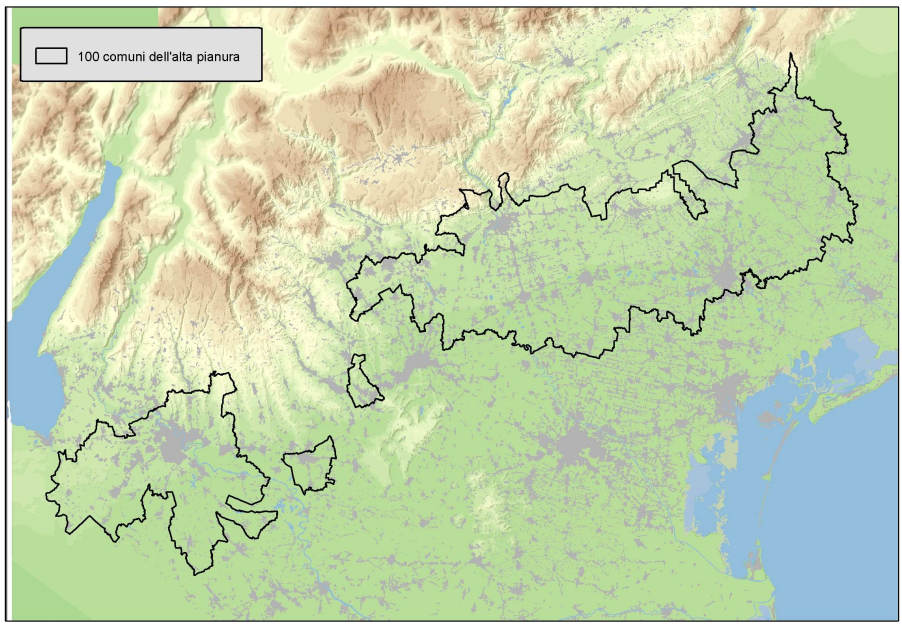
Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto

REGIONE DEL VENETO

LA CARTA DEI SUOLI IN SCALA 1:50.000 DEI 100 COMUNI DELL'ALTA PIANURA.



Gennaio 2014

ARPAV

Direttore Generale
Carlo Emanuele Pepe

Servizio Osservatorio Suolo e Bonifiche
Paolo Giandon

Progetto e realizzazione
Servizio Osservatorio Suolo e Rifiuti
Andrea Dalla Rosa, Silvia Obber (Rilevamento, testi ed elaborazione dati)
Ialina Vinci (Pianificazione e banca dati)

Analisi:
Servizio Laboratori di Venezia, sede di Treviso

1 INQUADRAMENTO AMBIENTALE

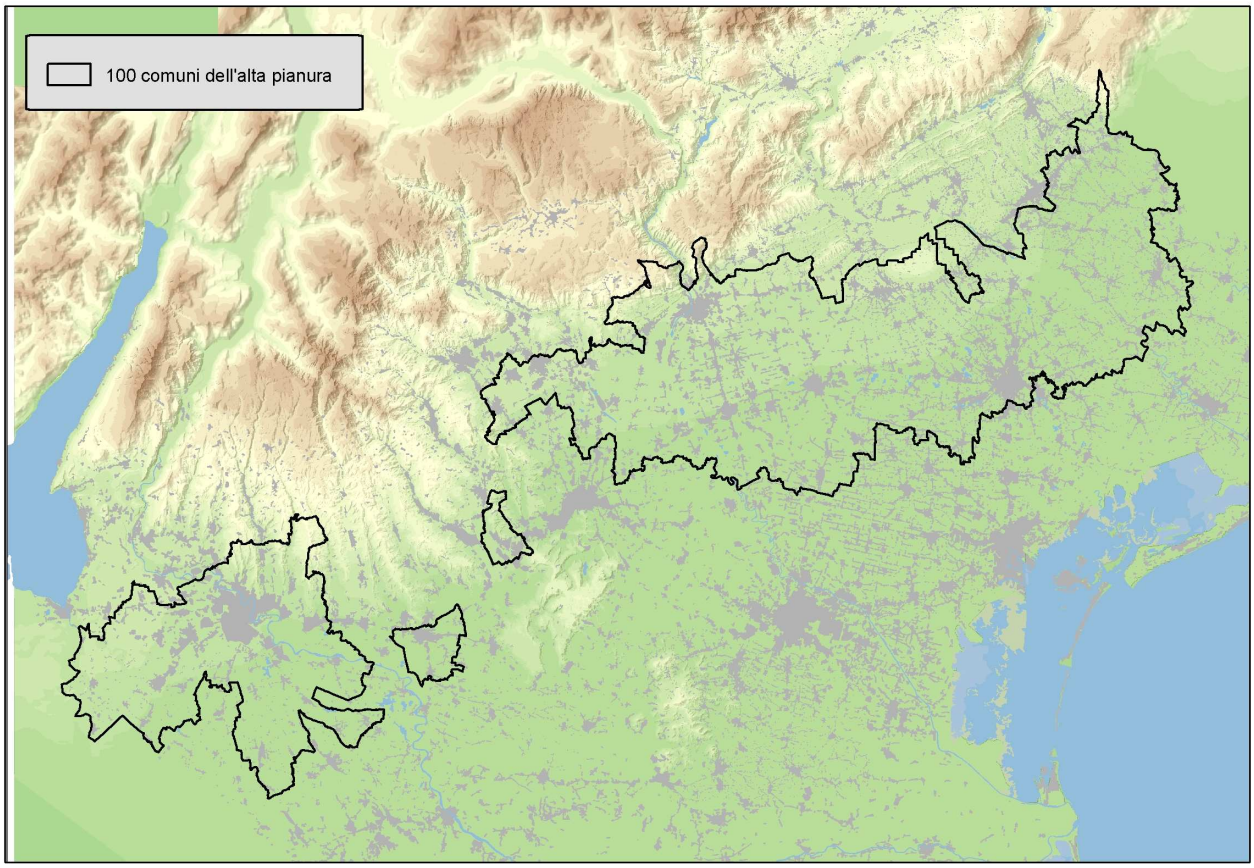


Fig. 1: delimitazione dei 100 comuni dell'alta pianura.

L'area di indagine coinvolta nel progetto e oggetto dello studio pedologico comprende i 100 comuni dell'alta pianura, definiti vulnerabili ai nitrati di origine agricola. L'area si estende in regione per un totale di circa 2700 km^2 da est a ovest coinvolgendo parte delle province di Treviso, Padova, Vicenza e Verona (fig. 1). La perimetrazione dell'area risponde a criteri amministrativi che raramente trovano una corrispondenza di tipo geo-morfologico. Il territorio indagato si distribuisce idealmente in una fascia con andamento nordest-sudovest di spessore variabile tra 5 e 30 chilometri. Il limite settentrionale è grossolanamente rappresentato da una linea che unisce da est a ovest Colle Umberto, il margine inferiore delle colline di Conegliano, il Montello, i colli Asolani, le colline tra Bassano e Breganze e in maniera più frastagliata il margine dei Lessini vicentini e veronesi. Il limite inferiore è di più difficile interpretazione geomorfologica ma vorrebbe appoggiarsi al margine meridionale della fascia delle risorgive. Essendo comunque un limite amministrativo sono frequenti le inclusioni di territorio non propriamente di alta pianura che comprendono zone collinari nella parte settentrionale e zone di bassa pianura nella parte meridionale. Gli estremi orientali e occidentali sono rappresentati dal fiume Livenza a est e dal Mincio a ovest.

Si fa presente che ci sono ampie porzioni di alta pianura (fig. 2) che non risultano incluse nella delimitazione delle aree vulnerabili in quanto poco rappresentative nell'ambito del singolo comune,

ma che dovrebbero essere incluse in quanto presentano caratteristiche di vulnerabilità elevata, sulla base delle tipologie di suolo definite in ambito regionale (Carta dei suoli del Veneto in scala 1:250000, ARPAV (2004)). Si tratta in particolare della zona di pianura racchiusa all'interno dell'anfiteatro morenico di Colle Umberto, del quartiere del Piave, la fascia di territorio tra Romano d'Ezzelino e Crespano del Grappa, l'ampio tratto di pianura tra Schio e Piovene Rocchette, alcune valli dei Lessini (Val d'Illasi, dell'Alpone e del Tramigna), la pianura dell'Adige da Bussolengo a Rivoli Veronese e alcune piane intermoreniche dell'apparato gardesano.

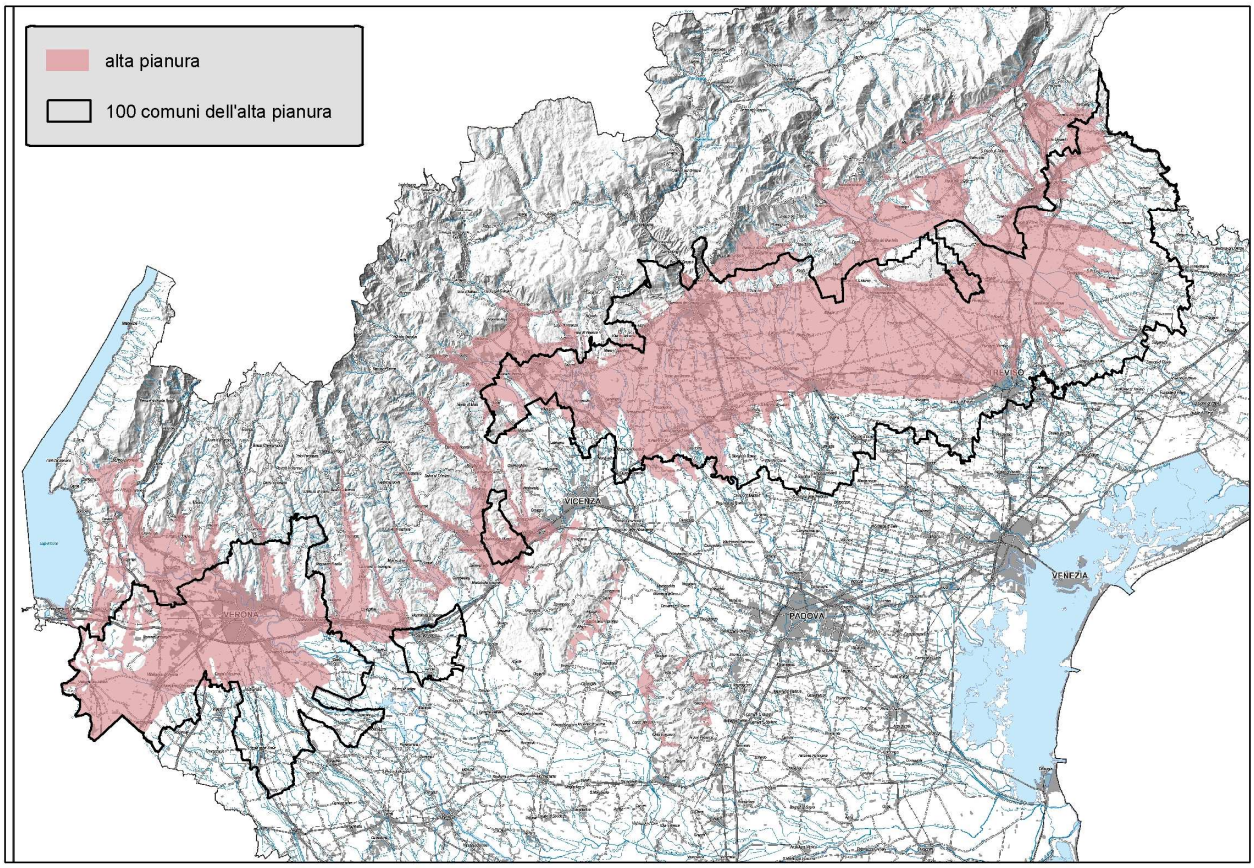


Fig. 2: i suoli di alta pianura si estendono anche al di fuori dei confini dei 100 comuni.

Per quanto riguarda la descrizione degli aspetti climatici, sono stati utilizzati alcuni parametri ricavati dal bilancio idrico per definire i tipi climatici dell'area secondo il metodo elaborato da Thornthwaite (1948), in funzione dell'indice di umidità globale, la varietà climatica in funzione dell'evapotraspirazione potenziale totale annua, la variazione stagionale dell'umidità in funzione dell'indice di aridità e infine la concentrazione estiva dell'efficienza termica. I limiti sono riportati in figura 3: umido (da B1 a B4) nella parte trevigiana e vicentina, da umido a subumido (C2) e infine da subumido ad arido (C1) nella parte veronese. Per la determinazione dei limiti tra i vari tipi climatici, che in realtà sono molto graduali, sono state utilizzate le elaborazioni delle stazioni meteorologiche, integrate dalle informazioni sulla distribuzione delle precipitazioni e delle temperature (isoiete e isoterme, fornite dal Centro Meteorologico ARPAV di Teolo per l'intero territorio regionale), con i limiti fisiografici dei distretti e sistemi di paesaggio.

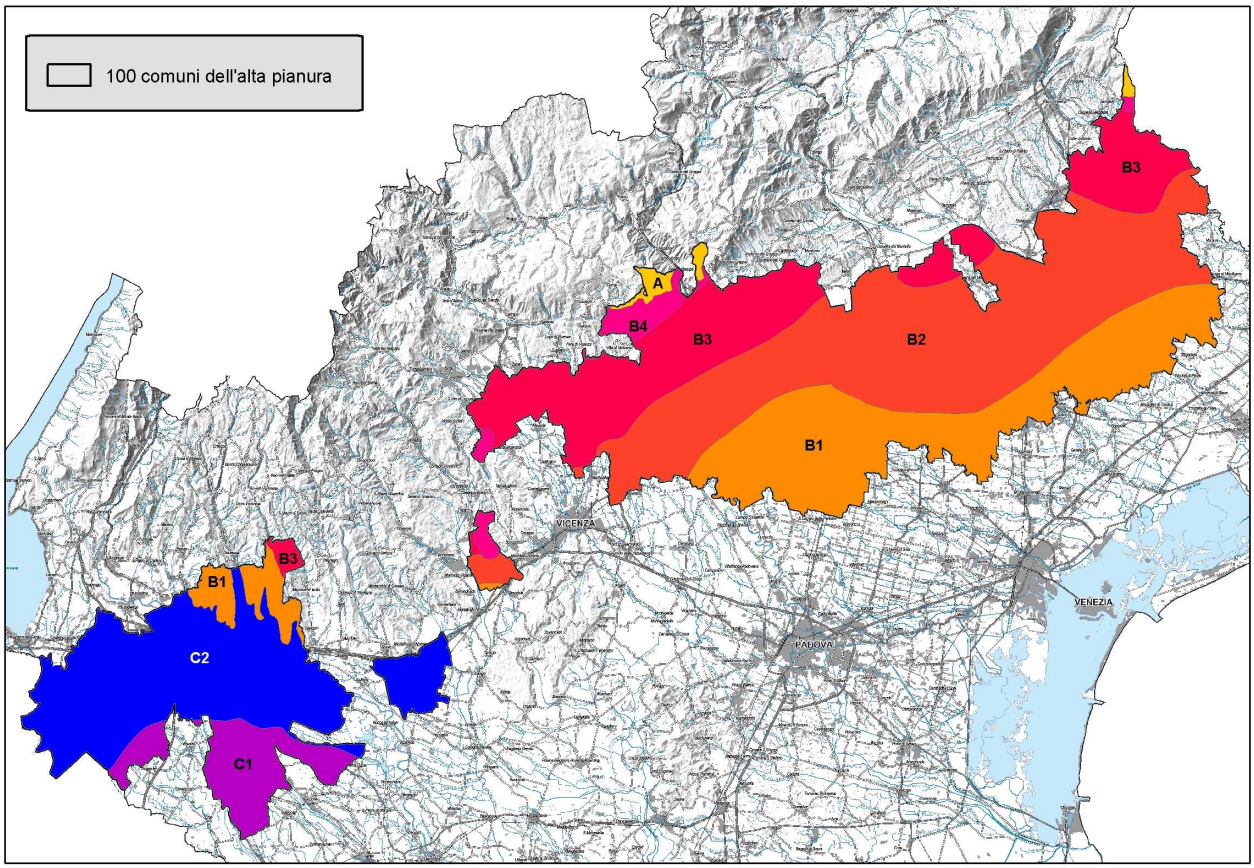


Fig. 3: distribuzione del tipo climatico di Thornthwaite nel territorio dei 100 comuni dell'alta pianura.

Dall'elaborazione del bilancio idrico per ciascuno degli anni della serie è stato determinato il regime di umidità dei suoli come richiesto dal sistema di classificazione dei suoli Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2010), utilizzando il programma "Newhall Simulation Method" sviluppato dalla Cornell University (Van Wanbeeke et al., 1986).

Dall'applicazione del modello il regime di umidità è risultato *udico* in gran parte del territorio e *ustico* nella porzione di pianura veronese. Secondo il sistema di classificazione dei suoli Soil Taxonomy, il regime di umidità si definisce *udico* quando la sezione di controllo non è asciutta, in qualche parte o per intero, per 90 giorni cumulativi o più, per almeno 6 anni su 10, ed è secca per meno di 45 giorni consecutivi nei 4 mesi che seguono il solstizio d'estate; si definisce *ustico* quando il periodo di siccità non è continuo e non si ha quindi la sezione di controllo secca per più di 45 giorni consecutivi d'estate, ma risulta secca o parzialmente umida per più di 90 giorni cumulativi all'anno. Il regime di temperatura, sempre secondo la Soil Taxonomy, rientra nella classe *mesico* per l'intero territorio. Tale regime di temperatura è definito da una temperatura media annua del suolo (ad una profondità di 50 cm) tra 8 e 15 ºC, con una differenza maggiore di 5 ℃ tra temperatura media estiva e media invernale del suolo.

2 METODOLOGIA

La stesura della carta dei suoli in scala 1:50.000 si è conclusa con l'elaborazione dei comuni ricadenti nelle province di Vicenza e Verona. Per i comuni compresi nelle province di Padova e Treviso la carta pedologica era già stata elaborata e pubblicata negli anni precedenti, sempre dal Servizio Osservatorio Suolo e Bonifiche (ARPAV, 2008 e 2013) per cui è stato necessario un lavoro di armonizzazione e di aggiornamento dell'informazione pedologica allo scopo di ottenere una carta coerente su tutto il territorio in esame. Per gli obiettivi del presente progetto, si fornisce l'informazione pedologica delle sole aree di pianura, escludendo le frazioni che ricadono in collina in quanto le aree di rilievo oltre a presentare variabilità dei suoli molto maggiore e richiedere pertanto attività di rilevamento ed elaborazione specifiche e più onerose, sono generalmente escluse dall'utilizzazione di effluenti (in particolare liquami zootecnici) laddove la pendenza risulti superiore al 10%.
Di seguito sono descritte le fasi di lavoro per la stesura della carta pedologica e i suoi contenuti informativi.

2.1 Studio preliminare

Consiste nella raccolta delle informazioni utili a comprendere la natura dei fattori pedogenetici che hanno determinato la formazione dei suoli (materiale di partenza, clima, vegetazione, organismi viventi, tempo) e influenzato i processi pedogenetici. Per interpretare le dinamiche che portano alla formazione dei suoli di pianura, ci si basa su studi geomorfologici, sul telerilevamento (analisi di foto aeree e immagini satellitari), sull'analisi del microrilievo (isoipse a 1m) e sulla cartografia storica. Per la differenziazione di bacini limitrofi sono spesso fondamentali i dati analitici sui metalli e metalloidi realizzati per la determinazione del livello di fondo (ARPAV, 2011). Lo studio preliminare porta alla delimitazione delle sovraunità e unità di paesaggio, zone omogenee di territorio sulla base delle quali si ipotizzano i modelli suolo-paesaggio, ossia le relazioni tra i fattori pedogenetici e tipi di suolo presente. Sulla base delle unità di paesaggio viene organizzato il rilevamento di campagna.

2.2 Rilevamento di campagna

Le ipotesi sulle relazioni tra suolo e paesaggio sono state verificate in campagna attraverso l'esecuzione di profili e trivellate.

Nell'intera zona rilevata (2476 km^2) sono state eseguite 6290 osservazioni in totale (fig. 4), di cui 716 profili, 5206 trivellate e oltre 350 osservazioni speditive, a garantire una densità adeguata (escluse le aree di non suolo) per la realizzazione di una carta in scala 1:50.000 secondo gli standard internazionali della FAO (0,5-1 oss/cm^2 di carta, pari a 2-4 oss/km^2 alla scala 1:50.000).

Il profilo consiste nello scavo con mezzo meccanico, di una trincea profonda circa 1,5 m che mette a nudo la sezione di suolo, allo scopo di permettere la descrizione di tutte le caratteristiche su campioni indisturbati. La sezione viene suddivisa in più strati omogenei (orizzonti pedogenetici) che vengono descritti, campionati e analizzati. La trivellata è un'osservazione più speditiva e si basa sull'estrazione di carote di terreno con trivella manuale (fino a circa 1,2 m di profondità) per la descrizione di alcune caratteristiche del suolo, sufficienti a riconoscere la tipologia ricollegata.
Le osservazioni presentano maggior concentrazione nelle aree a maggior complessità pedologica, mentre in corrispondenza dei conoidi dell'alta pianura antica le trivellate sono più rade in quanto non tecnicamente effettuabili a causa dell'elevato contenuto in ghiaia. Si tratta comunque di un'area relativamente omogenea dal punto di vista pedologico, per la comprensione della quale i profili descritti sono risultati sufficienti.

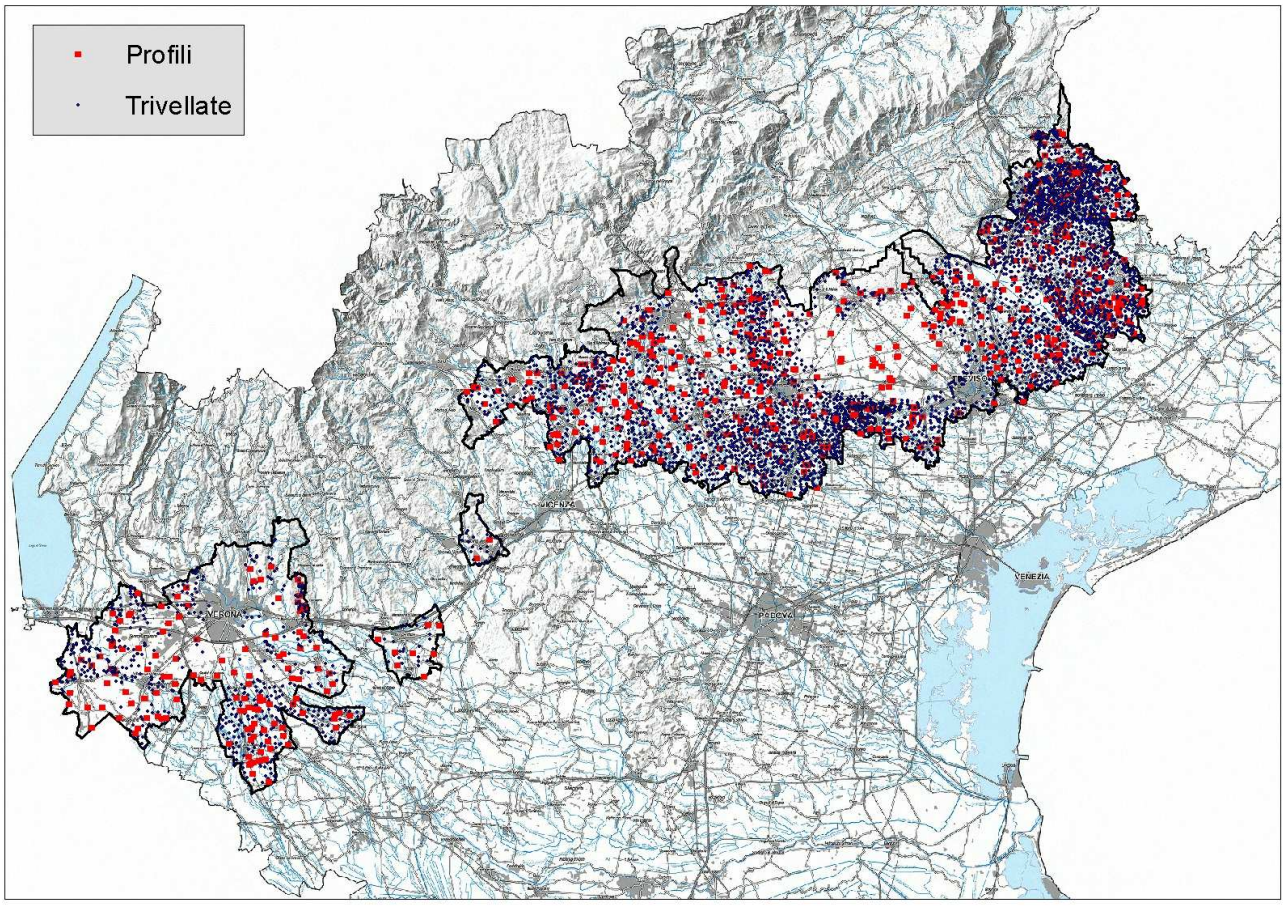


Fig. 4: distribuzione delle osservazioni nell'area di studio.

2.3 Analisi di laboratorio

I campioni indisturbati dei profili sono stati analizzati presso il laboratorio ARPAV di Treviso, accreditato SINAL, come descritto in tabella 1.

Tab. 1 - determinazioni analitiche e relativo metodo per i campioni di suolo.

DETERMINAZIONE	METODO	RIFERIMENTO
pH in acqua	metodo potenziometrico con rapporto suolo-acqua 1:2,5	DM 13.9.99 Met. III.1
pH in KCl	metodo potenziometrico con rapporto suolo-soluzione di KCl 1N 1:2,5	DM 13.9.99 Met. III.1
Granulometria	per sedimentazione previa dispersione in sodio esametafosfato; frazionamento in sabbia (da 2 a 0,05 mm), limo (da 0,05 a 0,002 mm) e argilla (<0,002 mm). Sui campioni con sabbia > 20% e < 50% è stato eseguito un ulteriore frazionamento delle sabbie (per setacciatura) per la determinazione della sabbia molto fine (0,05-0,1 mm).	DM 13.9.99 Met. II.5
Calcare totale	metodo gasvolumetrico	DM 13.9.99 Met. V.1
Calcare attivo	estrazione con ammonio ossalato e successiva titolazione con permanganato	DM 13.9.99 Met. V.2
Carbonio organico	metodo di Walkley-Black: ossidazione con potassio dicromato e analisi in automatico con spettrofotometro UV/VIS	UNICHIM M.U. 775/88
Fosforo assimilabile	metodo ISO: estrazione con bicarbonato sodico e determinazione tramite spettrofotometro UV/VIS	ISO 11263
Basi scambiabili (Na, K, Mg e Ca)	estrazione con bario cloruro e determinazione mediante spettrofotometro ad assorbimento atomico	DM 13.9.99 Met. XIII.5
C.S.C.	estrazione con bario cloruro + TEA a pH 8,1	DM 13.9.99 Met. XIII.2
Conducibilità elettrica	determinazione in estratto acquoso con rapporto suolo-acqua 1:2,5 o 1:2.	DM 13.9.99 Met. IV.1
Berillio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Rame, Nichel, Piombo, Vanadio, Zinco, Ferro, Manganese totali	mineralizzazione con aqua regia; lettura all'ICP con camera di Scott	DM 13.09.99 Met. XI.1 integrato dal DM 25.03.2002
Arsenico totale	mineralizzazione con aqua regia e derivatizzazione con soluzione riducente; lettura all'ICP con sistema idruri	EPA 7473
Antimonio totale	mineralizzazione con aqua regia e derivatizzazione con soluzione riducente; lettura all'ICP con sistema idruri	EPA 3015 e EPA 7062
Selenio, Stagno totali	mineralizzazione con aqua regia; lettura all'ICP con sistema idruri	Metodo interno
Mercurio totale	analisi per volatilizzazione sul t.q. con analizzatore AMA	Metodo interno

2.4 Elaborazione dati

Una volta individuati e chiariti i modelli suolo-paesaggio sono state definite le unità tipologiche di suolo (UTS), entità distinte all'interno del *continuum* dei suoli, omogenee per fattori pedogenetici (tipo e origine del materiale di partenza, morfologia, ecc.), per processi di formazione del suolo (es. decarbonatazione superficiale e accumulo di carbonati in profondità) e per caratteri funzionali (drenaggio, tessitura superficiale, granulometria della sezione di controllo, ecc.). Per ogni UTS, è stato individuato un profilo di riferimento che rappresenta le caratteristiche distintive dell'unità; all'UTS sono state ricondotte tutte le osservazioni (profili e trivellate) con un grado di ricollegamento più o meno stretto (da 1 a 4). L'UTS, individuata da una sigla, viene descritta in

termini di caratteristiche chimico-fisiche e funzionali modali del suolo (e loro variabilità), di qualità specifiche e problematiche gestionali. Sulla base delle osservazioni sono stati aggiustati i limiti delle unità di paesaggio per ottenere le unità definitive della carta dei suoli.

2.5 Archiviazione e armonizzazione dei dati

I dati relativi alle singole osservazioni, alle unità tipologiche e unità cartografiche sono stati archiviati nella banca dati dei suoli del Veneto. La banca dati informatizzata (database relazionale gestito tramite il software MS Access ©) e georeferenziata permette, attraverso sistemi di interrogazioni a cascata (query) e compilazione di moduli (in linguaggio di programmazione MS Visual Basic for Application), di filtrare le informazioni necessarie per valutazioni specifiche, per calcolare parametri per il suolo nel suo insieme o per singolo orizzonte, o di gestire calcoli più complessi ponderati su profondità prefissate o per mezzo di pedofunzioni che utilizzano informazioni relative ai diversi orizzonti (tessitura, contenuto di sostanza organica, contenuto in scheletro, ecc.).

Una volta archiviata l'informazione si è proceduto con il lavoro di correlazione e armonizzazione tra le unità tipologiche e cartografiche di aree precedentemente elaborate, per garantire la continuità e la congruità con le cartografie di pari dettaglio preesistenti (Padova, Treviso).

2.6 Stesura della carta

Vista la stretta relazione esistente tra i fattori ambientali e le caratteristiche del suolo, nell'elaborazione della carta dei suoli gli ambienti sono stati distinti sulla base di quattro livelli gerarchici di cui i primi tre riguardano il paesaggio, ossia gli ambienti di formazione del suolo attraverso gradi di approfondimento successivi (distretto, sovraunità di paesaggio, unità di paesaggio), mentre l'ultimo livello (unità cartografica) dipende esclusivamente dalle tipologie di suolo presenti (UTS).

Nel distretto vengono distinti i grandi ambiti territoriali (pianura, montagna, collina) e la pianura viene divisa in bacini fluviali di afferenza, distinti principalmente per il contenuto in carbonati. Nel territorio di studio i distretti sono elencati e descritti dando la precedenza ai principali fiumi alpini (P - Piave, B – Brenta, I - Astico, A - Adige) e proseguendo poi con i corsi d'acqua minori, di origine prealpina, sempre da est verso ovest (M – Musone, Monticano e Meschio, Z – Leogra e Timonchio, U – Agno-Guà-Frassine, Chiampo e Alpone); seguono i conoidi pedecollinari (C) e le zone di risorgiva (R). Le sovraunità di paesaggio (sudp) sono aree omogenee all'interno del distretto, per posizione nel paesaggio (es.: alta e bassa pianura), età di formazione della superficie (es.: pianura antica pleistocenica e pianura recente olocenica) e per grado di evoluzione dei suoli (es.: il diverso grado di decarbonatazione).

L’ultimo livello gerarchico della carta dei suoli è rappresentato dalle unità cartografiche (UC), porzioni di territorio omogenee per tipologie di suolo prevalenti (UTS), loro frequenza e modello di distribuzione. Sono identificate dalle sigle delle UTS che le compongono.
Le unità cartografiche identificate dalla sigla di un’unica UTS (es: AST1), sono unità in cui, alla scala di riferimento, si stima una frequenza di quel suolo superiore al 75% e sono dette *consociazioni*. Più frequentemente le unità sono identificate da due o più suoli (es: ZAN1/THI1), a costituire unità cartografiche dette *complessi* dove tali suoli, di cui è comunque stimata una frequenza di distribuzione, non sono cartografabili separatamente alla scala considerata, ma potrebbero esserlo a scale di maggior dettaglio.
La carta comprende 95 unità di paesaggio, articolate in 185 unità cartografiche e circa 600 delineazioni. Le unità tipologiche di suolo riconosciute e descritte nell’area sono 158.

3 SUOLI E PAESAGGI

Il territorio indagato per definizione si sviluppa principalmente in ambito di alta pianura, ma essendo definito su base amministrativa comprende anche porzioni di media e bassa pianura, separate rispetto all’alta pianura dalla fascia delle risorgive. La sua genesi si deve alla deposizione di sedimenti alluvionali da parte dei fiumi di origine alpina (Piave, Brenta, Astico, Adige) e secondariamente da parte dei torrenti prealpini (Musone, Monticano, Meschio, Leogra-Timonchio, Agno-Guà-Frassine, Chiampo e Alpone, ecc.).
Gli elementi strutturali che caratterizzano l’alta pianura sono i conoidi ghiaiosi coalescenti di origine fluvioglaciale, originatisi allo sbocco delle vallate alpine, successivamente sovrapposti e compenetrati lateralmente tra loro in eventi successivi, a costituire un materasso alluvionale ghiaioso di larghezza variabile da 5 a oltre 20 chilometri, dal piede dei rilievi prealpini fino alla parte distale. I depositi dell’alta pianura, spostandosi verso valle, presentano percentuali di sabbia sempre maggiori, fino a giungere alla fascia delle risorgive dove si rinvengono nel suolo e nel sottosuolo, alternati ai materiali sabbioso-ghiaiosi, orizzonti limoso-argillosi che, in corrispondenza di depressioni topografiche, favoriscono la venuta a giorno delle acque sotterranee, originando i corsi d’acqua di risorgiva.
A partire dalla fascia delle risorgive, si sviluppa la bassa pianura che si distingue, attraverso un’analisi del microrilievo, in dossi, corrispondenti ad argini naturali dei corsi d’acqua e caratterizzati da sedimenti prevalentemente sabbiosi, in pianura modale limosa e aree depresse a sedimenti argilloso-limosi. Mentre queste dinamiche di deposizione sono analoghe all’interno dei singoli bacini, notevoli differenze sono invece dovute alla litologia dei sedimenti trasportati, in funzione dei bacini di provenienza dei depositi dei singoli corsi d’acqua. In particolare, il contenuto medio in carbonati aumenta notevolmente passando da una percentuale del 10-20% nei sedimenti dell’Adige, al 35% del Brenta, fino ad arrivare al 40-50% dell’Astico e del Piave.

Anche i torrenti prealpini hanno contribuito parzialmente alla formazione della pianura e possono essere anch'essi distinti in base alla litologia prevalente dei sedimenti. Alcuni di essi (Leogra-Timonchio, l'Agno-Guà-Frassine), presentano apporto anche di sedimenti poco carbonatici, derivanti dall'alterazione di rocce silicatiche**,** mentre i corsi d'acqua più orientali sono caratterizzati da un'alta percentuale di carbonati nei sedimenti, anche superiore al 50% (Musone, Monticano e Meschio).

3.1 Suoli dell'alta pianura dei corsi d'acqua di origine alpina

(P1, P2, P6, B1, B2, B6, I1, I2, I3, A6, A7, A5)

I conoidi ghiaiosi dell'alta pianura sono estese strutture a ventaglio, depositate dai fiumi in fasi successive, originatesi quando il loro regime era caratterizzato da portate molto più elevate rispetto a quelle attuali, in conseguenza dello scioglimento dei ghiacciai (ultime glaciazioni tardo-pleistoceniche). Presentano tracce più o meno evidenti di paleoidrografia riconducibili ad un regime dei fiumi a "canali intrecciati", in cui si riconoscono zone a sedimenti più ghiaiosi (barre) o più sabbiosi (canali). In epoca successiva, durante l'Olocene, le portate si sono ridotte e i fiumi sono andati in incisione sulle superfici precedentemente deposte, formando terrazzi fluviali, come nel caso dell'Adige, o conoidi di dimensioni inferiori incastrati in quelli più antichi, come nel caso del Brenta. Il Piave e l'Astico hanno invece cambiato il proprio corso passando dal conoide di Montebelluna a quello di Nervesa, il primo, e da Piovene a Breganze, il secondo.

Sulle **superfici antiche** (epoca pleniglaciale o precedente, fig. 5), i suoli sono molto sviluppati e presentano forte differenziazione del profilo, spinta decarbonatazione fino in profondità e orizzonti di accumulo di argilla illuviale a evidente rubefazione. Tra i conoidi dei diversi fiumi, pur variando le caratteristiche litologiche dei sedimenti in funzione del bacino di provenienza (in particolare il contenuto in carbonati), si ripete un analogo modello suolo-paesaggio dovuto al sistema di deposizione ad alternanza barra/canale che porta a distinguere suoli più profondi e meno ghiaiosi che conservano l'orizzonte arrossato di illuviazione delle argille in corrispondenza dei canali [TRS1 - *Cutanic Luvisols (Hypereutric, Skeletic);* THI1 - *Luvic Phaeozems (Endoskeletic, Epiclayic)*] e suoli più ghiaiosi fin dalla superficie in cui l'orizzonte ad accumulo di argilla è stato interamente o in parte incorporato nell'orizzonte superficiale dalle lavorazioni [SNF1 - *Aric Regosols (Hypereutric, Skeletic, Endoarenic)*] in corrispondenza delle barre. Sul conoide del Brenta la differenza granulometrica tra i depositi di canale e di barra non risulta così spiccato da cui consegue una superficie relativamente omogenea dal punto di vista pedologico con un unica tipologia di suolo prevalente [CGN1 – *Cutanic Luvisols (Hypereutric, Endoskeletic, Endoarenic)*]. Nel settore occidentale (conoide dell'Adige e piana proglaciale dell'apparato gardesano), dove le precipitazioni sono sensibilmente inferiori rispetto al resto della pianura (regime idrico dei suoli *ustico*), i suoli hanno lo stesso modello di distribuzione, ma sviluppano anche un orizzonte ad accumulo di carbonato di calcio in profondità [BSL1 - *Luvic Calcisols (Endoskeletic)*] che altrove non si è

formato per il forte dilavamento dei carbonati legato alle precipitazioni più abbondanti.

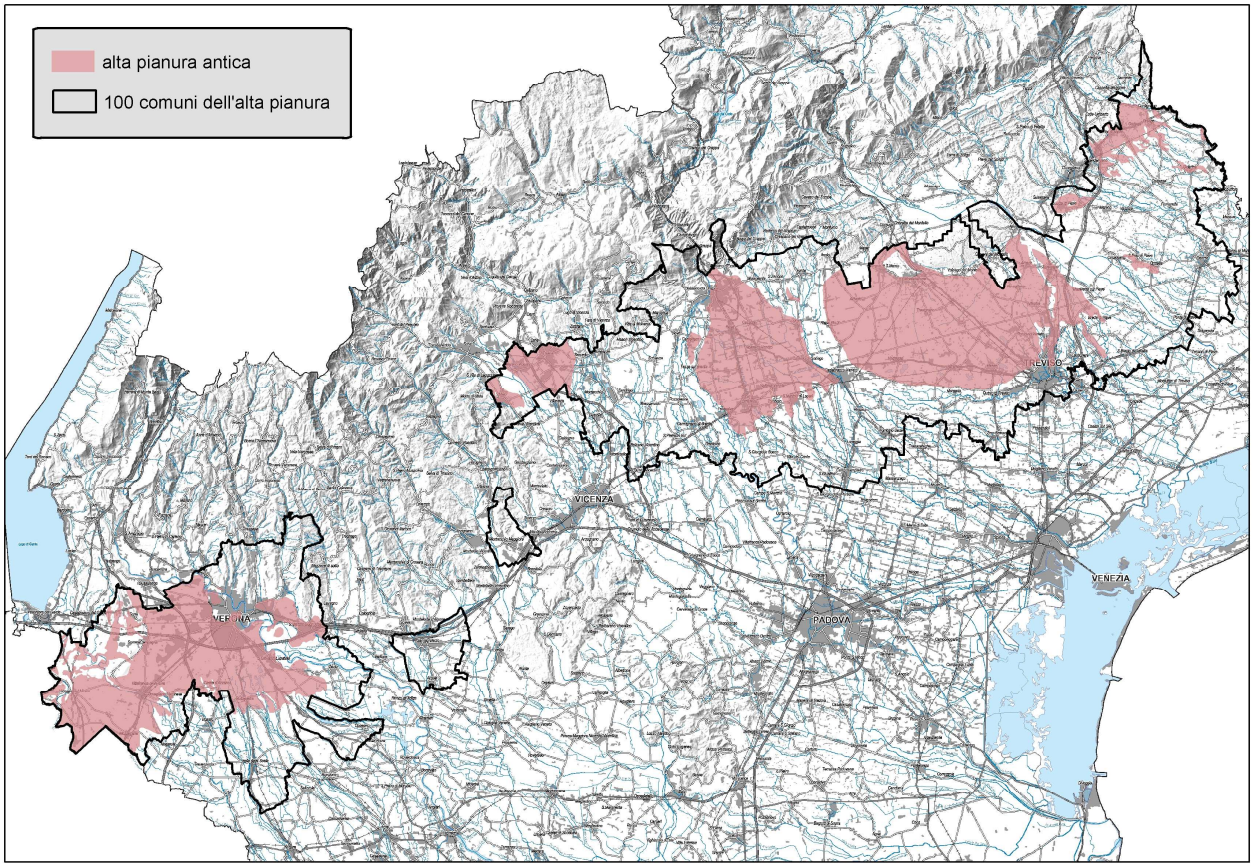


Fig. 5: conoidi antichi (pleniglaciali o precedenti) dell'alta pianura.

Sulle **superfici recenti** (oloceniche, fig. 6) dei conoidi e dei terrazzi, incise rispetto alle rispettive superfici antiche, i suoli, ancora ricchi in ghiaie e sabbie, pur riproducendo la distribuzione a canali intrecciati, presentano bassa o moderata differenziazione del profilo dovuta a una pedogenesi meno spinta che ha portato solo ad una parziale decarbonatazione degli orizzonti superficiali e allo sviluppo di un orizzonte di alterazione (orizzonte *cambico*). In corrispondenza dei canali i suoli sono più profondi [CRT1 - *Haplic Cambisols (Hypereutric, Endoskeletic),* SDR1 - *Haplic Cambisols (Calcaric, Humic, Hypereutric, Endoskeletic)*] mentre sulle barre i suoli sono molto ghiaiosi fin dalla superficie [BSS1 - *Haplic Regosols (Hypereutric, Skeletic)*]. Rispetto a questi, i suoli del conoide e dei terrazzi olocenici dell'Adige presentano frequentemente processi di rideposizione dei carbonati in profondità [BUR1 – *Hypercalcic Calcisols (Skeletic)*]. Il substrato ghiaioso è però molto limitato arealmente e lascia presto spazio alle sabbie [VAN1 – *Haplic Cambisols (Calcaric, Hypereutric*)]
I suoli delle superfici più recenti in assoluto (aree di divagazione e alvei attuali, Olocene superiore) non presentano alcun processo di decarbonatazione, né di differenziazione del profilo [MAN1 - *Haplic Regosols (Hypercalcaric, Skeletic, Endoarenic);* RVR1 - *Haplic Regosols (Calcaric, Hyprteutric, Episkeletic, Arenic;* AST1 - *Haplic Regosols (Hypercalcaric, Humic, Hypereutric, Endoskeletic, Endoarenic)*].

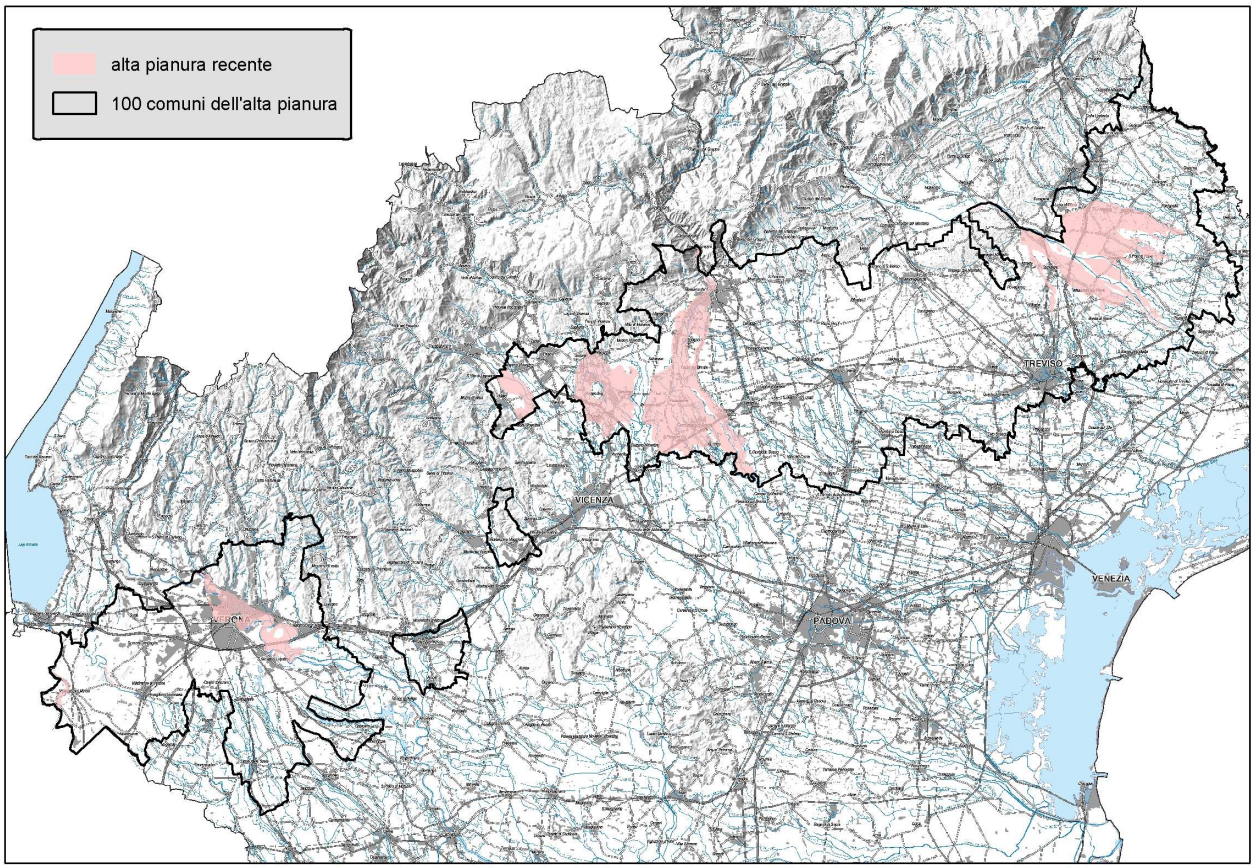


Fig. 6: conoidi e superfici terrazzate recenti (oloceniche) dell'alta pianura.

3.2 I suoli della media pianura dell'Adige

(A8)

Nella parte occidentale della pianura dell'Adige, tra l'alta pianura ghiaiosa e la bassa pianura a sedimenti prevalentemente limosi, si è formata un'ampia fascia di transizione caratterizzata da sedimenti prevalentemente sabbiosi (fig. 7). Si tratta di una superficie antica che presenta suoli ad elevata differenziazione del profilo, con orizzonte di accumulo illuviale di argilla molto sviluppato e ad evidente rubefazione sulla superficie modale [CAE1 - *Cutanic Luvisols (Hypereutric)*] o più sottile e parzialmente inglobato nell'orizzonte lavorato sulle superfici dossiformi a contenuto in sabbia molto elevato [MAE1 - *Cutanic Luvisols (Hypereutric, Orthoarenic)*]. Dove la falda diventa meno profonda, i suoli pur sviluppando un profilo ben differenziato presentano segni di idromorfia in profondità e hanno drenaggio mediocre [TVZ1 - *Cutanic Luvisols (Hypereutric, Oxyaquic)*]. Quest'ampia pianura sabbiosa antica è stata solcata in epoca olocenica da profonde incisioni ad opera di fiumi di risorgiva (Menago, Tartaro) che hanno probabilmente riattivato vecchi percorsi dell'Adige. All'interno di queste superfici, incise di diversi metri rispetto alla superficie modale sabbiosa, la falda è prossima alla superficie e i suoli presentano spesso accumulo di sostanza organica in superficie o negli orizzonti profondi e sono paragonabili ai suoli degli ambienti di risorgiva. Ai margini di tali incisioni, nella zona di contatto con la pianura modale è presente una

fascia di probabile rimaneggiamento dove i suoli, ancora molto sabbiosi, presentano bassa differenziazione del profilo e solo iniziale decarbonatazione [CAP2 - *Haplic Arenosols (Calcaric, Hypereutric)*].

Nella parte orientale della pianura dell'Adige, la media pianura sabbiosa antica compare solo a lembi isolati in quanto è prevalentemente ricoperta da deposizioni più recenti (oloceniche) dei corsi d'acqua di origine prealpina (Agno-Guà, Chiampo, Alpone).

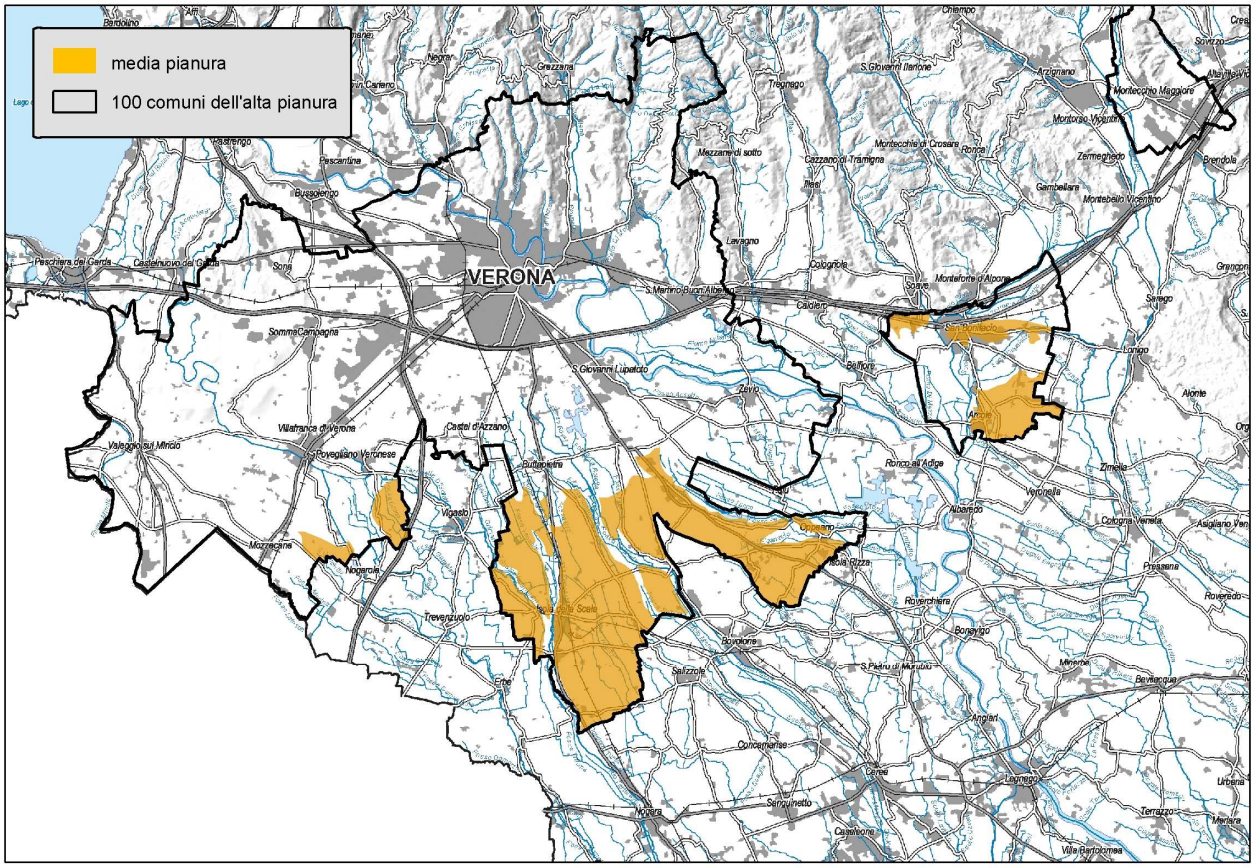


Fig. 7: media pianura dell'Adige a sedimenti prevalentemente sabbiosi.

3.3 *I suoli della bassa pianura dei corsi d'acqua di origine alpina*

(P3, P4, P5, B3, B5, B4, I5, A4, A1, A2)

La porzione di pianura situata al di sotto dalla fascia delle risorgive è denominata "bassa pianura" (fig. 8) e, come già detto, è inclusa all'interno dell'area di studio non per questioni di vulnerabilità ma solo a causa del criterio amministrativo della delimitazione. I modelli deposizionali che caratterizzano questi ambienti sono la piana a divagazione a meandri e/o il modello a dossi e depressioni. Nella piana a meandri i sedimenti sono in genere costituiti da alternanze di strati sabbiosi, con altri limosi e argillosi, i primi prevalenti nelle aree di barra, i secondi nella piana vera e propria occupata da depositi di decantazione. Nel secondo modello la deposizione dei sedimenti avviene in modo più omogeneo: i più grossolani (sabbie) lungo il corso a creare fasce rilevate di circa 1-2 metri sulla pianura circostante (dossi) mentre i più fini man mano che ci si allontana (limi e infine argille) nelle aree di esondazione (pianura modale e depressioni) tra un dosso e l'altro.

Nelle porzioni di età più antica si distinguono suoli di dosso o di barra a moderata differenziazione del profilo, con tessiture caratterizzate dalla presenza di sabbia (franco grossolane), decarbonatati, con falda molto profonda e drenaggio buono [CMS1 - *Haplic Cambisols (Hypereutric)*]. Nelle restanti aree è solitamente ben espresso un orizzonte calcico in profondità, dovuto alla presenza della falda e alla tessitura più fine che va da limosa, nella pianura modale, ad argillosa, nelle depressioni, con drenaggio da mediocre a lento [LUT1, MOG1, AGL1 – *Endogleyic Calcisols (Orthosiltic)*].

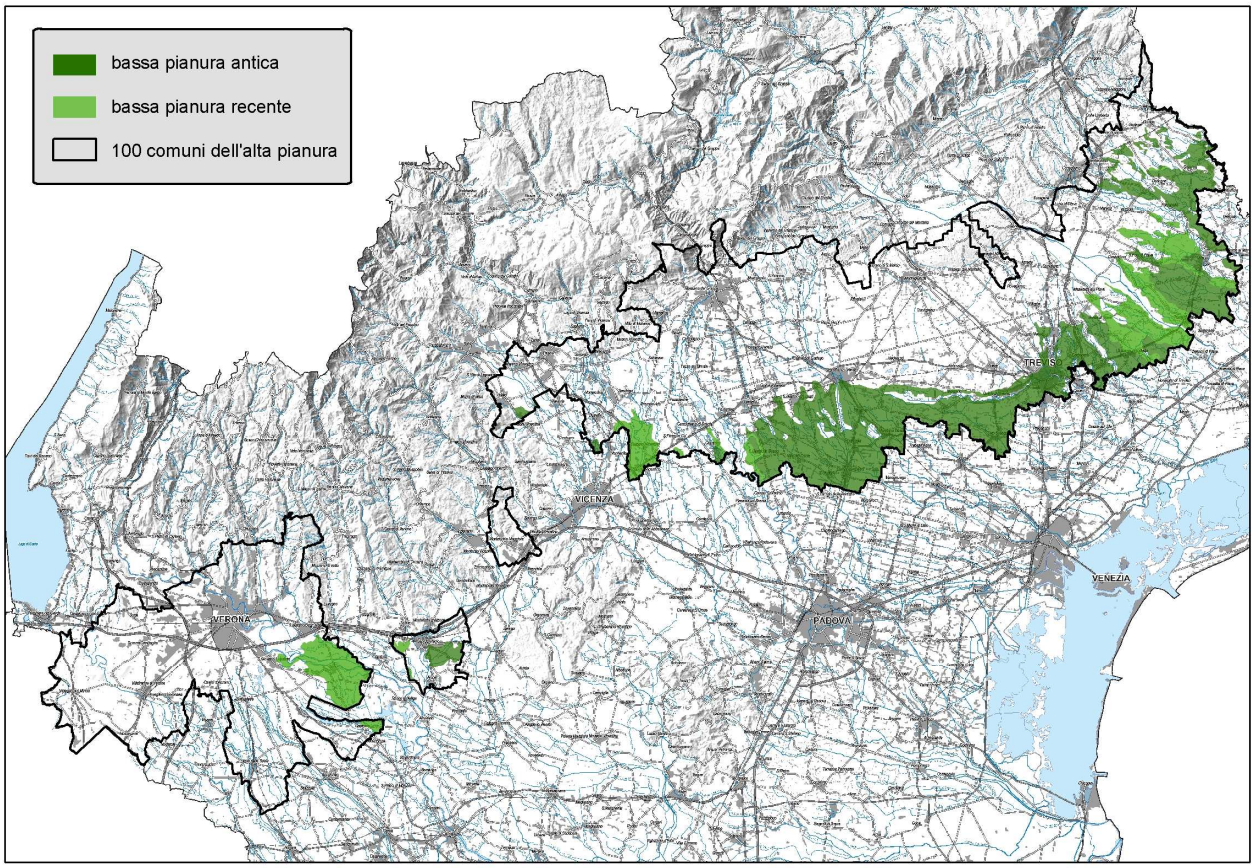


Fig. 8: bassa pianura antica e recente.

Nelle aree più recenti, di età olocenica, i suoli di dosso o di barra, franco grossolani o sabbiosi, possono presentare decarbonatazione parziale o nulla e differenziazione del profilo da moderata a bassa [SAG1 - *Fluvic Cambisols (Hypercalcaric),* CRC1 - *Fluvic Cambisols (Calcaric, Hypereutric)*]; nelle aree di pianura modale e nelle aree depresse l'evoluzione dei suoli può portare ad una parziale de carbonatazione che solo occasionalmente determina la formazione di un orizzonte calcico in profondità; l'aspetto più caratterizzante è costituito dalle tessiture più fini che determinano condizioni di drenaggio tendenzialmente mediocri con falda presente generalmente entro il profilo [BON1 – *Endogleyic Fluvic Cambisols (Hypercalcaric, Orthosiltic),* RSN1 - *Fluvic Cambisols (Calcaric, Hypereutric, Oxyaquic, Orthosiltic),* BLF1 - *Endogleyic Fluvic Cambisols (Calcaric, Hypereutric, Orthosiltic)*].

3.4 I suoli delle pianure alluvionali dei corsi d'acqua di origine prealpina (M1, M2, M3, Z1, Z2, U2, U1)

Le deposizioni dei corsi d'acqua secondari di origine prealpina (fig. 9) sono andate prevalentemente a riempire i fondovalle (Agno), a formare veri e propri conoidi (Leogra) o, più spesso, a riempire depressioni di interconoide con depositi prevalentemente fini (Musone, Monticano). Le caratteristiche granulometriche e litologiche dei suoli che si sono originati su queste superfici sono molto varie, in funzione della variabilità dei depositi d'origine.

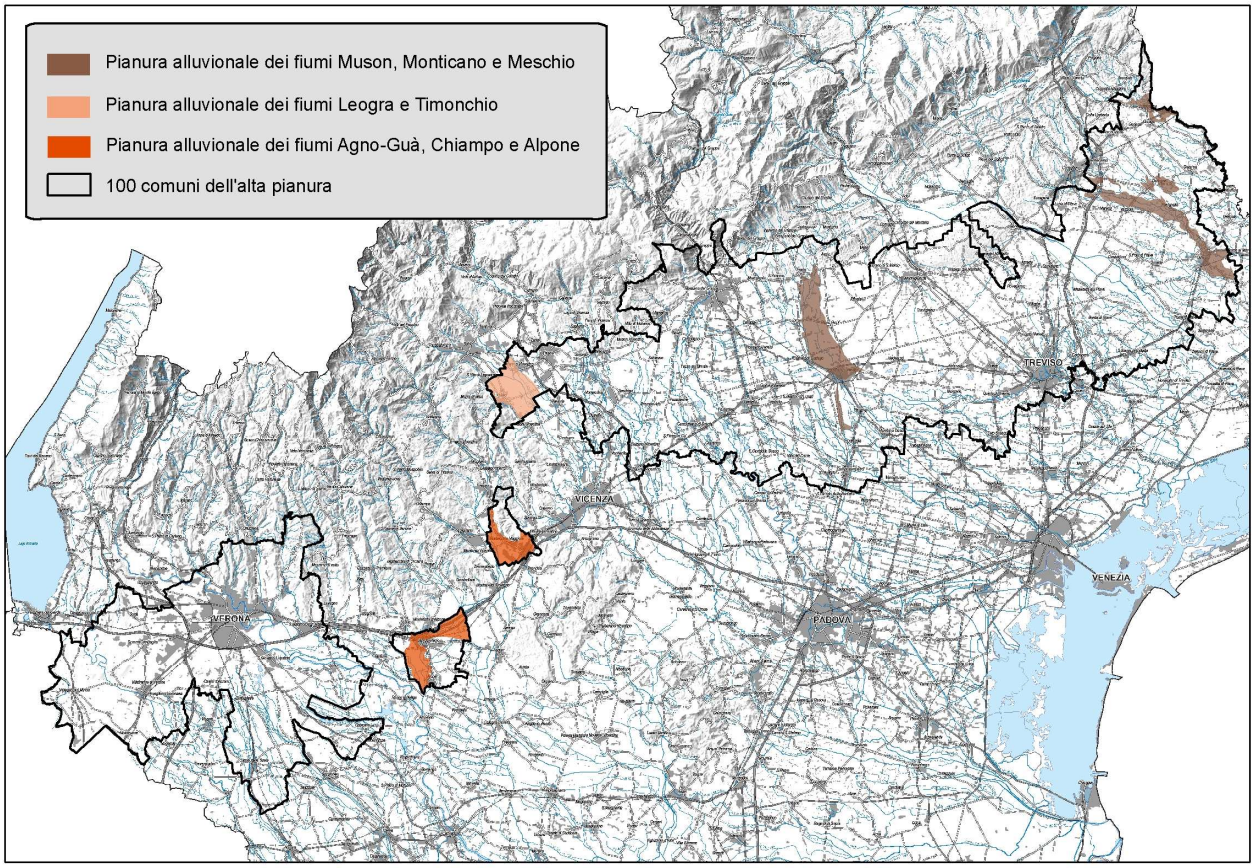


Fig. 9: pianure alluvionali dei corsi d'acqua secondari, di origine prealpina.

I suoli formatisi dai sedimenti del Musone e del Monticano che hanno colmato le depressioni create tra due conoidi, pleistocenici del Brenta e del Piave il primo, e il conoide olocenico del Piave il secondo, sono a tessitura fine. I suoli del Musone si sono formati su sottili alluvioni argilloso-limose che hanno sepolto le ghiaie del Piave, sono decarbonatati in quanto in parte rimaneggiano materiale antico dei conoidi adiacenti e tendono a fessurare durante la stagione estiva [VLR1 - *Fluvic Vertic Cambislols (Ruptic, Calcaric, Clayic)*], i suoli del Monticano sono invece estremamente calcarei e in alcuni casi mal drenati [RAM1 – *Endogleyic Fluvic Cambislols (Calcaric, Orthosiltic)*].

Il fiume Leogra ha formato un conoide secondo il modello deposizionale a canali intrecciati, costituito da ghiaie e sabbie a litologia mista (carbonatica e silicatica) sul quale si sono sviluppati suoli ad elevata differenziazione del profilo, più sottili e ghiaiosi in corrispondenza delle barre [LEG1 - *Cutanic Luvisols (Humic, Hypereutric, Skeletic)*] e più profondi nei canali [MAO1 - *Cutanic Luvisols (Humic, Hypereutric, Endoskeletic)*]. Sui terrazzi più recenti, incisi rispetto alla superficie più antica e costituiti da sabbie e ghiaie, si localizzano invece suoli moderatamente profondi, a parziale decarbonatazione, dovuta anche al basso tenore in carbonati del materiale di partenza [LEO1 - *Haplic Cambisols (Hypereutric)*].

I sedimenti dell'Agno-Guà, del Chiampo e dell'Alpone sono costituiti da materiali misti carbonatici e basaltici da cui si sono formati suoli ricchi in materiale fine derivato dall'alterazione dei basalti e con presenza di scheletro prevalentemente carbonatico. Nella parte alta della valle dell'Agno, si riconosce un intreccio di suoli riconducibili ad un regime del fiume a canali intrecciati: zone con depositi più grossolani, dove si localizzano i suoli meno profondi, con scheletro in profondità [TZA1 - *Fluvic Cambislols (Calcaric, Humic, Hypereutric, Endoskeletic)*] e zone a deposizione più fine [ALN1 - *Fluvic Cambislols (Calcaric, Humic, Hypereutric, Orthosiltic)*].

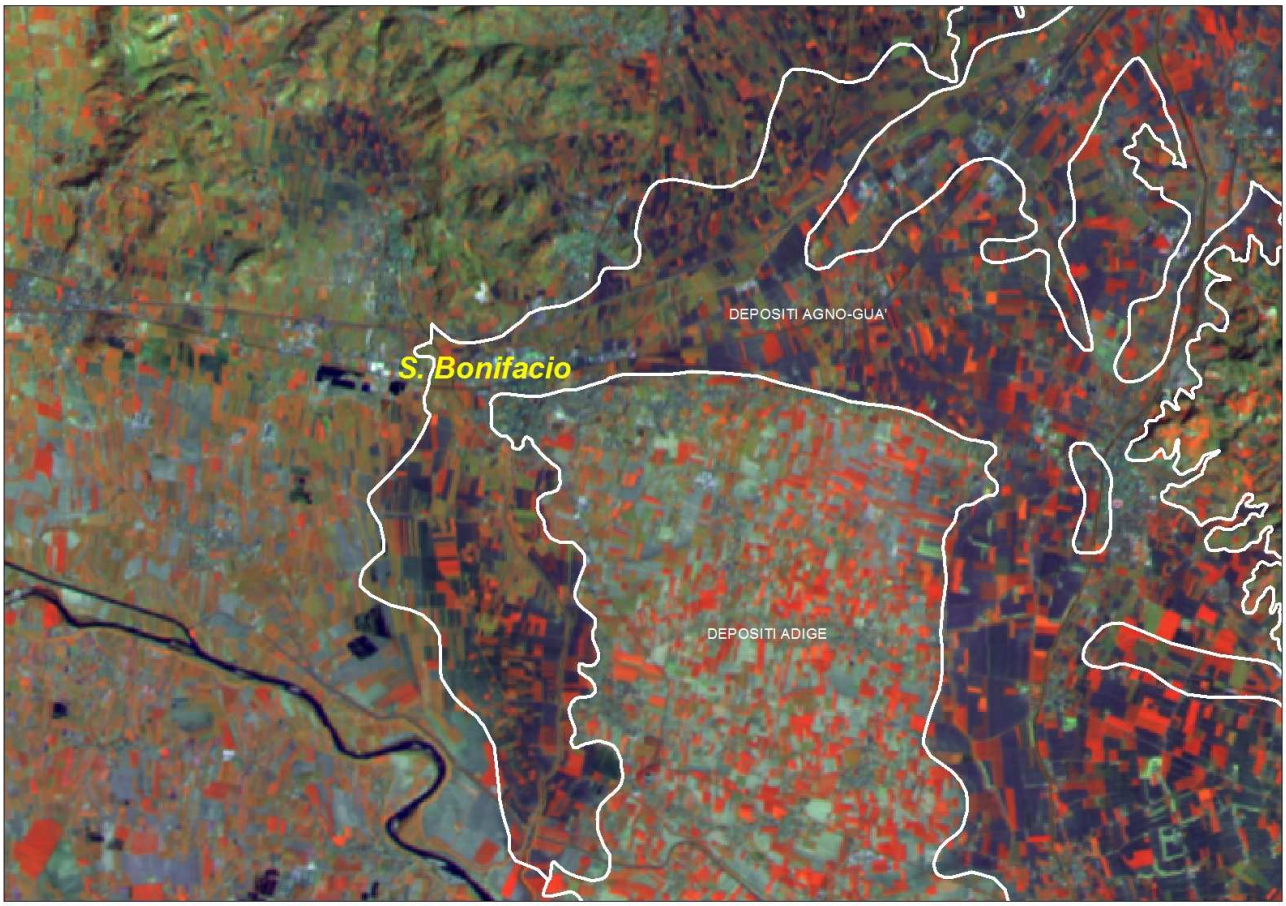


Fig. 10: depositi dell'Agno-Guà a prevalente componente basaltica (più scuri) che ricoprono la pianura sabbiosa dell'Adige (più chiara) evidenti nell'immagine da satellite Landsat 5TM, 1989.

Allo sbocco in pianura, i depositi diventano meno grossolani, sparisce la ghiaia e si distinguono suoli più ricchi in sabbia in corrispondenza dei dossi dei fiumi Agno e Chiampo [CPE1 - *Fluvic*

Cambislols (Calcaric, Humic, Hypereutric, Endoskeletic)] e suoli più fini, con tendenza a fessurare nella stagione estiva, nella pianura indifferenziata [LON1 - *Vertic Cambislols (Calcaric, Humic, Orthosiltic)*] che localmente presentano drenaggio più difficoltoso [FRA1 – *Endogleyic Fluvic Cambislols (Calcaric, Humic, Hypereutric, Orthosiltic)*].

Nei pressi di S. Bonifacio, tali depositi vanno a ricoprire e in parte a rimaneggiare i depositi sabbiosi del substrato alluvionale della pianura antica dell'Adige come risulta evidente da figura 10.

3.5 I suoli dei conoidi dei corsi d'acqua di origine prealpina

(C1, C2, C3, C4)

I suoli dei conoidi dei corsi d'acqua prealpini (fig. 11) presentano spesso una notevole variabilità pedologica a causa di diversi fattori quali l'età delle superfici, le differenze litologiche dei materiali d'origine e le differenze granulometriche delle deposizioni, legate all'energia di trasporto del corso d'acqua. Sulle superfici più antiche, nelle porzioni apicali dei conoidi dove le pendenze possono raggiungere il 15%, si distinguono suoli ricchi in ghiaia e parzialmente decarbonatati [CRP1 - *Haplic Cambisols (Calcaric, Endoskeletic)*] mentre nelle parti distali dei conoidi, su pendenze minori i suoli presentano tessitura più fine, sono privi di scheletro e decarbonatati fino in profondità in quanto spesso trasportano materiale fine colluviale in parte già pedogenizzato [CTE1 - *Fluvic Cambisols (Hypereutric, Orthosiltic);* MUL1 - *Haplic Cambisols (Hypereutric)*].

Sulle superfici più recenti i suoli, se sviluppati da materiali carbonatici, mantengono l'alto tenore in carbonati del materiale di partenza, sono ricchi in scheletro nelle porzioni apicali e più pendenti [CRV1 - *Fluvic Cambisols (Calcaric, Skeletic)*] e più fini nelle parti distali [CTT1 - *Fluvic Cambisols (Calcaric, Hypereutric, Endosiltic)*]. I corsi d'acqua provenienti dai Lessini orientali o dalle colline presso Breganze e Marostica trasportano prevalentemente materiali basaltici dai quali si formano suoli a tessitura prevalentemente fine, poveri in scheletro e con tendenza a fessurare nella stagione estiva. Sono privi di carbonati in quanto lo è il materiale di partenza [SRM1 – *Vertic Fluvic Cambisols (Humic, Hypereutric, Orthoclayic)*].

Nelle porzioni distali dei conoidi, dove la copertura olocenica si assottiglia, si trovano suoli fini e poveri in scheletro in superficie che ricoprono e in parte rimaneggiano i suoli antichi formatisi a partire dalle ghiaie dei conoidi di origine alpina del Brenta [RAN1 - *Haplic Cambisols (Ruptic, Hypereutric, Thaptoskeletic, Thaptoluvic)*], dell'Astico [MRL1 – Haplic Phaeozems (Calcaric, Thaptoskeletic, Epiclayic)] o del Piave [NOG1 - *. Fluvic Cambisols (Ruptic, Hypereutric, Thaptoskeletic, Thaptoclayic, Thaptoluvic)*]

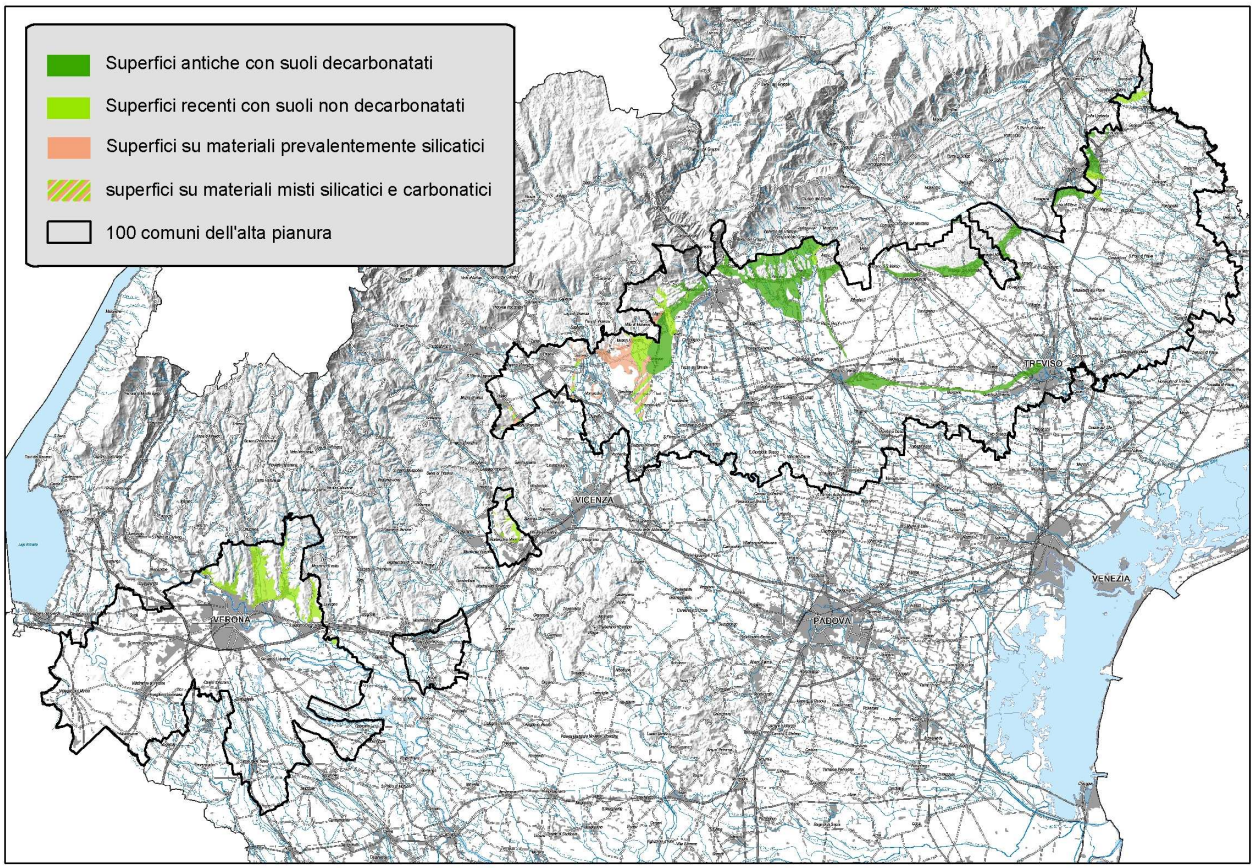


Fig. 11: conoidi dei corsi d'acqua di origine prealpina.

3.6 I suoli delle risorgive

(R1, R3, R4, R5)

Nella zona di transizione tra l'alta e la bassa pianura si individua la zona delle risorgive (fig. 12), dove all'aumento della presenza di sedimenti più fini si accompagna spesso l'approssimarsi della falda alla superficie. Si tratta di aree umide bonificate dove i suoli presentano una notevole variabilità, dovuta alla diversa granulometria dei sedimenti ma sono generalmente accomunati dalle condizioni di drenaggio limitanti. Il rallentamento della mineralizzazione della sostanza organica, dovuta al regime di umidità, può portare alla formazione di orizzonti superficiali caratterizzati da accumulo di sostanza organica in superficie [DAS1 – *Endogleyic Rendzic Phaeozems (Hypercalcaric, Pachic, Episiltic, Endoskeletic)*] e nelle porzioni più depresse delle profonde incisioni della pianura veronese, anche a suoli prevalentemente organici [FST1 – *Hemic Histosols (Eutric)*].

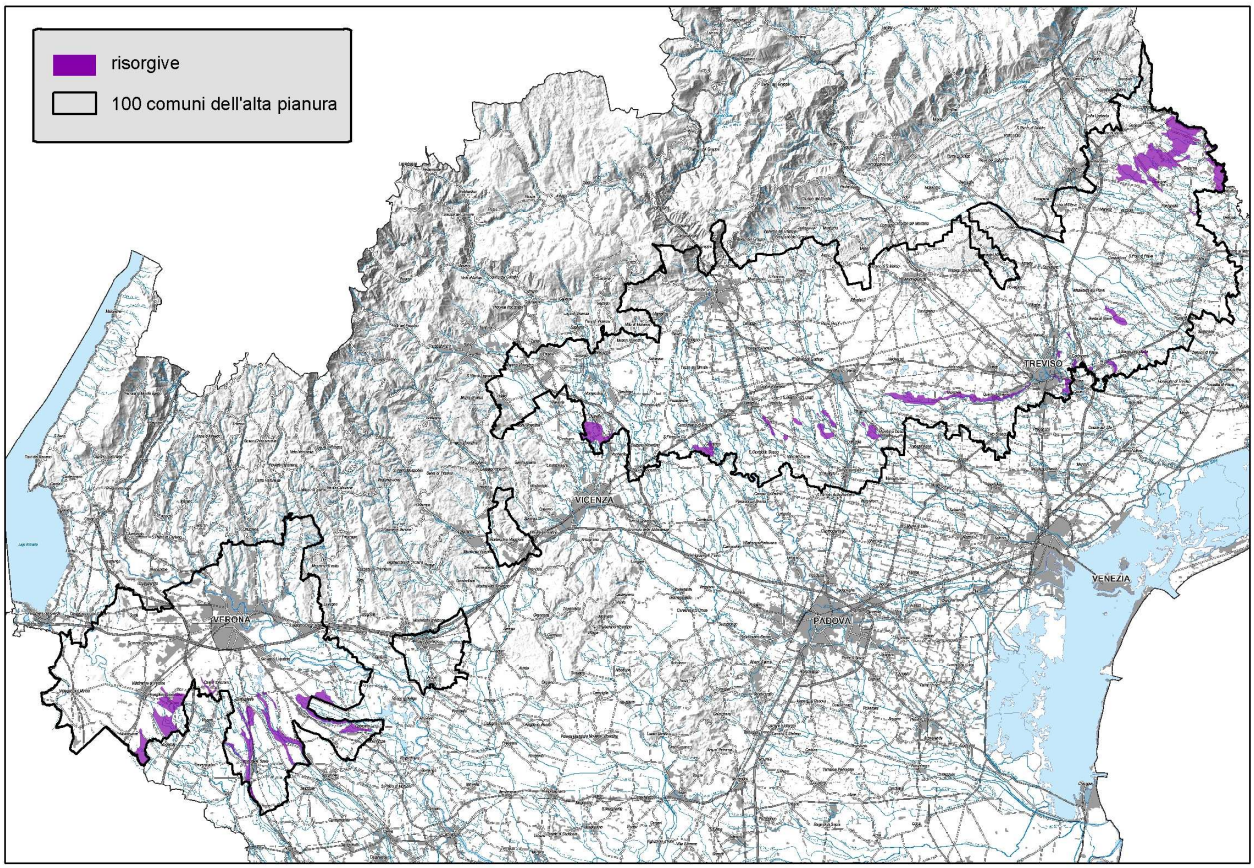


Fig. 12: zone di risorgiva.

4 APPENDICI

4.1 Esempio di descrizione di Unita' Tipologica di Suolo

Unità Tipologica di Suolo
Dueville - DUE1

Nome e codice: Dueville (VI04-DUE1) franchi, ghiaiosi
Tipo di UTS: fase di serie

AMBIENTE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

Catalogo dei paesaggi del Veneto: i-POA03fa
Descrizione dell'ambiente: Alta pianura recente (risalente all'Olocene antico) dell'Astico. Conoide ghiaioso e superfici terrazzate, con canali intrecciati poco evidenti, nelle zone con maggior presenza di materiale grossolano (barre fluviali).

Morfologia: conoide di piana pedemontana, con tracce di canali intrecciati
Materiale parentale: sedimenti fluviali, depositi di piena ad alta energia, limosi molto ghiaiosi (litologia mista carbonatica), estremamente calcarei
Substrato: sedimenti fluviali, depositi di piena ad alta energia, sabbiosi estremamente ghiaiosi
Quote: 53-300 m s.l.m.
Pendenze: subpianeggiante (0,2-2%)
Uso del suolo: dominante prati permanenti asciutti, subordinato mais
Diffusione:
Località caratteristiche: Dueville
Gestione delle acque: assente
Note:

PROPRIETÀ DEL SUOLO

Differenziazione del profilo: moderata
Profondità utile alle radici: da moderatamente elevata a moderatamente bassa (70-85 cm; modale 80 cm), limitata da scheletro (>70% in volume)
Pietrosità superficiale: 25% ghiaia 2% ciottoli
Rocciosità: assente
Falda: assente
Deflusso superficiale: da trascurabile a basso
Drenaggio interno: da buono a moderatamente rapido
Permeabilità: alta
AWC: molto bassa

Sequenza orizzonti: Ap-(Bw)-C
Orizzonti diagnostici:
WRB: mollico, cambico
USDA: mollico, cambico
Regime di umidità: udico
Regime di temperatura: mesico
Formula climatica di Thornthwaite: B3B2'rb3' (umido, secondo mesotermico, (A, B, C2) non vi è deficienza idrica o è molto piccola, concentrazione estiva dell'efficienza termica 51,9-56,3%).

CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI

Ap: spessore 40 cm; colore bruno scuro (10YR3/3); tessitura franca; scheletro frequente ghiaioso medio di litologia mista carbonatica; molto calcareo; alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderato.
Bw: spessore 10 cm; colore bruno giallastro scuro (10YR4/4); tessitura franco sabbioso argillosa; scheletro abbondante ghiaioso grossolano di litologia mista carbonatica; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderato.
C: a partire da 50 cm; colore bruno giallastro (10YR5/4); tessitura sabbioso franca; scheletro abbondante ghiaioso grossolano di litologia mista carbonatica; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico molto basso.

CLASSIFICAZIONE

Soil Taxonomy (KEYS 2010): Typic Haprendolls sandy-skeletal, carbonatic, mesic
WRB (2006): Rendzic Phaeozems (Skeletic, Endoarenic)

PROFILO DI RIFERIMENTO
Sigla: VIP1P0066

Ricollegamento UTS: VIP1 DUE1
Grado di ricollegamento: osservazione tipica

Località:
Comune: Dueville (VI)

Materiale parentale: sedimenti fluviali, depositi di conoide limosi molto ghiaiosi di litologia mista carbonatica (90%) e di litologia mista silicatica (10%)
Substrato: sedimenti fluviali, depositi di conoide sabbiosi estremamente ghiaiosi di litologia mista carbonatica (90%) e di litologia mista silicatica (10%)
Pietrosità: non rilevabile
Rocciosità: assente
Aspetti superficiali: coltura o inerbimento in atto
Falda: assente
Drenaggio: buono
Permeabilità: moderatamente alta
Uso del suolo: prato permanente irriguo
Rilevatori: Andrea Dalla Rosa, Silvia Obber, Giulia Manni
Data di descrizione: 20/02/2008

Descrizione del profilo

I colori sono stati descritti allo stato umido.

A: (0-40 cm), colore di massa bruno grigiastro molto scuro (10YR3/2); umido; stima della tessitura franco limosa; scheletro scarso, di litologia mista carbonatica, isodiametrale arrotondato, poco alterato; struttura principale poliedrica subangolare media, forte, struttura secondaria poliedrica subangolare fine, forte; pori grandi abbondanti e fini comuni; comuni radici fini e poche grossolane; effervescenza debole; limite chiaro lineare.
Bw: (40-80 cm), colore di massa bruno giallastro scuro (10YR3/4); umido; stima della tessitura franco argillosa; scheletro abbondante, di litologia mista carbonatica, isodiametrale arrotondato, poco alterato; struttura principale poliedrica subangolare fine, debole; poche radici fini e poche molto fini; effervescenza violenta; limite graduale lineare.
C: (80-110 cm), colore di massa <G 4/5>; umido; stima della tessitura sabbioso franca; scheletro molto abbondante, di litologia mista carbonatica, isodiametrale arrotondato, poco alterato; struttura principale assente (orizzonte incoerente); effervescenza violenta; limite sconosciuto.

Oriz	Lim. sup.	Lim. inf.	Sab. tot.	Sab. m.f.	Limo tot.	Arg.	Cl. tes.	pH	Carbonati tot.	Calc. att.	C org.	P ass.	CSC	Ca sc.	Mg sc.	Na sc.	K sc.	TSB	EC
	cm	cm	%	%	%	%			%	%	%	mg/kg	meq/ 100g	meq/ 100g	meq/ 100g	meq/ 100g	meq/ 100g	%	mS/cm
A	0	40	14,9		63,4	21,7		8,1	22	3	2,3		45,1	33,4	7,8		0,2	92	
Bw	40	80	42,2		29,4	28,4		8,2	42	2	1,4		33,7						
C	80	110	84,0		7,7	8,3		8,5	68	1	0,5		5,2						

PROFILI RICONDUCIBILI ALL'UTS

Profili ricollegati: 4
Osservazioni ricollegate: 21

Sigla profilo	Rappresentatività dell'osservazione	Classificazione WRB	Eventuali motivi di discostamento dal range	Analisi
VI02P0011	osservazione tipica	Eutric Episkeletic Fluvisol		

VARIABILITÀ DELLE CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI GENETICI

Ap: spessore medio di 40 cm (20-45 cm); colore bruno scuro (10YR3/3) (value da 3 a 4, chroma da 2 a 4); tessitura da franca a franco limosa (argilla 22-26% modale 25%, sabbia 24-48% modale 44%, sabbia molto fine modale 0%); scheletro da frequente a comune (20-35%, modale 30%), da ghiaioso medio a ghiaioso grossolano di litologia mista carbonatica; struttura poliedrica subangolare media moderata; molto calcareo (modale 23%); alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico da moderato a moderatamente alto (modale 2,2%); CSC alta (modale 35meq/100g); permeabilità moderatamente alta.

Bw: spessore medio di 15 cm (0-20 cm); colore bruno giallastro scuro (10YR4/4) (value da 3 a 4); tessitura da franco sabbioso argillosa a franco argillosa (argilla 20-30% modale 28%, sabbia 30-60% modale 50%, sabbia molto fine modale 0%); scheletro abbondante (35-55%, modale 55%), da ghiaioso grossolano a ghiaioso medio di litologia mista carbonatica; struttura poliedrica subangolare fine debole; estremamente calcareo (modale 42%); alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico da moderato a moderatamente basso (modale 1,4%); CSC alta (modale 35meq/100g); permeabilità alta; note: Orizzonte non sempre presente.

C: a partire da 50 cm (40-60 cm) colore bruno giallastro (10YR5/4) (value da 5 a 6, chroma da 3 a 4); tessitura da sabbioso franca a sabbiosa (argilla 2-7% modale 4%, sabbia 85-95% modale 88%, sabbia molto fine modale 0%); scheletro da abbondante a molto abbondante (50-70%, modale 65%), da ghiaioso grossolano a ghiaioso medio di litologia mista carbonatica; struttura assente (orizzonte incoerente); estremamente calcareo (modale 69%); alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,2%); CSC molto bassa (modale 5meq/100g); permeabilità alta.

UTS CONCORRENTI

Sigla	Nome UTS	Soil Taxonomy	WRB	Caratteristiche differenziali
VI04-SDR1	Sandrigo franco argillosi, scarsamente ghiaiosi	Typic Eutrudepts sandy-skeletal, carbonatic, mesic (2010)	Haplic Cambisols (Hypercalcaric, Humic, Hypereutric, Endoskeletic) (2006)	meno grossolano, con Bw

PRINCIPALI SUOLI ASSOCIATI GEOGRAFICAMENTE NEL PAESAGGIO

Sigla	Nome UTS	Soil Taxonomy	WRB	Localizzazione
VI04-SDR1	Sandrigo franco argillosi, scarsamente ghiaiosi	Typic Eutrudepts sandy-skeletal, carbonatic, mesic (2010)	Haplic Cambisols (Hypercalcaric, Humic, Hypereutric, endoskeletic) (2006)	sui canali del sistema a canali intrecciati

Grado di fiducia dell'UTS: medio

QUALITÀ SPECIFICHE

Profondità utile alle radici: da moderatamente elevata a moderatamente bassa (70-85 cm; modale 80 cm), limitata da scheletro (>70% in volume)
Drenaggio interno: da buono a moderatamente rapido
Permeabilità: alta
AWC: molto bassa
Tessitura del primo metro: franca

Rischio di inondazione: assente
Rischio di incrostamento: basso
Tendenza alla fessurazione: assente
Rischio di deficit idrico: lieve

PROBLEMI NUTRIZIONALI

Acidità	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato
Alcalinità	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato
Salinità	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato
Sodicità	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato
Capacità di scambio cationico	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato CSC molto bassa (<5 meq/100g)
Calcare attivo	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	calcare attivo basso (0,5-5%) calcare attivo basso (0,5-5%) calcare attivo basso (0,5-5%)

Lavorabilità: difficile
resistenza meccanica alle lavorazioni: elevata
tempo di attesa: breve
Percorribilità: buona
Rischio di sprofondamento: assente

Capacità di accettazione delle piogge: molto alta
Capacità depurativa del suolo: alta
Classe di attitudine allo spandimento dei liquami: bassa per presenza di uno strato permeabile

Capacità d'uso: IIIs3.