente nell'aspetto e nella granulometria a seconda

del substrato roccioso che ricopre a seconda sia carbonatico o basaltico di origine.

La collina presenta qualche versante che si presenta in alcuni punti subverticale e dal quale si possono staccare blocchi e massi. E' quindi possibile, lungo tutto il versante orientale della dorsale Berica che in concomitanza con il cambio di stagione e successivamente a precipitazioni particolarmente intense alcuni blocchi calcarei e disarticolati possano cadere.

La porzione collinare non riporta generalmente fenomeni franosi in atto o incipienti se non per alcuni limitati dissesti presenti entro le vallecole tributarie della valle di Gogna.

La parte pianeggiante del territorio non mostra segni evidenti di processi geomorfologici evidenti.

Per quanto riguarda la legenda della "Carta geomorfologica" sono state utilizzate le grafie Geologiche per la Pianificazione Territoriale" D.G.R.V. 615/96 : tale legenda riprende i criteri per il rilevamento delle unità geomorfologiche per la rappresentazione delle forme e dei processi geomorfologici, mediante apposita simbologia adattata alle tipologie geomorfologiche presenti nel territorio comunale. Particolare risalto è stato dato agli elementi da ritenere essenziali per una valutazione dell'idoneità dei terreni ai fini pianificatori, tuttavia senza trascurare di rappresentare anche quelle forme di emergenze geomorfologiche che consentono di fornire una migliore e corretta caratterizzazione del paesaggio. In particolare si è mantenuta nella parte pianeggiante la caratterizzazione del microrilievo.

Gli elementi morfologici individuati e poi cartografati nella tavola geomorfologica sono pertanto i seguenti:

Forme artificiali

- aree di accumulo di materiale artificiale per riporto o discarica – aree di bonifica
- rilevato stradale o ferroviario
- scarpata di cava non attiva

Forme fluviali, fluvioglaciali e di versante dovute al dilavamento

- traccia di corso fluviale estinto, a livello di pianura o leggermente incassato
- orlo di scarpata di erosione fluviale: altezza fra 5 e 10 metri
- aree depresse in pianura alluvionale
- orlo scarpata denudazione
- dossi fluviale
- vallecola a V
- vallecola a conca
- cresta di displuvio

Forme di versane dovute alla gravità

- cono di detrito
- piccola frana

Forme carsiche

- doline
- pozzo di crollo
- ingresso di grotta a sviluppo orizzontale
- pendenze %

Pendenze

- 0 – 15 %
- 15 – 30 %
- 30 – 60 %



PAT

Substrato

A

Scala

1:10.000

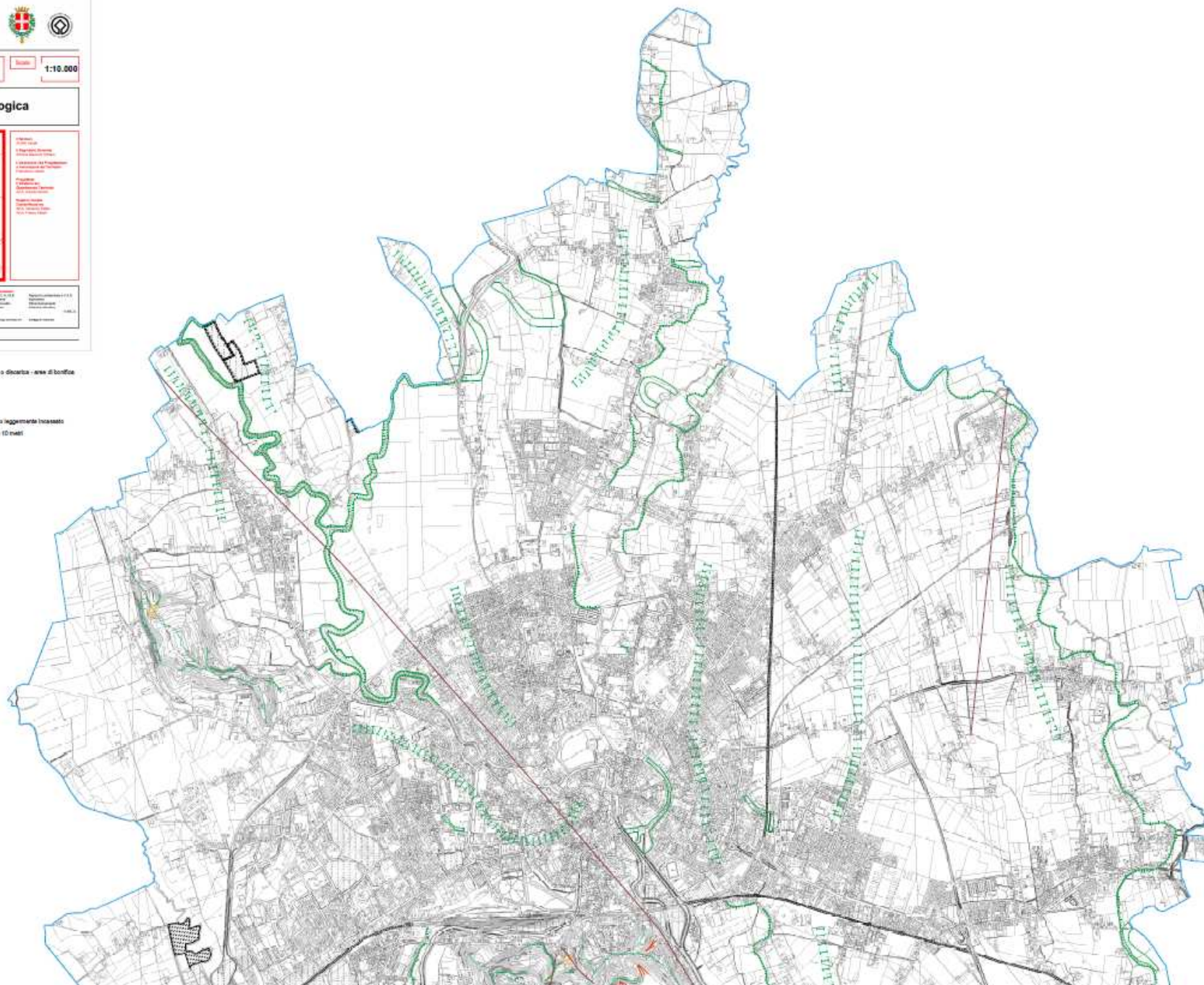
Carta geomorfologica

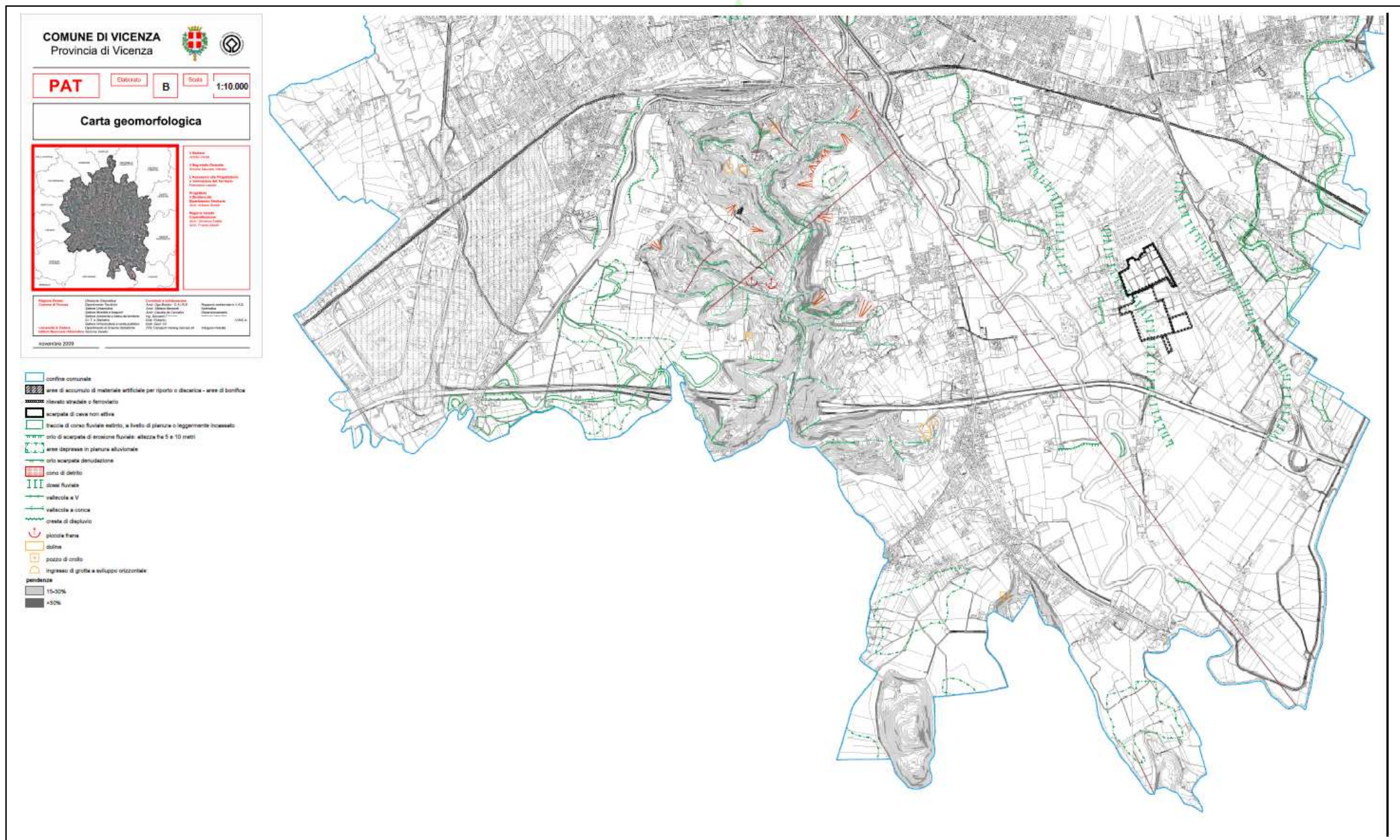


Il presente documento è stato elaborato in base ai dati geologici e geomorfologici disponibili al 31/12/2009. Le informazioni contenute in esso non rappresentano un'opinione o un giudizio dell'Ente emittente, ma sono esclusivamente a scopo informativo e non possono essere utilizzate per fini assicurativi o di altro tipo. L'Ente emittente non si assume alcuna responsabilità per l'uso non previsto del presente documento.

Progetto e redazione	Elaborazione cartografica	Revisione e approvazione	Approvazione finale
Ing. Roberto Zucchi Ing. Roberto Zucchi Ing. Roberto Zucchi Ing. Roberto Zucchi	Ing. Roberto Zucchi Ing. Roberto Zucchi Ing. Roberto Zucchi Ing. Roberto Zucchi	Ing. Roberto Zucchi Ing. Roberto Zucchi Ing. Roberto Zucchi Ing. Roberto Zucchi	Ing. Roberto Zucchi Ing. Roberto Zucchi Ing. Roberto Zucchi Ing. Roberto Zucchi

- confine comunale
- area di accumulo di materiale artificiale per riparo o discarica - area di bonifica
- riservo stradale o ferroviario
- scarpate di cave non attive
- catena di espansione delle piene
- macce di corso Silevis vestito, a livello di pianura o leggermente incassato
- orlo di scarpata di erosione fluviale, altezza tra 5 e 10 metri
- area depressa in pianura alluvionale
- orlo scarpata denudazione
- area di dente
- dischi fluviali
- velocità a V
- velocità a conca
- cresta di dispiatto
- glacide frana
- doline
- pozzi di crollo
- ingresso di grotte a sviluppo orizzontale
- pendenza
- 15-30%
- >30%





5 GEOLOGIA – TAVOLA GEOLITOLOGICA

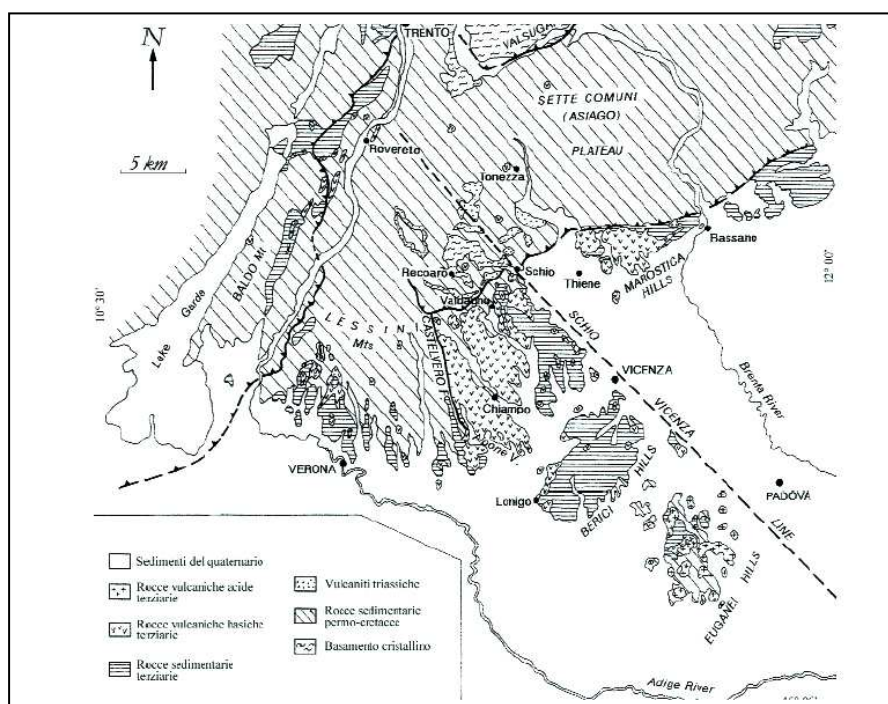
5.1 Cenni di tettonica

Le tavola geolitologica riporta anche informazioni di tipo strutturale, come indicato nelle linee guida per la pianificazione del territorio: la tettonica locale è ben riconducibile a quella regionale.

In generale i Berici sono dislocati da due sistemi prevalenti:

- il sistema scledense (NW – SE) che influenza i caratteri del margine settentrionale e vari segmenti della rete idrografica interna;
- il sistema giudicariense (NNE – SSW) reso evidente dalla linearità della lunga scarpata sudorientale, che può essere considerata una scarpata tettonica di faglia (linea della Riviera Berica)

Come detto in precedenza la tettonica locale ricalca l'andamento regionale appena descritto: infatti sono segnalati, prevalentemente, lineamenti appartenenti al fascio della Schio – Vicenza (NW-SE) e della Castelfero (NNW – SSE), dislocati dalle strutture scledensi stesse. A Sud Ovest del territorio comunale o negli immediati dintorni passa la faglia della Riviera Berica. A nord ovest del territorio è stata rilevata una faglia con andamento NNW-SSE posta tra il Fiume Astichello e l'alveo del Tesina (vedi anche fig 5.2.2.).



Schema semplificato delle rocce e dei principali lineamenti tettonici presenti nel territorio dei Monti Lessini-Altopiano dei Sette Comuni- Monti Berici e Colli Euganei

L'analisi morfologica e della cartografia geologica locale evidenziano alcuni disturbi che possono essere ricondotti a dislocazioni tettoniche più o meno importanti. Questi effetti deformativi seguono comunque l'andamento dei lineamenti fin qui descritti ed in particolar modo di quelli ad andamento

NW – SE. Non è da escludere la possibilità che le incisioni vallive direzionate NE – SW si siano impostate lungo faglie o fratture poco evidenti.

Esistono poi alcune faglie a carattere locale posizionate perpendicolarmente alla principale Schio-Vicenza. L'importanza locale di queste faglia è dovuta al fatto che lungo la loro direttrice si sono impostate alcune vallecole: inoltre esse separano gli affioramenti calcarei da quelli di origine vulcanica. Le litologie messe in contatto risultano essere i Calcari Oligocenici di Castelvetro e i Basalti, tufi e breccie basaltiche dei Berici e degli Euganei.

Il territorio in esame risulta inserito in una pubblicazione della "Carta Neotettonica d'Italia" del C.N.R. (1980). Gli autori prendono in considerazione il periodo di tempo che comprende gli ultimi 5.2 milioni di anni e lo suddividono in tre distinti intervalli. Nel primo periodo, con riferimento ai movimenti areali si evidenzia come dal Pliocene inferiore a tutto il Pleistocene medio (da 5.2. a 0.7 milioni di anni rispetto al periodo attuale) il movimento di lenta subsidenza (che ha interessato tutta l'area) non sia stato compensato dalla sedimentazione.

Durante il Pleistocene superiore avviene invece un'inversione di tendenza che determina il colmamento del bacino subsidente. A Bovolone (Verona), tuttavia, sono stati riscontrati 350-400 m di Quaternario Continentale che testimoniano una continuità di subsidenza.

Nel secondo intervallo considerato (periodo di tempo compreso fra 700 mila e 18 mila anni rispetto all'attuale) e' presente in tutta l'area della pianura veronese un generale movimento di abbassamento. Nell'ultimo intervallo di tempo (da 18000 anni all'attuale) i movimenti areali nell'area risultano maggiormente differenziati. Continua il maggiore abbassamento nella zona della bassa pianura veronese e mantovana, come testimonia la presenza di vaste aree palustri. In questo intervallo di tempo vi sono variazioni delle linee idrografiche principali, databili a un periodo precedente l'eta' del ferro (1° millennio A.C.).

La quantificazione dei movimenti recenti rivela un abbassamento di 1.5 mm/anno nell'alta pianura veronese, durante il periodo 1897/1957.

5.2 Geologia generale

Il territorio presenta a sud una zona di rilievi collinari appartenenti alle propaggini più settentrionali dei Monti Berici e una zona di pianura che appartiene al dominio delle alluvioni recenti e antiche del sistema Bacchiglione-Tesina-Astichello, depositate dai fiumi a seguito del trasporto dei sedimenti lungo la piana corrispondente alla media Pianura Veneta.

Dal punto di vista geologico, infatti, l'area è caratterizzata dalla presenza dei sedimenti di origine fluviale e fluvio-glaciale (di età quaternaria, olocenica e pleistocenica) tipici della media Pianura Veneta. Il sottosuolo dell'alta e media pianura è costituito prevalentemente da grandi conoidi ghiaiosi depositi dai corsi d'acqua prealpini allo sbocco dalle vallate montane. Nella fascia di alta pianura, a ridosso dei rilievi prealpini, i differenti conoidi sono tra loro sovrapposti, a causa dell'ampia divagazione dei fiumi, determinando un sottosuolo pressoché ghiaioso, indifferenziato anche per qualche centinaio di metri. A valle, nella media pianura, i conoidi di differente età non sono sovrapposti tra loro ma risultano nettamente separati da spessi livelli limoso-argillosi che arrivano quasi ad avvolgere i conoidi stessi; il sottosuolo mostra una struttura stratigrafica caratterizzata da alternanza di livelli alluvionali ghiaiosi con livelli limoso-argillosi, per spessori di almeno 300-400 metri.

Il sottosuolo nel territorio comunale è quindi caratterizzato da una serie sedimentaria alluvionale, costituita da una potente successione di limi ed argille prevalenti, all'interno della quale si intercalano in profondità orizzonti e lenti più grossolane sabbioso-ghiaiose. La serie è riferibile ad ambienti di sedimentazione fluviali di bassa energia, con frequenti condizioni palustri o marine, e con temporanei e localizzati episodi fluviali o torrentizi d'energia maggiore. Il margine sud l'area è interessata da formazioni rocciose del substrato roccioso prequaternario; infatti affiorano le propaggini dei Monti Berici, costituite da calcari, calcareniti, arenarie e marne oligoceniche –

eoceniche, con inclusioni vulcanitiche basaltiche appartenenti al sistema eruttivo oligocenico – paleocenico degli Euganei – Berici – Lessini.

5.2.1 Aree di pianura

Il materasso alluvionale è costituito da due tipologie di unità appartenenti alla media Pianura Veneta: zone di pianura consolidata e zone delle alluvioni recenti dei Fiumi Bacchiglione, Astichello, Tesina, Retrone.

Si distinguono facilmente in quanto le seconde sono ubicate nel solco nel quale scorre attualmente il fiume, e risultano terrazzati rispetto al piano di divagazione più antico che corrisponde alla parte di pianura consolidata. Sulla superficie sono stati individuati alvei talora abbandonati, altre volte sovradimensionati rispetto ai corsi d'acqua che ospitano.

Le glaciazioni Quaternarie sono state interessate da numerose oscillazioni termiche minori che hanno causato un'alternanza di progressioni e di regressioni del fronte glaciale. Nel territorio qui studiato sono presenti solamente i depositi della fase Rissiana e della fase Rissiana Antica (rispettivamente Riss 2, Riss 1). I depositi allineati secondo cerchie aventi convessità rivolta verso la pianura sono stati rimodellati e parzialmente smantellati a più riprese durante i periodi interglaciali da imponenti scaricatori glaciali che corrispondevano approssimativamente agli attuali percorsi dei maggiori fiumi, asportando materiale sciolto per poi trasportarlo verso sud dove depositato da luogo ai vastissimi terrazzi degradanti verso le zone di media pianura.

Donau	Gunz	Mindel	Riss	Wurm
1400-1200 mila anni fa	1150-900 mila anni fa	780-680 mila anni fa	350-220 mila anni fa	150-20 mila anni fa

5.2.2 Area collinare

L'area di indagine fa parte dei Colli Berici: la geologia del territorio è illustrata nel F° 50 "Vicenza" della Carta Geologica d'Italia al 100.000.

I Monti Berici sono costituiti da rocce di età compresa tra il Cretaceo Sup. ed il Miocene. I termini più antichi della serie affiorano ai margini sud-orientali dei Berici e sono rappresentati dalla Scaglia Rossa, testimone di un ambiente di sedimentazione di mare aperto e relativamente profondo.

Alla fine del Cretaceo cambiano radicalmente le caratteristiche fisiche e chimiche dell'ambiente di sedimentazione, molto probabilmente a causa di importanti movimenti tettonici precursori del ciclo eruttivo paleogenico del Veneto occidentale. La deposizione dei sedimenti, finora regolare, subisce un'interruzione e i depositi paleocenici qui vengono a mancare completamente. La lacuna stratigrafica, che perdura nei Berici fino all'Eocene Inf., è marcata dalla presenza di tipici "hard grounds" al tetto della Scaglia Rossa, conseguenza molto probabile dell'instabilità del fondo marino di tale fase.

Proprio nell'Eocene Inf. cominciano le prime manifestazioni vulcaniche di tipo basaltico in ambiente sottomarino, a partire dalle vicine aree lessine, per estendersi nei Berici verso l'Oligocene. L'attività vulcanica è direttamente collegabile con la tettonica e in particolare con la presenza della nota fossa tettonica dell' "Alpone-Chiampo", ove si depositarono tutti i materiali vulcanici e vulcanoclastici prodotti in situ o provenienti dalle aree circostanti il graben stesso.

La composizione di queste rocce vulcaniche risulta esclusivamente basica, con termini che vanno dai basalti olivini alle limburgiti, con tutti i tipi di passaggio fra le varie composizioni mineralogiche.

La fossa "Alpone-Chiampo", di forma allungata in direzione NNW-SSE, si è attivata alla fine del Cretaceo Sup. e si è mantenuta in movimento per tutto l'Eocene medio, permettendo così, con un

graduale e continuo abbassamento, l'accumulo di svariate centinaia di metri di lave e tufiti in cui sono intercalate rocce sedimentarie carbonatiche dell'antico mare eocenico ("marmi di Chiampo", ovvero calcari compatti a nummuliti ed alveoline del Cuisiano-Luteziano).

Il graben risulta delimitato da profonde linee di frattura e in particolare ad ovest, dalla "faglia di Castelvevo", localizzata sulla dorsale che separa le valli di Illasi e dell'Alpone in direzione NNW-SSE, e a nord dalla "linea pedemontana" con direzione ENE-WSW. Il margine orientale della fossa non è invece direttamente osservabile, ma si ipotizza che sia situato lungo una linea, diretta anche questa NNW-SSE, che collega Castelgomberto-Montecchio M.-Bocca d'Ansiesia-Val Lione. E' possibile infine che i due margini est ed ovest del graben proseguano al di sotto delle alluvioni fino ad incontrare la faglia della Riviera Berica.

Durante l'Eocene medio, nella zona occidentale del graben (zone di Sarego-Lonigo-Brendola) vi era un ambiente caratterizzato da apparati vulcanici che hanno dato luogo a depositi basaltici e tufitici, con formazione di lagune, laghi salati e bassi fondali. Al finire dell'Eocene medio, quest'area, in seguito a grande accumulo di prodotti vulcanici va in emersione.

Nella parte orientale, invece, al di là di una linea ideale che unisce le località di Alonte-Spiazzo-Grancona, non si verificano interruzioni della sequenza sedimentaria e la successione luteziano-bartoniana-priaboniana appare continua. In tale periodo pertanto i Berici Occidentali rappresentavano una striscia di terra lambita dal mare sia ad est dove si accumulavano i "Calcari Nummulitici", sia ad ovest, dove si depositavano i prodotti vulcanici ("graben dell'Alpone Chiampo").

Successivamente, nell'Eocene Sup. (Priaboniano), ebbe inizio una nuova fase trasgressiva da est verso ovest, durante la quale si depositò un vero e proprio conglomerato basale, ("orizzonte a Cerithium diaboli"). Al di sopra di esso si sedimenta la formazione geologica la Formazione di Priabona. Questa è costituita da un potente complesso di strati calcarei prevalentemente marnosi, che nei Berici orientali poggia direttamente sui Calcari nummulitici ed è praticamente in eteropia di facies con le formazioni vulcaniche occidentali.

La formazione di Priabona si depositò in un ambiente di piattaforma con mare poco profondo, fangoso e ricco di organismi. Questo bacino molto probabilmente era alimentato da nord da apporti terrigeni fini di tipo siltoso e provenienti da terre emerse, corrispondenti grosso modo all'attuale fascia pedemontana del recoarese-valdagnese.

Nei punti del bacino dove gli apporti terrigeni erano più limitati o completamente assenti, si sono verificate particolari condizioni favorevoli all'insediamento di colonie biostromali di alghe calcaree. Queste colonie, di dimensioni molto variabili a seconda delle zone, hanno dato origine ad unità stratigrafiche di forma lenticolare.

Lo spessore della Formazione di Priabona può raggiungere nei Berici anche i 200 metri. Il suo contenuto paleontologico è dato da foraminiferi tipo nummuliti e discocicline, molluschi come lamellibranchi, gasteropodi e scafopodi, brachiopodi, crostacei, briozoi, coralli e ricci di mare. La parte sommitale della formazione è caratterizzata da un potente complesso di argille e argille marnose azzurrine costituenti le "marne a briozoi".

Le marne a briozoi, che affiorano per es. a Brendola e a Montecchio M. segnano il successivo passaggio all'Oligocene e sono testimoni del passaggio da un ambiente marino con il fondale poco profondo e ricoperto da una vera prateria algale, a condizioni di piattaforma carbonatica con scogliera corallina ed algale (Formazione delle Calcareni di Castelgomberto). Probabilmente nell'Oligocene vi era la presenza di un'estesa laguna delimitata a NW dalla terraferma della fascia pedemontana valdagnese e recoarese e a SE da una scogliera corallina ed algale che andava da Lumignano a Mossano.

Al di là della barriera corallina corrispondente al margine SE dei M. Berici si estendeva il mare aperto, dove i depositi oligocenici corrispondono alle Marne Euganee. Ad ovest della laguna, nei Lessini veronesi, non si rileva la presenza di rocce oligoceniche ed è pertanto possibile che ci fossero delle terre emerse, come anche ad est nel marosticano.

Alla fine dell'Oligocene riprende l'attività vulcanica che era cessata per tutto l'Eocene sup. durante la deposizione del Priaboniano. Tale attività è testimoniata dalla presenza di numerosi necks vulcanici o diatremi che si trovano un po' su tutto il rilievo in esame.

Nell'Oligocene sup. la laguna si colma gradualmente ed emerge. Con il Miocene inf. comincia una nuova trasgressione marina (Arenarie di S.Urbano) che si evolve fino al Miocene medio con la deposizione delle Marne argillose del M. Costi, affioranti solo nei Lessini Vicentini Orientali.

Nei periodi successivi, l'orogenesi alpina ha portato progressivamente alla completa emersione dal mare le formazioni sopradescritte formando i rilievi collinari che l'erosione ha modellato gradatamente fino alle forme attuali.

Secondo la letteratura geologica la stratigrafia di questa porzione dei Berici comprende una serie di formazioni con una età che si estende dall'Eocene Medio all'Oligocene. All'interno delle litologie calcaree, si possono intercettare depositi di origine vulcanica legati agli episodi di vulcanesimo subcrostale verificatisi nel Paleogene.

La successione stratigrafica Berica locale può essere così schematizzata:

- **Calcarei Nummulitici (Eocene medio e inferiore):** Calcarei massicci e calcareniti grigio - giallastre, a volte arenacei e a volte cristallino, in grandi bancate talora a stratificazione incerta, presenta uno spessore di circa 150 metri. La natura prevalentemente calcarea di queste formazioni sedimentarie testimonia la loro origine, data da condizioni ambientali di mare profondo, talvolta costiero, con clima tropicale, in cui si sono potuti depositare sedimenti carbonatici per precipitazione chimica o secrezione organica. In tali condizioni marine lo sviluppo della flora e della fauna è stato attivissimo con deposizione di ingenti quantità di fossili perfettamente riconoscibili nelle rocce attuali. I calcari Nummulitici sono ricchissimi dal punto di vista paleontologico: sono stati riconosciuti infatti in grandi quantità nummuliti, assiline, alveoline, coralli, briozoi, lamellibranchi, gasteropodi, nautiloidi, vermi, crinoidi, echinidi, alghe, palme e grossi semi; sono stati trovati anche pesci e tartarughe sia marine sia terrestri. I versanti impostati in questa unità rocciosa sono abbastanza ripidi e talora formano scarpate; sulla sommità delle dorsali invece il paesaggio è modellato dolcemente con dossi e valli arrotondate. Questa formazione risente ampiamente del fenomeno carsico.
- **Marne di Priabona (Eocene Sup.):** I termini che compongono questa serie presentano spesso una grande variabilità di facies in senso orizzontale, e sono sostanzialmente suddivisibili in 4 parti. Descrivendoli dal più antico al più recente, essi sono formati da una fitta alternanza di marne da grigio-blu a grigio-verdastre e da livelli calcareo-marnosi; seguono poi calcari massicci biancastri e calcari micritici, talora argillosi, calcareniti marnose fittamente stratificate grigie e grigio-giallastre, con calcari massicci discordanti causati da canali di erosione. Infine, calcareniti più o meno massicce alla base con livelletti marnosi ed irregolarmente stratificate al tetto.

In base ai sondaggi e ai rilievi di campagna eseguiti per conto della Cementi Rossi nell'area di cava è stato possibile riscontrare la seguente successione dall'alto verso il basso:

- **formazione calcarea** costituita da:
 - *Calcarei cristallini compatti biancastri*, che formano lenti dello spessore massimo di 15-20 m. Sono diffusi in tutta l'area coltivata. Nelle scarpate nord della cava arrivano anche a 20 m di spessore.
 - *Calcarei stratificati* con strati di 20 cm di spessore ed orizzonti argilloso-marnosi spessi mediamente 1 cm. Questi calcari si trovano normalmente in cima alla serie e risaltano per la loro chiara stratificazione. Si possono ritrovare anche sotto e lateralmente ai calcari cristallini compatti nei quali a volte si trasformano eteropicamente (come nel settore E). A volte si trovano al top dei calcari gialli della formazione inferiore (come nel settore W). Lo

spessore visibile non supera di solito i 10-15 m.

○ **formazione calcareo-marnosa** costituita da:

- *Calcarei giallastri* dalla stratificazione indistinta, o di tipo “pseudonodulare”. Si può stimarne uno spessore di circa 20-30 m. Costituisce gran parte del substrato economicamente utile della coltivazione.
- *Calcarei giallastri compatti*, sono calcari cristallini solitamente ubicati sotto il calcare giallastro, localmente in eteropia con esso.
- *Calcarei marnosi e marne calcaree grigie*, ben distinguibili per la tipica colorazione e conosciuti anche come *tufiti*. Si tratta di corpi lenticolari, eteropici lateralmente e verticalmente con il calcare giallastro sottostante, ricchi di livelletti anche centimetraci di argilliti e marne. Il loro spessore è variabile da 1 a 6 m in genere; nella scarpata sud della cava invece lo spessore supera i 10-15 m. E' l'unico litotipo ad avere un titolo medio del CaCO_3 pari all'82-85% massimo, (con un minimo del 67%) rispetto al valore degli altri calcari dove il CaCO_3 raggiunge e supera il 95%.

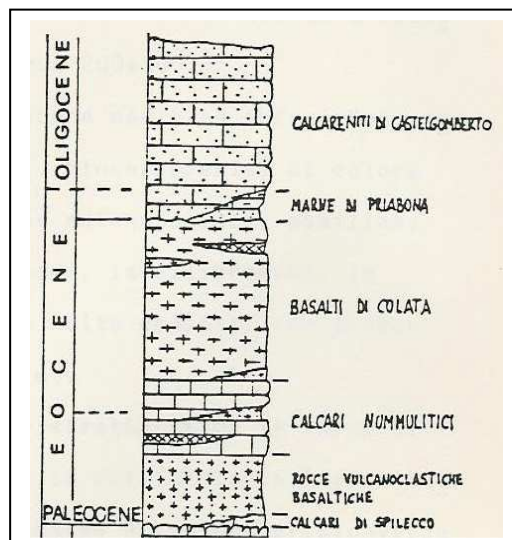
○ **Una formazione calcarea** non affiorante in superficie costituita da:

- *calcarei giallastri compatti con intercalazioni di calcari bruni e giallastri stratificati*, a volte in alternanza fitta, senza presenza di livelli e lenti marnoso-argillose. Mostrano un basso recupero durante il carotaggio ed un comportamento molto fragile. Rappresentano la formazione dell'acquifero confinato e non se ne conosce lo spessore.

- **Calcareni di Castelgomberto (Oligocene)**: Calcarei più o meno grossolani, stratificati, assai ricchi di fossili. Si tratta per lo più di briozoi, echinidi, foraminiferi, coralli e nullipore

In area collinare esistono inoltre i seguenti tipi di depositi:

- **Coperture eluvio-colluviali**: terreni di copertura della roccia carbonatica, che degrada all'esterno verso la pianura. Sono generalmente sede di boschi, coltivi e di attività umane. Si tratta in genere di argille e silt, sabbioso-ghiaiose ciottolose, in spessori normalmente da 0,5 a 2,0 m. esistono aree con spessori superiori a 3 metri.
- **Terre rosse delle doline**: terreni argillosi più o meno plastici, di colore rosso-bruno, che contengono frammenti lapidei di natura calcarea, provenienti dalle rocce del substrato. Si tratta della coltre residuale eluviale calcarea che può arrivare a 14 m di spessore in corrispondenza delle depressioni carsiche (doline).



5.2.3 Area collinare del Monte Crocetta

La dorsale collinare è di aspetto ondulato, lambita sul fianco orientale dalla Roggia Seriola, che è fiume di risorgiva (sorgente Boia – sorgenti località Maddalene), con portata d'acqua media di 20 l/s. L'ossatura è costituita di rocce calcaree stratificate dell'Oligocene. Trattasi di rocce sedimentarie, dure, resistenti, stabili, con strati a giacitura quasi orizzontale, leggermente immergenti verso E, di circa 15°.

Sopra la roccia vi è un esile spessore, di circa 1 m, di terreni sciolti limosi, con schegge rocciose. Ai fianchi della dorsale, dove la superficie si raccorda con la pianura, vi è uno spessore di pochi metri di terreni sciolti, colluviali ed alluvionali. Questo terreno sciolto copre i fianchi della dorsale collinare, con spessore, dedotto da alcuni sondaggi perforazioni, di 2-6 m.

La pendenza delle superfici è bassa o media, solo in alcuni luoghi, per es. a valle dell'abside della Chiesa, la scarpata di roccia è più acclive, raggiungendo 4 m; queste piccole scarpate sono limitate, per cui non sono né importanti né cartografabili. Tutto il territorio è stabile, senza frane potenziali o in atto. Raramente la frangia dei terreni orientali è soggetta ad esondazione. Per il restante territorio si può parlare di drenaggio buono o almeno sufficiente.

5.3 Suoli

La classificazione superficiale dei terreni superficiali su base pedologica tiene conto delle caratteristiche fisiche dei suoli ed in particolare della loro tessitura. La tessitura definisce le qualità delle singole porzioni di sabbia, limo e argilla mentre lo scheletro indica la presenza di materiali più grossolani. Vengono di seguito indicati in tabella le unità cartografiche individuate nel territorio dei quattro comuni. I dati sono tratti dal lavoro *Carta dei Suoli del Veneto in scala 1:250000*.

Altri dati pregressi riguardanti gli aspetti agronomici dei terreni sono contenuti nelle relazioni delle Varianti al Piano Regolatore vigente.

Ai dati riguardanti precedenti studi sul territorio si sono sovrapposte le indagini geognostiche riguardanti piani particolareggiati per la costruzione di infrastrutture, aree di prima industrializzazione e nuove lottizzazioni. Si è così potuto ottenere un incrocio di informazioni “sul campo” con le informazioni da studi prima menzionati. Risultato è la seguente tabella che sinteticamente riassume le caratteristiche dei suoli presenti nel territorio comunale, specificandone la loro ubicazione geografica.

Unità cartografica	Unità tipologica del suolo	Materiale parentale	Classificazione WRB (1998)	Drenaggio	Permeabilità	Aree di pertinenza
BR4.4	BON1 (50-75%)	Limi e sabbie estremamente calcarei	Hypercalcari-Fluvisol Cambisol	mediocre	Moderatamente bassa	Sui fianchi dei dossi fluviali della bassa pianura recente
	GON1 (25-50%)	Sabbie e limi estremamente calcarei	Hypercalcaric Fluvisol	mediocre	Moderatamente bassa	Parte sommatiale dei dossi fluviali della bassa pianura
BA2.1	MOG1 (>75%)	Limi fortemente calcarei	Gleyic Calcisol	mediocre	Moderatamente bassa	Buona parte del territorio comunale pianeggiante
BA1.3	CMS1 (50-75%)	Sabbie e limi molto calcarei	Hypereutric Cambisol	buono	Moderatamente alta	Aree poste tra il corso del Tesina e quello del Bacchiglione

	VDC1 (25-50%)	Limi e sabbie molto calcarei	Hypereutric Gleyic Cambisol	mediocre	Moderatamente bassa	Dossi a deposizione limoso-sabbiosa
LB2.3	varie	Substrato calcareo/ materiale colluviale	Humi-Plintic-Acrisol	Moderatamente rapido	Moderatamente bassa	Dorsali caratterizzate da ampie sommità debolmente pendenti, delimitate da ripide scarpate boscosi
RI1.2	varie	Substrato calcareo	Skeleti-Cutanic Luvisol	buono	Moderatamente alta	Dorsali caratterizzate da ampie sommità debolmente pendenti, delimitate da ripide scarpate boscosi

BR4.4: Piana di divagazione a meandri olocenica recente dei corsi d'acqua Bacchiglione, Astichello, Orolo e Tesina. Sono superfici di forma allungata che seguono il corso attuale dei fiumi ad andamento NO-SE, spesso incuneandosi in aree di più antica deposizione. I sedimenti derivano dall'alterazione delle rocce prevalentemente di origine sedimentaria, estremamente calcaree, presenti nei bacini di provenienza

BA2.1: Pianura modale del Brenta e del sistema Bacchiglione-Astico, di origine fluvioglaciale. Sono superfici pianeggianti, ad andamento NO-SE, connesse ai dossi (BA1.3) e alle aree depresse (BA3.1). Località Maddalene (sondaggio pregresso 1) presenza di limi, limi argillosi debolmente sabbiosi per un metro e mezzo. Soggiacenza della falda maggiore di un metro. Falda leggermente risaliente ospitata in sabbie medie, a volte limose con presenza di ghiaia fine.

BA1.3: Dossi della pianura del Brenta e del sistema Bacchiglione-Astico, di origine fluvioglaciale. Sono superfici pianeggianti, ad andamento NO-SE, connesse alla pianura modale (BA2.1). Sondaggio pregresso numero 3.

Aree palustri bonificate pedecollinari (Colli Euganei e Berici) ad accumulo di sostanza organica in superficie. Sono superfici pianeggianti, risultate in posizione morfologicamente depressa per una maggiore aggradazione della pianura alluvionale circostante i rilievi, ad opera dei fiumi alpini.

RI1.2: Ripide scarpate boscate in forma di strette fasce che delimitano altipiani carsificati pianeggianti.

LB2.3: Versanti ondulati con pendenze medio basse su calcareniti, marne e/o materiale di alterazione fine

Le unità litologiche sono state coordinate con quelle della Legenda della Carta Geologica del Veneto redatta dall'Istituto di Geologia dell'Università di Padova e pubblicata nel 1990 in collaborazione fra Regione Veneto e Servizio Geologico Nazionale.

Le formazioni geologiche sono state assoggettate a raggruppamenti in funzione della litologia, dello stato di aggregazione, del grado di alterazione e del conseguente comportamento meccanico che le singole unità assumono nei confronti degli interventi insediativi e infrastrutturali che lo strumento urbanistico introduce. Per quanto riguarda i materiali delle coperture il riferimento fondamentale è quello che richiama il processo di messa in posto del deposito o dell'accumulo, lo stato di addensamento e la tessitura dei materiali costituenti.

Le unità litologiche cartografate nelle **tavola geolitologica** sono le seguenti:

Affioramenti rocciosi

- **Rocce tenere prevalenti con interstrati o bancate resistenti subordinati:** sono costituiti da calcari massicci e calcareniti grigio - giallastre, a volte arenacei e a volte cristallino; marne da grigio-blu a grigio-verdastre e da livelli calcareo-marnosi; seguono poi calcari massicci biancastri e calcari micritici, talora argillosi, calcareniti marnose fittamente stratificate grigie e grigio-giallastre, con calcari massicci discordanti causati da canali di erosione. Infine, calcareniti più o meno massicce alla base con livelletti marnosi ed irregolarmente stratificate al tetto.
- **Rocce superficiali alterate e con substrato compatto:** si tratta prevalentemente delle formazioni vulcanitiche, in cui la composizione risulta esclusivamente basica, con termini che vanno dai basalti olivinici alle limburgiti, con tutti i tipi di passaggio fra le varie composizioni mineralogiche, si depositarono tutti i materiali vulcanici e vulcanoclastici prodotti in situ o provenienti dalle aree circostanti.

Materiali alluvionali e fluvioglaciali

- **Materiali granulari fluviali e/o fluvioglaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa più o meno addensati:** si tratta di litologie derivanti dalla deposizione dei corsi d'acqua a maggiore energia e sono tipici dell'area a nord del comune di Vicenza.
- **Materiali sciolti di deposito recente ed attuale dell'alveo mobile e delle aree di esondazione recente:** si tratta di depositi alluvionali e fluvioglaciali a tessitura prevalentemente argillosa. Corrispondono a un ambiente deposizionale caratterizzato da una minor energia limitato alle aree meridionali del territorio comunale.
- **Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo argillosa:** corrispondono a depositi fini presenti nelle alluvioni depositate in prevalenza nella parte centrale e meridionale del territorio comunale.
- **Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa:** si tratta prevalentemente di materiali sciolti a tessitura prevalentemente ghiaiosa-sabbiosa e sabbiosa medio-fine tipica dei dossi fluviali relitti.
- **Materiale di deposito superficiale di limitato spessore su vaste aree:** si tratta di materiali sottoposti a bonifica.
- **Materiali della copertura detritica colluviale poco consolidati e costituiti da frazione limo argillosa prevalente con subordinate inclusioni sabbioso-ghiaiose e/o di blocchi lapidei per spessore >3 metri:** sono depositi colluviali a tessitura prevalentemente argillosa, limo-argillosa. Corrisponde a tutte le aree di raccordo tra aree collinari e pianura e alle vallecole intracollinari. Si tratta di argille limose dalla caratteristica colorazione rossastra dovuta all'alterazione delle rocce calcaree sovrastanti.
- **Materiali sciolti per accumulo detritico di falda a pezzatura minuta prevalente:** si tratta di depositi di falda ai piedi dei ripidi versanti collinari, costituita da ghiaietto in matrice limosa-argillosa derivante dal dilavamento dei soprastanti calcari marnosi.

Le grafie utilizzate sono basate sulle “Grafie Geologiche per la Pianificazione Territoriale” D.G.R.V. 615/96



PAT **1:10.000**

Carta geolitologica

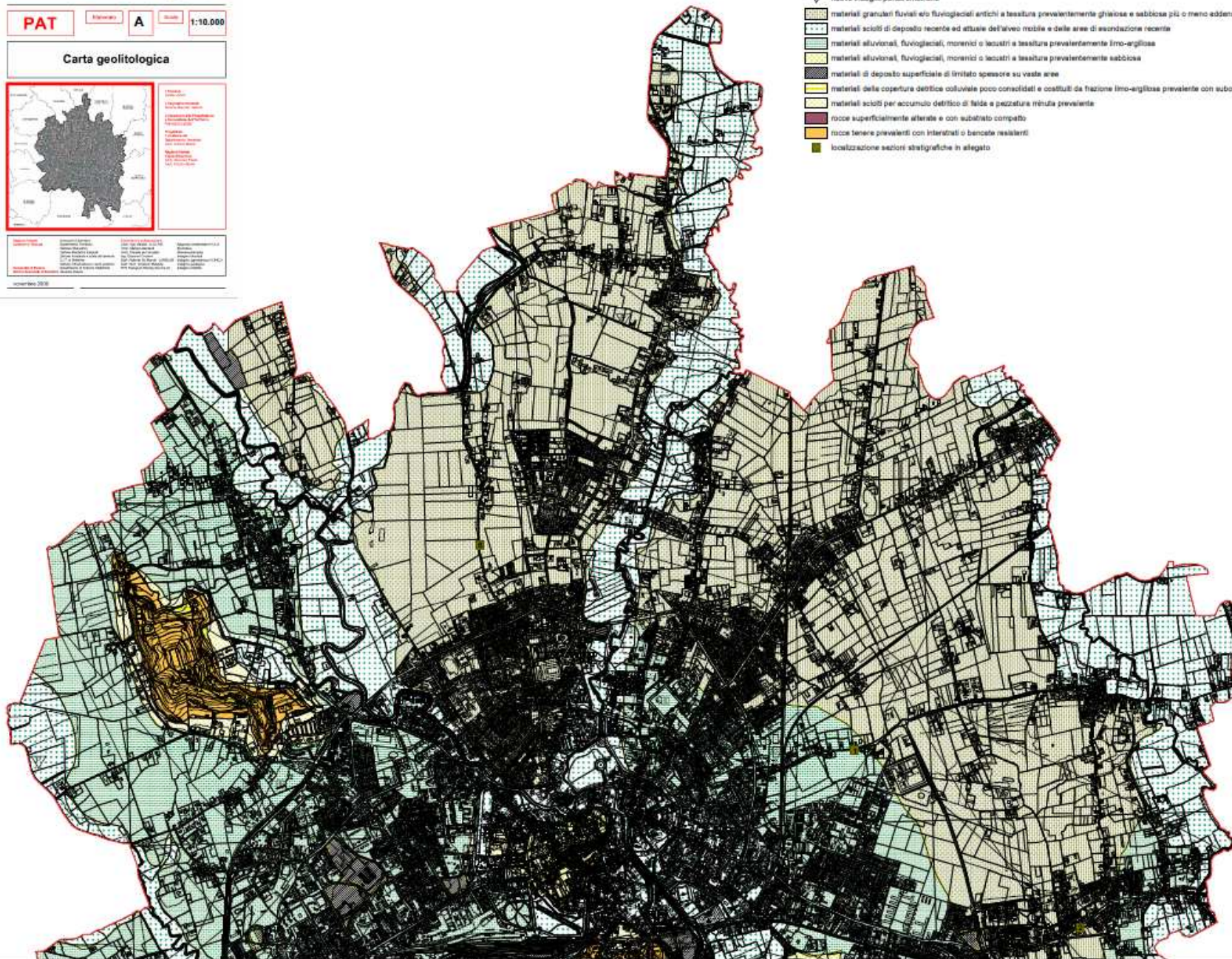


Legenda
 - **Comune di Vicenza**
 - **Provincia di Vicenza**
 - **Regione del Veneto**
 - **Paesi confinanti**
 - **Superficie comunale**
 - **Superficie provinciale**
 - **Superficie regionale**

Scale	Scale	Scale	Scale
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
km	km	km	km

novembre 2009

- contorno comunale
- sondaggi (con numero d'ordine progressivo)
- nuove indagini penetrometriche
- materiali granulari fluviali e/o fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa più o meno addensati
- materiali sciolti di deposito recente ed attuale dell'alveo mobile e delle aree di esondazione recente
- materiali alluvionali, fluvio-glaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa
- materiali alluvionali, fluvio-glaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa
- materiali di deposito superficiale di limitato spessore su vaste aree
- materiali della copertura detritica colluviale poco consolidati e costituiti da frazione limo-argillosa prevalente con subordinate inclusioni sabbioso-ghiaiose per spessore > 3 metri
- materiali sciolti per accumulo detritico di falda a pezzatura minuta prevalente
- rocce superficialmente alterate e con substrato compatto
- rocce tenere prevalenti con interstrati o bancate resistenti
- localizzazione sezioni stratigrafiche in elegato



6 IDROGEOLOGIA – TAVOLA IDROGEOLOGICA

6.1 Inquadramento idraulico

L'elemento idraulico più importante dell'area oggetto di studio è costituito dal Fiume Bacchiglione che defluisce a Ovest, a Nord e a Est della zona di intervento. Esso scorre, localmente, in modo più o meno sinuoso, con direzione prevalente Nord-Ovest / Sud-Est. Le sue alluvioni hanno generato, molto probabilmente, la situazione geomorfologica e geolitologica attuale. Questo corso d'acqua è alimentato da risorgive ed ha portate abbastanza costanti, ma in corrispondenza di piogge intense e prolungate, può evidenziare notevoli aumenti di portata, fino all'alluvionamento, più a Sud, di porzioni della Città, raccogliendo l'acqua di corrivazione proveniente da vie di deflusso superficiale e dal Fiume Astichello. Il fiume nasce dalle risorgive nel comune di Dueville (VI), prendendo inizialmente il nome di "Bacchiglioncello". Poco a monte della città di Vicenza riceve le acque del sottobacino del Leogra-Timonchio (dal monte Pasubio) e assume il nome di Bacchiglione. Dopo Vicenza riceve ancora le acque del fiume Retrone, del torrente Astichello, del torrente Astico-Tesina e del fiume Tesina Padovano.

Tutta l'area di pianura è interessata da una fitta rete di rogge e scoli che assolvono alla duplice funzione di irrigazione e di drenaggio delle acque superficiali. Alcune rogge ospitano costantemente un corso d'acqua alimentato dalle sorgenti pedecollinari.

L'area è caratterizzata da rilievi calcarei con intensa circolazione idrica ipogea. La sommità dei colli con la presenza di alcune doline è un tipico paesaggio carsico, caratterizzato dall'assenza di idrografia superficiale. Esistono poi alcune valli (nell'area dei Monti localmente sono indicate come *Scaranti*) che possono essere identificate come valli fluvio-carsiche. Esse hanno un profilo longitudinale per la prima parte molto ripido mentre in seguito si raccordano più dolcemente con le aree pedecollinari caratterizzate da depositi colluviali. Sono valli che presentano a volte strette incisioni nella parte terminale. L'acqua vi scorre solamente in caso di intense piogge.

La parte di pianura è solcata da numerosi fiumi e canali artificiali che drenano le acque superficiali e le regolano per l'uso agricolo. Alcune rogge ospitano costantemente un corso d'acqua alimentato dalle sorgenti pedecollinari.

Gli scoli, rogge e canali principali sono:

- Roggia Tribolo;
- Roggia Caveggiara;
- Roggia Riello;
- Roggia Dioma;
- Roggia Piazzon;
- Roggia Contarina;
- Roggia Archiello;
- Roggia del Trissino;
- Roggia del Maglio;
- Canale Debba;
- Fosso Cordano;
- Fosso Seriosa;
- Scolo Ariello.

Tutta l'area di pianura è interessata da una fitta rete di rogge e scoli che assolvono alla duplice funzione di irrigazione e di drenaggio delle acque superficiali.

L'idrografia superficiale del Comune di Vicenza si presenta piuttosto complessa e articolata. Accanto alle aste fluviali principali si vengono a trovare una serie di canali minori, rogge e scoli necessari al drenaggio e all'irrigazione delle aree agricole. Il sistema risulta interconnesso e la sofferenza dei tronchi e degli elementi principali provoca seri disagi a tutta la fascia limitrofa. Il progressivo aumento dei danni causati dalle esondazioni sono dovuti prevalentemente alla continua espansione del suolo urbanizzato che ha visto la trasformazione di aree a carattere agricolo in zone residenziale e/o industriali. In termini idraulici ciò si traduce in una impermeabilizzazione del suolo che comporta una riduzione della permeabilità del terreno e della sua capacità filtrante, alterando in questo modo il naturale regime idraulico della rete superficiale. Vista la complessità della rete in esame, nei paragrafi seguenti verranno descritti i bacini idrografici delle due aste principali che percorrono la città di Vicenza, costituite dal fiume Bacchiglione e dal fiume Retrone, che in particolare attraversano il centro storico cittadino.

6.1.1 Il fiume Bacchiglione

Il fiume Bacchiglione riceve le acque provenienti da un bacino idrografico esteso su una superficie di oltre 400 kmq il quale viene delimitato a sud-ovest dal bacino del torrente Agno- Guà, a nord dal bacino del fiume Adige e a nord-est dal bacino del torrente Astico-Tesina. L'origine del fiume viene fatta coincidere con quella del torrente Logora, che nasce da Pian delle Fugazze e attraversa un territorio che tocca la quota massima di 2.235 m s.m.m. in prossimità del Monte Pasubio ed è interessato da un regime pluviometrico particolarmente intenso con precipitazioni che raggiungono il valore medio annuo di circa 2000 mm. All'uscita del bacino montano, in prossimità di Schio, il torrente Leogra riceve dalla sinistra idrografica il torrente Timonchio e prosegue con questo nome delimitando il confine amministrativo dei Comuni di Malo e Marano Vicentino e successivamente quelli di Villaverla e Isola Vicentina.

Il corso d'acqua assume la denominazione Bacchiglione in corrispondenza dell'immissione del torrente Igna, in arrivo dalla sinistra idrografica, e una volta entrato nel territorio comunale di Vicenza riceve dalla destra il torrente Giara-Orolo capace di notevoli contributi di portata in tempo di piena. Infine in prossimità del centro urbano, in prossimità di Parco Querini si immette dalla sinistra il torrente Astichello.

L'attraversamento del centro urbano avviene lungo l'inalveazione artificiale realizzata nel 1886 al fine di spostare verso valle la confluenza con il fiume Retrone che si immette dalla destra presso Borgo Berga.

6.1.2 Il fiume Retrone

Il bacino idrografico del fiume Retrone copre una superficie di circa 129 kmq suddivisa tra territorio collinare, con quote che superano i 400 m s.m.m., e di pianura. La parte montana del bacino è costituita dalle valli morfologicamente simili e dalla forma allungata dei torrenti Onte e Valdiezza, che corrono parallele in direzione nord-sud all'interno dei limiti amministrativi dei Comuni di Castelgomberto, Gambugliano, Monteviale, Sovizzo, Creazzo e per un breve tratto del Comune di Trissino. Giunto il località Sovizzo il torrente Onte riceve le acque del torrente Mezzarolo che contribuisce con un bacino di poco inferiore ai 10 kmq. Alla confluenza tra questi tre bacini si può ritenere chiusa la parte montana del Retrone. Sempre in direzione nord-sud corre, parallela al Valdiezza, la valle della roggia Dioma che tuttavia è confinata solamente a ovest da versanti collinari mentre a est il bacino presenta un andamento prevalentemente pianeggiante delimitato dal corso del torrente Orolo. La roggia Dioma drena un bacino di circa 29 kmq che rientra nei Comuni di Isola Vicentina, Costabissara, Monteviale, Creazzo e Vicenza. Giunta in prossimità dell'immissione nel Retrone, la Dioma viene alimentata dalla portata proveniente dalla zona industriale di Vicenza. La parte meridionale del bacino del Retrone rientra nei territori

comunali di Montecchio Maggiore, Altavilla Vicentina e Arcugnano, e coincide per lo più con il bacino del Fosso Cordano. Anch'esso ricade in un territorio collinare con fondovalle pianeggiante la cui antica denominazione "Paludi di Sant'Agostino" ben definisce la tipologia del territorio, tuttora soggetto ad allagamenti.

L'origine dell'asta fluviale del Retrone può essere fissata alla confluenza tra i torrenti Onte e Valdiazza, nelle vicinanze del centro urbano di Sovizzo; da qui si estende per circa 13 km fino alla sua immissione nel fiume Bacchiglione attraversando i Comuni di Sovizzo, Creazzo, Altavilla Vicentina e Vicenza.

Il primo affluente di una certa importanza è il Fosso Riello che giunge dalla destra idrografica in prossimità di Olmo di Creazzo poco a monte dell'attraversamento della Strada Statale n. 11. Lungo questo tratto il fiume, che scorre con quota inferiore al piano campagna e risulta scarsamente arginato, riceve alcuni modesti contributi che si possono ritenere uniformemente distribuiti. Oltre questa confluenza il Retrone riceve solamente i contributi della roggia Dioma, proveniente dalla sinistra idrografica, e del Fosso Cordano, proveniente dalla destra. In conseguenza di questi due apporti il fiume giunge in località Sant'Agostino con una portata più che raddoppiata rispetto a quella iniziale che defluisce a Sovizzo.

Le criticità idrauliche del Fiume Retrone si manifestano lungo tutta l'asta fluviale per due motivi distinti. Nel tratto di monte la sezione idraulica risulta ridotta, scarsamente arginata, ed è sufficiente l'arrivo di una portata di modesta entità per determinare esondazioni che si estendono soprattutto in destra idrografica in conseguenza dell'andamento altimetrico dei terreni circostanti.

Nel tratto di valle, pur essendo la sezione idraulica di maggiori dimensioni e il fiume protetto da argini di notevole altezza, il deflusso viene ostacolato dalla riduzione della velocità provocata dal rigurgito dovuto al concomitante innalzamento del livello nel fiume Bacchiglione. Oltre a causare il sormonto degli argini del Retrone, l'innalzamento del livello non permette il libero deflusso delle acque della roggia Dioma che a sua volta provoca l'allagamento della zona industriale di Vicenza.

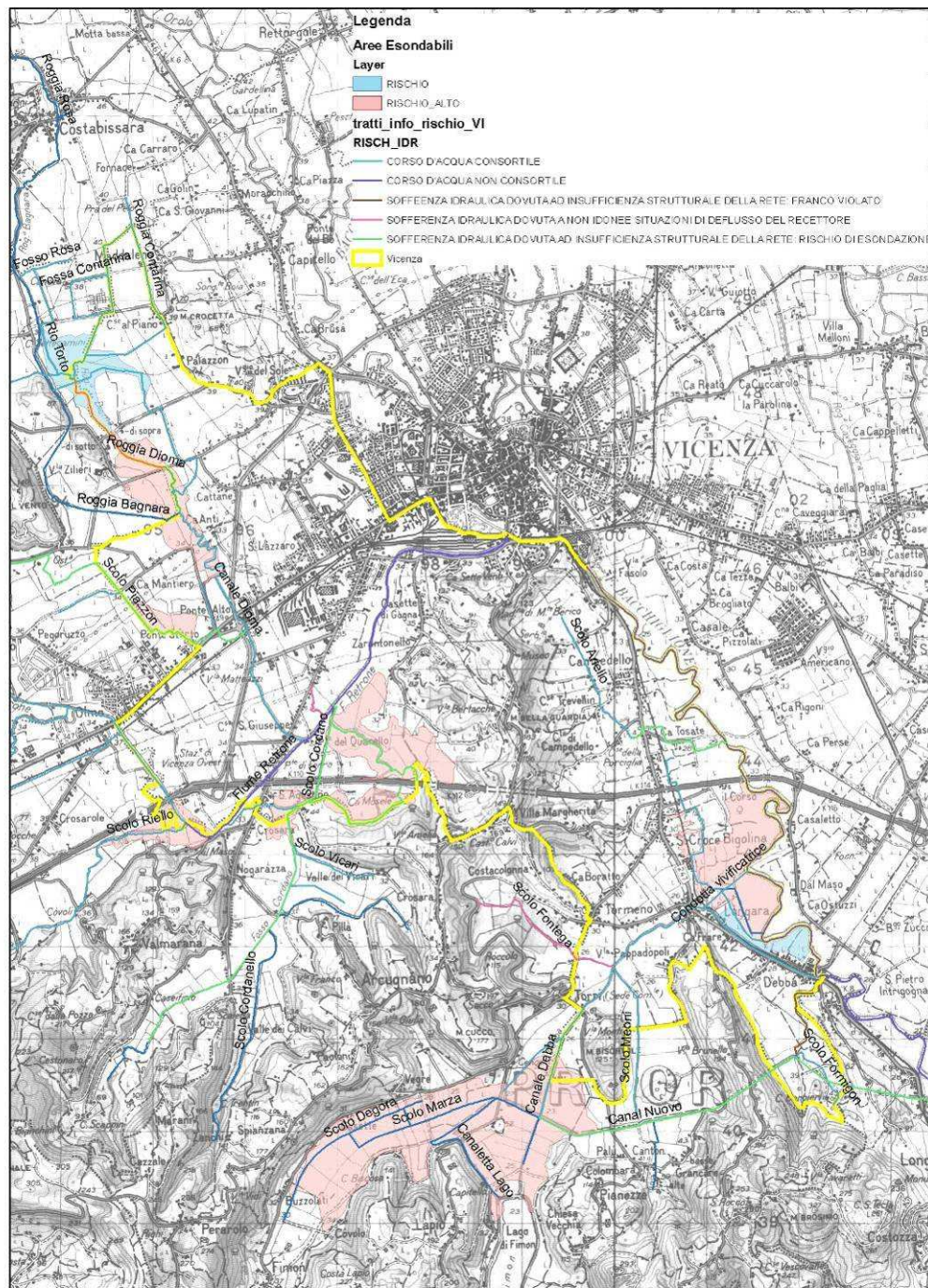
6.1.3 Rischio idraulico

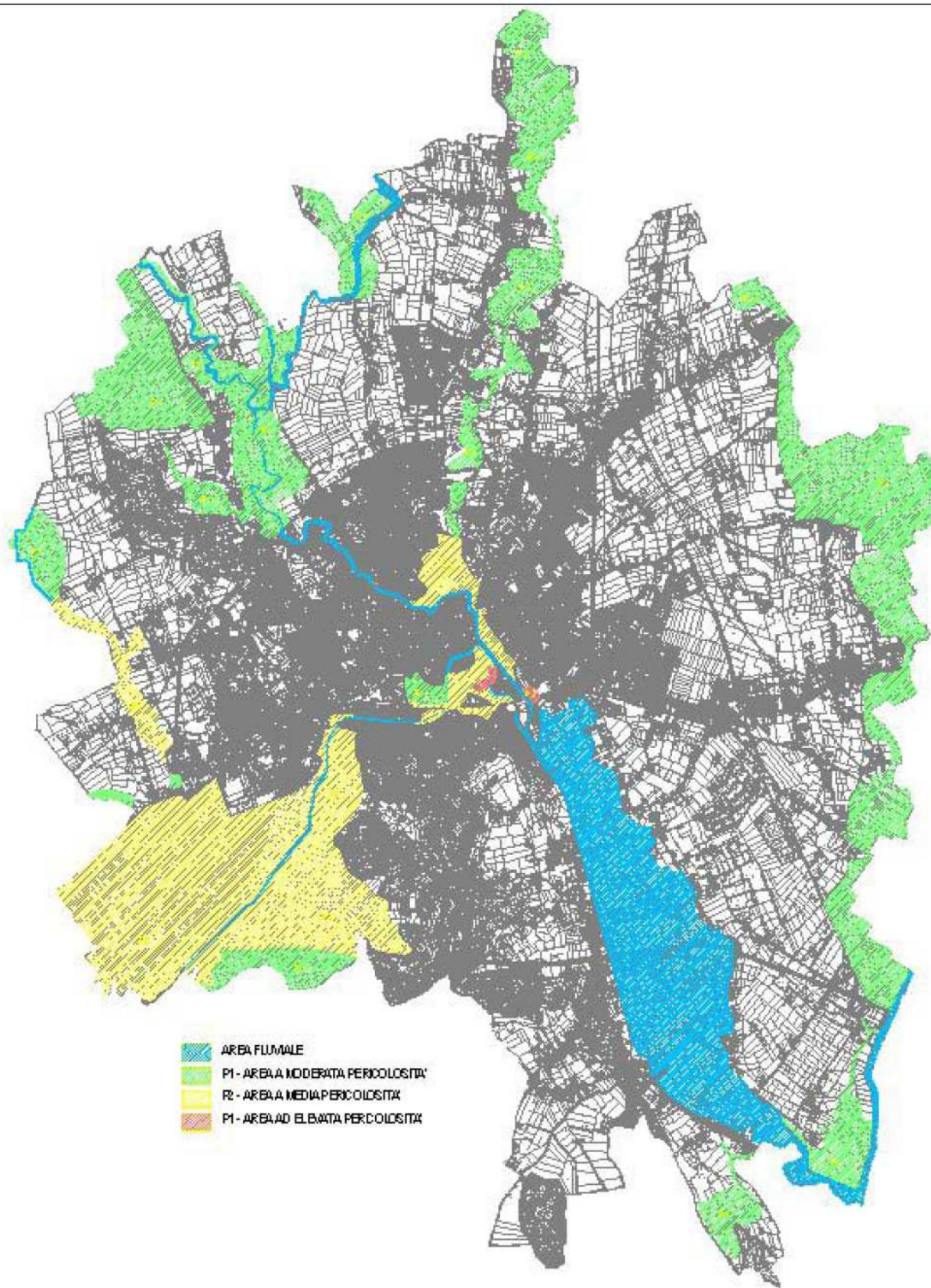
Il rischio idraulico è legato a eventi meteorologici eccezionali e risulta medio-alto in alcune limitate aree per loro particolare morfologia, per la scarsa capacità di drenaggio o per la mancanza di sistema di canalizzazione superficiale adeguato. In particolare sono individuate aree a rischio idraulico sia dal PAI che dai Consorzi di Bonifica. In particolare si individuano le seguenti aree con differenti situazioni critiche:

1. ad est di Longara lungo la sponda destra del Fiume Bacchiglione;
2. tra la sponda destra del Fiume Retrone e la dorsale dei Monti Berici;
3. lungo il corso della Roggia Dioma;

Le problematiche sono le seguenti:

- sofferenza idraulica dovuta a insufficienza strutturale della rete: franco violato;
- sofferenza idraulica dovuta a non idonee situazioni di deflusso del recettore;
- sofferenza idraulica dovuta a insufficienza strutturale della rete: rischio di esondazione.





Perimetrazione e classificazione delle aree in relazione alla pericolosità idraulica
 (Fonte: Progetto di Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Brenta-Bacchiglione)

Nel Comune di Vicenza, i tratti caratterizzati dal rischio idraulico più elevato e da frequenza probabile di esondazione risultano i seguenti:

- Fiume Retrone con classe di pericolosità 4 e con frequenza probabile di esondazione inferiore a 10 anni;
- Fiume Bacchiglione tra la confluenza del Torrente Orolo e Borgo S. Croce, con classe di pericolosità 2 e frequenza probabile di esondazione in destra inferiore ai 50 anni;
- Fiume Bacchiglione tra Borgo S. Croce e il centro cittadino di Vicenza, con classe di pericolosità 3 in destra e 4 in sinistra e con frequenza probabile di esondazione inferiore a 50 anni a sinistra;
- Fiume Bacchiglione da Vicenza a Debba con classe di pericolosità 4 in destra.

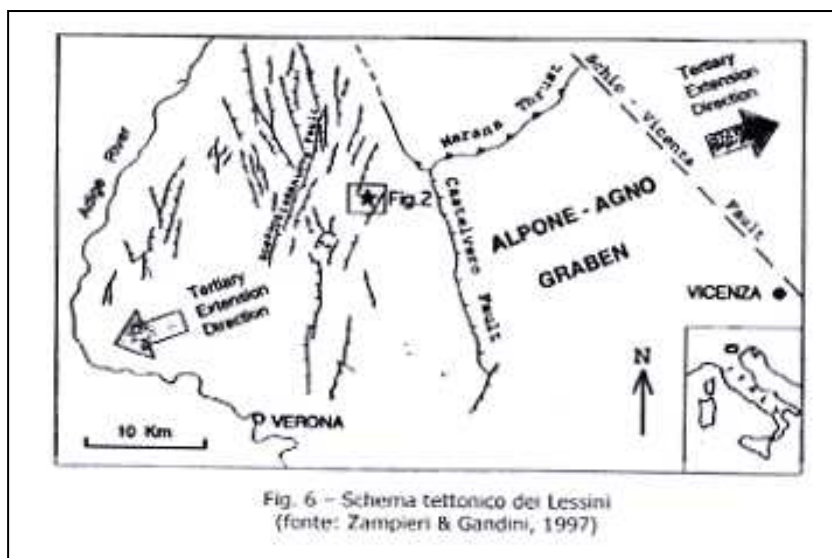
Accanto alla trattazione fin qui esposta è stata effettuata anche una delimitazione delle aree a rischio idraulico, così come definito dal D.P.C.M. del 29 novembre 1998 dall'ing. Crosara per la redazione della compatibilità idraulica del PAT di Vicenza. Tenendo conto degli elementi acquisiti da diverse ricerche, tra le quali le indagini svolte dalla Regione Veneto, le aree soggette a rischio idraulico derivante dai corsi d'acqua principali e dai collettori di bonifica sono state suddivise nelle quattro categorie R1, R2, R3, R4. In particolare tralasciando le aree a rischio moderato R1, si evidenziano le seguenti criticità per quanto concerne il territorio del comune di Vicenza:

- rischio R4: non si riscontrano aree ricadenti in questa fascia di rischio;
- rischio R3: aree a ridosso del fiume Retrone, del fiume Bacchiglione del fiume Astichello e del fiume Tesina;
- rischio R2: aree a ridosso del fiume Retrone e del fiume Tesina.

6.2 Inquadramento idrogeologico

6.2.1 Inquadramento idrogeologico generale

Dal punto di vista geo-tettonico, il territorio indagato è costituito da litotipi di natura vulcanica che si sono depositati in una fossa tettonica detta “Graben”, durante tutta la fine dell’era terziaria (cretacico) e parte dell’era secondaria (Oligocene). Le effusioni vulcaniche verso oriente sono delimitate dalla faglia Schio – Vicenza mentre verso occidente terminano in corrispondenza della “Faglia di Castelvero”, dove un sollevamento crostale ha comportato l’affioramento dei depositi sedimentari più antichi (cretacici e giurassici).



All’interno del territorio in esame si possono distinguere due complessi idrogeologici, quello di collina e quello di pianura. Il primo dipende dalle caratteristiche dei calcari e dall’andamento delle precipitazioni meteoriche: le rocce calcaree e calcareo – marnose costituenti la maggior parte dei rilievi sono dotate di una permeabilità secondaria dovuta ai fenomeni carsici ed allo stato di fratturazione.

Le caratteristiche di permeabilità delle rocce calcaree costituenti le zone collinari sono tali da permettere la formazione di un serbatoio capace di ricevere e rilasciare le acque meteoriche in profondità secondo un moto di tipo verticale.

Le intercalazioni di altra natura, generalmente poco permeabili, costituiscono il letto di questo bacino e tamponano la circolazione idrica sotterranea indirizzando la “falda” secondo una via che trova nelle sorgenti la parziale conclusione del suo percorso.

Il tampone può essere costituito dai basalti presenti intercalati ai Calcari Oligocenici o da alcune stratificazioni impermeabili incluse nei Calcari stessi: l’emergenza dell’acqua può quindi avvenire in diversi punti dello “strato tampone” in quanto la circolazione verticale può continuare lungo fessure o fratture che creano delle vie preferenziali allo scorrimento dell’acqua.

All’interfaccia collina-depositi colluviali spesso il cambio di permeabilità permette l’emergenza di acque sorgive. Tali sorgenti sono a volte non attive se non durante particolari eventi meteorici. Tale fenomeno probabilmente dovuto alla presenza di alcuni pozzi in area collinare o che intercettano in profondità le rocce serbatoio, i quali deprimono la superficie della falda compresa nei calcari. Inoltre le opere di presa sono in evidente stato di abbandono da parecchi anni causandone a volte l’interramento.

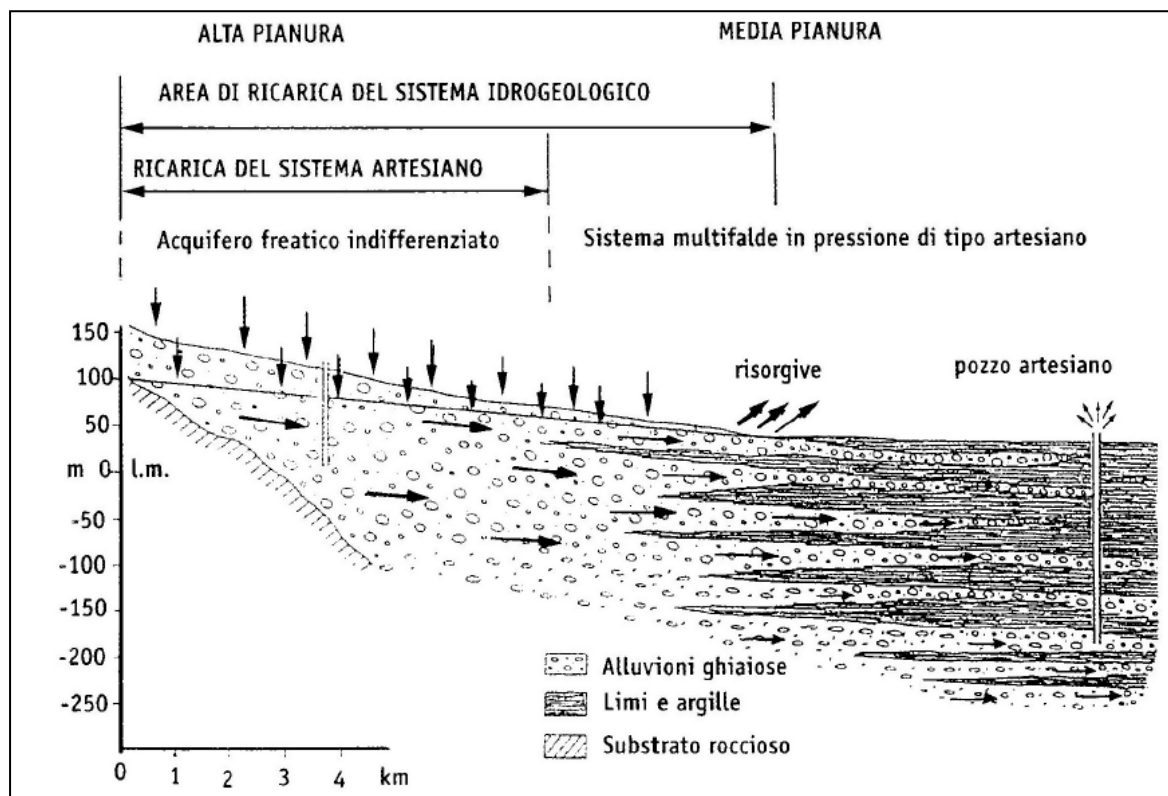
Il complesso idrogeologico di pianura è invece più articolato: dalle ricostruzioni litologiche del sottosuolo, fatte utilizzando le stratigrafie di alcuni pozzi per acqua, risulta che il materasso alluvionale è notevolmente differenziato, sia in senso laterale che verticale, con la presenza di una falda multistrato. Nella media pianura i depositi sono rappresentati da materiali progressivamente più fini, costituiti da ghiaie e sabbie con digitazioni limose ed argillose le quali diventano sempre più frequenti da monte a valle; in questi depositi esiste una serie di falde sovrapposte, di cui la prima è generalmente libera e quelle sottostanti in pressione, localizzate negli strati permeabili ghiaiosi e/o sabbiosi intercalati alle lenti argillose dotate invece di bassissima permeabilità. Il sistema delle falde in pressione è strettamente collegato, verso monte, all'unica grande falda freatica, dalla quale trae alimentazione e che ne condiziona la qualità di base.

La zona di passaggio dal sistema indifferenziato a quello multifalde, è rappresentata da una porzione di territorio a sviluppo est-ovest, larga anche qualche chilometro e variabile nel tempo, denominata "Fascia delle risorgive". La falda si avvicina progressivamente alla superficie del suolo fino ad emergere, anche a causa della presenza delle sottostanti lenti argillose, formando le tipiche sorgenti di pianura, dette appunto risorgive (o fontanili). Esse costituiscono il "troppo pieno" della falda freatica dell'alta Pianura Veneta, e finché resteranno attive assicureranno la disponibilità idrica al Sistema Differenziato posto a valle. Si trova, nella pianura alluvionale, una vasta gamma di terreni, disposti in letti sovrapposti oppure in lenti suborizzontali, con granulometria variabile dalla sabbia con ghiaia all'argilla. E' importante sottolineare il fatto che comunque, ogni strato permeabile posto al di sotto del terreno vegetale, appare saturo d'acqua: in linea di massima si assiste quindi alla presenza di una prima falda superficiale, discontinua, ospitata da terreni sabbioso limosi poco potenti e sovrastante un acquifero multistrato formato dalla presenza di falde confinate o semiconfinite dotate di una certa risalienza. Alla pianura, appartenente in parte al grande materasso alluvionale dei fiumi Bacchiglione Tesina, pervengono in profondità le acque delle altre porzioni collinari di territorio descritte, nonché quelle locali d'infiltrazione meteorica e dei grandi sistemi d'irrigazione agricola.

Mantenendo valida la descrizione idrogeologica di cui sopra, in mancanza di dati piezometrici riferibili allo stesso periodo di misura si è proceduto a una campagna piezometrica presso pozzi privati durante la prima settimana di settembre 2006 al fine di permettere una corretta definizione delle isofreatiche. Tale periodo di misurazione rientra nel periodo di magra delle falde. La superficie della falda freatica di pianura giace mediamente a 1÷3 metri di profondità. Nei fori dei sondaggi sono stati ubicati tubi freatimetrici da 2", fino a fondo foro, al fine di determinare l'ubicazione dell'acquifero freatico e le eventuali sue escursioni nel tempo.

L'azione dei principali alvei dei fiumi paleoalvei sembra essere parzialmente drenante nei confronti della falda freatica. Si può facilmente capire come le profondità maggiori (Profondità Media di 2 ÷ 3 metri dal p.c. attuale) siano state registrate nei sondaggi più prossimi al Fiume Bacchiglione, data l'azione drenante che il Corso d'acqua normalmente esplica.

In generale è stato riportato da alcuni studi idrogeologici, che la falda ha un andamento pressoché direzionato da NW verso SE, risente con ogni probabilità dell'alimentazione dei rilievi calcarei e si sviluppa ad una quota variabile dai 40 m s.l.m a NW fino ai 22 m s.l.m a SE con un gradiente mediamente del 0,1- 0,2%.



Nel territorio in esame, i sedimenti del materasso alluvionale, almeno fino alle profondità interessate dalla terebrazione di pozzi d'acqua, risultano costituiti da tipi granulometricamente compresi tra le ghiaie medio fini e le argille.

Gli acquiferi profondi costituiti da terreni a pezzatura grossolana, di tipo ghiaioso, iniziano a circa 30-40 metri di profondità. In generale il modello concettuale stratigrafico del territorio del comune di Vicenza può essere schematicamente ricondotto ai seguenti elementi di sintesi:

- Da 0 a 10 metri: depositi costituiti da materiali fini di tipo limoso sabbiosi, argillosi con a volte la presenza di ghiaie fini;
- Da 10 a 30 metri materiali fini a comportamento prevalentemente coesivo (limi e argille e locali banchi di sabbia);
- Da 30 a 40 metri ghiaie medio fini debolmente sabbiose (1° acquifero confinato);
- Da 40 a 55 argille prevalenti (acquiclude);
- Da 55 a 60 ghiaie medio fini debolmente sabbiose (2° acquifero confinato);
- Da 60 a 75 metri argille prevalenti;
- Da 75 a 85 metri ghiaie fini con sabbie debolmente argillose (3° acquifero confinato);
- Esistono poi altri acquiferi confinati tra 120 e 140 metri di profondità e 180-210 metri.

Gli acquiferi confinati presentano caratteristiche idrogeologiche così riassumibili:

Acquifero	Tramissività T (m ² /s)	Permeabilità K (m/s)
1° acquifero confinato	1,02E-03	1,42E-04
2° acquifero confinato	3,02E-03	8,33E-04

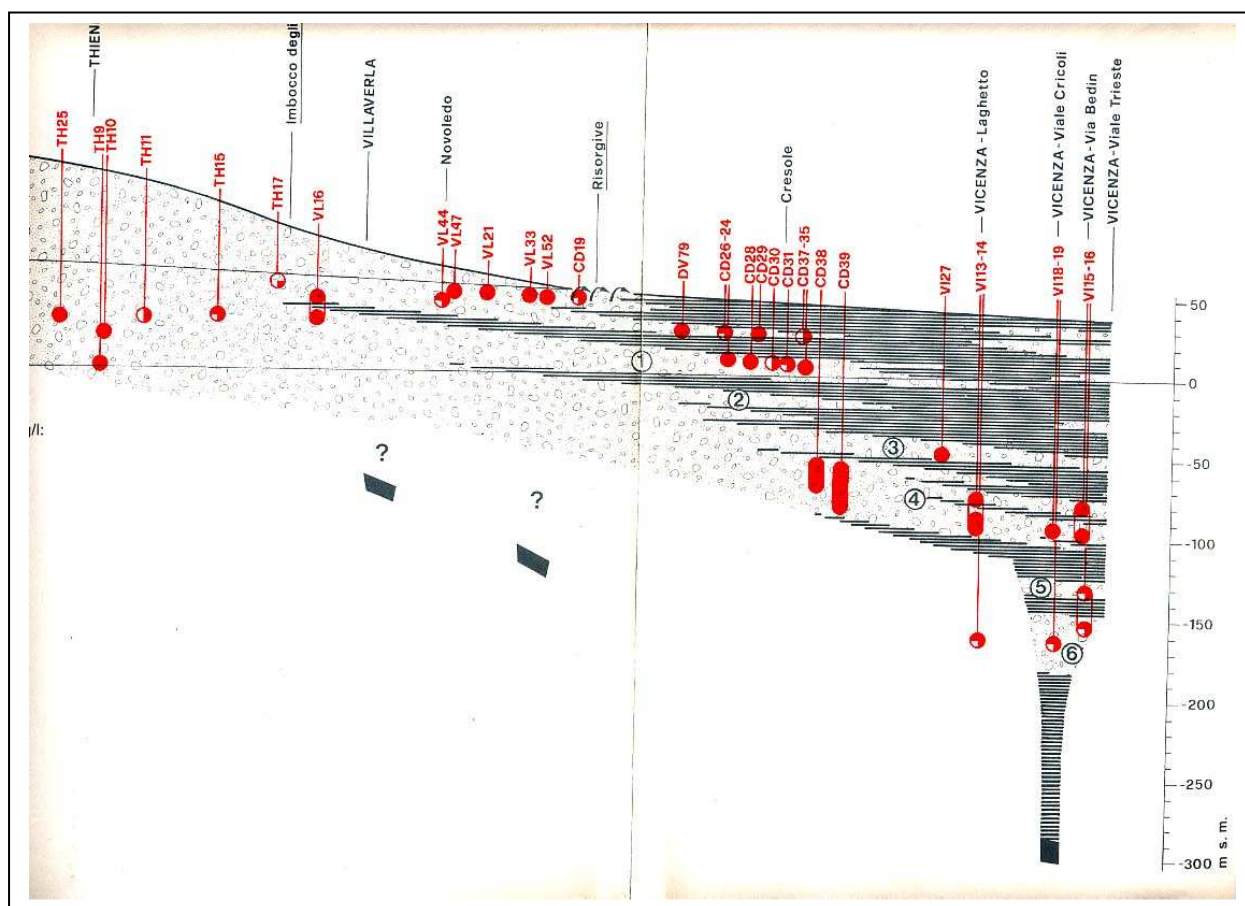
La carta idrogeologica riporta una serie di informazioni tra cui la suddivisione dei terreni stilata sulla base anche della profondità della falda freatica media di alcune aree omogenee.

ZONA PRODUTTIVA	NOME OPERA DI PRESA	LOCALITA'	COMUNE	PERIODO DI UTILIZZO gg/anno	LATITUDINE LONGITUDINE COORDINATE GEOGR.		PROFONDITA' (m)	QUOTA DELLA TESTATA (m. r.f. s.l.m)	DATA	PORTATA (lit)	LIVELLO DINAMICO (m)	LIVELLO STATICO (m)
BEDIN CRICOLI	Pozzo n.1 Via Bedin	BEDIN	VICENZA	365	45° 33' 49"	11° 33' 25"	138	36,76	13/07/2006	51,2	1,8	3,6
	Pozzo n.2 Via Porto Godi	BEDIN	VICENZA	365	45° 33' 49"	11° 33' 26"	138,4	36,65	13/07/2006	20*	2,05	3,05
	Pozzo n.3 V.le Cricoli	CRICOLI	VICENZA	365	45° 33' 52"	11° 33' 06"	144	35,26	13/07/2006	43,6	4	7,5
	Pozzo n.4 Via Bedin	BEDIN	VICENZA	385	45° 33' 49"	11° 33' 25"	234	36,88	13/07/2006	32	0,5	3,6
	Pozzo n.5 V.le Cricoli	CRICOLI	VICENZA	365	45° 33' 52"	11° 33' 06"	139	33,83	13/07/2006	10,7	4,1	7,1
BERTESINA	Pozzo n.1 Strada Comunale di Bertesina	BERTESINA	VICENZA	365	45° 32' 54"	11° 30' 18"	204	32,95	12/07/2006	129	2,3	6
LAGHETTO	Pozzo n.1 Via Lago D'Isco	LAGHETTO	VICENZA	365	45° 34' 10"	11° 32' 32"	142	38,89	13/07/2006	96,15	-1,9	4,15
	Pozzo n.2 Via Lago di Como	LAGHETTO	VICENZA	365	45° 34' 11"	11° 32' 22"	138	38,67	13/07/2006	52,6	3,35	4,7
	Pozzo n.3 Via Lago Maggiore	LAGHETTO	VICENZA	365	45° 34' 40"	11° 32' 39"	148	39,24	13/07/2006	47,6	3,75	4,55
MORACCHINO	Pozzo n.34 Strada Com. del Maglio di Lobbia	LOBBIA	VICENZA	365	45° 34' 47"	11° 31' 09"	209	37,49	13/07/2006	67,5	5	7,9
	Pozzo n.33 Strada della Lobbia	LOBBIA	VICENZA	365	45° 34' 42"	11° 30' 57"	127,4	39,62	13/07/2006	83	2,5	6,1
	Pozzo n.32 S.S. n.46 del Pasubio Campo pozzi	MORACCHINO	VICENZA	365	45° 34' 28"	11° 30' 32"	100,7	39,76	14/07/2006	33	2,2	3,4
	Pozzo n.31 S.S. n.46 del Pasubio	MORACCHINO	VICENZA	365	45° 34' 31"	11° 30' 39"	120	39,31	14/07/2006	131	2,1	6
	Pozzo n.30 Campo pozzi del Moracchino	MORACCHINO	VICENZA	365	45° 34' 28"	11° 30' 32"	103,8	39,09	14/07/2006	8*	3	3,1
	Pozzo n.29 Campo pozzi del Moracchino	MORACCHINO	VICENZA	365	45° 34' 28"	11° 30' 32"	80,3	38,85	14/07/2006	2*	3,2	3,6
	Pozzo n.28 Campo pozzi del Moracchino	MORACCHINO	VICENZA	365	45° 34' 28"	11° 30' 32"	78,7	38,94	14/07/2006	3*	2,6	3,9
	Pozzo n.27 Campo pozzi del Moracchino	MORACCHINO	VICENZA	365	45° 34' 28"	11° 30' 32"	76	39	14/07/2006	2*	0	3,6
QUINTARELLO	Pozzo n.2 Strada Comunale di Quintarello	BERTESINA	VICENZA	30	45° 33' 21"	11° 30' 06"	247	32,49	12/07/2006	121	0,5	5,2
SCALIGERI	Pozzo V.le degli Scaligeri	ZONA INDUSTRIALE	VICENZA	60	45° 31' 45"	11° 30' 33"	90	31,48	12/07/2006	67	-1,2	1
TRENTO	Pozzo n.1 V.le Trento	VICENZA	VICENZA	60	45° 33' 12"	11° 31' 56"	127	35,96	13/07/2006	39	-22,3	-1,7
	Pozzo n.2 V.le Trento	VICENZA	VICENZA	90	45° 33' 12"	11° 31' 56"	97,5	36,58	14/07/2006	65	-20,7	-3,85

Dati riepilogativi Dati Pozzi Acquedotto Vicenza (da AIM)

Dalla sezione stratigrafica schematica riportata caratteristica dell'area a monte del comune di Vicenza, si evince quanto segue:

- Oltre all'acquifero subsuperficiale si contano in area Vicenza almeno sei acquiferi profondi;
- Il substrato roccioso è presente a circa 300 metri di profondità;
- L'acquifero indifferenziato ha come limite l'area a risorgive posta immediatamente a nord del confine comunale;
- Gli acquiferi maggiormente produttivi e con continuità laterale sono quelli posti a circa 100 metri di profondità;
- L'area di Vicenza è costituita da un materasso alluvionale costituito da prevalenti sedimenti fini.



Sezione nord-sud (Thiene - Vicenza) del materasso alluvionale. Si tratta di una figura ripresa da un lavoro sulle modalità di propagazione dell'inquinamento dovuto a organo clorurati negli acquiferi profondi

6.2.2 Permeabilità dei litotipi

I diversi terreni possono essere anche classificati in base alla loro capacità di consentire l'infiltrazione e la circolazione idrica nel sottosuolo:

1. ROCCE COERENTI PERMEABILI PER FRATTURAZIONE E CARSISMO

Appartengono a questi terreni le rocce calcaree e calcareo - marnose costituenti i rilievi collinari: per quanto riguarda le loro caratteristiche idrogeologiche, si deve considerare che in questo contesto l'acqua può circolare solo lungo le discontinuità della roccia.

Nelle rocce permeabili per fratturazione la circolazione avviene dunque attraverso discontinuità di qualsiasi tipo, allargate da fenomeni di dissoluzione di tipo carsico. Si tratta in generale di una permeabilità "in grande" che va valutata nel complesso dell'intera formazione, e non sul singolo campione (che può essere impermeabile).

A differenza dei Calcari Nummulitici, generalmente caratterizzati da elevata permeabilità secondaria, la Formazione delle Marne di Priabona presenta una permeabilità in grande (secondaria) discontinua, causata dall'alternanza di stratificazioni con diverse caratteristiche idrogeologiche.

2. ROCCE COERENTI POCO PERMEABILI E TERRENI IMPERMEABILI

Sono inseribili in questa categoria sia le rocce vulcaniche che le argille di alterazione delle vulcaniti: i litotipi rocciosi vulcanici, costituiti prevalentemente da vulcanoclastiti e ialoclastiti alterate sono dotate di una scarsa propensione a farsi attraversare dall'acqua.

Lo stesso dicasi per le argille di alterazione che occupano alcune vallecicole.

3. TERRENI A PERMEABILITÀ MEDIO-ALTA

Sono rappresentati dalle alluvioni di pianura sabbiose e che possono essere dotate in generale di una buona permeabilità. Morfologicamente rappresentano i dossi fluviali relitti.

Superficialmente esse possono essere o prevalentemente sabbiose o prevalentemente sabbioso-limose e presentare pertanto una permeabilità da media a alta che, in concomitanza dei periodi piovosi, dimostra una diversa propensione al drenaggio superficiale delle acque meteoriche (vedi descrizione dei suoli).

Durante il rilievo di campagna è stato inoltre verificato il drenaggio difficoltoso di alcune aree, sia per la loro predisposizione morfologica al collettamento delle acque meteoriche sia per la costituzione litologica dei depositi superficiali.

Area tipica di riferimento	Litologia	Coefficiente di permeabilità
Aree collinari	Calcari	$1 \cdot 10^{-2}$
Aree collinari	Vulcaniti	$1 \cdot 10^{-4}$
Dossi fluviali	Ghiaie fini e sabbie medie e grossolane	$1 \cdot 10^{-3}$
Dossi fluviali	Sabbie fini limose	$1 \cdot 10^{-3}$
Aree di pianura	Limi sabbiosi	$1 \cdot 10^{-4}$
Aree di pianura	Limo argilloso	$1 \cdot 10^{-5}$
Paleovalvei	Argille limose	$1 \cdot 10^{-6}$
Aree depresse	Argille organiche	$>1 \cdot 10^{-6}$

6.2.3 Caratteristiche idrauliche delle falde sotterranee

La situazione idrogeologica del sottosuolo è caratterizzata dalla presenza di una falda superficiale a carattere freatico evidenziata dalle curve isofreatiche, equidistanti due metri, presenti nelle tavole idrogeologiche. Esse sono state ricavate da una campagna piezometrica effettuata nel territorio comunale nel dicembre 2006 in periodo di magra.

L'orientamento generale NW-SE delle isofreatiche nell'ambito del territorio comunale, ottenute dalle misure di campagna, concorda con i dati pregressi (Carta delle Isofreatiche Regionale – PRG dei comuni limitrofi). Vi sono alcune evidenze che segnalano un asse di deflusso presente al centro del territorio con direzione SE dove maggiore sembra essere la presenza di sabbie.

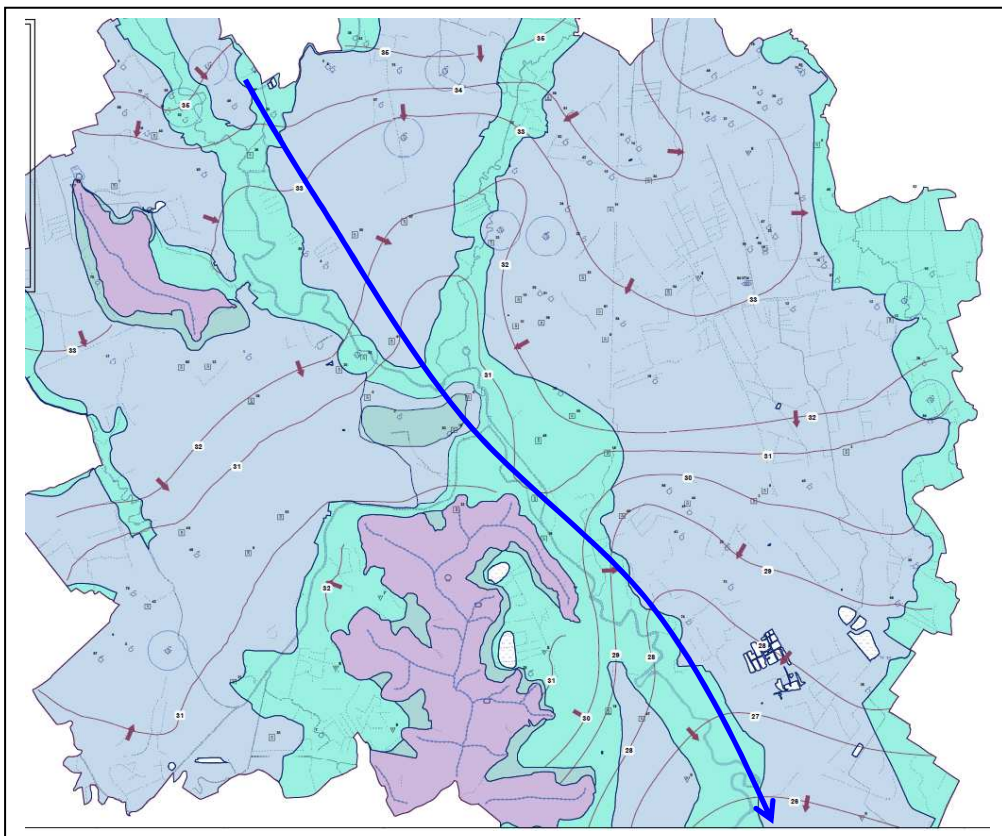
Il deflusso naturale dell'acquifero freatico avviene, in superficie, con un gradiente di circa 0.08%, intercettato alle volte da numerosi scoli e fossi di drenaggio. In profondità avviene attraverso l'alimentazione del sistema acquifero a falde confinate da livelli limoso-argillosi permeabili.

La falda freatica presenta soggiacenze variabili, rispetto al piano campagna, da zona a zona: nei settori di pianura la soggiacenza varia da circa 7 a 0,5 metri dal piano campagna, attestandosi comunque su valori medi di 1,5 metri.

L'alimentazione della falda freatica è dovuta oltre che da apporti meteorici, da dispersioni di subalveo nei settori a nord del territorio, da parte delle rete idrica superficiale e in misura preponderante dalle irrigazioni effettuate nel periodo da aprile a settembre. Nelle aree solcate dai maggiori corsi d'acqua si manifestano deflussi convergenti verso gli assi drenanti maggiori. Il regime della falda è caratterizzato da una fase di piena tardo estiva ed una di magra con minimi nel mese di aprile.

Nel corso dell'anno la superficie della falda oscilla di circa massimo 2 metri presentando una fase di piena tardo estiva ed una di magra primaverile.

La presenza nel sottosuolo di livelli argilloso-limosi di una certa consistenza oltre che continuità determina il costituirsi di diverse falde artesiane oltre alla freatica. Sono attualmente più sfruttati gli acquiferi relativi ai livelli sabbiosi compresi fra 20 e 40 metri mediamente e quelli oltre i 60 metri di profondità dal piano campagna a seconda della zona.



6.2.4 Sorgenti

Lungo il margine collinare dei Berici sono state individuate delle sorgenti alimentate da falde presenti nei sovrastanti calcari. Tali fonti sono oggi spesso prive d'acqua a causa del generale utilizzo da parte di privati di alcuni pozzi ubicati sia in collina, intercettanti le falde di carattere carsico, sia quelle di pianura freatiche e artesiane. Tra esse segnaliamo:

- sorgente Boia;
- sorgenti località Maddalene;
- sorgente pedecollinare ai piedi del versante sud di Monte Berico
- sorgenti nella valle di Bugano.

Le sorgenti che sorgono ai piedi del Monte Crocetta dipendono dal fatto che essendo tutto il sottosuolo roccioso del rilievo isolato, posto nella pianura consolidata a nord-ovest del territorio comunale, di grande permeabilità, l'acqua della pianura entra negli interstizi della roccia collinare, assumendo un livello che è solo di poco più alto della pianura circostante, per effetto delle precipitazioni meteoriche cadenti sulla dorsale collinare. Poiché la superficie della frangia orientale è di quota più bassa di quella occidentale, l'acqua esce soltanto sul lato orientale della dorsale, e sembra nascere dalla roccia. L'acqua esce copiosa in alcuni punti, come sotto l'abside della Chiesa e lungo la Via Maddalene sul lato nord di questa; naturalmente dopo breve percorso l'acqua di queste piccole sorgenti recapita nella Roggia Seriola. In conclusione, la falda acquifera si trova a notevole profondità dalla superficie, dove il paesaggio roccioso è più elevato; si trova invece a qualche metro di profondità e perfino ad un solo metro di profondità dove il sottosuolo si raccorda con la pianura e specialmente dove è più depresso, cioè sull'estrema frangia orientale. Vicino alla Roggia Seriola nei pressi della sorgente Boia si può parlare di zona a drenaggio difficoltoso.

6.2.5 Legenda tavola idrogeologica

Nella tavola idrogeologica sono stati evidenziati i seguenti elementi individuati sul territorio:

- **Aree a deflusso difficoltoso:** sono aree che presentano una sensibile difficoltà di deflusso per la scarsa permeabilità dei litotipi
- **Aree soggette a inondazioni periodiche:** sono aree definite dal Piano di Assetto Idrogeologico
- **Aree con profondità della falda freatica da P.C. tra 0-2 metri, tra 2-5 metri, tra 5-10 metri e >10 metri.**
- **Corsi d'acqua permanenti:** sono stati cartografati i percorsi di corsi d'acqua (fossi e scoli) maggiori alimentati da numerose risorgive a nord del confine comunale ai piedi dei rilievi collinari:
- **Corsi d'acqua temporanei:** sono rappresentati dai fossi e scoli alimentati spesso solo in concomitanza di eventi meteorologici particolarmente intensi o durante il periodo dell'irrigazione dei campi.
- **Laghi freatici:** derivanti da attività estrattive sotto falda, sono rinvenibili nelle cave estinte
- **Sorgenti:** sono state cartografate alcune sorgenti affioranti ai piedi dei Berici e del M.te Crocetta
- **Pozzi idropotabili comunali:** con relative aree di rispetto di 200 metri di raggio (articolo n.21 comma 5 lettera d) del Dlgs 11 Maggio 1999, n.152 come modificato dal Dlgs 18/08/2000, n.258).
- **Pozzi termali:** sono pozzi utilizzati per lo scambio termico ad uso riscaldamento.
- **Pozzi privati:** sono stati cartografati alcuni pozzi privati utilizzati durante la campagna freatimetrica dell'inverno 2006-2007, e alcuni pozzi reperiti presso il Genio Civile e altri pozzi reperiti presso l'APAT.
- **Aree interessate da risorgive:** sono aree depresse in cui si ha l'affioramento di acqua risorgiva
- **Direzione di flusso della falda freatica:** indica il deflusso sotterraneo della falda freatica
- **Spartiacque locali:** indica il limite di spartiacque locale per piccoli bacini idrografici
- **Serbatoi, botti, idrometri, idrovore:** sono elementi puntuali idraulici gestiti dai gestori del servizio idrico e dai consorzi di bonifica
- **Canali:** sono stati cartografati i canali del territorio
- **Sondaggi e prove penetrometriche:** sono stati inserite le indagini che hanno fornito dati sulla freatimetria del sottosuolo

STRENGTHS
 (1) *Highly readable*
 (2) *Highly readable*
 (3) *Highly readable*
 (4) *Highly readable*
 (5) *Highly readable*
 (6) *Highly readable*
 (7) *Highly readable*
 (8) *Highly readable*
 (9) *Highly readable*
 (10) *Highly readable*
 (11) *Highly readable*
 (12) *Highly readable*
 (13) *Highly readable*
 (14) *Highly readable*
 (15) *Highly readable*
 (16) *Highly readable*
 (17) *Highly readable*
 (18) *Highly readable*
 (19) *Highly readable*
 (20) *Highly readable*
 (21) *Highly readable*
 (22) *Highly readable*
 (23) *Highly readable*
 (24) *Highly readable*
 (25) *Highly readable*
 (26) *Highly readable*
 (27) *Highly readable*
 (28) *Highly readable*
 (29) *Highly readable*
 (30) *Highly readable*
 (31) *Highly readable*
 (32) *Highly readable*
 (33) *Highly readable*
 (34) *Highly readable*
 (35) *Highly readable*
 (36) *Highly readable*
 (37) *Highly readable*
 (38) *Highly readable*
 (39) *Highly readable*
 (40) *Highly readable*
 (41) *Highly readable*
 (42) *Highly readable*
 (43) *Highly readable*
 (44) *Highly readable*
 (45) *Highly readable*
 (46) *Highly readable*
 (47) *Highly readable*
 (48) *Highly readable*
 (49) *Highly readable*
 (50) *Highly readable*
 (51) *Highly readable*
 (52) *Highly readable*
 (53) *Highly readable*
 (54) *Highly readable*
 (55) *Highly readable*
 (56) *Highly readable*
 (57) *Highly readable*
 (58) *Highly readable*
 (59) *Highly readable*
 (60) *Highly readable*
 (61) *Highly readable*
 (62) *Highly readable*
 (63) *Highly readable*
 (64) *Highly readable*
 (65) *Highly readable*
 (66) *Highly readable*
 (67) *Highly readable*
 (68) *Highly readable*
 (69) *Highly readable*
 (70) *Highly readable*
 (71) *Highly readable*
 (72) *Highly readable*
 (73) *Highly readable*
 (74) *Highly readable*
 (75) *Highly readable*
 (76) *Highly readable*
 (77) *Highly readable*
 (78) *Highly readable*
 (79) *Highly readable*
 (80) *Highly readable*
 (81) *Highly readable*
 (82) *Highly readable*
 (83) *Highly readable*
 (84) *Highly readable*
 (85) *Highly readable*
 (86) *Highly readable*
 (87) *Highly readable*
 (88) *Highly readable*
 (89) *Highly readable*
 (90) *Highly readable*
 (91) *Highly readable*
 (92) *Highly readable*
 (93) *Highly readable*
 (94) *Highly readable*
 (95) *Highly readable*
 (96) *Highly readable*
 (97) *Highly readable*
 (98) *Highly readable*
 (99) *Highly readable*
 (100) *Highly readable*

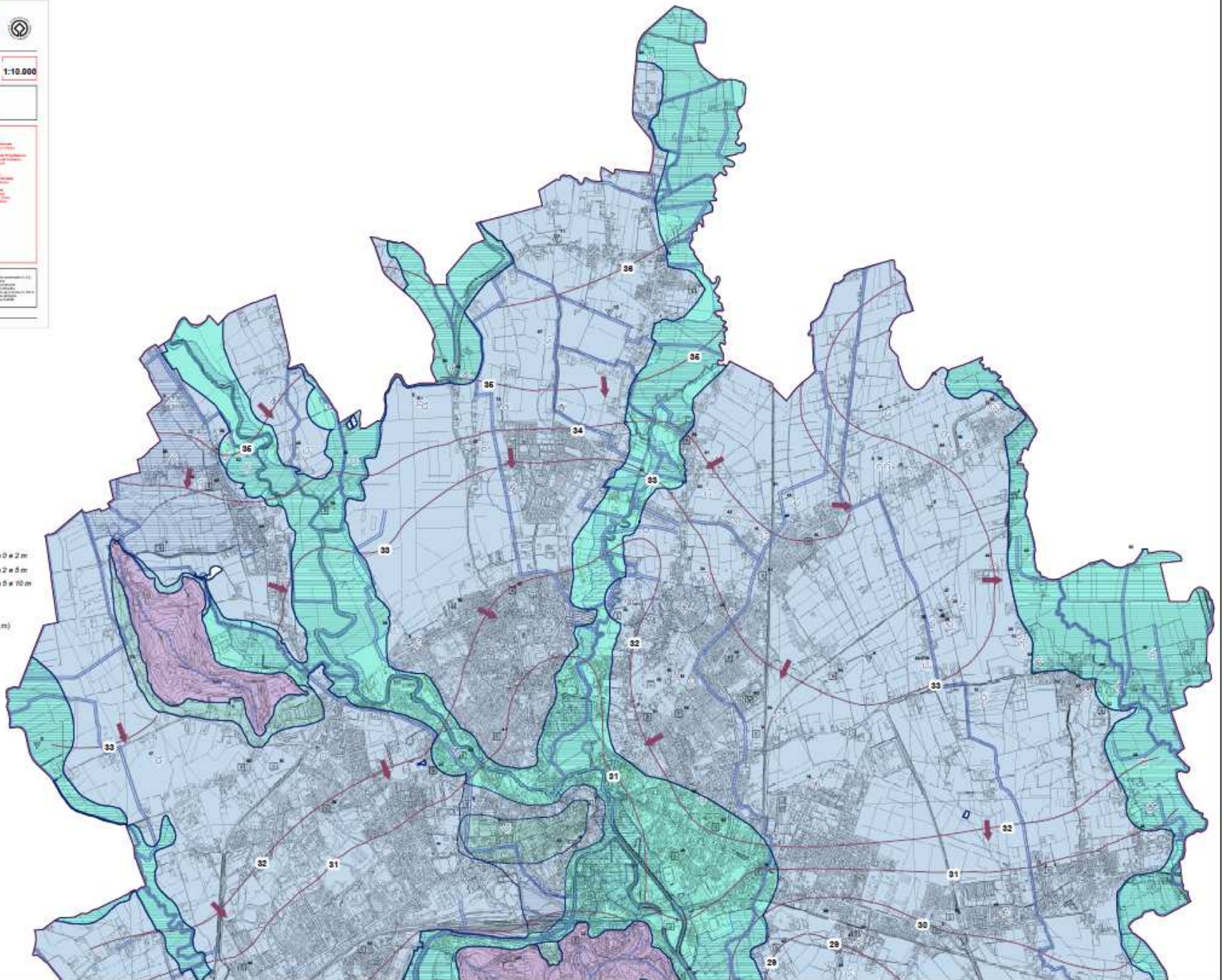
<p>Pharmaceutical Pharmaceuticals</p>	<p>Pharmaceuticals Pharmaceuticals</p>	<p>Pharmaceuticals Pharmaceuticals</p>	<p>Pharmaceuticals Pharmaceuticals</p>
--	---	---	---

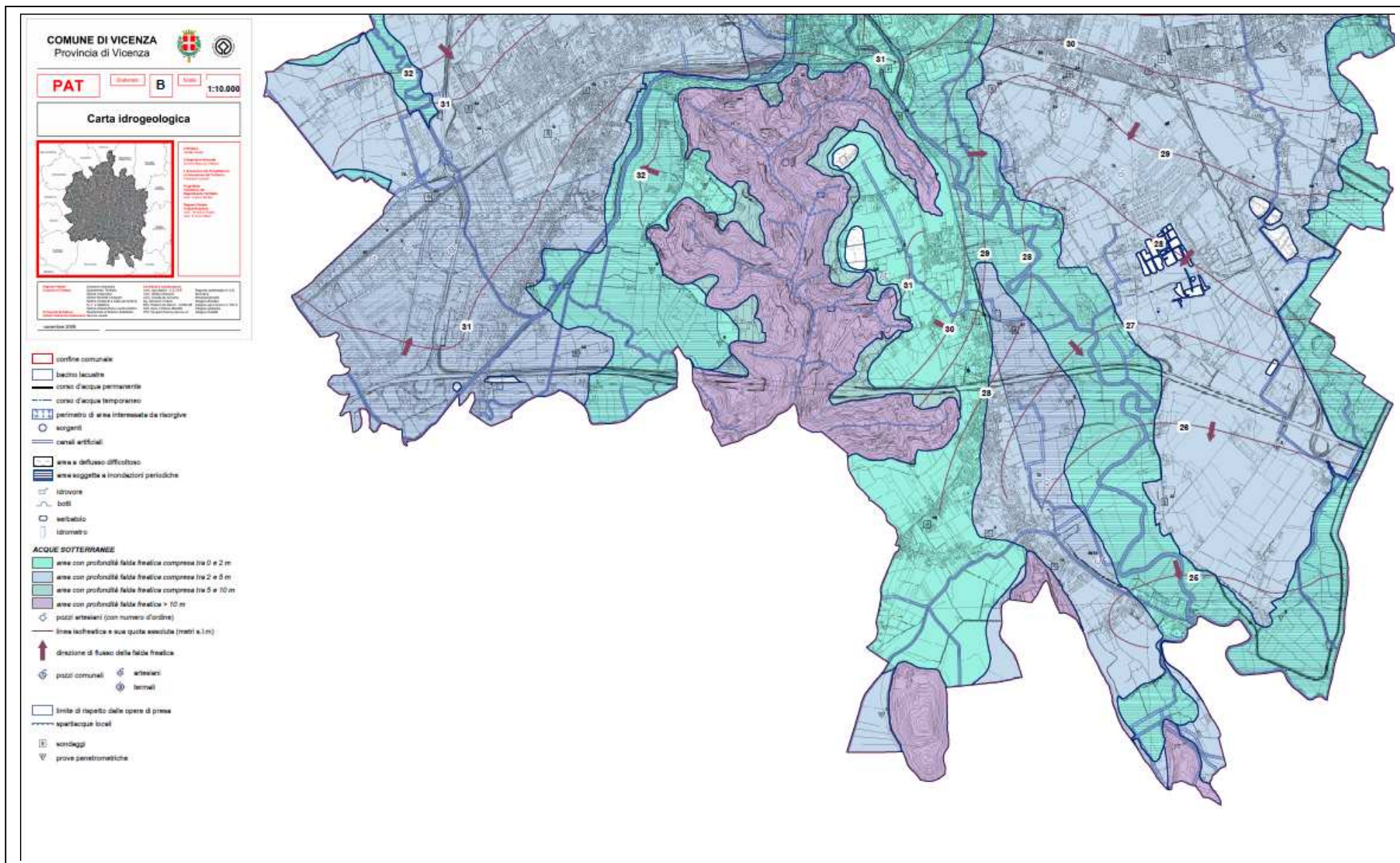
January 2020

-  confine comunale
 bacino lacustre
 corso d'acqua permanente
 corso d'acqua temporaneo
 perimetro di una intermedia da ricircolare
 sorgenti
 canali artificiali
 area a deflusso difficoltoso
 area soggetta a inondazioni periodiche
 idrovire
 bolli
 serbatoio
 idrometro

aree con profondità falda freatica compresa fra 0 e 2 m
 aree con profondità falda freatica compresa fra 2 e 5 m
 aree con profondità falda freatica compresa fra 5 e 10 m
 aree con profondità falda freatica > 10 m
 pozzi artesiani (con numero d'ordine)
 linea isofatica e sua quota esecuta (metri s.l.m.)

-  direzione di flusso della falda freatica
 pozzi comunali  artesiani
 termali 
 limite di rispetto delle opere di presa
 sversamento local
 sondaggi
 prove penetrometriche





6.3 Vulnerabilità degli acquiferi

E' stata ricostruita una tavola della vulnerabilità idrogeologica che rappresenta anche i diversi terreni classificandoli in base alla loro vulnerabilità nei confronti delle falde profonde. Varie sono le definizioni che vengono date di vulnerabilità all'inquinamento di un acquifero, o, meglio, dell'acqua di falda contenuta e fluente entro un acquifero. Una fra le più esaurienti ed accettate è la seguente: *la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo* (CIVITA 1994). Tale definizione esprime la vulnerabilità intrinseca del sistema idrogeologico, cioè quella dipendente dalle sole caratteristiche naturali: climatologia, pedologia, geologia, idrogeologia.

Se da una parte è facile, in via puramente intuitiva, stabilire che cosa sia la Vulnerabilità intrinseca (Vi) e quali siano i fattori che la influenzano, dall'altra è estremamente complesso quantificarla in modo preciso e comparare in maniera oggettiva aree diverse. Fra gli approcci che vari autori hanno intrapreso, è stato qui prescelto quello di una valutazione di tipo parametrico. Quest'ultima ha infatti il pregio di tenere in conto tutti i principali fattori di vulnerabilità e di avere una struttura decisionale tale da permettere una comparazione numericamente quantificabile fra aree diverse. In particolare è stato prescelto un metodo di valutazione a punteggi e pesi, derivato, con le opportune modifiche ed adattamenti legati alla tipologia di dati in possesso ed alle caratteristiche del territorio, dai 2 metodi maggiormente conosciuti: il DRASTIC, realizzato dall'US-EPA (United States Environmental Protection Agency, Aller et al., 1987) ed utilizzato per coprire tutto il territorio degli USA, oltre a varie altre aree nel resto del mondo, ed il SINTACS, realizzato in Italia nell'ambito del CNR-GNDCI (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, CIVITA, 1994). Tali due metodi non sono da considerare prodotti statici, validi universalmente nello spazio e nel tempo, ma strumenti continuamente da affinare ed aggiornare in relazione al tipo di dati a disposizione.

La struttura di valutazione nei due metodi è simile: la Vi è determinata da 7 fattori di vulnerabilità. A ciascun fattore, suddiviso per intervalli di valori e/o per tipologie, viene attribuito un punteggio crescente (da 1 a 10) in funzione dell'influenza sulla vulnerabilità. Inoltre viene introdotto un peso moltiplicatore, diverso per ogni fattore considerato, che amplifica il punteggio in misura direttamente proporzionale all'importanza che il medesimo fattore assume nel determinare il grado di vulnerabilità. La sommatoria dei prodotti dei punteggi per i pesi determina un indice di vulnerabilità che viene messo in relazione con il grado di vulnerabilità variabile da assai elevato fino a bassissimo.

I sette fattori considerati da SINTACS sono:

- Soggiacenza della falda
- Infiltrazione efficace
- Non saturo (effetto di autodepurazione del)
- Tipologia della copertura
- Acquifero (caratteristiche idrogeologiche del)
- Conducibilità idraulica dell'acquifero
- Superficie topografica (acclività della)

6.3.1 I fattori di vulnerabilità

I fattori di vulnerabilità sono elencati nell'ordine di composizione dell'acronimo SINTACS e non nell'ordine in cui interagiscono sul processo di veicolazione-attenuazione-diluizione dell'inquinante. Per ciascuno vengono forniti un breve commento su come influenzano la vulnerabilità, le modalità di acquisizione ed il criterio di scelta della scala di punteggi. Per ogni fattore il punteggio è crescente nel senso di un aumento della vulnerabilità, per quanto attiene all'influenza che su di essa ha quel fattore. Ciò significa che l'indice finale di vulnerabilità può essere considerato espressione di una quantificazione assoluta del grado di vulnerabilità, in quanto determinato in base ad una scala che è in grado di rappresentare, potenzialmente, tutte le situazioni idrogeologiche possibili.

Il metodo viene applicato sul territorio comunale alla scala 1:20000 con una suddivisione delle aree secondo le unità geomorfologiche precedentemente definite:

- Zone collinari;
- Zone infravallive e pedecollinari;
- Zone di pianura alluvionale consolidata;
- Zone di pianura alluvionale recente: alvei dei fiumi Bacchiglione, Retrone, Astichello e Tesina;
- Zone di accumulo artificiale per riporto o discarica.

Soggiacenza della falda (S)

La soggiacenza è la distanza fra piano-campagna e tavola d'acqua (inteso come limite inferiore della zona non-satura) in morbida. Maggiore è la soggiacenza, maggiore è lo spessore della zona non satura e, quindi, minore è la vulnerabilità poiché la maggiore intensità dei processi d'attenuazione-degradazione degli inquinanti avviene proprio in tale zona. Nella zona non satura, inoltre, la velocità d'infiltrazione verticale è più bassa rispetto alle condizioni estreme di completa saturazione e, quindi, è anche più lento il moto degli inquinanti verso l'acquifero. La soggiacenza è stata ricostruita grazie alla conoscenza dei livelli piezometrici nei pozzi ubicati nelle immediate vicinanze. Occorre considerare che, nelle aree pianeggianti, la soggiacenza misurata non corrisponde sempre alla profondità della falda: in alcuni casi essa corrisponde al livello di saturazione nell'acquifero posto sopra l'acquifero. In questi casi la valutazione di vulnerabilità conseguente è cautelativa, perché quando l'inquinante sia arrivato a questo livello esso non avrà ancora inquinato la falda vera e propria. D'altra parte, la velocità d'infiltrazione in falda, a partire da tale livello aumenta, dato che la permeabilità in condizioni sature è maggiore; inoltre il flusso orizzontale nell'acquifero può portare l'inquinante in punti di migliore connessione idraulica con l'acquifero. Come curva di riferimento per l'assegnazione del punteggio è stata considerata quella di SINTACS:

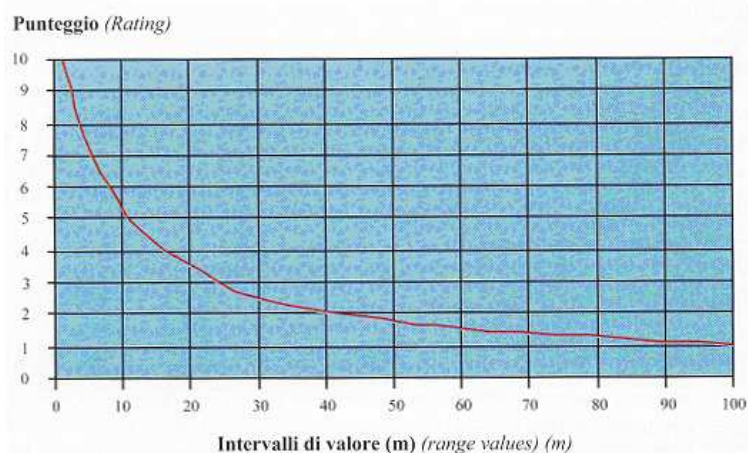


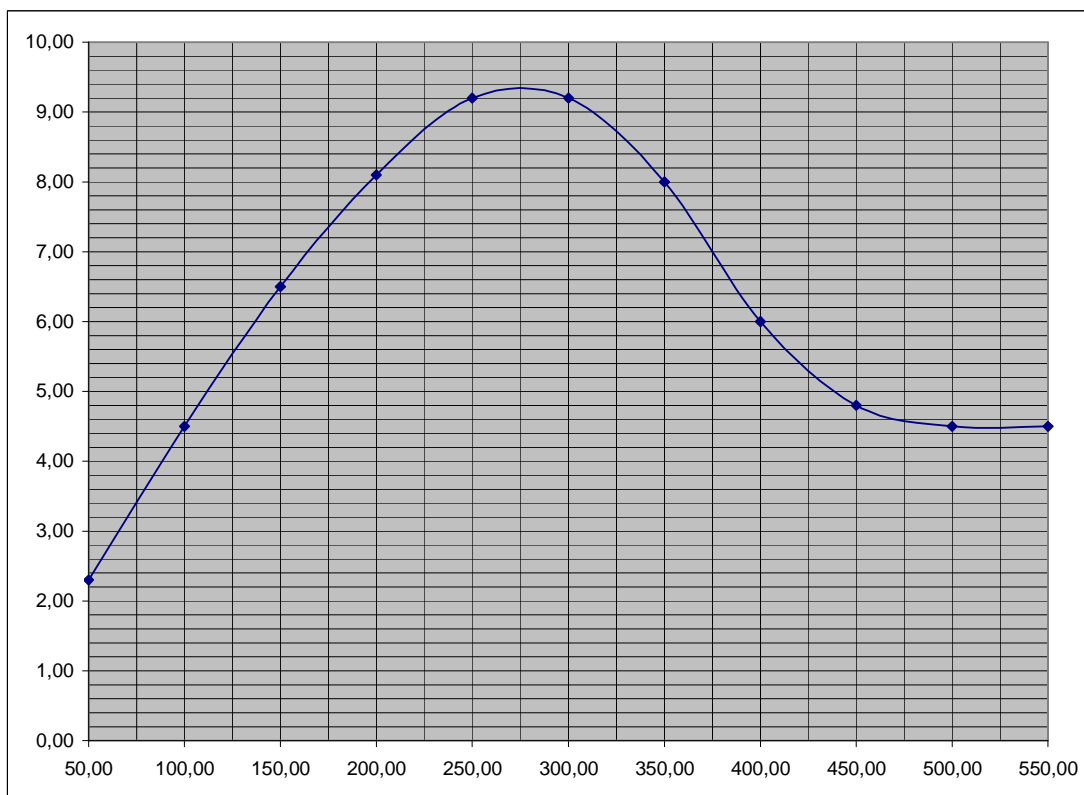
Grafico per il calcolo del punteggio del parametro soggiacenza (da Civita 2000)

I diversi dati freaticometrici nell'area studiata indicano una sostanziale costanza nel tempo del livello di falda (si sono riscontrate variazioni normalmente di circa due metri); e possono pertanto essere considerate prossime ai valori medi pluriennali delle morbide, come richiesto per l'elaborazione della Carta di Vulnerabilità. Nel territorio comunale le soggiacenze della prima falda in pressione sono all'incirca 70 metri dal piano campagna. Il punteggio conseguentemente assegnato a questo parametro è 1 per la parte di pianura. Cautelativamente nella parte di pianura nord dove sono possono prevalere anche strati ghiaioso sabbiosi in profondità si è ritenuto prendere come valore 3. La parte collinare che alimenta comunque acquiferi profondi per via del carsismo si è voluto assegnare il valore 2.

Infiltrazione efficace (I_e)

L'infiltrazione efficace I_e ha un doppio effetto sul meccanismo di propagazione dell'inquinante; da una parte vi è l'effetto di lisciviazione: maggiore è la quantità d'acqua che s'infiltra, più intensa sarà la lisciviazione d'inquinanti solubili verso la falda ed, inoltre, si avrà un aumento del contenuto idrico del terreno non saturo con conseguente aumento del valore di conducibilità idraulica e diminuzione del tempo d'arrivo; quindi I_e è direttamente proporzionale al grado di vulnerabilità per quanto concerne l'effetto "lisciviazione" (almeno per valori non molto alti). Dall'altra parte vi è l'effetto di diluizione: maggiore è il valore di I_e , minore è la concentrazione in acqua dell'inquinante lisciviato e quindi I_e è inversamente proporzionale al grado di vulnerabilità per quanto concerne l'effetto "diluizione".

Per valori medio-bassi di I_e prevale l'effetto lisciviante, per valori alti prevale l'effetto diluente. In questo, il presente metodo ricalca l'approccio di SINTACS, che evidenzia l'esistenza di un effetto diluente oltre una certa soglia. Il metodo SINTACS considera l'effetto diluitivo oltre i 250-270 mm di I_e .



Infiltrazione efficace e relativi punteggi (da Civita 2000)

E' possibile determinare il valore dell'infiltrazione efficace nel caso che si abbiano suoli spessi il valore dell'infiltrazione efficace è dato dal prodotto tra P e il coefficiente di infiltrazione potenziale (I_p) il quale varia a seconda della copertura presente. Il valori di I_p , relativamente alle tipologie di suoli rinvenuti nella zona studiata, sono variabili e pari a:

Alluvioni grossolane	0,75
Alluvioni medio-fini	0,2

Il parametro infiltrazione prevede la conoscenza delle media delle precipitazioni nell'area. A questo scopo si sono utilizzati i dati relativi alle precipitazioni della stazione meteo di Vicenza rilevate nell'arco di 30 anni, dal 1960 al 1990. Dopo aver ottenuto la media annuale di precipitazioni ($P=1081$ mm), si possono ipotizzare due situazioni con copertura di alluvioni grossolane o con alluvioni medio fini.

Pertanto si può calcolare due valori medi rappresentativi di P_e :

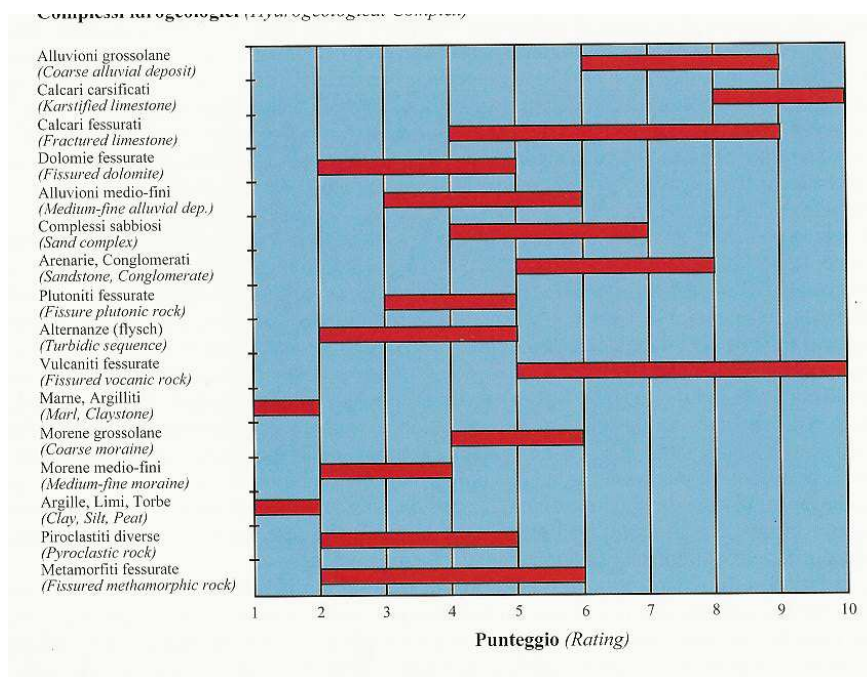
$$\text{➤ } P_e = P * I_p \quad P_e = 1081 * 0,75 = 810,75 \text{ mm};$$

$$\text{➤ } P_e = P * I_p \quad P_e = 1081 * 0,2 = 216,2 \text{ mm}$$

in questo modo il valore del parametro sarà rispettivamente pari a 4 e 8.

Effetto di autodepurazione del Non saturo (N)

Per insaturo s'intende quella parte di sottosuolo compresa tra il suolo e la superficie piezometrica di un acquifero libero o la base del confinante superiore di un acquifero in pressione. L'insaturo rappresenta la seconda linea di difesa dell'acquifero nei confronti di un inquinante liquido o idroveicolato. Studiando le stratigrafie è evidente come alcune aree abbiano un insaturo costituito prevalentemente da argille limose. In tal modo si attribuisce il valore 2 al parametro relativo al non saturo in pianura, mentre per la parte collinare il valore corrispondente è 9.

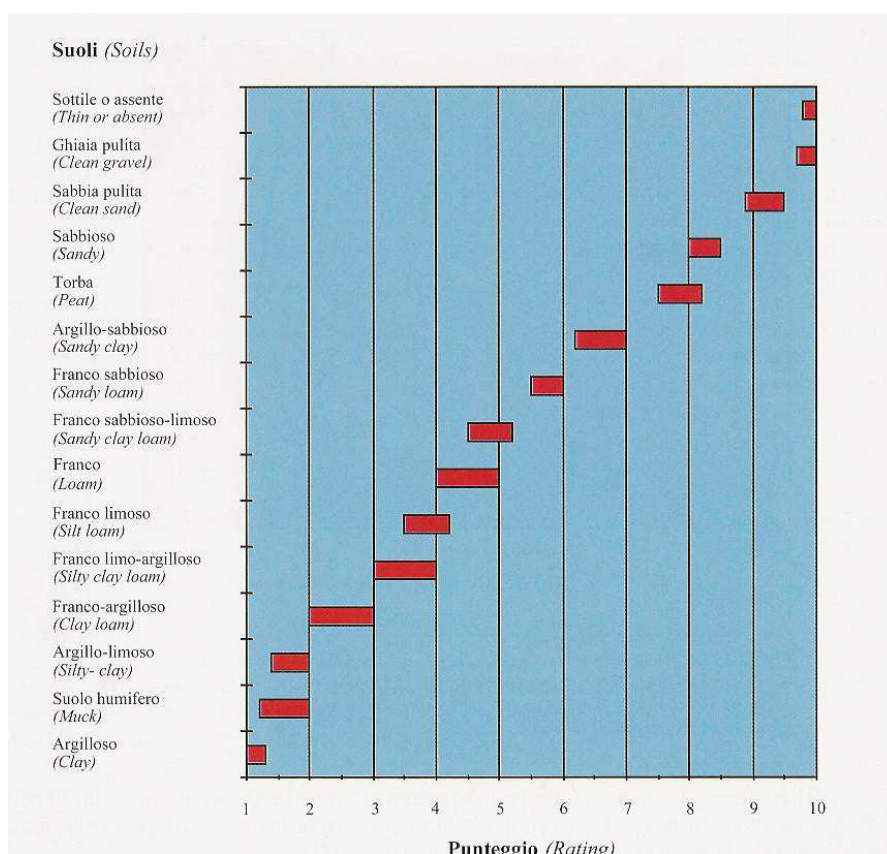


Complessi idrogeologici e loro azione mitigante e relativi punteggi (da Civita 2000)

Tipologia di copertura del suolo (T)

Il suolo ha un enorme potere d'attenuazione del carico inquinante, particolarmente nei confronti di un inquinamento di tipo diffuso (agricolo, zootecnico ecc.). Un parametro che può essere preso come rappresentativo del potere depurante del suolo è la sua tessitura. Maggiore è il contenuto in elementi fini (limo ed argilla), maggiore è il potere di ritenzione dell'acqua e degli inquinanti e minore è la conducibilità idraulica. (vedi tabella SINTACS)

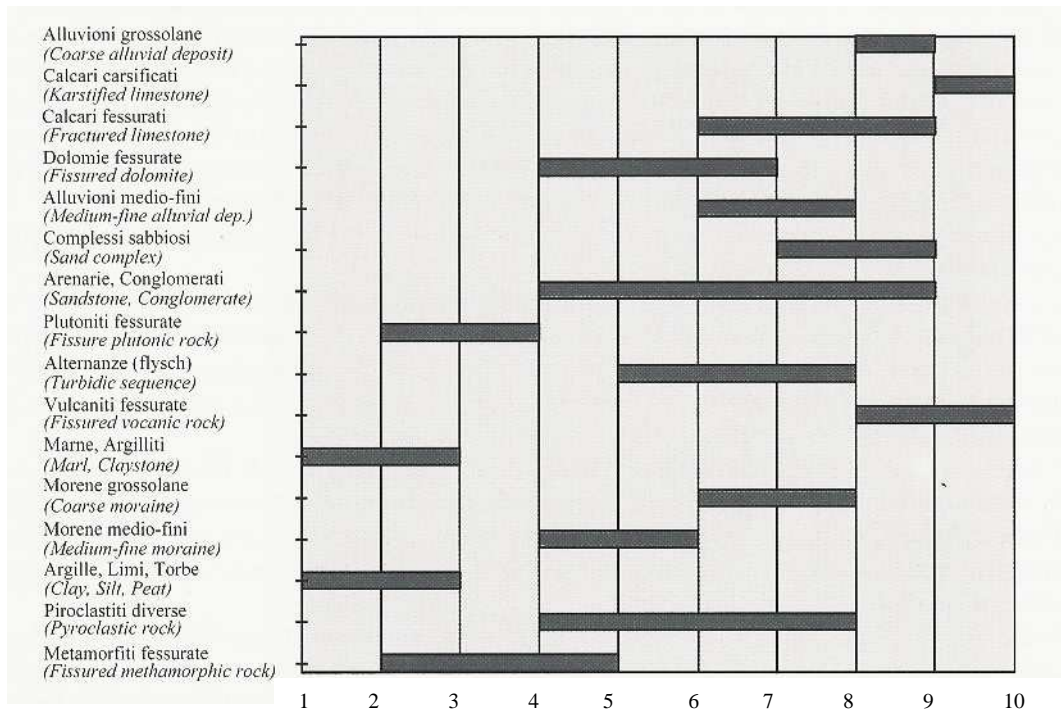
In questo modo i suoli operano un'azione di filtrazione sulle sostanze dirette verso l'acquifero, permettendo una serie d'interazioni quali l'adsorbimento e lo scambio cationico che abbattano e modificano le molecole inquinanti. Da dati ottenuti permettono di dire che la zona è caratterizzata da un suolo poco spesso di carattere limoso argilloso (dell'ordine di 40-60 cm), nella parte del territorio comunale costituito prevalentemente da alluvioni sabbiose, si ritrovano litologie sabbioso limose. Confrontando le precedenti osservazioni con la seguente tabella (per il punteggio si è fatto riferimento alla tabella del metodo SINTACS) si ottiene un valore per il parametro della copertura del suolo pari a 5 nelle aree a copertura sabbioso limosa, mentre nelle aree caratterizzate da alluvioni limose o limoso argillose il punteggio risulta inferiore e pari a 3. Nelle zone collinari il valore è pari a 9.



Tipologia di suolo e relativi punteggi (da Civita 2000)

Caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero (A)

La zona di saturazione all'interno di uno specifico complesso idrogeologico è detta acquifero. L'inquinante idroveicolato che dopo essere passato attraverso la copertura e l'insaturo arrivi alla falda vi si mescola e in base alle caratteristiche idrogeologiche di questa subisce alcuni processi quali: la dispersione, la diluizione, l'assorbimento, la reattività chimica nel mezzo. Il punteggio Sintacs relativo risulta essere quello corrispondente ad un acquifero costituito da alluvioni grossolane con presenza abbondante di sabbie (vedi tabella seguente). Il valore corrispondente assegnato è di 9, nelle rimanenti aree collinari il valore sarà pari a 7.



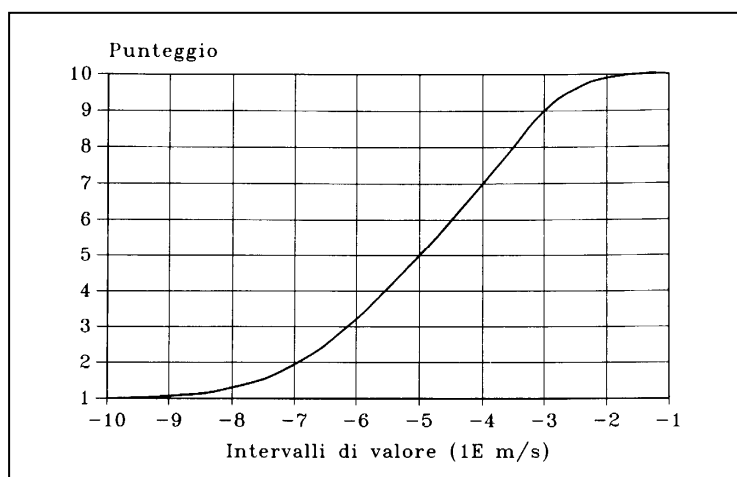
Conducibilità idraulica dell'acquifero (C)

Tutti i terreni sono materiali permeabili costituiti da uno scheletro solido e da pori attraverso i quali l'acqua è in grado di "scorrere" con maggiore o minore velocità a seconda delle caratteristiche del terreno stesso. L'acqua riempie totalmente o in parte i vuoti del terreno; si definisce superficie freatica il luogo dei punti in cui la pressione dell'acqua è uguale a quella atmosferica o pressione di riferimento ($u = 0$). Nello studio dei moti di filtrazione un ruolo importante spetta al coefficiente di permeabilità o conducibilità idraulica K . Se si osservano i valori riportati in tabella si può notare come questo parametro influenzi in modo assai rilevante il comportamento dei terreni. Si possono, infatti, individuare due gruppi: terreni a grana grossa e terreni a grana fine. I primi (ghiaia e sabbie), avendo elevata permeabilità, si comportano come un sistema aperto cioè i vuoti interstiziali sono fra loro connessi a formare una serie di venature attraverso le quali l'acqua può circolare sotto l'azione della gravità. Questi terreni presentano quindi una bassa resistenza nel farsi attraversare dal fluido, sono in altre parole molto permeabili. I secondi (limi e argille) al contrario, si comportano come un sistema chiuso all'interno del quale l'acqua "scorre" con maggiore difficoltà; questi terreni sono cioè poco permeabili.

Tipo terreno	K(m/s)
Ghiaia pulita.....	$10^{-2} \div 1$
Sabbia pulita, sabbia e ghiaia.....	$10^{-5} \div 10^{-2}$
Sabbia molto fine.....	$10^{-6} \div 10^{-4}$
Limo.....	$10^{-8} \div 10^{-6}$
Argilla omogenea.....	$< 10^{-9}$

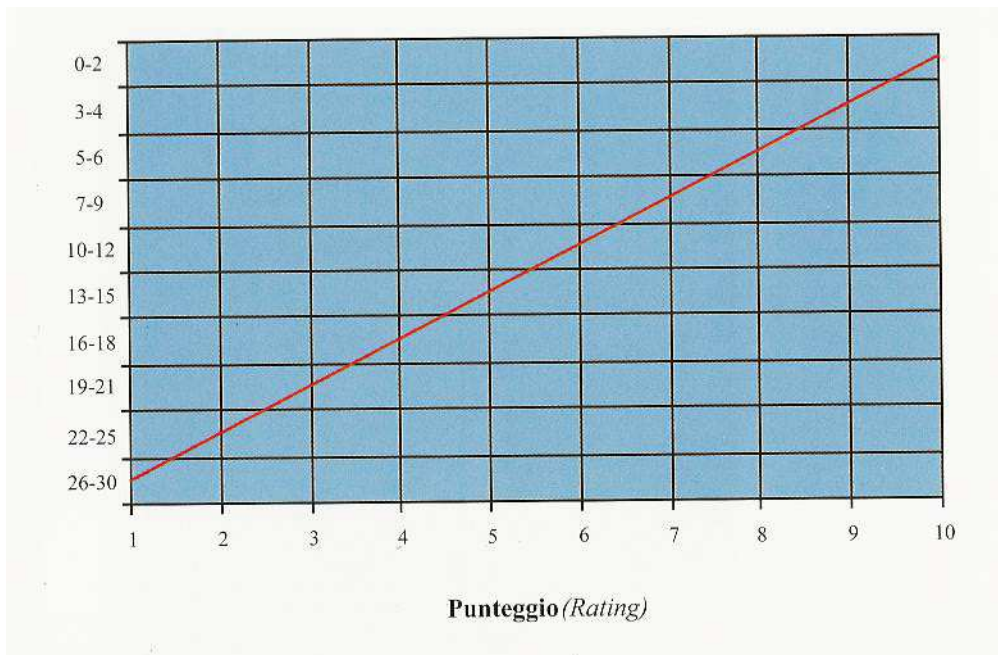
Il moto di un liquido reale può essere laminare o turbolento. Nel caso di moto laminare la velocità di flusso attraverso un mezzo poroso è legata al gradiente idraulico tramite la legge di Darcy (1856): $v = Ki$, dove K è la conducibilità idraulica. Sono stati presi in considerazione i principali tipi litologici degli acquiferi presenti nel territorio studiato, poiché la permeabilità orizzontale dipende in maggior parte dalla velocità dell'acqua nello strato più permeabile.

Nell'area di studio sono state riscontrate Unità a sabbia e ghiaia con presenza di matrice fine a media conducibilità idraulica ($10^{-4} \div 10^{-3}$ m/s). per cui si giudica il terreno a buona permeabilità. Tale permeabilità condiziona notevolmente la tutela delle acque sotterranee in tale zona, che pertanto risultano essere vulnerabili a qualsiasi agente inquinate. Il valore assegnato è pari a 9. Nelle aree di collina il punteggio di vulnerabilità si alza a 10.



Pendenza della superficie topografica (S)

Minore è la pendenza del terreno, maggiore è la possibilità di ristagni in superficie di acqua ed inquinanti con aumentata probabilità d'infiltrazione verso l'acquifero; inoltre, una bassa pendenza determina una maggiore infiltrazione efficace ed un minore ruscellamento. Studiando l'andamento delle isoipse è evidente come tutto il territorio comunale pianeggiante abbia una pendenza inferiore a 1 %, si attribuisce in tal modo il valore 9 al parametro pendenza. I punteggi della pendenza sono stati derivati dal metodo SINTACS come da tabella seguente.



Acclività e relativi punteggio (in ordinata le classi di pendenza in percentuale) (da Civita 2000)

Di seguito si riporta la tabella relativa ai punteggi normalizzati ricavati dai singoli parametri relativi a 5 zone in cui il territorio comunale può essere suddiviso secondo criteri geologici e geomorfologici di base:

Grado di vulnerabilità intrinseca (Vi)	intervallo di punteggio
B = bassa	25-35
M = media	36-49
A = alta	50- 69
E = elevata	70-79
Ee = estremamente elevata	80-100

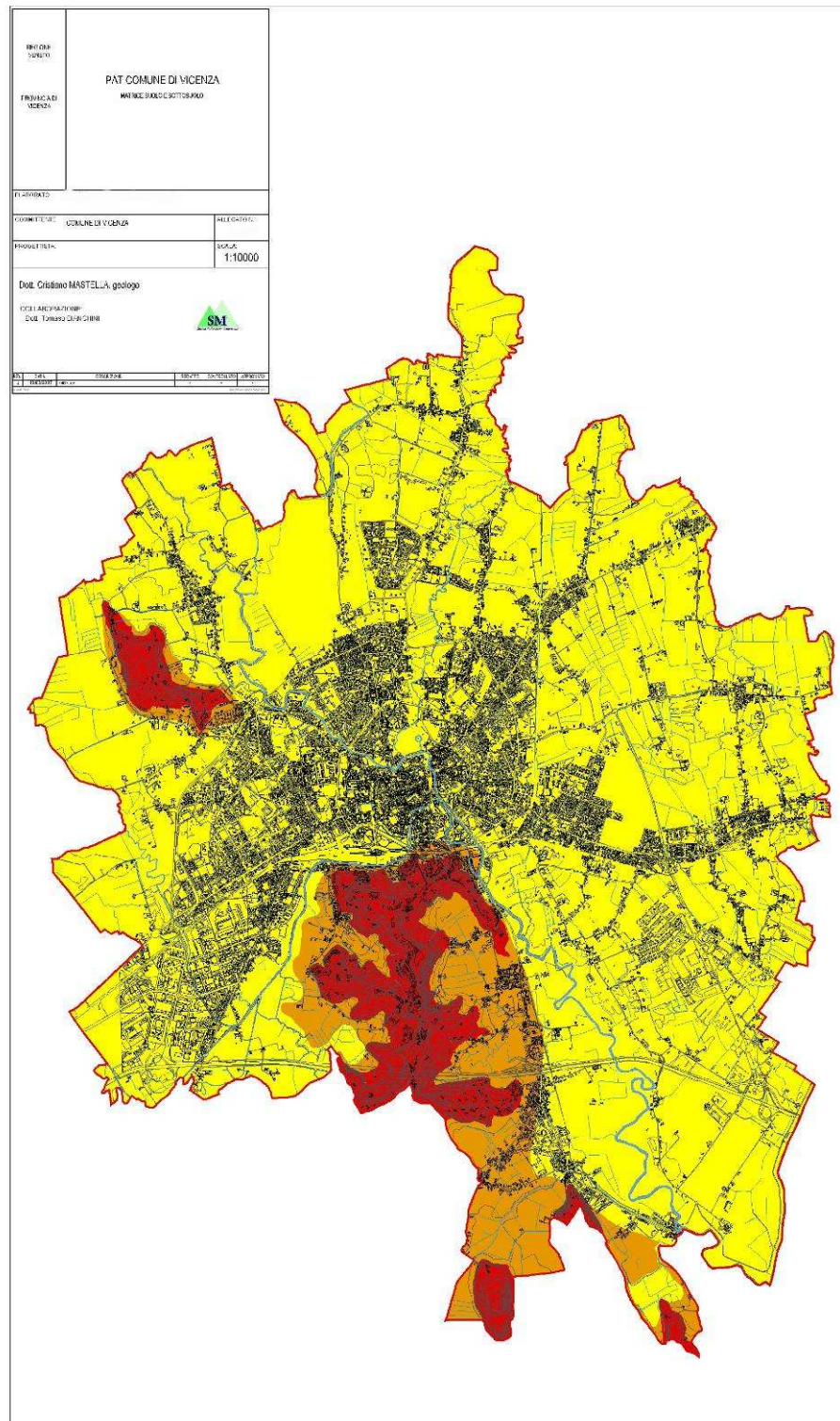
ZONE GEOLOGICHE-GEOMORFOLOGICHE DI RIFERIMENTO	S	I	N	T	A	C	S	TOTALE	TOTALE NORMALIZZATO
collina	3	10	9	9	10	9	7	57	81
aree pedecollinari	4	8	9	10	10	9	3	53	76
pianura consolidata	6	7	4	4	8	9	5	43	61
alvei dei principali fiumi	4	3	5	6	4	4	8	34	49
aree a riporto artificiale	8	5	2	10	8	4	10	47	67

ZONE GEOLOGICHE-GEOMORFOLOGICHE DI RIFERIMENTO	VULNERABILITA' INTRINSECA
collina	estremamente elevata
aree pedecollinari	elevata
pianura consolidata	alta
alvei dei principali fiumi	alta
aree a riporto artificiale	alta

Si ricavano delle aree a vulnerabilità estremamente elevata, elevata, alta e media.

Conclusioni

Le aree pianeggianti del territorio comunale oggetto di questo studio sono definibili a vulnerabilità intrinseca alta. Si tratta cioè di zone caratterizzate dalla presenza di alluvioni fluviali e fluvio-glaciali a granulometria prevalentemente sabbiosa e sabbioso limosa. La morfologia è pianeggiante, con cigli e scarpate di terrazzi alluvionali, alvei e paleoalvei. La falda di tipo freatico si trova a profondità inferiore comprese tra 1 e 4 metri dal piano campagna. Le aree pedecollinari sono invece a vulnerabilità elevata, presentando caratteristiche simili alle precedenti ad eccezione della soggiacenza spesso maggiore. Le aree collinari del territorio comunale a prevalenza litologica calcarea presentano una vulnerabilità estremamente elevata per via dell'intenso carsismo.



7 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO

I fattori che concorrono alla definizione del Rischio Sismico sono: la pericolosità di base, la pericolosità locale oltre alla vulnerabilità degli edifici e del sistema urbano.

La pericolosità sismica di base è intesa come la misura dello scuotimento al suolo atteso in un dato sito ed è legato alle caratteristiche sismotettoniche, alle modalità di rilascio dell'energia alla sorgente, alla propagazione delle onde sismiche dalla sorgente al sito.

La pericolosità sismica locale, che analizziamo in questo lavoro, è la misura dello scuotimento al sito che in relazione alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, morfometriche e geotecniche locali può differire dallo scuotimento di base; in occasione di eventi sismici si sono verificati effetti, su edifici di caratteristiche analoghe, molto diversificati anche a distanze di poche decine di metri. Gli elementi che influiscono nella variazione della risposta sismica locale producendo effetti localmente differenziati (effetti locali) sono: la topografia, la litologia dei terreni, la morfologia sepolta, il contatto tra litotipi differenti, il comportamento anelastico dei suoli, la liquefazione, la risonanza dei terreni, le faglie e fagliazioni.

Perciò la definizione di pericolosità locale comporta:

- l'acquisizione di informazioni relative agli effetti locali dei terremoti storici;
- la conoscenza delle condizioni locali (dati topografici, dati territoriali, faglie e discontinuità, classi di litotipi, dati sismostratigrafici e geotecnici).

La normativa vigente prevede di incrementare l'azione sismica al suolo di un fattore "S" di amplificazione, mediante la determinazione delle "Vs" (onde di taglio). Le metodologie previste dalle "Norme Tecniche per le costruzioni" per la determinazione delle "Vs" sono le seguenti:

- misure dirette in sito;
- correlazioni "Nspt" e "Cu".

La derivazione delle "Vs" (onde di taglio) dal parametro "Nspt" risulta molto fuorviante, perché:

- non è possibile eseguire prove SPT su tutti i tipi di terreno;
- i valori di "Vs" ottenuti, tramite questa correlazione, si discostano spesso in modo eccessivo dai valori misurati in sito (anche del 200%).

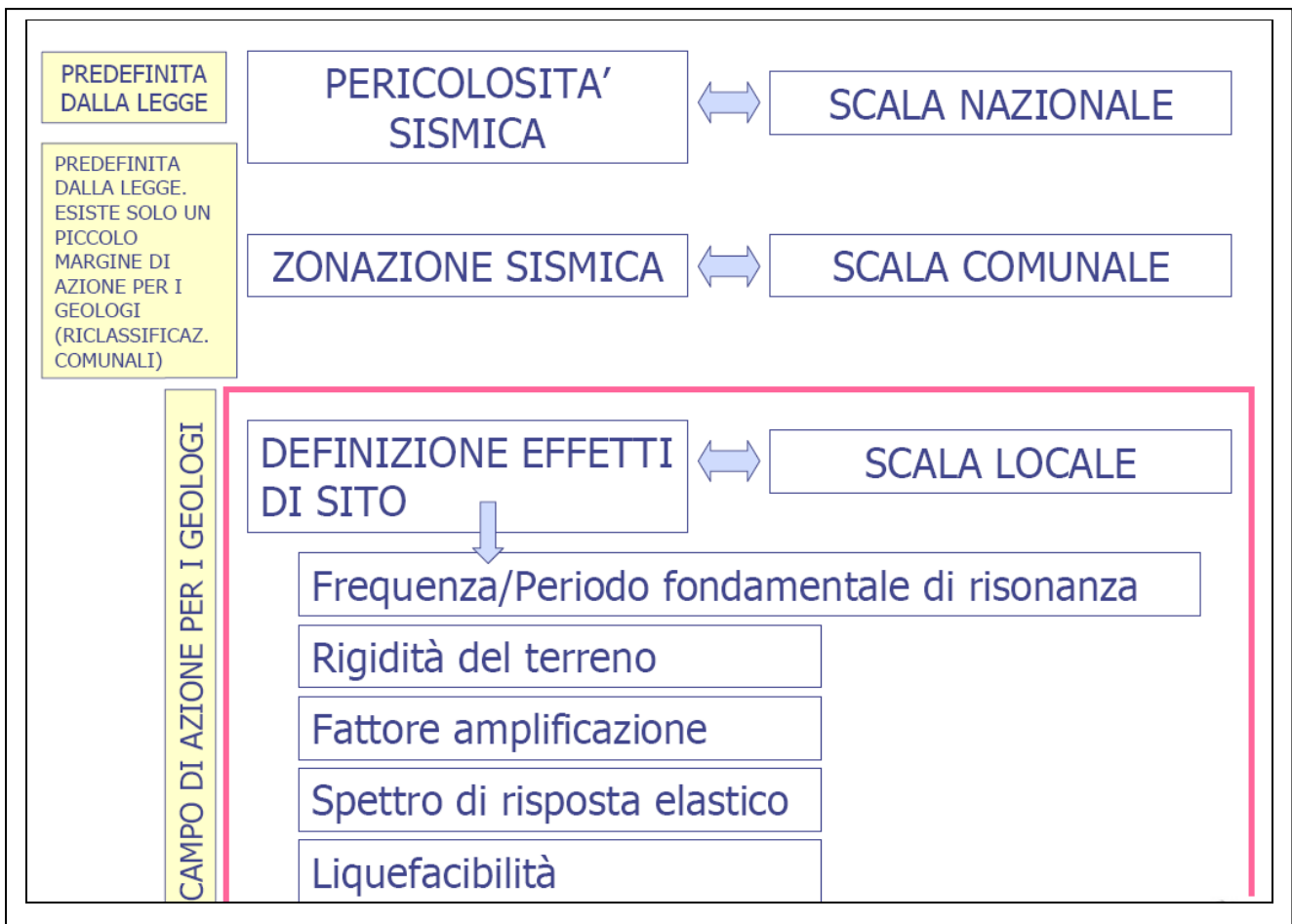
Per quanto riguarda il parametro "Cu", questo è un parametro geotecnico legato alla resistenza al taglio del materiale in condizioni non drenate e quindi è fortemente condizionato dal contenuto d'acqua del materiale; inoltre dipende dalle condizioni in cui viene effettuata la prova e può essere ricavato solo in terreni coesivi.

Il Rischio Sismico è dato dal prodotto della **Pericolosità x Valore Esposto x Vulnerabilità**

In cui:

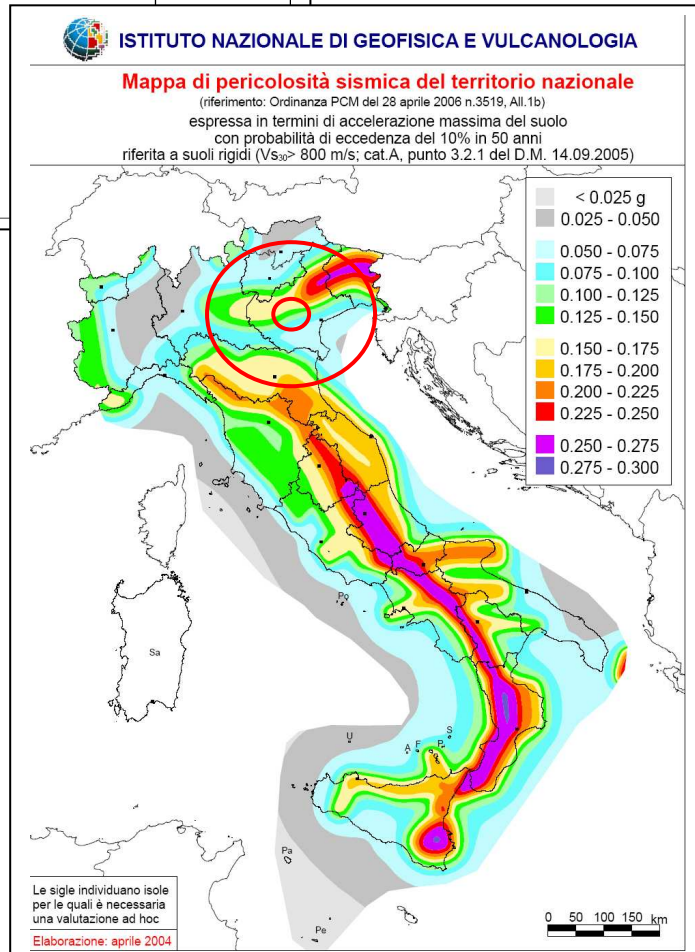
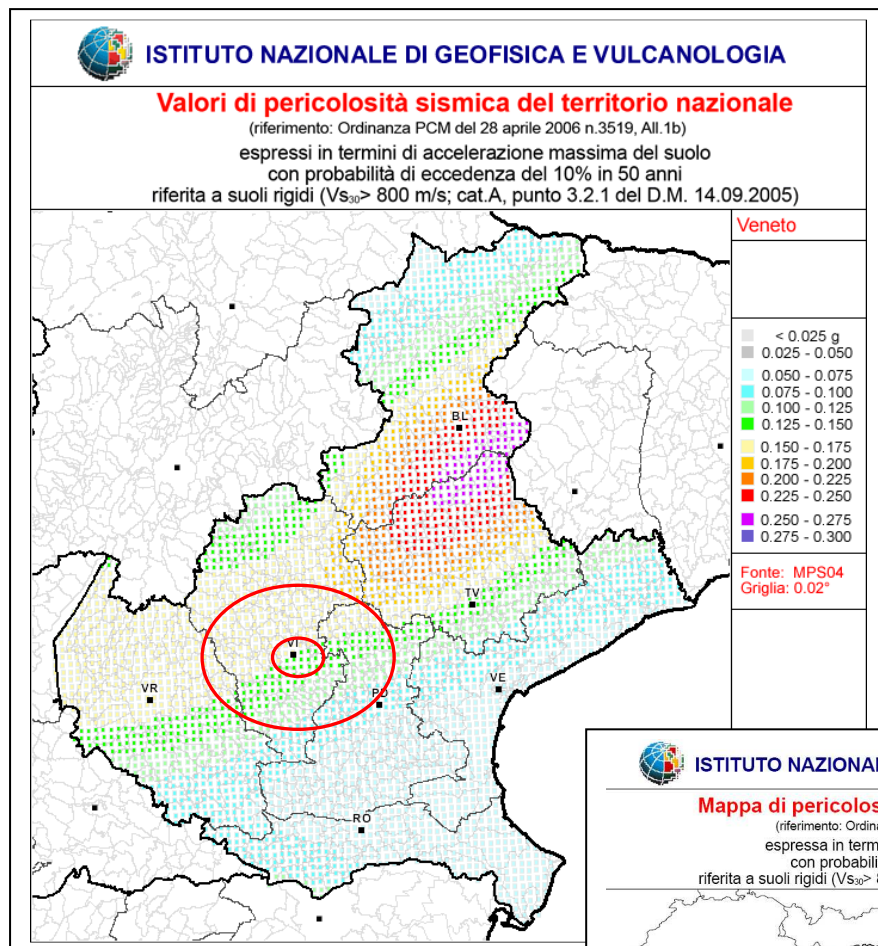
- **Pericolosità:** probabilità che nel sito x si verifichi un terremoto di magnitudo M nell'intervallo di tempo t
- **Valore esposto:** persone e cose presenti nel sito x (elevato nelle zone urbanizzate)

- **Vulnerabilità:** mancanza di resistenza delle strutture alla sollecitazione sismica (vulnerabilità bassa solo per gli edifici antisismici su suoli stabili).



Si fa riferimento al testo Unico sulle costruzioni Dm 14/01/2008 che riprende la normativa sismica Ordinanza Presidenza del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20/03/2003 e n°3316 del 02/10/2003 in cui vengono recepiti gli eurocodici EC7 +EC8 previsti dalla Direttiva Europea 89/106, in sostituzione del D.M. 11/03/88 e al D.M. 16/01/1996 “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”.

Nella mappa della pericolosità sismica allegata alla OPCM 3519/2006 per la zona in esame risulta una accelerazione massima al suolo compresa tra 0,125g e 0,175g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.



TIPO DI SUOLO	V _s min [m/s]	V _s media [m/s]	V _s max [m/s]
ROCCE MOLTO DURE (es. rocce metamorfiche molto poco fratturate)	1400	1620	-
ROCCE DURE (es. graniti, rocce ignee, conglomerati, arenarie e argilliti, da mediamente a poco fratturati)	700	1050	1400
SUOLI GHIAIOSI e ROCCE DA TENERE A DURE (es. rocce sedimentarie ignee, tenere, arenarie, argilliti, ghiaie e suoli con > 20% di ghiaia)	375	540	700
ARGILLE COMPATTE e SUOLI SABBIOSI (es. sabbie da sciolte a molto compatte, limi e argille sabbiose, argille da medie a compatte e argille limose)	200	290	375
TERRENI TENERI (es. terreni di riempimento sotto falda, argille da tenere a molto tenere).	100	150	200

TIPO	DESCRIZIONE TERRENO	V _{S30} (m/s)	N _{spt}	C _u kPa
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di V _{s,30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	>800		
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 _{s,30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero N _{SPT,30} > 50 nei terreni a grana grossa e C _{u,30} > 250 kPa nei terreni a grana fina).	360-800	>50	>250
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 _{s,30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < N _{SPT,30} < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < C _{u,30} < 250 kPa nei terreni a grana fina).	180-360	15-50	70-250
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine 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 _{s,30} inferiori a 180 m/s (ovvero N _{SPT,30} < 15 nei terreni a grana grossa e C _{u,30} < 70 kPa nei terreni a grana fina).	<180	<15	<70
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).	Idem C-D		
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di V _{s,30} inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < C _{u,30} < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.	<100		10-20
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti			

Per quanto riguarda le condizioni topografiche dell'area in studio si sceglierà il valore corrispondente alla pendenza del versante dove si realizzerà l'intervento.

Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ < i < 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Per la categorie di sottosuolo i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_c^* relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le espressioni fornite nella tabella sottostante, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo T_c^* è espresso in secondi.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

8 ZONAZIONE GEOLOGICO TECNICA - CARTA DELLA COMPATIBILITÀ GEOLOGICA AI FINI URBANISTICI

La Carta delle Fragilità, deve riportare, secondo gli atti di indirizzo della L.R. 11/2004, le già note suddivisioni della penosità ai fini edificatori e le indicazioni delle aree soggette a dissesto idrogeologico nei suoi vari componenti.

Per una più opportuna caratterizzazione degli aspetti geologici contenuti in questo documento e per una migliore “vestibilità” anche dal punto di vista informatico, è stata proposta e sperimentata una nuova legenda relativa alle informazioni geologiche contenute nella stessa carta.


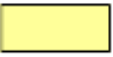









Una prima modifica si riferisce alla sostituzione delle “Penosità ai fini edificatori” con la “Compatibilità geologica ai fini urbanistici” suddividendo il territorio comunale in tre sole zone caratterizzate da: Aree idonee, Aree idonee a condizione e Aree non idonee.

Per quanto riguarda le “Aree idonee a condizione” è necessario che nella relazione illustrativa siano specificate, zona per zona, le problematiche secondo le quali l’idoneità geologica è stata giudicata “a condizione” e che siano indicate, in linea di massima, le soluzioni e gli interventi occorrenti per raggiungere l’idoneità”.

Un’altra modifica è relativa alla introduzione della perimetrazione di aree interessate da fenomeni geologici, idrogeologici ed idraulici tali da condizionare l’utilizzazione urbanistica del territorio considerato:

- area di frana riferita alle frane attive, quiescenti o, comunque, rimobilizzabili;
- area esondabile o a ristagno idrico;
- area soggetta ad erosione su pendii e scarpate fluviali o di altra origine di altezza significativa, soggette ad erosione, arretramento o luoghi di possibile amplificazione sismica;
- area soggetta a caduta massi con delimitazione della zona di possibile massima espansione del fenomeno;
- area di conoide soggetta a possibili fenomeni di debris-flow (colate detritiche a rapida evoluzione);
- area soggetta a sprofondamento carsico con presenza di doline, inghiottitoi e possibili sprofondamenti per
- crolli di cavità sotterranee;
- area di risorgiva, relative a singoli fenomeni o insieme o fascia.

La “Compatibilità geologica ai fini urbanistici” rappresenta il documento di sintesi delle analisi geomorfologiche, geolitologiche e idrogeologiche eseguite, ed esprime le attitudini delle diverse zone del territorio comunale in termini di idoneità dei terreni interessati rispetto agli interventi che il Piano propone. A tal fine la classificazione proposta segue quella fondata su indici relativi di qualità dei terreni con riferimento alle possibili problematiche relative a compressibilità dei terreni, caratteristiche geotecniche/geomeccaniche, esondabilità dei corsi d’acqua e soggiacenza della falda.

CARTA DELLE FRAGILITA'			
N°	SIMBOLO	LEGENDA	TIPO/CODICE
Compatibilità geologica			
1		area idonea	PEN-01
2		area idonea a condizione	PEN-02
3		area non idonea	PEN-03
Aree soggette a dissesto idrogeologico			
4		area di frana	FRA
5		area esondabile o a ristagno idrico	IDR
6		area soggetta a valanghe	VAL
7		area soggetta ad erosione	ERS
8		area soggetta a caduta massi	MAS
9		area di conoide	DEB
10		area soggetta a sprofondamento carsico	CAR
11		area di risorgiva	RIS

Nella **Carta dei Vincoli** - vincolo sismico: specificare la zona sismica di appartenenza (2, 3, 4) secondo l'Ordinanza Presidente Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/3/2003 e D.G.R. n. 66/CR del 24/6/2003.

E' in corso di progettazione la determinazione delle modalità per la realizzazione di carte di microzonazione sismica.

Nella **Carta delle Invarianti** non si ritiene applicabile nè logica una sintesi degli aspetti geomorfologici, geolitologici e idrogeologici come invarianti.

Per "**invariante**" si intende un'area che per motivi diversi non deve essere interessata da piani di intervento del P.R.G. e, quindi, va inserita in cartografia l'area, la linea o il simbolo relativo a quegli aspetti geologici che determinano l'invariante stessa. Ad esempio: cava, frana, Etc., senza ovviamente distinzione tra geomorfologia, geologia ed idrogeologia.

Si propone, inoltre, l'inserimento degli elementi geologici individuati come "**geositi**" di cui si dà la seguente definizione secondo Wimbledon et alii 1996: "Un geosito può essere ogni località, area o territorio dove sia possibile definire un interesse geologico o geomorfologico per la conservazione".

8.1 Caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione

Nel territorio comunale si è potuto verificare la presenza di differenti substrati con le seguenti caratteristiche geotecniche, e riportate negli allegati desunte da:

- Diverse prove geotecniche realizzate da numerosi professionisti;
- Penetrometrie dinamiche svolte dallo Studio Mastella
- Indagini di dettaglio con ricostruzione stratigrafica di diverse aree del territorio comunale.

La situazione litologica almeno per i primi 5-7 metri di profondità da piano campagna risulta variabilissima nel dettaglio e non facilmente descrivibile: si passa da ghiaie fini e sabbie medio grosse ai limi alle argille e argille organiche. In successione spesso alternata sia in senso areale e verticale. Si è supplito a ciò raccogliendo il maggior numero di informazioni inerenti alle indagini effettuate nel territorio, circa un centinaio prove penetrometriche statiche, riportate alla fine della presente relazione e riguardanti i primi metri di sottosuolo.

Le indagini geognostiche riguardano piani particolareggiati per la costruzione di infrastrutture, aree di prima industrializzazione e nuove lottizzazioni. Si è così potuto ottenere un incrocio di informazioni “sul campo” con le informazioni da studi prima menzionati.

I parametri geotecnici calcolati dalle prove penetrometriche sono da considerarsi indicativi, non sostitutivi di quelli che si possono ottenere da prove di laboratorio, e comunque validi per una prima caratterizzazione generale del sottosuolo; risultato è la seguente tabella che sinteticamente riassume le caratteristiche geotecniche dei suoli presenti nei territori comunali dei quattro comuni, specificandone la loro ubicazione geografica caratteristica.

E' importante ricordare come le litologie siano poi in profondità molto variabili sia in senso verticale che orizzontale. Dal punto di vista deposizionale l'area di pianura era caratterizzata da ambienti da media a medio-bassa energia, con conseguente deposizione di litotipi prevalentemente incoerenti a granulometria relativamente fine, dalle sabbie ai limi sabbiosi e da ambienti a bassa energia e relativa deposizione di argille limose, argille e torbe.

Si riportano alcuni parametri geotecnici tipici delle aree indagate. Si tratta di dati desunti dalle indagini geotecniche pregresse. Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'Allegato.

Sondaggi di riferimento p=pregressi n=nuovi	Litologia prevalente	Angolo di attrito interno θ	Prova CPT		C_U (Kg/cm ²)	Peso di volume (t/m ³)
			Rapporto Rp/ RI valori standard (A.G.I 1977)	Rapporto Rp/ RI valori medi sperimentali da sondaggi (*)		
21p	Argille e argille limose				0.1÷0.5	
17p	Argilla limosa	-	-	-	0.4÷0.6	1,7
11p	Argilla debolmente limosa					
17p	Argille limose e limi	-	-	-	0.4÷0.6	
19p	Argille limose		Rp medio = 11÷15	-	0.27÷0.37	1.9
19p	Limi	27°	Rp medio = 21÷30			1.9
2p	limi argillosi	-	15÷30	19		
24p	limi argillosi	22°÷25°				1.8
22p	Argille limose e limi argillosi colluviali				0.4÷0.7	
20p	Limo argilloso	-	-	-	0.35	1.78
20p	Da limo argilloso sabbioso a limo argilloso	28°	-	-	0.35	1.75÷2
19p	Limi e limi debolmente sabbiosi	32°÷35°	Rp medio = 60÷110			1.95
15p-18p	limi argillosi	25°÷28°	15÷30	22	0.2÷0.7	1.80
15p-18p-2p	limi sabbiosi - sabbie limose	30°÷33°	30÷60	43		
21p	limi sabbiosi - sabbie limose con intercalazioni argillose	32° ÷ 28°				
20p	Sabbia argillosa limosa	25°	-	-		1.80
20p	Sabbia limosa	26°÷27°	-	-	0.42	1.75÷1.90
17p	Sabbia limosa e sabbia	≤25°	-	-		
17p	Sabbia e sabbia con ghiaia	25°-30°	-	-		

*si sono effettuate le medie del rapporto Rp/ RI dove fosse presente il dato delle prova CPT e in numero significativo.

8.2 Indagini dirette svolte mediante penetrometrie dinamiche

Sono state effettuate numerose penetrometrie dinamiche per indagare la stratigrafia del sottosuolo, specie nelle aree “scoperte” e correlare con i dati desunti da indagini esistenti (Stratigrafie in allegato).

Si è utilizzato il penetrometro “SUNDA DL 030” che ha le seguenti caratteristiche:

- Peso del maglio di 30 kg
- Altezza di caduta costante del maglio di 20 cm
- Sezione della punta conica a perdere di 10 cm²
- Peso delle aste di 3.0 kg/ml.

Con tale metodologia, l’infissione viene ottenuta battendo sull’asta, e registrando il numero dei colpi per una infissione nel terreno ogni 10 cm. In tal modo si ottiene il riconoscimento della natura e delle caratteristiche meccaniche dei terreni attraversati.

8.2.1 Elaborazione dei risultati ottenuti

I risultati sono riportati nel diagramma penetrometrico allegato nel quali sono indicati, in funzione della profondità dal P.C., sia il n° dei colpi, che la resistenza dinamica alla punta (R_d), espressa in kg/cm², sia il carico ammissibile (tenendo conto del coefficiente di sicurezza = 3).

Si sono interpretati i valori di N (n° dei colpi per 10 cm di infissione del penetrometro) applicando la formula degli Olandesi:

$$R_d = \frac{M^2 \times h}{A \times e \times (M + P)} \times Chi$$

in cui:

M (peso del maglio) = 30 kg

h (altezza di caduta costante di M) = 20 cm

A (sezione della punta conica a perdere) = 10 cm²

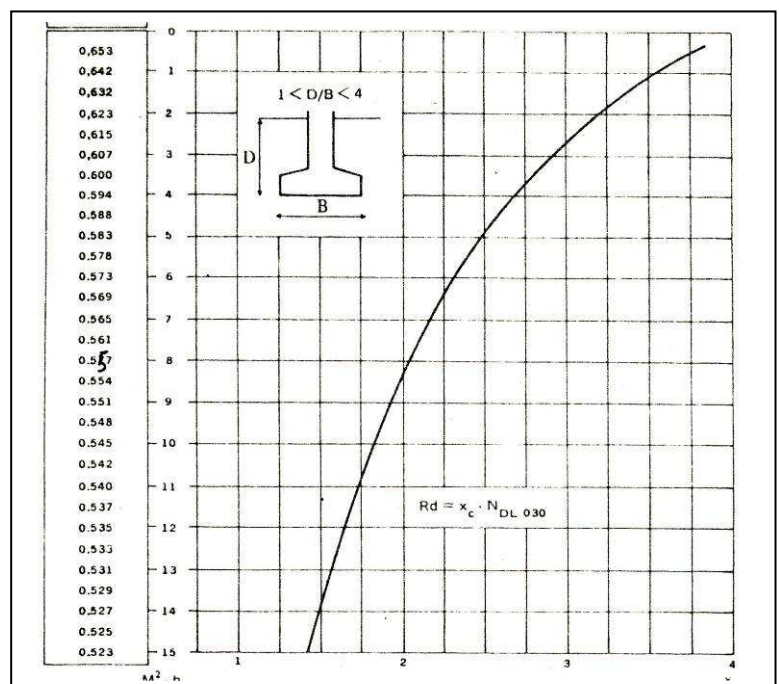
E (con N corrispondente il numero dei colpi per ogni approfondimento di 10 cm) = 10 N/cm

P (peso delle aste) = 2.4 kg/ml

Tale formula viene modificata mediante l’introduzione del coefficiente Chi caratteristico del Penetrometro DL030, tabulato in funzione della profondità (diagramma sottostante). Il diagramma consente l’immediata determinazione del valore di R_d , nota la profondità e il numero di colpi.

Il carico ammissibile, con coefficiente di sicurezza uguale a 3, è nella maggior parte dei casi ottenuto mediante il rapporto (in terreni incoerenti):

$$Q_{ad} = R_d / 3$$



Tale formula viene modificata mediante l'introduzione del coefficiente **Chi** caratteristico del Penetrometro DL030, tabulato in funzione della profondità (diagramma sottostante). Il diagramma consente l'immediata determinazione del valore di R_d , nota la profondità e il numero di colpi. Il carico ammissibile, con coefficiente di sicurezza uguale a 3, è nella maggior parte dei casi ottenuto mediante il rapporto (in terreni incoerenti):

Nelle pagine seguenti si sono riportate le stratigrafie desunte dalle indagini. I tabulati completi delle prove ricavate dalle penetrometrie dinamiche sono stati riportati in allegato.

Nella tabella seguente sono riportate le litologie più significative emerse dall'indagine e i loro parametri caratteristici.

8.3 Caratterizzazione geomeccanica dei terreni di fondazione

Nel territorio comunale si è quindi potuto verificare la presenza di differenti litologie rocciose desunte perlopiù da trincee geognostiche realizzate per fabbricati.

In bibliografia si sono ricavati dei dati della compressione monoassiale evidenziabili dalla tabella seguente:

LITOTIPO	COMPRESSIONE MONOASSIALE Kg/cm ²	PESO SPECIFICO Kg/cm ³
GRANITO	700-2800	2.65
BASALTO	1750-4200	2.80
CALCARE, DOLOMIA	350-1750	2.60
CALCARE TENERO, MARNA	70-350	2.60
ARGILLOSCISTO DURO, ARDESIA	200-420	1.57-2.20
ARENARIA	280-1400	2.30

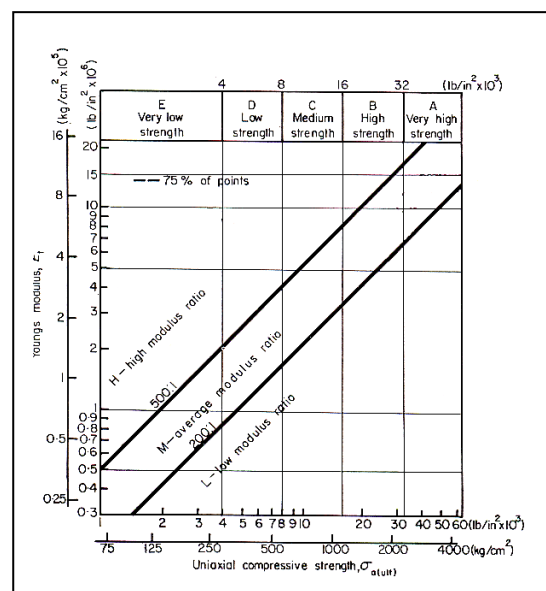
8.3.1 Sistemi di classificazione dell'ammasso roccioso

Tra i sistemi utilizzati per la classificazione di un ammasso roccioso, quelli più noti sono:

Classifica di Deere e Miller (Engineering Classification and Index properties for Intact Rock Kirtland, USA 1966), che mediante lo schema sottoriportata inserisce la roccia in un riquadro in funzione della compressione monoassiale e del Modulo di Young:

Il metodo suddivide le rocce in cinque classi (da A ad E) in funzione decrescente nella resistenza a compressione, ed in tre gruppi (H, M, L) in funzione decrescente del rapporto di modulo.

Un'altra importante classificazione usata per l'ammasso roccioso è quella di Z.T. Beniaowski (Engineering Rock Mass Classification, 1989) come evidenziato nello schema riportato alla pagina successiva.



8.3.2 Applicazione della Classificazione di Beniaowski

Questo tipo di classificazione è una delle più usate in geomeccanica, sia perché è stata ottenuta sulla base di numerosi casi reali, sia perché è molto flessibile, essendo adattabile a casi riguardanti gallerie, fondazioni e come nel nostro caso, pendii. La sua elaborazione risulta inoltre piuttosto semplice e rapida, poiché richiede l'impiego di pochi parametri per l'ammasso roccioso da classificare.

I 5 parametri presi in esame sono quelli che vengono considerati come i più influenti ai fini della stabilità della struttura studiata. A ciascuno di questi fattori viene assegnato un coefficiente numerico scelto in base alla sua influenza. La somma dei cinque coefficienti ricavati fornirà un valore conosciuto con la sigla RMR (Rock Mass Rating). In base a questo coefficiente si potrà assegnare l'ammasso roccioso a una delle cinque classi distinte da Bieniawski, per le quali sono definiti dei parametri di resistenza e di qualità. La validità del valore ottenuto può essere controllata con l'ausilio di altri indici ottenuti con altri metodi (classificazione di Barton), consentendo un'eventuale conferma dei risultati ottenuti.

8.3.3 Parametri e coefficienti

Tale classificazione è stata eseguita per ogni litologia presente nell'area rilevata con particolare attenzione per le due litologie presenti nell'area di frana. Il valore di RMR viene desunto da una serie di dati ricavati dalle prove in situ (Point Load) e dal rilievo geostrutturale. Per i parametri scelti sono stati adottati i seguenti criteri di scelta:

Point Load Test: si è utilizzato il valore ricavato in alcuni altri casi analoghi studiati.

RQD: viene valutato in base alla frequenza dei sistemi di giunti interessanti l'ammasso roccioso. Il valore corretto è stato ottenuto mediante la relazione (Barisone et al., 1985):

$$R.Q.D. = 100 - 4,5J_v$$

valida per le rocce scistose. Il valore J_v corrisponde alla somma del numero dei giunti presenti in un metro cubo di roccia ed è stato ottenuto dalla sommatoria delle frequenze (inverso della spaziatura media) dei vari sistemi.

Spaziatura media: in genere viene indicata la spaziatura del sistema più frequente, oppure quella media tra i sistemi con il maggior numero di discontinuità. Questo perché il valore indicato deve essere quello che rappresenta il caso cinematicamente più sfavorevole. Si è scelto di assumere per il dato della spaziatura un valore mediato tra i diversi valori di spaziatura ottenuti dai singoli rilievi eseguiti.

Condizioni delle pareti: questo parametro tiene conto delle condizioni delle pareti delle discontinuità, in base alla loro apertura, rugosità e stato di alterazione. Anche in questo caso si è tenuto conto delle condizioni medie delle superfici dei giunti non riferendosi a particolari sistemi, ma cercando di individuare la classe che meglio identificasse le condizioni delle pareti. Si sono utilizzati a tal scopo i dati ricavati dal rilievo geostrutturale, cercando di identificare il giusto valore da assegnargli, nonostante la classificazione di Bieniawski risulti per questo parametro, di difficile applicazione.

Condizioni idrauliche: sono molto importanti e influenti ai fini della stabilità della struttura. Nel caso del nostro rilievo i siti si sono sempre trovati in condizioni di totale assenza di acqua, o al limite in alcuni casi si è potuta osservare una debole umidità.

A. CLASSIFICAZIONE DEI PARAMETRI E LORO INDICI									
PARAMETRI			CAMPO VALORI						
1	RESISTENZA ROCCIA INTATTA	Carico puntuale	> 10 MPa	4-10 MPa	2-4 MPa	1-2 MPa	Per tale campo di valori è preferibile eseguire prove di compressione monoassiale		
		Compressione uniaassiale	> 250 MPa	100-250 MPa	50-100 MPa	25-50 MPa	5-25 MPa	1-5 MPa	< 1 MPa
	INDICE		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90% - 100%	75% - 90%	50% - 75%	25% - 50%	< 25%		
	INDICE		20	17	13	8	3		
3	SPAZIATURA GIUNTI		> 2 m	0.6-2 m	200-600 m	60-200 mm	< 60 mm		
	INDICE		20	15	10	8	5		
4	CONDIZIONE GIUNTI (vedi E)		Superfici molto scabre non continue Pareti roccia dura	Superfici scabre Apertura < 1 mm Pareti roccia dura	Superfici scabre Apertura < 1 mm Pareti roccia dura	Superfici lisce o laminate o riempimento < 5 mm o apertura 1-5 mm Giunti continui	Riempimento tenero spessore > 5 mm o giunti aperti > 5 mm Giunti continui		
	INDICE		30	25	20	10	0		
5	CONDIZIONI IDRAULICHE	Afflusso per 10m lunghezza tunnel (l/m)	Assente	<10	10-25	25-125	>125		
		Pressione acqua nei giunti	0	<0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Rapp. nat. in situ	0	<0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
	Condizioni generali		Completamente asciutto	Umido	Molto umido	Stillicidio	Severi problemi idraulici		
INDICE		15	10	7	4	0			

B. FATTORI CORRETTIVI IN FUNZIONE DELL'ORIENTAMENTO DEI GIUNTI (vedi F)						
Direzione ed inclinazione		Molto favorevole	Favorevole	Discreto	Sfavorevole	Molto sfavorevole
INDICI	Gallerie e miniere	0	-2	-5	-10	-12
	Fondazioni	0	-2	-7	-15	-25
	Pendii	0	-5	-25	-50	

C. CLASSI DI AMMASSO ROCCIOSO SULLA BASE DELLA SOMMA DEGLI INDICI					
Indice RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	<21
Classe	I	II	III	IV	V
Descrizione	Ottimo	Buono	Discreto	Scadente	Molto scadente

D. SIGNIFICATO DELLE CLASSI DI AMMASSO					
Classe	I	II	III	IV	V
Tempo di autosostegno	20 anni per una lunghezza libera dallo scavo L=10m	1 anno per L=10m	1 sett. per L=5	10 ore per L=2.5m	30 minuti per L=1m
Coesione dell'ammasso roccioso (KPa)	> 400	300-400	200-300	100-200	< 100
Angolo di attrito dell'ammasso roccioso (°)	> 45	35-45	25-35	15-25	< 15

E. LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE DELLE DISCONTINUITÀ					
Lunghezza delle discontinuità (persistenza)	< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20 m
Indici	6	4	2	1	0
Separazione (apertura)	Nessuno	< 0.1 mm	0.1-1.0 mm	1-5 mm	> 5 mm
Indici	6	5	4	1	0
Scabrezza	Molto scabra	Scabra	Leggermente scabra	Liscie	Liscie o laminate
Indici	6	5	3	1	0
Riempimento	Nessuno	Compatto < 5 mm	Compatto > 5 mm	Tenero < 5 mm	Tenero > 5 mm
Indici	6	4	2	2	0
Alterazione	Non alterato	Leggerm. alterato	Moderatam. alterato	Altamente alterato	Decomposto
Indici	6	5	3	1	0

F. EFFETTO DELL'ORIENTAZIONE DELLE DISCONTINUITÀ SULLA STABILITÀ DI UNA GALLERIA			
Perpendicolare all'asse della galleria		Parallelo all'asse della galleria	
Inclinazione delle discontinuità concorde con il verso di avanzamento. Inclinazione discontinuità 45 - 90°		Inclinazione 45 - 90°	Inclinazione 20 - 45°
Molto favorevole	Favorevole	Molto favorevole	Discreta
Inclinazione delle discontinuità discorde dal verso di avanzamento. Inclinazione delle discontinuità 45 - 90°		Inclinazione 0 - 20° o proporzionale dallo strike	
Discreto	Sfavorevole	Discreta	

Figura 6.28. Sistema di classificazione di Bieniawski, versione 1989.

8.4 Zone geologiche-geomorfologiche di riferimento e aree geolitologicamente omogenee

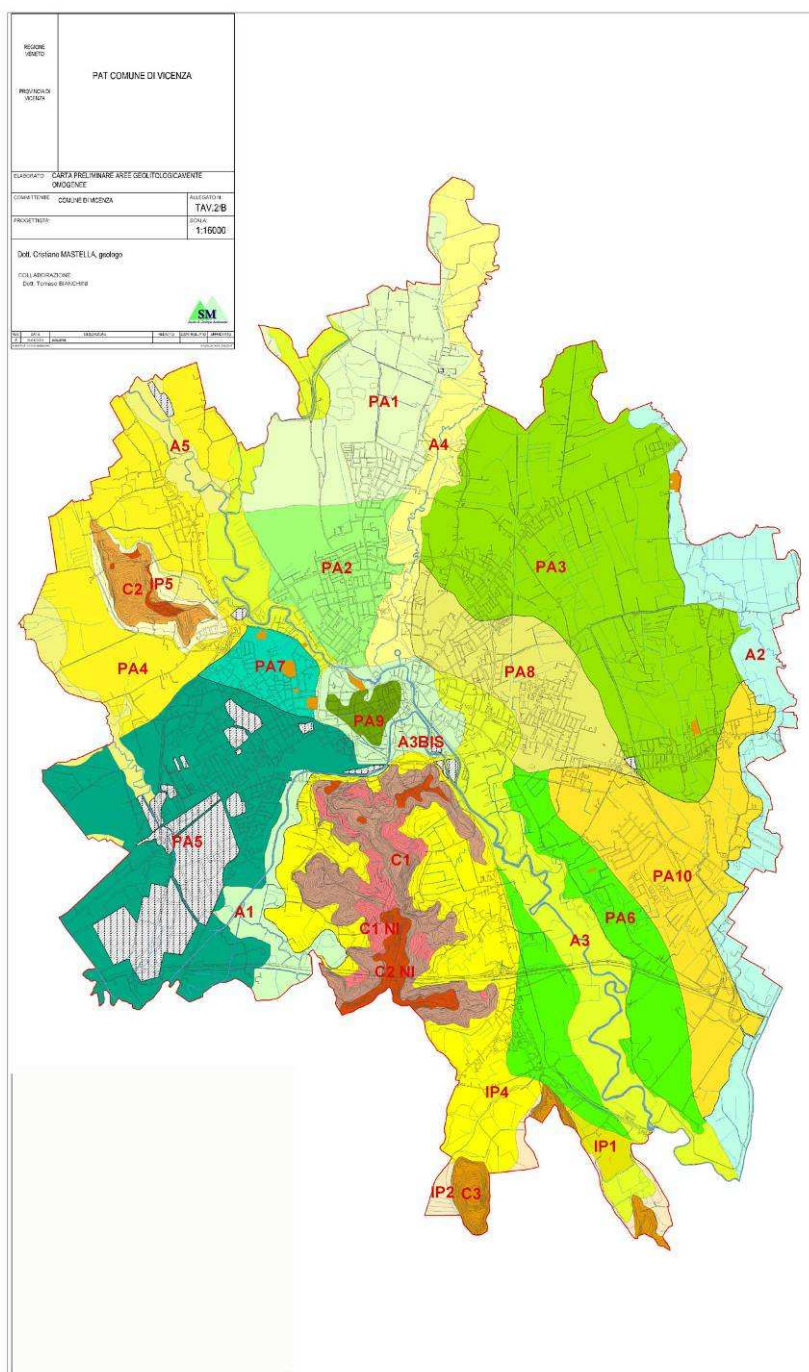
In base alle analisi del Quadro conoscitivo relative alle matrici suolo, sottosuolo e acque sotterranee, in base alla valutazione geomorfologiche e idrologiche si è in primo luogo suddiviso il territorio comunale in Zone geologiche-geomorfologiche di riferimento (prima colonna della tabella riportata sotto). In base ai dati acquisiti dalle prove penetrometriche eseguite e dai dati pregressi recuperati negli Uffici Tecnici del Comune di Vicenza, si è voluto suddividere ulteriormente il territorio in zone omogenee per caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche, idrologiche e idrogeologiche. Tale suddivisione che corrisponde alla seconda colonna della tabella seguente e rappresenta una suddivisione basata sulle caratteristiche geotecniche dei terreni, sulla vulnerabilità intrinseca della falda e sulla pericolosità idrogeologica.

ZONE GEOLOGICHE-GEOMORFOLOGICHE DI RIFERIMENTO	AREE GEOLITOLOGICHE OMOGENEE	IDENTIFICATIVO D'AREA	SONDAGGI DI RIFERIMENTO
collinari	Dorsale dei Monti Berici	C1	Rilievo di campagna
	Monte Crocetta	C2	Rilievo di campagna
	Monte Bisortele e rilievi sud-est	C3	Rilievo di campagna
infravallive e pedecollinari	Valle di Bugano	IP1	2n
	Pedecollinare rilievi sud	IP2	1n
	Vallecole dorsale dei Monti Berici	IP3	7n-8n
	Pedecollinare dei Monti Berici	IP4	48p-19p-5n-26p
	Pedecollinare del Monte Crocetta	IP5	Studio arcato
pianura alluvionale recente. Alvei dei fiumi e torrenti: Retrone-Bacchiglione-Astichello-Tesina – Orolo - Fosso Seriola – Roggia Dioma	Fiume Retrone	A1	9n-21p
	Fiume Tesina	A2	5p
	Fiume Bacchiglione	A3	38p-55p-18p-3n
	Fiume Bacchiglione (Area centro storico)	A3BIS	46p
	Fiume Astichello	A4	33p
	Fosso Seriola - Roggia Dioma - Orolo	A5	14n
pianura alluvionale consolidata del sistema Bacchiglione-Tesina	Nord (zona Polegge)	PA1	10n-11n-17p-58p
	Nord (zona aeroporto)	PA2	50p-57p-41p
	Nord-est (zona Ancoretta-Ospedaletto-Bertesina)	PA3	54p-35p-51p-34p-12-3p-6p
	Nord-ovest (zona Maddalene)	PA4	1p-40p-60p-32p
	Sud-ovest (zona Industriale-fiume Retrone)	PA5	30p-42-49p-53p-39p-8
	Sud-est (zona terrazzi del Fiume Bacchiglione)	PA6	24p-4p-47p
	Centro (zona Borgo santa - Croce Mercato Ortofrutticolo)	PA7	20p
	Centro Est	PA8	15p-31p-56p-61-9p
	Centro storico	PA9	16p-0p
	Zona Est	PA10	44p-2p
Aree di accumulo artificiale per riporto o discarica – aree di bonifica		AA-AB	Aree di bonifica

La suddivisione viene quindi successivamente analizzata parametricamente in base alle penalità derivanti da:

- Vulnerabilità idrogeologica intrinseca;
- Valutazione geotecnica;
- Valutazione pericolosità dissesto idrogeologico.

Suddivisione del territorio comunale in aree geolitologicamente omogenee alla scala 1:20000



ZONE GEOLOGICHE-GEOMORFOLOGICHE DI RIFERIMENTO	AREE GEOLITOLOGICHE OMOGENEE	IDENTIFICATIVO D'AREA	VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA INTRINSECA	PUNTEGGIO
collinari	Dorsale dei Monti Berici	C1	ESTREMAMENTE ELEVATA	4
	Monte Crocetta	C2	ESTREMAMENTE ELEVATA	4
	Monte Bisortele e rilievi sud-est	C3	ESTREMAMENTE ELEVATA	4
infravallive e pedecollinari	Valle di Bugano	IP1	ELEVATA	3
	Pedecollinare rilievi sud	IP2	ELEVATA	3
	Vallecole dorsale dei Monti Berici	IP3	ELEVATA	3
	Pedecollinare dei Monti Berici	IP4	ELEVATA	3
	Pedecollinare del Monte Crocetta	IP5	ELEVATA	3
pianura alluvionale recente. Alvei dei fiumi e torrenti: Retrone-Bacchiglione-Astichello-Tesina – Orolo - Fosso Seriola – Roggia Dioma	Fiume Retrone	A1	MEDIA	1
	Fiume Tesina	A2	MEDIA	1
	Fiume Bacchiglione	A3	MEDIA	1
	Fiume Bacchiglione (zona centro storico)	A3BIS	MEDIA	1
	Fiume Astichello	A4	MEDIA	1
	Fosso Seriola - Roggia Dioma - Orolo	A5	MEDIA	1
pianura alluvionale consolidata del sistema Bacchiglione-Tesina	Nord (zona Polegge)	PA1	ALTA	2
	Nord (zona aeroporto)	PA2	ALTA	2
	Nord-est (zona Ancoretta-Ospedaletto- Bertesina)	PA3	ALTA	2
	Nord-ovest (zona Maddalene)	PA4	ALTA	2
	Sud-ovest (zona Industriale-fiume Retrone)	PA5	ALTA	2
	Sud-est (zona terrazzi del Fiume Bacchiglione)	PA6	ALTA	2
	Centro (zona Borgo santa - Croce Mercato Ortofrutticolo)	PA7	ALTA	2
	Centro Est	PA8	ALTA	2
	Centro storico	PA9	ALTA	2
	Zona Est	PA10	ALTA	2
Aree di accumulo artificiale per riporto o discarica – aree di bonifica	Zone industriali sud ovest Aree di bonifica Zone alveo recente fiume Astichello	AA	ESTREMAMENTE ELEVATA	4

PUNTEGGIO VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA INTRINSECA			
ESTREMAMENTE ELEVATA	ELEVATA	ALTA	MEDIA
4	3	2	1

ZONE GEOLOGICHE-GEOMORFOLOGICHE DI RIFERIMENTO	AREE GEOLITOLOGICHE OMOGENEE	IDENTIFICATIVO D'AREA	VALUTAZIONE GEOTECNICA	PUNTEGGIO
collinari	Dorsale dei Monti Berici	C1	MEDIOCRE-SCADENTE PESSIMA	2-3-4
	Monte Crocetta	C2	MEDIOCRE-SCADENTE PESSIMA	2-3-4
	Monte Bisortele e rilievi sud-est	C3	MEDIOCRE-SCADENTE PESSIMA	2-3-4
infravallive e pedecollinari	Valle di Bugano	IP1	SCADENTE	3
	Pedecollinare rilievi sud	IP2	PESSIMA	4
	Vallecole dorsale dei Monti Berici	IP3	MEDIOCRE	2-3
	Pedecollinare dei Monti Berici	IP4	MEDIOCRE SCADENTE	2
	Pedecollinare del Monte Crocetta	IP5	MEDIOCRE BUONA	1-2
pianura alluvionale recente. Alvei dei fiumi e torrenti: Retrone-Bacchiglione-Astichello-Tesina – Orolo - Fosso Seriola – Roggia Dioma	Fiume Retrone	A1	MEDIOCRE	2
	Fiume Tesina	A2	MEDIOCRE	2
	Fiume Bacchiglione	A3	MEDIOCRE SCADENTE	2-3
	Fiume Bacchiglione (zona centro storico)	A3BIS	MEDIOCRE BUONA	1-2
	Fiume Astichello	A4	MEDIOCRE SCADENTE	2-3
	Fosso Seriola - Roggia Dioma - Orolo	A5	MEDIOCRE SCADENTE	2-3
pianura alluvionale consolidata del sistema Bacchiglione-Tesina	Nord (zona Pilege)	PA1	BUONA MEDIOCRE	1-2
	Nord (zona aeroporto)	PA2	MEDIOCRE	2
	Nord-est (zona Ancoretta-Ospedaletto- Bertesina)	PA3	BUONA MEDIOCRE	1-2
	Nord-ovest (zona Maddalene)	PA4	MEDIOCRE	2
	Sud-ovest (zona Industriale-fiume Retrone)	PA5	MEDIOCRE	2
	Sud-est (zona terrazzi del Fiume Bacchiglione)	PA6	BUONA MEDIOCRE	1-2
	Centro (zona Borgo santa - Croce Mercato Ortofrutticolo)	PA7	MEDIOCRE	2
	Centro Est	PA8	MEDIOCRE	2
	Centro storico	PA9	BUONA MEDIOCRE	1-2
	ZonaEst	PA10	MEDIOCRE	2
Aree di accumulo artificiale per riporto o discarica – aree di bonifica	Zone industriali sud ovest Aree di bonifica Zone alveo recente fiume Astichello	AA	BUONA MEDIOCRE	1-2

PUNTEGGIO VALUTAZIONE GEOTECNICA			
PESSIMA	SCADENTE	MEDIOCRE	BUONA
4	3	2	1

ZONE GEOLOGICHE-GEOMORFOLOGICHE DI RIFERIMENTO	AREE GEOLITOLOGICHE OMOGENEE	IDENTIFICATI VO D'AREA	VALUTAZIONE PERICOLOSITA' DISSESTO IDROGEOLOGICO	PUNTEGGIO
collinari	Dorsale dei Monti Berici	C1	ELEVATA MODERATA	2-4
	Monte Crocetta	C2	ELEVATA	4
	Monte Bisortele e rilievi sud-est	C3	ELEVATA	4
infravallive e pedecollinari	Valle di Bugano	IP1	MEDIA	3
	Pedecollinare rilievi sud	IP2	MEDIA	3
	Vallecole dorsale dei Monti Berici	IP3	ELEVATA - MEDIA	4-3
	Pedecollinare dei Monti Berici	IP4	MEDIA	3
	Pedecollinare del Monte Crocetta	IP5	MEDIA	3
pianura alluvionale recente. Alvei dei fiumi e torrenti: Retrone-Bacchiglione-Astichello-Tesina – Orolo - Fosso Seriola – Roggia Dioma	Fiume Retrone	A1	ELEVATA	4
	Fiume Tesina	A2	ELEVATA	4
	Fiume Bacchiglione	A3	ELEVATA - MEDIA	4-3
	Fiume Bacchiglione (Zona centro storico)	A3BIS	ELEVATA - MEDIA	4-3
	Fiume Astichello	A4	ELEVATA - MEDIA	4-3
	Fosso Seriola - Roggia Dioma - Orolo	A5	ELEVATA	4
pianura alluvionale consolidata del sistema Bacchiglione-Tesina	Nord (zona Polegge)	PA1	BASSA	1
	Nord (zona aeroporto)	PA2	BASSA	1
	Nord-est (zona Ancoretta-Ospedaletto- Bertesina)	PA3	BASSA	1
	Nord-ovest (zona Maddalene)	PA4	ELEVATA - MEDIA	4-3
	Sud-ovest (zona Industriale-fiume Retrone)	PA5	ELEVATA - MEDIA-MODERATA	4-3-2
	Sud-est (zona terrazzi del Fiume Bacchiglione)	PA6	MEDIA-MODERATA	3-2
	Centro (zona Borgo santa - Croce Mercato Ortofrutticolo)	PA7	MODERATA	2
	Centro Est	PA8	MEDIA	3
	Centro storico	PA9	MEDIA	3
	Zona Est	PA10	MODERATA	2
Aree di accumulo artificiale per riporto o discarica – aree di bonifica	Zone industriali sud ovest Aree di bonifica Zone alveo recente fiume Astichello	AA	MEDIA-MODERATA	3-2
PUNTEGGIO PERICOLOSITA' DISSESTO IDROGEOLOGICO				
ELEVATA	MEDIA	MODERATA	BASSA	
4	3	2	1	

IDENTIFICAZIONE AREA	VALUTAZIONE PERICOLOSITA' DISSESTO IDROGEOLOGICO PUNTEGGIO	VALUTAZIONE GEOTECNICA PUNTEGGIO	VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA INTRINSECA PUNTEGGIO	TOTALE	VALUTAZIONE
C1	4	2-3-4	4	10-12-14	Scadente-pessima
C2	4	2-3-4	4	10-12-14	Scadente-pessima
C3	4	2-3-4	4	10-12-14	Scadente-pessima
IP1	3	4	3	10	scadente
IP2	3	4	3	10	scadente
IP3	3-4	2	3	8-9	mediocre
IP4	3	3	3	9	mediocre
IP5	3	2	3	8	mediocre
A1	4	2	1	7	discreta
A2	4	2	1	7	discreta
A3	4-3	2-3	1	6-8	mediocre
A3bis	4-3	1-2	1	5-7	mediocre
A4	4-3	2-3	1	6-8	mediocre
A5	4	2-3	1	7-8	mediocre
PA1	1	1-2	2	4-5	buona
PA2	1	2	2	5	buona
PA3	1	1-2	2	4-5	buona
PA4	4-3	2	2	7-8	mediocre
PA5	4-3-2	2	2	6-8	mediocre
PA6	3-2	1-2	2	5-7	discreta
PA7	2	2	2	6	discreta
PA8	3	2	2	7	discreta
PA9	1	1-2	2	4-5	buona
PA10	2	2	2	6	discreta
AA	3-2	1-2	4	7-9	mediocre

GIUDIZIO PENALITA' IN BASE A SOMMA PUNTEGGI DELLA: - VALUTAZIONE GEOTECNICA - VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA - DISSESTO IDROGEOLOGICO	4-5	6-7	8-9	10-11	12-14
	buona	discreta	mediocre	scadente	pessima

Di seguito si riporta la Tavola in cui ogni area geolitologicamente omogenea viene posizionata in base al punteggio sopra calcolato: le aree con punteggio variabile possono avere differenti gradi di Compatibilità Geologica.

ZONE GEOLOGICHE- GEOMORFOLOGICHE DI RIFERIMENTO	Compatibilità geologica Terreno Idoneo	Compatibilità geologica Terreno Idoneo a condizione			Compatibilità geologica Terreno Non idoneo
GIUDIZIO PENALITA' IN BASE A: <ul style="list-style-type: none"> - VALUTAZIONE GEOTECNICA - VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA - DISSESTO IDROGEOLOGICO 	buona	discreta	mediocre	scadente	pessima
collinari				C1 – C2 – C3 (ROCCIA CALCAREA SUBAFFIORANTE)	C1 – C2 – C3 (COLTRI COLLUVIALI – VULCANITI – AREEE DI FRANA – DOLINE)
infravallive e pedecollinari			IP3 - IP4 - IP5	IP1 - IP2 IP4 (IN AREE A RISCHIO ESONDABILITA')	
pianura alluvionale recente. Alvei dei fiumi e torrenti: Retrone-Bacchiglione- Astichello-Tesina – Orola - Fosso Seriola – Roggia Dioma	A3BIS	A3 – A4	A3 – A4 (IN AREE A RISCHIO ESONDABILITA')	A5 (IN AREE A RISCHIO ESONDABILITA')	
		A3BIS (IN AREE A RISCHIO ESONDABILITA')	A1 - A2 - A5		
pianura alluvionale consolidata del sistema Bacchiglione-Tesina	PA1 – PA2 – PA3 – PA5 – PA6 - PA7 - PA9	PA4– PA8 – PA10	PA4 (IN AREE A RISCHIO ESONDABILITA')		
		PA5 – PA6 (IN AREE A RISCHIO ESONDABILITA')			
aree di bonifica (bonificate)		AB (AREE BONIFICATE)			
aree di accumulo artificiale per riporto zona industriale ovest – alveo recente del fiume Asticello		AA AREE DI ACCUMULO ARTIFICIALE			

ZONE GEOLOGICHE-GEOMORFOLOGICHE DI RIFERIMENTO	Compatibilità geologica Terreno Idoneo	Compatibilità geologica Terreno Idoneo a condizione			Compatibilità geologica a Terreno Non idoneo
GIUDIZIO PENALITA' IN BASE A: - VALUTAZIONE GEOTECNICA - VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA - DISSESTO IDROGEOLOGICO	buona	discreta	mediocre	scadente	pessima
collinari				04	
infravallive e pedecollinari			03		
pianura alluvionale recente. Alvei dei fiumi e torrenti: Retrone-Bacchiglione-Astichello-Tesina – Orolo - Fosso Seriola – Roggia Dioma				01, 02	
pianura alluvionale consolidata del sistema Bacchiglione-Tesina				01, 02	

Le condizioni geologico – geomorfologiche sono state desunte dal rilevamento di campagna per il territorio comunale e quindi presentano quindi una validità specifica sia tecnica che geografica.

L'analisi comparata delle penalità in essere sul territorio comunale di Vicenza, ha consentito di effettuare nella fase di sintesi dello studio la suddivisione in aree omogenee, più o meno idonee all'edificazione.

Tale classificazione ricalca, come visto, le indicazioni suggerite dalla normativa regionale vigente, opportunamente adattate ai vincoli naturali presenti sul territorio come ad esempio le scadenti caratteristiche geotecniche dei materiali presenti o la presenza superficiale della falda.

E' stata redatta una tabella che evidenzia per ogni area omogenea individuata la sua compatibilità geologica, le penalità presenti e gli accorgimenti tecnici suggeriti da adottare. Tali prescrizioni devono essere intese quali prima riflessione attenta e critica sulle aree in oggetto al fine poi di redigere una adeguata normativa tecnica (NTA).

Essendo la classificazione adottata nella Carta della Compatibilità Geologica qualitativa e derivante da rilievo di campagna e da dati pregressi raccolti e interpretati ed in seguito cartografati ad una scala 1: 10.000, **va comunque ribadito il concetto che indagini quantitative, specifiche e puntuali possono portare ad un quadro conoscitivo diretto e più approfondito a ad un'eventuale riqualificazione dell'area analizzata.**

Lo scopo della Carta della Compatibilità Geologica è quello di rappresentare un valido strumento tecnico e riassuntivo per una valutazione di carattere generale degli insediamenti edilizi, mentre in sede di commissione edilizia comunale si dovranno esprimere pareri puntuali su ogni singolo sito edificabile corredato dalle opportune indagini geologico-geotecniche, come per altro previste dal Testo unico sulle costruzioni DM 14/01/2008 e dalle relative istruzioni.

8.5 Indicazioni per le Norme tecniche di attuazione

Si riporta di seguito le indicazioni che si forniscono ai progettisti del piano per la redazione delle Norme tecniche di attuazione

8.5.1 *Proposta di invarianti*

Invarianti di natura geologica e geomorfologica: Grotte, doline, orli di scarpata, terrazzi fluviali, tracce di corsi fluviali estinti (paleoalvei),

Si propongono delle invarianti di natura geomorfologica, idrogeologica, paesaggistica e ambientale, per le quali non opera il principio della temporaneità o della indennizzabilità.

Dette invarianti sono costituite da elementi puntuali, lineari ed aerali quali: le doline, orli di scarpata, terrazzi fluviali, tracce di corsi fluviali estinti (paleo alvei)

Il P.I. completa la localizzazione degli ambiti ed elementi previsti dal presente articolo sulla base degli aggiornamenti del catasto regionale e gradua le misure di valorizzazione e tutela in relazione all'importanza dei siti, sentite le associazioni speleologiche riconosciute dalla Regione Veneto.

“Nuovi indirizzi e linee guida per gestione dei materiali derivanti da operazioni di escavazione” DGRV n°80 del 21/01/2005

In detti ambiti o elementi gli interventi edilizi ed urbanistici devono rispettare i segni fisici che indicano la presenza delle invarianti di natura geologica, geomorfologica ed idrogeologica; Inoltre non sono ammessi movimenti di terra se non quelli direttamente collegati agli interventi edilizi. Il rispetto delle caratteristiche delle invarianti dovrà essere asseverato nella relazione geologica di progetto secondo la normativa vigente.

Sono vietati inoltre:

- a) l'occlusione e/o la chiusura totale o parziale degli ingressi delle grotte e doline;
- b) l'alterazione morfologica interna ed esterna delle grotte e doline;
- c) l'asportazione di campioni di emergenze geomorfologiche, faunistiche e floristiche senza autorizzazione delle autorità competenti alla tutela;
- g) nelle tracce di corsi fluviali estinti e nelle grotte e doline non deve essere sversato nessun inquinante (DL 152/2006) né chimico né biologico (fertilizzazione o cumulo di liquame)

Nelle aree e siti vincolati dal presente articolo, sono ammessi esclusivamente interventi edilizi sugli edifici esistenti secondo le definizioni di cui alle lettere a), b) e c), comma 1, art. 3, D.P.R. 380/2001.

Invarianti di natura idrogeologica: Sorgenti, risorgive e laghi di cava abbandonati e dismessi

Trattasi di sorgenti, risorgive, fontanili e laghi di cava abbandonati e dismessi, anche non rientranti specificamente nella disciplina e tutela delle risorse idropotabili, ma che costituiscono elementi puntuali significativi della storia e dell'ambientazione naturalistica della risorsa idrica.

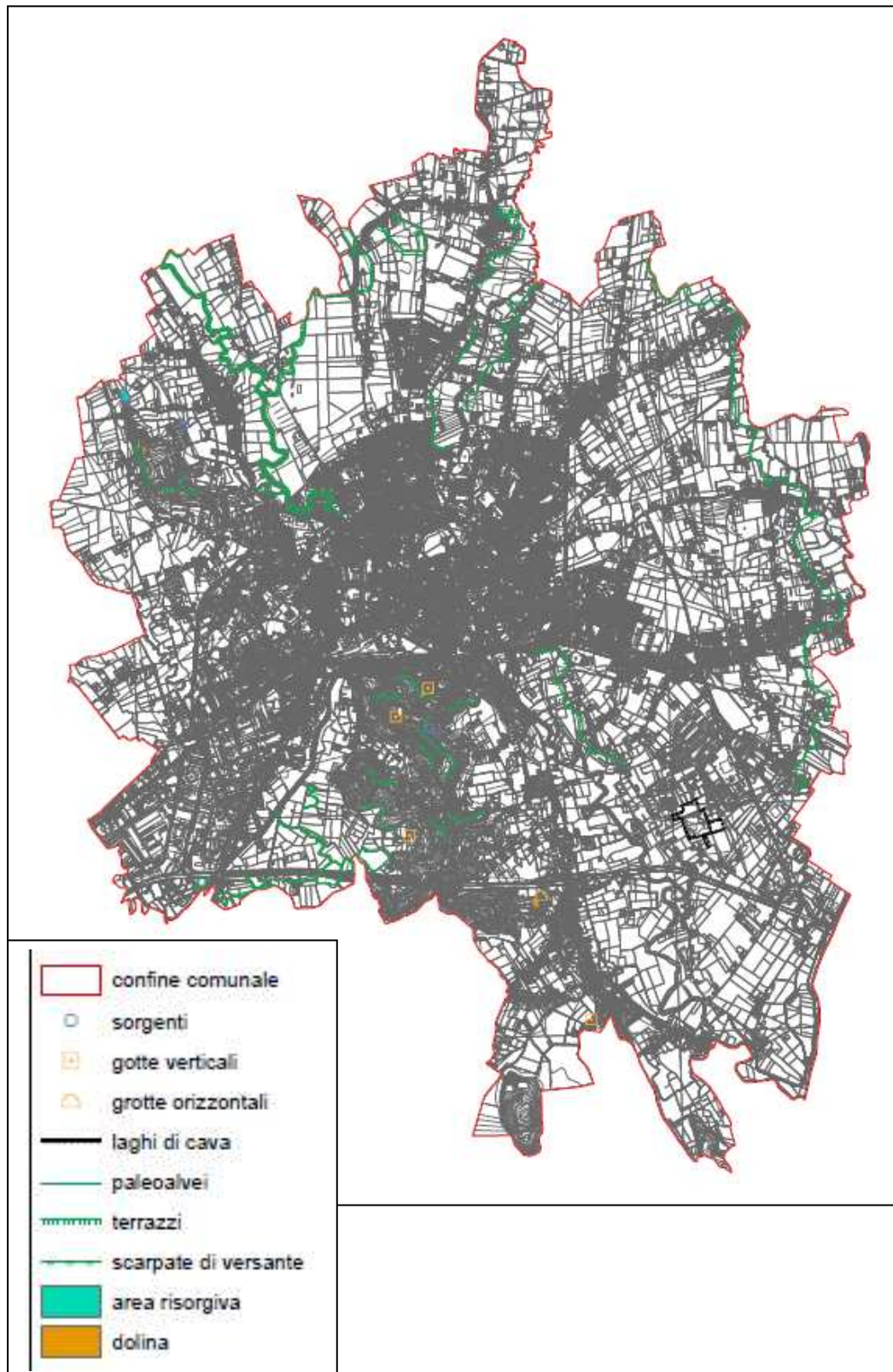
Il P.I. censisce e tutela sorgenti, risorgive, fontanili e laghi di cava, ed inoltre:

- a) prevede opportune misure di tutela in particolar modo rivolte ad evitare l'inquinamento delle acque e dei terreni circostanti, nonché misure per la protezione della fauna e della flora esistenti, le opere accessorie e pertinenti ed i contesti;
- b) elabora idonee iniziative per rivitalizzare gli ambiti interessati dalle sorgenti anche con operazioni di rimboschimento e/o estendendo il sistema delle siepi ripariali;
- c) indica criteri per la promozione didattico-culturale dei luoghi e per la fruizione legata al tempo libero anche con la previsione di anelli verdi di congiungimento dei diversi ambienti naturalistici.

A tal fine prevede l'adattamento di edifici esistenti o ne prevede di nuovi per ricavare servizi a sostegno dell'iniziativa.

Sono ammessi interventi di recupero e valorizzazione esclusivamente con tecniche ecocompatibili e di ingegneria naturalistica.

Sono vietati interventi edilizi ed infrastrutturali, per una fascia di larghezza pari a 20 mt. dai confini delle aree interessate dalle sorgenti, dalle risorgive, dai fontanili e dai laghi di cava.



8.5.2 *Proposta di fragilità*

L'analisi comparata delle penalità sul territorio indagato ha consentito di effettuare nella fase di sintesi dello studio la suddivisione in aree più o meno idonee all'edificazione (Compatibilità Geologica). Tale classificazione ricalca come visto le indicazioni suggerite dalla normativa regionale vigente, opportunamente adattate ai vincoli naturali presenti sul territorio come ad esempio la più volte citata morfologia carsica in collina e le scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni alluvionali, che provocano il generale declassamento adottato. Il quadro risultante indica nelle porzioni vocate morfologicamente all'edificabilità, una condizione geologica variabile ma generalmente discreta, riscontrandosi solo in situazioni particolari un'elevatissima penalizzazione.

Questi casi, come indicato nella legenda della Carta delle penalità si riferiscono alle situazioni di "Arretramento dei cigli di scarpata per fenomeni erosivi o di crollo, alle zone interessate dalla caduta massi, ai campi di doline". Queste zone rappresentano, sempre in generale, una ristretta porzione del territorio studiato ed in particolare sono concentrate in aree poco accessibili, ad elevato valore naturalistico e da tutelarsi. All'interno della relazione sono state riportate alcune considerazioni sulle aree di espansione previste segnalando le possibili criticità geologiche e le opportune indagini correttive per una loro riqualificazione.

Sulla base delle analisi, la classificazione delle penalità ai fini edificatori è fondata su indici relativi di qualità dei terreni con riferimento alle possibili problematiche relative alla stabilità dei versanti nelle aree collinari, ai possibili effetti di inquinamento delle acque sotterranee, alla compressibilità dei terreni, alle caratteristiche geotecniche nei confronti delle opere di fondazione, ai possibili sprofondamenti per la presenza di cavità di dissoluzione carsica o di origine antropica, alla esondabilità dei corsi d'acqua, alla sicurezza di arginature o di altre opere idrauliche, alla salvaguardia di singolarità geologiche, geomorfologiche, paleontologiche o mineralogiche, alla protezione delle fonti di energia e delle risorse naturali.

Sulla base della normativa vigente (L.R. 11/2004, D.M. 11/03/1988, L.n°64/1974, C.R. n°9/2000 D.M. 14/9/2005, D.M. 14/01/2008 riguardante Norme Tecniche per le Costruzioni), degli studi effettuati e della classificazione proposta, il PAT ha individuate tre tipologie di tutela, a cui corrispondono le limitazioni all'attività edificatoria che seguono

- a. **AREE IDONEE:** si tratta di aree in cui la falda risulta sempre maggiore di 2 metri di profondità da piano campagna. Esse sono costituite prevalentemente da depositi granulari a diversa pezzatura (sabbie e ghiaie fini) in matrice limosa argillosa di caratteristiche geotecniche buone. Tali aree sono ad alta vulnerabilità per gli acquiferi sotterranei.

In tali aree non c'è alcun limite all'edificabilità; l'indagine geologica sarà redatta come previsto dalla normativa vigente e sarà necessaria per fornire i parametri corretti per la progettazione delle fondazioni anche in chiave antisismica e sarà necessario un adeguato approfondimento delle condizioni idrogeologiche al fine di valutare il rischio idrogeologico per le falde sotterranee e venga adeguatamente progettato l'eventuale sistema per il trattamento degli scarichi reflui (per quelli convogliati nel suolo e sottosuolo), ed eventuali azioni di mitigazione per ridurre i rischi di impatto per gli acquiferi sotterranei.

b. **AREE IDONEE A CONDIZIONE:** aree mediamente esposte a pericolosità geologico – idraulica.

In tali aree l'edificabilità è limitata in rapporto con le risultanze dell'indagine: possibile dissesto idrogeologico, forti pendenze, acclività con remota possibilità di frane, zone a vulnerabilità idrogeologica, a rischio di esondazione, per deflusso difficoltoso delle acque e con caratteristiche geotecniche penalizzanti.

Si sono individuate le seguenti aree idonee a condizione:

01 – per la presenza di terreni con caratteristiche geotecniche scadenti e medio-alto rischio di esondazione dei corsi d'acqua: si tratta di aree soggette a medio alto rischio di inondazione periodica così come definito dal Piano di Assetto Idrogeologico del Bacchiglione-Brenta e costituite prevalentemente da depositi recenti dei corsi d'acqua di natura argillosa e argillosa-limosa, complessivamente scadenti dal punto di vista geotecnico, in cui l'insieme di elementi sfavorevoli necessita di una attenta valutazione degli interventi edilizi. La falda in questo ambito è compresa entro i 5 metri di profondità, anche se insistono ampie fasce del territorio comunale ad una profondità inferiore ai 2 metri.

Per rendere idonee le aree soggette a questa condizione, in fase di PI sarà necessario ridefinirle ad una scala più adeguata, verificandone le criticità individuate; sarà necessario verificare che la realizzazione di indagini di dettaglio siano estese a tutto il territorio interessato e in un ragionevole intorno, finalizzate ad evitare che gli interventi proposti possano creare pregiudizio rispetto alle condizioni penalizzanti sopra indicate ed eventualmente indicare le modalità per ovviare a tale eventualità.

Si prescrive per ogni intervento od opera in questo ambito che:

- si realizzino riporti di terreno con materiali granulare di buone caratteristiche geotecniche
- non si realizzino scantinati al di sotto del piano campagna se non dopo aver realizzato un riporto adeguato
- per eventuali opere in sotterraneo (specie per ambiti in cui la falda sia superiore ai 2 metri di profondità) si effettuino delle adeguate opere di drenaggio e di impermeabilizzazione delle opere
- per eventuali accessi in sotterraneo oltre che le bocche di lupo vengano realizzati con aperture sopra il piano campagna
- per la scelta delle fondazioni si evitino quelle che possono comportare cedimenti differenziali
- non si realizzino sistemi di depurazione degli scarichi reflui nel suolo con subirrigazione (per ambiti in cui la falda sia superiore ai 2 metri di profondità)

02 – per la presenza di terreni con caratteristiche geotecniche scadenti a basso rischio di esondazione dei corsi d'acqua e profondità della falda < 2 metri: si tratta di aree soggette a basso rischio di esondazione e sono costituite prevalentemente da depositi alluvionali, fluvio-glaciali, morenici o lacustri di natura limo-argillosa, complessivamente scadenti dal punto di vista geotecnico e in cui la falda risulta sempre al di sotto dei due metri di profondità

da piano campagna, in cui l'insieme di elementi sfavorevoli necessita di una attenta valutazione degli interventi edilizi.

Per rendere idonee le aree soggette a questa condizione, in fase di PI sarà necessario ridefinirle ad una scala più adeguata, verificandone le criticità individuate; sarà necessario verificare che la realizzazione di indagini di dettaglio siano estese a tutto il territorio interessato e in un ragionevole intorno, finalizzate ad evitare che gli interventi proposti possano creare pregiudizio rispetto alle condizioni penalizzanti sopra indicate ed eventualmente indicare le modalità per ovviare a tale eventualità.

Si prescrive per ogni intervento od opera in questo ambito che:

- si realizzino riporti di terreno con materiali granulare di buone caratteristiche geotecniche
- non si realizzino scantinati al di sotto del piano campagna se non dopo aver realizzato un riporto adeguato
- per eventuali opere in sotterraneo si effettuino delle adeguate opere di drenaggio e di impermeabilizzazione delle opere
- per eventuali accessi in sotterraneo oltre che le bocche di lupo vengano realizzati con aperture sopra il piano campagna
- per la scelta delle fondazioni si evitino quelle che possono comportare cedimenti differenziali
- non si realizzino sistemi di depurazione degli scarichi reflui nel suolo con subirrigazione

03 – per la presenza di terreni con caratteristiche geotecniche mediocri, profondità della falda > 5 metri ed alta vulnerabilità degli acquiferi: si tratta di aree poste a contorno dei rilievi collinari e il centro storico in rilevato di Vicenza. Le prime possono essere soggette ad eventi di ristagno idrico per sbarramento idraulico. Esse sono costituite prevalentemente da depositi granulari a diversa pezzatura (sabbie e ghiaie fini) in matrice limosa argillosa di caratteristiche geotecniche perlopiù mediocri e in cui la falda risulta sempre maggiore di 5 metri di profondità da piano campagna. Tale aree sono ad alta vulnerabilità per gli acquiferi sotterranei.

Per rendere idonee le aree soggette a questa condizione, in fase di PI sarà necessario ridefinirle ad una scala più adeguata, verificando che per ogni nuovo intervento edilizio o di ristrutturazione che comporti un ampliamento dei fabbricati o una modifica della destinazione d'uso, dovrà essere accompagnata da un adeguato approfondimento delle condizioni idrogeologiche dell'area e venga individuato il rischio idrogeologico per le falde sotterranee e venga adeguatamente progettato l'eventuale sistema per il trattamento degli scarichi reflui (per quelli convogliati nel suolo e sottosuolo), ed eventuali azioni di mitigazione per ridurre i rischi di impatto per gli acquiferi sotterranei.

04 – per il rischio di dissesto idrogeologico sui versanti e la elevata vulnerabilità degli acquiferi: si tratta delle aree poste sulle dorsali collinari di natura calcarea perlopiù carsificata con presenza di forme epigee e ipogee e con accumulo sui versanti di depositi coesivi di scarsa consistenza soggetti a dissesto idrogeologico specie con media acclività (15-30°) e in concomitanza con interventi antropici non adeguati.

Le prime sono ad elevata vulnerabilità per gli acquiferi sotterranei e per renderle idonee in fase di PI sarà necessario ridefinirle ad una scala più adeguata, verificando che per ogni nuovo intervento edilizio o di ristrutturazione che comporti un ampliamento dei fabbricati o una modifica della

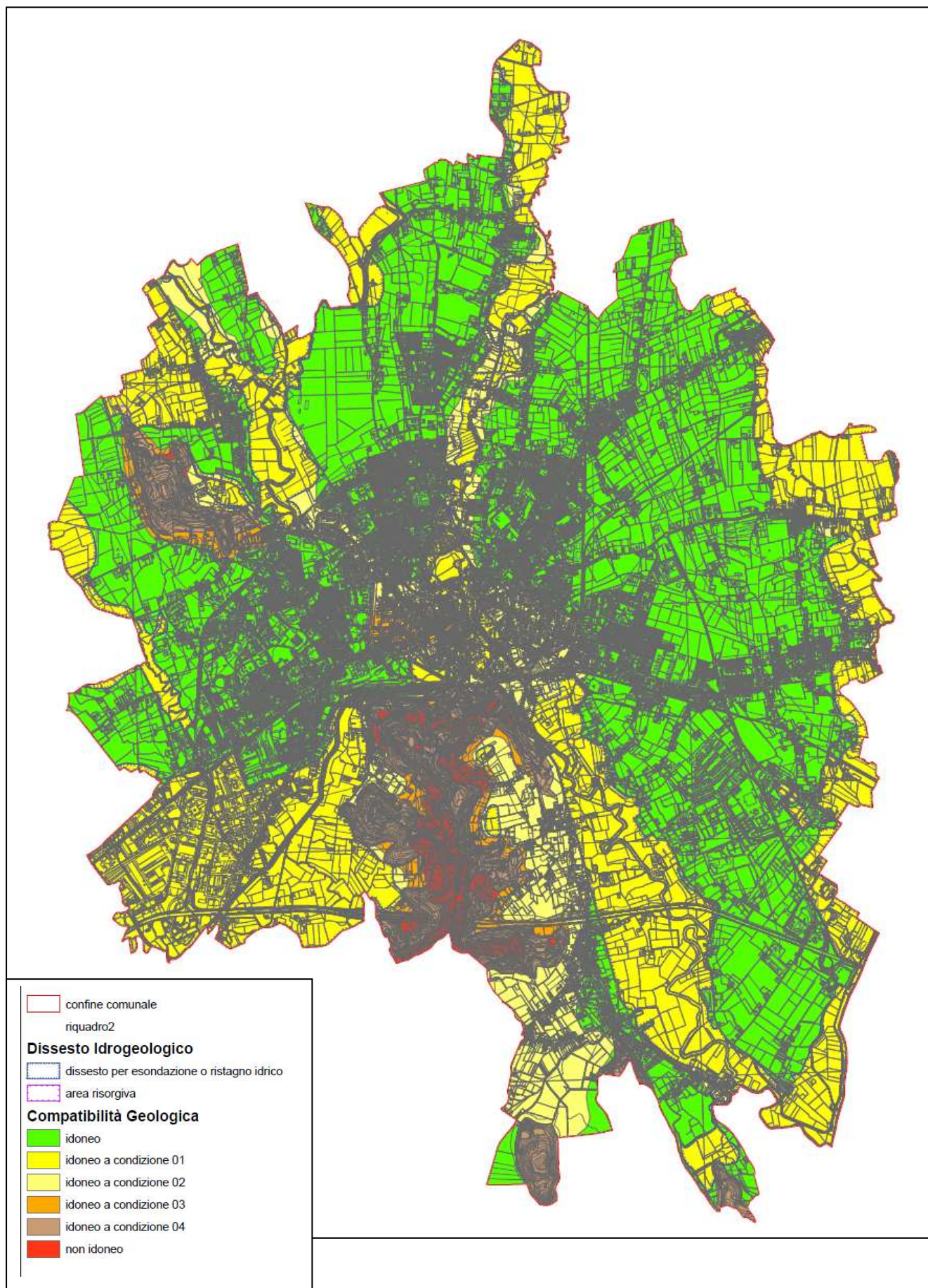


destinazione d'uso, dovrà essere accompagnata da un adeguato approfondimento delle condizioni idrogeologiche dell'area e venga individuato il rischio idrogeologico per le falde sotterranee e venga adeguatamente progettato l'eventuale sistema per il trattamento degli scarichi reflui (per quelli convogliati nel suolo e sottosuolo), ed eventuali azioni di mitigazione per ridurre i rischi di impatto per gli acquiferi sotterranei.

Per le seconde per renderle idonee in fase di PI sarà necessario ridefinirle ad una scala più adeguata, verificando che per ogni nuovo intervento edilizio o di ristrutturazione che comporti un ampliamento dei fabbricati o una modifica della destinazione d'uso, dovrà essere accompagnata da indagini di dettaglio estese a tutto il territorio interessato e in un ragionevole intorno, finalizzati alla individuazione di opere di stabilizzazione idonee necessarie ad evitare che gli interventi proposti possano creare pregiudizio per l'intervento stesso o per le aree circostanti anche con la modifica dell'assetto idrogeologico dell'area.

c. **AREE NON IDONEE:** si tratta di aree molto esposte a pericolosità geologico – idraulica.

La nuova edificabilità è preclusa per l'elevatissima penalizzazione a causa di estese coltri colluviali e detriti di falda di spessore >2 metri, acclività>30%, possibile presenza di movimenti franosi, scadenti caratteristiche geomeccaniche, rilevante carsismo superficiale.



BIBLIOGRAFIA

- AMMINISTRAZIONE DELLA PROVINCIA DI VICENZA - ASSESSORATO ALLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE, 2007. *Piano Territoriale Provinciale*
- BERETTA G.P., CIVITA M., FRANCANI V., MURATORI A., PAGOTTO A., VERGA G., ZAVATTI A., ZUPPI G.M., 1988 - *Proposta di normativa per l'istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee*. Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del C.N.R., pubbl. 75., 277 pp., GEO-GRAPH ed., Milano.
- CASTELLI GUIDI C., 1987 “*Geotecnica e tecnica delle Fondazioni*” . Ulrico Hoepli Editore
- CIVITA M. 1990 - *Legenda unificata per le carte della vulnerabilità dei corpi idrici sotterranei/ Unified legend for the aquifer pollutio vulnerability Maps*. Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi, 1 (Append.), Pitagora Edit., Bologna, 13 pp.
- CIVITA M., 1990 - *La valutazione della vulnerabilità degli acquiferi all' inquinamento*. Proc. "1° Conv. Naz. Protez. e gestione Acque sotterr.: metodol., tecnol. e obiettivi", v.3, Marano s. P. (Modena).
- CIVITA M., 1994 - *Le carte della vulnerabilità degli acquiferi all' inquinamento: Teoria e pratica*. 325 pp., Pitagora ed., Bologna.
- COMUNE DI VICENZA, MUSEO NATURALISTICO ARCHEOLOGICO - VICENZA 2003 – *Grotte dei Berici – Aspetti naturalistici e fisici*. Vol1, Cooperativa Tipografica Operai, Vicenza.
- DAL PRA' A., ANTONELLI R., 1977 - *Ricerche idrogeologiche e litostratigrafiche nell'alta pianura alluvionale del fiume Adige*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, v. 34 (5), pp. 107-123, Roma.
- DAL PRA' A., DE ROSSI P. (con la collaborazione di FURLAN F. E SILIOTTI A.), 1989 - *Carta idrogeologica dell'alta pianura dell'Adige*. Dip. Geol. Univ. Padova.
- DAL PRA' A., DE ROSSI P., FURLAN F., SILIOTTI A., ZANGHERI P. (1991) - *Il regime delle acque sotterranee nell'alta pianura veronese*. Mem. Sc. Geol., v. 43, pp. 155-183, Padova.
- DAL PRÀ A., DE ROSSI, SALOTTI, SOTTANI A., 1992 “*Carta idrogeologica dell’Alta Pianura Veronese*” . Dip. Geol. Univ. Padova.
- GRUPPO DI STUDIO SULLE FALDE ACQUIFERE PROFONDE DELLA PIANURA PADANA, 1981 - *Contributi tematici per la conoscenza della idrogeologia padana*. Quad. Ist. di Ric. sulle Acque, v. 51, (II), 70 pp., Roma.
- MALCEVSCHI S., 1991 - *Qualità ed impatto ambientale*. ETASLIBRI, Milano.
- MARCOLONGO B., PRETTO L., 1987 - *Vulnerabilità degli acquiferi nell'alta pianura a Nord di Vicenza*. CNR Padova.



MIETTO P., 1988 – *Aspetti geologici dei Monti Berici*. In : AA.VV – I colli Berici. Natura e civiltà, pp. 13-23, Signum Ed., Padova.

MIETTO P., SEDEA R., UNGARO S. 1981 – *Foglio 50 Padova*. In : Carta Tettonica delle Alpi Meridionali. Pubbl. 441 P.F.G.: 99-103 Napoli.