



PIANO PROVINCIALE DI EMERGENZA

APPENDICE 3 "PROFILO FISICO"

2008

INDICE

1	PROFILO FISICO - TERRITORIALE	3
1.1	Geomorfologia	3
1.2	Pedologia	6
1.3	Geologia.....	7
1.4	Idrogeologia	11
1.4.1	Introduzione	11
1.4.2	Conclusioni	13

1 PROFILO FISICO - TERRITORIALE

1.1 Geomorfologia ^(*)

La situazione geomorfologica del territorio provinciale può essere osservata nella "*Geomorfologia*" alla scala 1:100.000 (All. 3), realizzata con la sola fotointerpretazione; in essa vengono rappresentate le unità geomorfologiche riferibili ai principali processi morfogenetici (fluviale, deltizio, litorale, lagunare ed antropico) riconoscibili nell'intera area veneziana.

Nell'ambito del processo fluviale si possono distinguere le seguenti unità:

Pianura alluvionale antica. Si è formata a seguito di importanti episodi di deposito fluviale generalmente durante il Pleistocene superiore allo sbocco dei principali bacini idrografici che hanno la loro origine nel versante meridionale del sistema montuoso alpino centro-orientale. All'interno della provincia di Venezia, nel suo margine settentrionale, i depositi della pianura alluvionale antica presentano una tessitura granulare medio-fine e si presentano ben consolidati e decalcificati per la prolungata lisciviazione. La pianura alluvionale antica presenta un marcato risalto morfologico rispetto alla parte più estesa del resto della pianura veneziana ed è tuttora solcata dai tracciati relitti di grandi aste fluviali appartenenti ai sistemi idrografici del paleo-Brenta, a quelli dell'entroterra di Venezia (fiumi Lusore, Musone, Marzenego, Dese) e del paleo-tagliamento presso Annone (più vecchio di 15.000 B.P.). Questo tipo di pianura, oltre alla naturale pendenza tipica del margine delle conoidi, è interessato da lievi ondulazioni trasversali dovute alla morfologia valliva degli antichi rami fluviali ed alla naturale erosione recente da parte delle acque minori di scorrimento superficiale e di quelle di risorgiva. Tale microrilievo può avere grande importanza pedologica: le dorsali sono più asciutte e decalcificate, le zone avvallate sono più umide, più ricche di carbonati. In queste ultime, presso la fascia delle risorgive, sono localmente presenti livelli di torba.

Pianura alluvionale recente. La pianura alluvionale rappresenta le cosiddette "aree di valle" a morfologia sub-pianeggiante o "aree di divagazione" interessate dallo sviluppo dell'antica idrografia superficiale minore o colmate da processi di tracimazione ed esondazione di rami fluviali principali durante fasi a lento decorso e bassa energia. Queste aree interessano buona parte del territorio provinciale soprattutto nella zona occidentale e centrale; si raccordano con le aree "a dosso" delle arginature naturali e con quelle depresse ed intercluse e si caratterizzano per la presenza di diffuse ed ampie tracce, generalmente ben conservate, di forme di antiche divagazioni fluviali (paleoalvei). I depositi alluvionali sciolti o poco addensati di queste aree presentano una tessitura tendenzialmente fine costituita in prevalenza da limi sabbiosi, limi argillosi, argille e, subordinatamente, da sabbie. La quota di queste aree si presenta leggermente più bassa della fascia dei dossi e concorre, assieme alle caratteristiche litologiche ed idrogeologiche, a generare condizioni di drenaggio difficoltoso con frequenti zone a ristagno d'acqua.

Dossi o "argini naturali". Si possono definire come fasce di esondazione dei corsi d'acqua principali o arginature naturali ("*natural levees*") e sono costituite da depositi formati a seguito di successivi episodi di tracimazione dei fiumi dall'alveo. I depositi fluviali di cui sono costituite sono rappresentati da termini sabbiosi, sabbioso-limosi e limoso-sabbiosi, sedimentatisi con tessitura granulometrica sempre più fine man mano che aumenta la distanza dagli alvei. In superficie spesso

^(*) Contributo di Sandra Primon, geomorfologa in Venezia-Mestre; supervisione di Aldino Bondesan e Mirco Meneghel (Università di Padova) (2001).

é presente un sottile strato limoso prodottosi per decantazione al ritiro delle fasi di piena ed al rientro nell'alveo originale dei rami fluviali esondati. I dossi si presentano come strutture leggermente sopraelevate (da mezzo metro ad alcuni metri) rispetto alla circostante pianura. La delimitazione cartografica di queste fasce della pianura a topografia leggermente sopraelevata ha reso evidenti gli antichi percorsi dei grandi fiumi che hanno attraversato il territorio provinciale veneziano, come quello che segue ancora oggi l'attuale corso del fiume Adige o i successivi tracciati del fiume Brenta nella sua naturale migrazione da nord verso sud. Con caratteri simili ma con forma assai meno imponente, si presenta il dosso fluviale che chiude il margine orientale della Laguna di Venezia e che rappresenta il percorso del ramo più occidentale del fiume Piave (Piave Vecchia), oggi occupato dal fiume Sile. Particolarmente ampia invece è la fascia che rappresenta il complesso degli argini naturali del ramo principale del Piave storico ed attuale fra San Donà di Piave ed Eraclea, sede, quest'ultima, di una più ampia forma deltizia protostorica. Ad est del Piave presentano caratteri analoghi una ben stabilizzata fascia dell'asta meandriforme del fiume Livenza, quella del fiume Lemene e la porzione dei depositi di esondazione in destra idrografica del fiume Tagliamento.

Depressioni intercluse, ampiamente bonificate nella fascia perilagunare. Si tratta di aree piuttosto diffuse, a morfologia depressa rispetto al paesaggio circostante, a gradienti di pendenza minimi e spesso ad orientamento incerto, sedi di persistenti ambienti palustri e localmente soggette a fenomeni di subsidenza per costipamento differenziale dei sedimenti. In tutte queste aree depresse i terreni sono di natura limoso-argillosa o argillosa anche per notevoli spessori; si presentano poco addensati essendosi originati per deposito in aree lagunari marginali o a seguito di ristagni residui di esondazione fluviale, in condizioni sedimentologiche nelle quali persisteva un ambiente calmo e poco ossidato. E' frequente il rinvenimento di inclusioni di sostanza vegetale e di livelli torbosi sia in superficie che in profondità, a testimonianza della persistenza di un regime palustre. Le aree depresse intercluse occupano ampi settori compresi fra i dossi e le aste fluviali principali. A sud della laguna veneta si osservano nei tratti vallivi terminali tra Adige e Brenta e, ad est della laguna, fra il ramo della Piave Vecchia e la fascia degli argini naturali dell'asta principale del Piave, fra questa ed i dossi del Livenza, in corrispondenza delle valli del Portogruarese oggi interamente bonificate.

Paleovalvei. Si tratta di forme fluviali antiche, per lo più prive di un corso d'acqua attuale, ben riconoscibili sia dalle foto aeree che per il particolare assetto e configurazione delle particelle fondiarie. I più recenti, spesso depressi rispetto al piano campagna, sono meglio riconoscibili ed i fossi lungo i quali si sviluppa il drenaggio superficiale residuo ne sottolineano la forma. I più antichi si situano alla stessa quota della campagna circostante, a seguito di rimaneggiamenti per interventi agricoli, ma sono ugualmente riconoscibili per le loro caratteristiche tessiturali e di drenaggio. A volte i paleovalvei presentano un risalto morfologico, come si osserva all'interno delle zone depresse o sotto il livello del mare, dove si evidenziano effetti di inversione del rilievo per costipamento differenziale. I sedimenti contenuti nei paleovalvei sono costituiti da materiali poco o affatto consolidati e tessitura sabbiosa, sabbioso-limosa o limoso-sabbiosa, a strati sottili.

Bassure di risorgiva. Le bassure di risorgiva sono le incisioni vallive che si realizzano a valle della fascia delle risorgive (che si snoda al di fuori del territorio provinciale). Le più importanti sono le "valli" del Reghena e del Lemene nel Portogruarese.

Aree umide. Rappresentano aree sovrasature in acqua a deflusso difficoltoso distribuite un po' ovunque nel territorio provinciale. Il loro elevato contenuto in acqua é attribuibile ad una o più delle seguenti cause:
difficoltà di smaltimento delle acque meteoriche e di sgrondo superficiale in terreni a bassa permeabilità;

locali ostacoli al deflusso superficiale per cause antropiche (rilevati, riporti, mancata manutenzione od interruzione di fossi e canali);
bassure topografiche;
aree costiere.

Le unità geomorfologiche rappresentative dei processi deltizio e litorale sono invece le seguenti:

Cordoni litoranei attuali e paleodune a marcato risalto morfologico. I lembi relitti delle formazioni litorali si caratterizzano per il loro marcato risalto morfologico. Essi sono stati e permangono siti preferenziali per l'insediamento abitativo. Quelli non utilizzati a tali fini conservano forme e vegetazione tipiche dell'ambiente originario e si propongono quali geotopi e biotopi di grande valore ambientale.

Paleodune rimaneggiate, generalmente spianate. Sono particolarmente riconoscibili per la tessitura sostanzialmente sabbiosa dei depositi e per la geometria delle forme legata a progradazione di apparati deltizi od a mobilitazione eolica e stabilizzazione dei depositi di spiaggia.

Spiagge attuali. Testimoniano, attraverso la continuità del loro sviluppo lineare, la fascia di equilibrio fra apporti terrigeni dei grandi fiumi veneti e lo smaltimento e distribuzione del materiale sabbioso da parte delle correnti marine circolanti nel golfo alto-Adriatico. Questo equilibrio é stato fortemente condizionato nei secoli scorsi a seguito della deviazione artificiale del punto di sbocco in mare dei fiumi Bacchiglione, Brenta, Piave che, assieme al Livenza ed al Tagliamento, davano forma ad un'unica ed omogenea pianura alluvionale di foce con apparati deltizi a volte separati ed a volte coalescenti. L'ampiezza della fascia delle spiagge attuali deve la sua variabilità, oltre che all'azione delle correnti dominanti, anche agli interventi di difesa dei litorali e delle opere portuali.

Per quanto riguarda il processo lagunare sono state messe in evidenza le seguenti unità:

Superficie lagunare. Sono state incluse in questa classe le forme dei terreni limoso-sabbiosi delle barene e delle barre di foce del fiume Brenta. Inoltre sono state comprese forme come le isole minori, le barene, le velme, le valli sommerse ed i canali di marea. Pur caratterizzando in modo particolare la porzione nord-orientale della Laguna di Venezia, queste forme sono anche presenti all'interno della Laguna di Caorle, lungo il Cavrato e nella Vallesina retrostante alle barre deltizie del Tagliamento. La presenza nel Veneto Orientale di estese depressioni intercluse testimonia come l'ambiente lagunare si estendesse verso est ben oltre quello attuale, e che di questa laguna più vasta l'attuale Laguna di Caorle rappresenti una testimonianza relitta.

Canali di marea. All'interno del corpo idrico lagunare é possibile distinguere, sia in virtù dei dati batimetrici disponibili che per mezzo della fotointerpretazione, una ramificata rete di canali. Questa riproduce in parte la relitta idrografia fluviale, ma soprattutto rappresenta le vie di più rapido flusso e riflusso delle maree in laguna.

Aree lagunari adibite ad acquacoltura. Si riconoscono per la presenza di dispositivi ed attrezzature per la pesca e la stabulazione dei molluschi. Le strutture fisse fanno parte di un sistema coordinato ed integrato per la realizzazione di specifiche arginature, essenzialmente all'interno della Laguna di Venezia.

Nella Carta delle Unità Geomorfologiche sono state cartografate anche le forme caratteristiche dei processi legati all'attività antropica.

Aree lagunari di recente bonifica. Si tratta di limitate estensioni di recupero agricolo, urbano o infrastrutturale di aree decisamente lagunari, come a Borgo San Giovanni di Chioggia, a margine del Canale Nuovissimo di Brenta, nella zona di Porto Marghera e lungo il Canale Salso. Queste nuove aree di recupero per la terraferma sono caratterizzate da una fitta rete di canalizzazione che isola singoli comparti, recapitanti in canali maggiori dotati di impianti a scolo meccanico e di sollevamento.

Aree lagunari arginate in via di trasformazione. Tra queste vengono indicate quelle in prossimità del canale fra Porto Marghera e Malamocco.

Zone interessate da aree di cava non attive. Sono presenti quasi esclusivamente nel settore centrale della Provincia di Venezia: nel retroterra di Mestre, nel Noalese ed in prossimità del corso del fiume Sile. Si tratta di attività estrattiva di argille e limi argillosi che ha alimentato essenzialmente la produzione di laterizi.

Aree di riporto e colmata. Rappresentano interventi antropici anche di vasta estensione, realizzati attraverso movimenti di terra e finalizzati ad un uso del suolo di tipo industriale (ad esempio Porto Marghera) o di tipo infrastrutturale (Aeroporto “Marco Polo”, Area portuale di Venezia).

Argini artificiali. Descrivono interventi legati soprattutto alla realizzazione di grandi opere idrauliche, quali deviazioni storiche dei corsi d’acqua (Canale del Brenta, Taglio Nuovissimo di Brenta), di suddivisione dei comparti di bonifica agraria o di infrastrutture viarie, autostradali e ferroviarie.

1.2 Pedologia ^(*)

Un aspetto non trascurabile in ordine alla previsione dei rischi per problemi di protezione civile è il suolo (inteso come strato superficiale di terreno fino a 1,5 - 2 m di profondità dal piano campagna): esso rappresenta, infatti, la prima e più superficiale barriera all’inquinamento delle falde acquifere sotterranee; inoltre è un’importante risorsa, soprattutto in un territorio come quello veneziano dove ancora in molte sue parti l’attività prevalente è l’agricoltura (è ben nota quale sia l’entità economica dei danni che alluvioni e inondazioni possono causare al patrimonio agricolo); infine bisogna riprendere quanto già detto nel paragrafo dedicato alla geomorfologia ribadendo l’aumento dei problemi di rischio idraulico connessi con la sottrazione di suolo agrario per impermeabilizzazione (urbanizzazione).

Va precisato che il suolo è una risorsa naturale difficilmente rinnovabile (e comunque in tempi lunghi), pertanto dev’essere studiato in tutte le fasi di formazione e di sviluppo perché sia efficacemente protetto dagli interventi antropici e naturali che tendono a degradarlo, e conservarlo quindi per le generazioni future.

La disciplina scientifica che studia il suolo sotto i suoi aspetti evolutivi fisici, chimici, mineralogici e biologici, allo scopo di conoscerne caratteristiche e comportamento, è la pedologia.

Lo studio del suolo in un determinato ambiente permette di identificarlo e di cartografarlo in relazione al grado di evoluzione raggiunto, al clima, alla natura della roccia madre, alla forma delle superfici, al tipo di copertura vegetale ed alla sua utilizzazione.

^(*) Contributo di Valentina Bassan.

Lo studio dei suoli consente di individuare sia le caratteristiche delle unità rilevate che compongono il territorio sia la loro distribuzione areale e, di conseguenza, consente di intervenire laddove un problema esiste, permettendo in tal modo la localizzazione su base scientifica dei singoli interventi. E' basilare dunque poter disporre di un'accurata documentazione sulla natura, le caratteristiche e la distribuzione della risorsa suolo. Ed è proprio con l'ausilio di tali conoscenze che sarà possibile pervenire alla determinazione del suo uso più appropriato (agricolo, forestale, ecc.) ed alla valutazione delle conseguenze derivanti da usi alternativi ipotizzabili. Tali conseguenze trovano un'applicazione anche nel campo della protezione civile.

La carta dei suoli, che illustra i tipi di suolo maggiormente rappresentati nel territorio, è lo schema secondo cui questi si distribuiscono; essa si propone quale strumento di analisi e di classificazione, per valutare l'entità della risorsa suolo e per pianificarne l'uso, allo scopo di raggiungere una condizione di equilibrio tra lo sviluppo economico - produttivo e la salvaguardia dell'ambiente. La carta dei suoli resta comunque uno strumento per specialisti, di difficile interpretazione per i tecnici normalmente preposti alla pianificazione ed alla gestione del territorio. La sua importanza maggiore risiede quindi nella possibilità di «tradurla» in informazioni che, considerate nel loro insieme od integrate con altri dati, permettono di "costruire" alcune carte derivate, di più facile ed immediata comprensione ed applicazione.

In provincia di Venezia le tematiche legate al suolo sono da tempo oggetto di studio, in ordine soprattutto a problematiche di tipo agronomico, ma che stanno sempre più acquistando una valenza ambientale: l'intensa urbanizzazione ha sottratto e sta tuttora sottraendo vaste porzioni di suolo agrario, e laddove l'agricoltura è ancora l'attività dominante essa viene svolta con pratiche non sempre compatibili con la salvaguardia ambientale. Il pericolo di inquinamento del suolo non è slegato da quello di inquinamento delle falde e delle acque superficiali, tanto più in un'area appartenente al bacino scolante in Laguna di Venezia. Inoltre, molta legislazione, nazionale e regionale, sta ponendo sempre più l'attenzione a pratiche agricole non nuove ma innovative, quali lo spargimento di liquami zootecnici e fanghi; la conoscenza del suolo e la razionalizzazione del suo uso diventa quindi urgente.

In questo contesto si inseriscono lo *Studio geopedologico dell'area nord-orientale* (Sandonatese e Portogruarese), lo *Studio geoambientale, geopedologico ed agronomico dell'area meridionale* (comuni di Cavarzere, Chioggia e Cona), lo *Studio geoambientale e geopedologico dell'area centrale* (Miranese, Riviera del Brenta e Veneziano) e la “*Carta dell'attitudine dei suoli allo spargimento dei liquami zootecnici*” (area meridionale e centrale del territorio provinciale) secondo quanto contemplato dalla dGRV 615/96. Tali studi, anche se condotti in tempi diversi e quindi con criteri talvolta difformi, contribuiscono ad aumentare le necessarie conoscenze sul suolo dell'intera provincia.

1.3 Geologia (*)

L'origine della Pianura Veneta risale alla fine dell'era Terziaria, quando l'orogenesi Alpina, esauriti i principali fenomeni parossistici, ha continuato la fase di sollevamento dei rilievi montuosi e lo sprofondamento dell'avampaese pedemontano. Con l'inizio del Quaternario, quando la zona alpina

(*) Contributo di Enrico Conchetto, geologo in Dolo (VE).

e parte della fossa padana erano completamente emerse, incomincia il riempimento della vasta depressione di avampaese mediante un progressivo accumulo di depositi alluvionali e, localmente, di quelli marini e lagunari, che culmina con l'ultima fase interglaciale. Da allora la pianura alluvionale viene costantemente modellata dalle continue variazioni di percorso dei corsi d'acqua che la solcano, come testimoniano i numerosi paleoalvei presenti in superficie ed in profondità; questi ultimi sono facilmente riconoscibili per la loro struttura stretta ed allungata anche per chilometri, talora in rilievo sui sedimenti più sottili della Bassa Pianura.

La struttura della Pianura Veneta è interessata da una serie di discontinuità tettoniche, grossomodo parallele ed orientate in direzione NO-SE, appartenente al *Sistema Scledense*; si tratta di faglie trascorrenti caratterizzate da piani di faglia subverticali, che suddividono il substrato roccioso della pianura in blocchi indipendenti, basculanti e giacenti a profondità diverse. Le linee più importanti che interessano il territorio provinciale sono, a partire da SO per andare verso NE, la *Faglia Schio-Vicenza*, la *Faglia Padova Est*, la *Faglia di Bassano*, la *Faglia di Montebelluna* e la *Faglia di Caorle*; esse dislocano il substrato roccioso a partire dai rilievi montuosi fin quasi alla linea di costa ed in alcuni casi oltre. Da ciò, deriva una morfologia della *Base del Quaternario* a "gradoni" che assume profondità molto variabili da luogo a luogo, ma mediamente crescenti procedendo da N verso S.

I caratteri del reticolo idrografico e le modificazioni intervenute nel tempo sono in relazione con l'evoluzione morfostrutturale regionale. L'effetto, infatti, della subsidenza, tipica del comprensorio lagunare veneziano e degli ambienti lagunari e costieri di buona parte dell'alto Adriatico, e la struttura tettonica del substrato roccioso della Pianura Veneta hanno determinato le originarie pendenze del suolo, su cui si sono impostate le aste fluviali, e le successive variazioni che hanno influito sull'evoluzione dei corsi d'acqua fino a raggiungere l'attuale struttura idrografica.

L'area occupata dalla porzione di pianura ad ovest della linea di Caorle ha subito nel tempo varie ingressioni e regressioni marine; ad est della faglia di Caorle, invece, l'ambiente continentale è perdurato durante tutto il Pliocene: i primi sedimenti marini che si incontrano appartengono, infatti, al Pleistocene inferiore. L'evoluzione altimetrica schematica, rispetto al livello del mare, della parte di pianura occidentale, fra il Pleistocene e l'Olocene, è evidenziata dalla ricostruzione spaziale dell'andamento delle linee di costa. Nel Pliocene medio-inferiore il mare occupava quasi tutta l'attuale pianura estendendosi fino alle Prealpi, come testimoniano i lembi marini pliocenici di Cornuda e di Bassano del Grappa; mentre nel Pliocene superiore tutta l'area, in fase di deformazione, risultava emersa (ad eccezione di buona parte dell'area meridionale della provincia veneziana), durante il Pleistocene inferiore (fasi interglaciali del Quaternario più antico) si assisteva a varie fasi di ingressione marina che videro il mare lambire le Prealpi da Bassano del Grappa a Palmanova del Friuli. Dal Pleistocene medio il lento avanzare verso sud dei depositi continentali, limita le trasgressioni marine ai periodi interglaciali, caratterizzati dall'innalzamento del livello eustatico.

Depositi marini, derivanti da un alternarsi di eventi di trasgressione e di regressione marina durante l'Era Glaciale, sono documentati nel sottosuolo di Treviso dove, a 86 m di profondità, è stata individuata una linea di costa attestata contro le ghiaie delle conoidi fluviali; nel sottosuolo di Padova sono pure presenti episodi di sedimentazione marina compresi fra depositi continentali.

Analoghe testimonianze di ingressioni marine sono presenti nel sottosuolo della pianura più a sud, fino a pochi chilometri dagli Euganei; si tratta, invero, di episodi più antichi dell'ultima fase interglaciale pre-würmiana, durante i quali la linea di costa si attesta tra Venezia e Treviso (Mogliano) e tra Este e Chioggia; restano emerse le zone di Padova e di Treviso, occupate da stagni e da paludi della bassa pianura costiera che si era formata alle spalle della linea di costa. La parte

meridionale dell'area occupata dalla provincia di Venezia è ancora sommersa dal mare; essa emergerà durante la successiva glaciazione würmiana, ma tornerà ad essere in gran parte nuovamente sommersa alla fine della glaciazione.

Il territorio provinciale, che si inserisce nel contesto geologico della Media-Bassa Pianura Veneta, è caratterizzato da depositi alluvionali recenti dei fiumi Piave, Brenta e Tagliamento, da depositi attuali e recenti tipici delle aree di pertinenza e di divagazione delle principali aste fluviali (paleoalvei dei fiumi: Po, Adige, Bacchiglione, Brenta, Sile, Piave, Livenza, Tagliamento), da depressioni lagunari costiere e da dune e cordoni litoranei sia attuali che recenti.

I terreni, dal punto di vista tessiturale, sono incoerenti, per quel che riguarda le sabbie e le ghiaie, e pseudocoerenti, relativamente a limi e argille. La granulometria è estremamente variabile sia verticalmente che lateralmente, talché i sedimenti possono essere rinvenuti sia ben classati che mescolati in varie proporzioni. Le ghiaie sono presenti prevalentemente nel sottosuolo, a profondità sempre più elevate procedendo verso il mare; in superficie esse si rinvengono in aree per lo più ristrette poste nella parte più settentrionale del Portogruarese o in corrispondenza degli alvei dei fiumi Sile e Tagliamento. Anche la composizione chimico-mineralogica dei sedimenti varia molto nello spazio, in quanto strettamente connessa con la divagazione dei corsi d'acqua, con la genesi e con la litologia della roccia madre dei sedimenti stessi.

I depositi alluvionali possono essere distinti in alluvioni di alveo o in alluvioni di esondazione; le prime sono prevalentemente sviluppate lungo fasce allungate ed hanno per lo più composizione sabbiosa; le seconde, invece, rappresentano spesso la causa di interferenza e di eteropie tra sedimenti di corsi d'acqua diversi, relativamente vicini; in quest'ultimo caso, si hanno molteplici interdigitazioni e mescolanze, sia sul piano orizzontale che lungo la verticale, fra i diversi litotipi, da cui deriva una sostanziale accentuata variabilità delle caratteristiche fisiche dei terreni anche su brevissime distanze.

Le alluvioni superficiali più antiche, attribuibili al Pleistocene, assieme ai sedimenti superficiali appartenenti all'Olocene inferiore, forse ancora al Würmiano, si distinguono perché sono state liscivate, nel tratto più superficiale, dai carbonati di calcio che si sono ridepositati in profondità; questo fenomeno origina la rubefazione in superficie e la formazione di "caranto" a debole profondità (0,5-1,5 m). Si tratta di terreni che interessano buona parte dell'area centrale e dell'area nord-orientale della provincia.

Nel Portogruarese le alluvioni sono state depositate prevalentemente dal Tagliamento, nel Sandonatese dal Piave e nel restante territorio soprattutto dal Brenta; ben più limitate sono le alluvioni del Livenza, del Bacchiglione (che sono associate a quelle del Brenta), dell'Adige (intorno a Cavarzere) e del Po (su un cui antico ramo sorge Cona).

La Carta Litologica (All. 6) fornisce una visione complessiva della distribuzione spaziale della granulometria dei depositi più superficiali. La caratterizzazione litologica dei depositi alluvionali è stata possibile grazie al reperimento, nell'archivio informatizzato disponibile presso il Servizio Geologico della Provincia di Venezia, di numerosi dati relativi a sondaggi, prove penetrometriche e trivellate.

Nel Portogruarese i terreni sono rappresentati da un'ampia gamma di classi tessiturali che vanno dalle sabbie ai depositi di natura argillosa e limosa. Nella parte centro-meridionale del Portogruarese prevalgono tutti i termini misti delle sabbie con limi e argille. Nella parte più settentrionale, invece, è evidente una struttura a "ventaglio" dei sedimenti, disposti in fasce alternate a granulometria diversa orientate in direzione NNE-SSO, che descrivono le varie divagazioni nel

tempo dei fiumi Tagliamento, Lemene, Loncon e Livenza. Sono presenti, inoltre, vaste plaghe di depositi fini costituite dalle parti marginali delle conoidi fluviali, che, nel tempo, hanno ospitato soprattutto le frazioni argillose trasportate dalle acque di esondazione.

Nel Sandonatese si riduce di importanza la presenza dei depositi più fini e assumono rilievo le sabbie e le sabbie limose e argillose. In questa porzione di territorio provinciale sono particolarmente evidenti gli apparati fluviali sabbiosi del Piave e del Livenza. Le sabbie sono inoltre estese anche su tutta la fascia litoranea fino alla foce del Tagliamento.

L'elaborazione dei dati disponibili per l'area centrale della provincia ha consentito di individuare, nei primi metri di profondità, terreni costituiti in prevalenza da materiali medio-fini e finissimi come i limi e le argille. In alcuni punti, individuabili come "bassure" o bassi morfologici o catini interfluviali, si tratta di veri e propri tappi d'argilla con uno spessore anche di 4-6 metri. In particolare ciò si verifica nella zona di Marano-Borbiago-Spinea-Martellago e Cappella di Scorzè. Le sabbie "pulite" sono presenti solo localmente lungo una fascia di territorio adiacente alla Riviera del Brenta (direzione E-O), presso Camponogara (lungo una fascia orientata in direzione N-S) ed in una piccolo lembo nelle vicinanze di Campolongo Maggiore.

L'area meridionale presenta, complessivamente, sedimenti piuttosto fini (sabbie limose, limi, argille, ecc.) ad eccezione dell'ampio apparato deltizio in cui sono rimaste le tracce di strutture dunose, costituite da sabbie, connesse con antiche e recenti linee di costa. Infine, sono presenti, quasi esclusivamente in questa parte di territorio provinciale, anche terreni torbosi.

I terreni d'origine lagunare e palustre sono complessivamente più omogenei; si tratta per lo più di terreni fini o molto fini con elevata quantità di materiale organico (humus, torba) e spesso con presenza di conchiglie.

Questi terreni sono localizzati essenzialmente nel Portogruarese (la laguna di Caorle era molto più estesa dell'attuale), nel Sandonatese (l'antica laguna di Eraclia, ora scomparsa) e nella zona di Cavarzere - Chioggia; lembi minori sono o ai margini della laguna di Venezia o interclusi tra le alluvioni fluviali o in corrispondenza dei corsi d'acqua minori.

I terreni delle dune litoranee sono per lo più allungati in senso parallelo alla costa e raramente sono discosti dalla costa stessa. Fa eccezione tutta una serie di cordoni dunosi più antichi situati nell'area meridionale (S. Pietro di Cavarzere), legati ad antiche linee di costa (delle quali si conosce anche, indicativamente, l'età: etrusca, romana, medioevale, ecc.).

Da un punto di vista pratico, la presenza di terreni di recente formazione, o emersi per bonifica idraulica e perciò sottoconsolidati e di scadenti caratteristiche geomeccaniche, si ripercuote nelle tipologie di attività antropiche ammissibili e compatibili con i comportamenti differenziali del suolo. L'estrema variabilità delle caratteristiche geotecniche dei sedimenti nello spazio influenzano, infatti, la stabilità di manufatti, che possono subire lesioni per cedimenti differenziali del terreno.

Le aree caratterizzate da una maggiore permeabilità della porzione più superficiale del sottosuolo corrispondono, prevalentemente, alle fasce litoranee ed alle zone di esondazione dei grandi fiumi dell'area nord-orientale; ivi si verificano condizioni di elevata vulnerabilità intrinseca degli acquiferi nei confronti di inquinamenti provenienti dalla superficie e condizioni particolarmente favorevoli per la veicolazione di sostanze indesiderate sversate accidentalmente nel sottosuolo.

1.4 Idrogeologia ^(*)

1.4.1 Introduzione

La Provincia di Venezia si sta interessando da molti anni ad una georisorsa la cui gestione corretta risulta ogni giorno più importante: l'acqua sotterranea. A tale fine sono state svolte indagini idrogeologiche di carattere applicativo. Si riportano alcuni brevi dati di sintesi relativi all'intera provincia tratti dalla *"Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia"* pubblicata nel 2000.

L'indagine idrogeologica del territorio provinciale è stata programmata dalla Provincia di Venezia in base sia a precisi dettati normativi (L. 319/76, L. 142/90, L.R. 61/85, L.R. 44/82, D.P.R. 236/88, D.L. 130/89, D.L. 275/93, L. 36/94) sia in quanto facente parte organica di un più ampio progetto mirante ad acquisire un'approfondita conoscenza delle problematiche fisico-ambientali del proprio territorio.

L'indagine, iniziata nel 1990 e svolta per successivi stralci territoriali, è stata realizzata in compartecipazione anche finanziaria con la maggior parte dei Comuni interessati ed è il primo esempio nel Veneto di un lavoro sistematico su questo tema.

Il lavoro ha verificato la distribuzione delle falde idriche nel sottosuolo, la qualità e la quantità delle acque, gli sfruttamenti in atto ed i rischi connessi con sfruttamenti non compatibili delle acque stesse.

Il lavoro, coordinato dal prof. Antonio Dal Prà dell'Università di Padova e dal dott. geol. Andrea Vitturi della Provincia, è stato realizzato da un gruppo di geologi in parte interno ed in parte esterno alla Provincia stessa.

Sono state inoltre realizzate, in collaborazione con la Regione e con l'ARPAV, indagini finalizzate ad una prima mappatura del chimismo naturale delle acque sotterranee e alla parametrizzazione idrogeologica degli acquiferi (progetto *"Rete di monitoraggio"*).

Sintesi dei dati raccolti

In generale l'idrogeologia della provincia è caratterizzata dalla presenza di una modesta falda freatica e di varie falde in pressione (sfruttate fino a profondità di 600 m), che in prima approssimazione diminuiscono in spessore, granulometria (e quindi potenzialità), qualità delle acque e numero, procedendo da Nord verso Sud. L'area di alimentazione di queste falde è posta al di fuori del territorio provinciale.

Su tali falde, al fine di conoscerne la distribuzione nel sottosuolo, le principali caratteristiche chimiche e lo sfruttamento locale, si sono svolte le seguenti ricerche:

- 1) raccolta ed interpretazione dei dati stratigrafici esistenti e ricostruzione della struttura geologica;
 - 2) censimento dei pozzi intercettanti acquiferi confinati, con schedatura, rilevamento e misura dei seguenti parametri:
 - a) proprietario ed indirizzo;
 - b) data di costruzione;
 - c) uso;
 - d) profondità;
 - e) diametro;
 - f) portata di esercizio;
 - g) pressione;
 - h) temperatura;
 - i) conducibilità elettrica;
 - l) contenuto in ferro e ammoniaca;
 - 3) raccolta di analisi chimiche delle acque;
- informatizzazione ed elaborazione dei dati tramite databases e G.I.S.;

^(*) Contributo di Pietro Zangheri, geologo in Padova.

progettazione idrogeologica di una rete di monitoraggio delle acque sotterranee.

Le falde su cui si è concentrata l'attenzione sono esclusivamente quelle in pressione.

La seguente tabella riassume alcuni dei dati raccolti.

Area	N° pozzi censiti	di cui a portata spontanea	di cui con stratigrafia nota	Prelievo stimato (l/s)
Portogruarese	1.120	885 (79.0 %)	7 (0.6 %)	500
Sandonatese	173	95 (54.9 %)	8 (4.6 %)	30
Area Centrale	1.835	768 (43.2 %)	41 (2.2 %)	2.000
Area Meridionale	139	9 (6.5 %)	30 (21.6 %)	100
Totale	3.270	1.757 (53.7%)	86 (2.6 %)	2.630

La cartografia dell'All. 6 in scala 1:100.000 mostra la distribuzione dei pozzi censiti.

Nel complesso sono stati censiti oltre 3.000 pozzi di profondità superiore ai 10 metri, sulla maggior parte dei quali si è misurata una serie di parametri idrogeologici ed idrochimici (pressione, temperatura, conducibilità elettrica, contenuto in Ferro ed Ammoniaca, ecc.). Tutti i dati risultano informatizzati e collegati ad una cartografia che viene aggiornata nel tempo dalla Provincia.

Le risorse idriche sotterranee risultano distribuite in modo non uniforme sia per quantità che per qualità. Le aree a maggiore presenza di risorsa sono risultate l'alto Miranese (comuni di Scorzé, Noale e parte settentrionale dei comuni di Salzano e Martellago) e l'alto Portogruarese. In queste aree si ha anche la massima presenza di pozzi; notevole presenza di pozzi risulta anche nel litorale del Cavallino dove le acque del primo acquifero confinato (81 - 124 m) vengono utilizzate per l'irrigazione delle colture orticole.

Da evidenziare inoltre la presenza di una ricca falda di tipo termale (con temperature massime alla bocca di 50 °C) nell'area costiera ai confini con il Friuli.

Ricche risultano le risorse idriche sotterranee in varie parti del territorio, tanto che l'economia di vaste aree si è sviluppata proprio grazie alla presenza di questa risorsa. A titolo di esempio si possono citare le colture orticole dell'area di Scorzé e del litorale del Cavallino e la fiorente attività di estrazione di acque per imbottigliamento nell'area di Scorzé.

Va notato come i pozzi su cui si dispone della stratigrafia siano in numero estremamente limitato; ciò ha comportato una notevole difficoltà nel ricostruire la struttura idrogeologica del sottosuolo, nonostante il numero elevatissimo di pozzi esistenti farebbe invece presumere una estrema facilità nelle ricostruzioni idrogeologiche. Purtroppo nonostante la miriade di pozzi esistenti le stratigrafie reperite sono limitate. Infatti su 3.270 pozzi la stratigrafia è nota per soli 86 pozzi (2.6 %). Altre stratigrafie appartengono a pozzi dismessi ma comunque il numero di stratigrafie esistenti resta limitato e, tra l'altro, concentrato in due aree (i comuni di Scorzé e di Venezia).

La ricostruzione dell'andamento degli acquiferi si è quindi necessariamente appoggiata, oltre che sulle poche stratigrafie esistenti, sulle caratteristiche idrochimiche ed idrauliche misurate sperimentalmente su un numero notevolissimo di pozzi (oltre 2.000).

Si ricorda che la Legge 464/84¹ prevede l'obbligo dell'invio al Servizio Geologico Nazionale della stratigrafia di qualsiasi perforazione eseguita a profondità superiore ai 30 metri; questa norma viene largamente disattesa e, nei pochi casi in cui le stratigrafie vengono compilate, esse sono generalmente imprecise nell'uso dei termini geologici ed idrogeologici e nelle profondità di rinvenimento delle differenti falde, quando non totalmente inventate. Riguardo a dati di importanza

¹ Legge 4 agosto 1984, n° 464: "Norme per agevolare l'acquisizione da parte del Servizio Geologico, della Direzione generale delle miniere del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale."

primaria, come i parametri idrogeologici (T, k, h, i, S, ecc.), va notato che, nel Veneto, essi spesso non vengono misurati neppure sui pozzi ad uso acquedottistico!

In tutti i comuni, eccezione fatta per Scorzè e Gruaro, i prelievi sono effettuati esclusivamente da pozzi non acquedottistici.

Nel comune di Scorzè esistono 11 pozzi (più altri 13 pozzi "di riserva") del Consorzio Acquedotto del Mirese che alimentano con una portata media di 710 l/s 17 comuni e, a breve distanza dal "campo-pozzi" di questo Acquedotto, si ubicano i pozzi di uno stabilimento di acque minerali che prelevano 250 l/s dalla prima falda in pressione (20 - 60 m) e 130 l/s dalla quinta falda in pressione (280 - 310 m), per l'imbottigliamento.

La presenza delle prese di un acquedotto che rifornisce 17 comuni e di uno dei maggiori stabilimenti italiani di acque minerali è significativa di come le acque di alcune parti della provincia siano abbondanti e pregiate e quindi di come sia importante conoscerle approfonditamente per gestirle razionalmente.

Le acque vengono utilizzate per vari scopi:

- potabile (alto Miranese ed alto Portogruarese)
- irriguo (Comune di Scorzé, litorale del Cavallino e Portogruarese)
- industriale (area centrale)
- domestico (in tutto il territorio provinciale)
- gli altri usi risultano nel complesso quantitativamente subordinati.

1.4.2 Conclusioni

Lo studio ha caratterizzato le falde presenti nel territorio provinciale, evidenziando la presenza di importanti risorse idriche sotterranee in vaste aree, che vengono sfruttate per molteplici scopi.

E' bene sottolineare come i dati raccolti evidenziano e quantificano alcuni temi preoccupanti che vedranno impegnata l'Amministrazione Provinciale nel futuro.

Tra questi si segnala in particolare:

- la diffusione di pozzi abusivi e/o malcostruiti;
- l'eccessivo prelievo, in alcune zone, di questa preziosa e non inesauribile risorsa.

Riguardo il secondo aspetto va notato che, nelle vaste aree dove i pozzi sono ad erogazione spontanea (complessivamente oltre la metà di quelli censiti), esiste un diffuso spreco di risorsa (quantificabile totalmente in circa 1 m³/s, corrispondente ad una portata che potrebbe soddisfare i fabbisogni di un acquedotto che alimenta circa 300.000 persone) di acque potabili di ottima qualità, a causa della "tradizione" di lasciare ad erogazione continua i pozzi artesiani. Il fenomeno appare oltremodo preoccupante poiché in aree a monte, in particolare in provincia di Treviso, il fenomeno assume proporzioni molto più rilevanti.

Si tratta di uno spreco assurdo di quelle acque sotterranee che *"ancorché non estratte dal sottosuolo, sono pubbliche e costituiscono una risorsa che è salvaguardata ed utilizzata secondo criteri di solidarietà"* (art. 1; Legge 36/94, detta "Legge Galli").

Nelle aree di Scorzé, Noale, Salzano e Martellago (dove si hanno i massimi prelievi), a causa di questo spreco la pressione delle falde sta registrando, secondo dati oggettivi e testimonianze degli abitanti, una progressiva e sensibile diminuzione, tanto da privare in diverse zone le falde meno profonde della originaria spontaneità di erogazione. Le falde oltre i 200 m mantengono invece una prevalenza sul piano campagna tra 1 e 6 metri ma se continuerà l'attuale andamento, che vede un sempre maggiore sfruttamento delle falde più profonde, vedranno presto diminuire anch'esse la loro pressione.

Se da un lato non è accettabile né lo spreco di acque sotterranee, diffuso in molte aree della Pianura Veneta, né l'abusivismo diffuso nella costruzione dei pozzi, va anche notato che le difficoltà e le lungaggini burocratiche per ottenere le necessarie autorizzazioni per la terebrazione dei pozzi, concorrono a favorire il diffondersi dell'abusivismo stesso.

E' quindi necessario intervenire sia per contrastare lo spreco della risorsa, sia per migliorare la normativa che dovrà privilegiare gli aspetti della corretta progettazione idrogeologica dei pozzi e del razionale uso delle risorse, piuttosto che gli aspetti puramente burocratici.

Un altro elemento di particolare attenzione messo in luce dalla "Indagine idrogeologica" è il rischio di subsidenza (abbassamento del suolo) indotta dalla depressurizzazione degli acquiferi che si manifesta in alcune aree della provincia (in particolare costiere). Questo fenomeno può comportare importanti ripercussioni sull'ambiente e sull'economia delle aree di bonifica.

Si conclude infine notando che svariate sono le ricadute di interesse pratico (oltre che scientifico) delle indagini in atto. Tra le tante possibili applicazioni si cita l'utilità di queste conoscenze come base-dati necessaria a:

- verifica di eventuali (già in atto!) sovrasfruttamenti della falda, al fine di una più oculata gestione della stessa;
- ubicazione ottimale delle fonti di attingimento idrico;
- pianificazione degli attingimenti idrici da fonti sotterranee ad uso potabile, agricolo ed industriale;
- verifica della presenza ed evoluzione di eventuali fenomeni di inquinamento;
- progettazione delle reti di monitoraggio delle acque sotterranee (particolarmente utili nella protezione civile);
- progettazione (con opportuni studi integrativi) degli interventi di bonifica e/o approvvigionamento alternativo in caso di inquinamenti da fonti puntuali e/o di emergenze idriche.