



3. I SUOLI DEL BARDOLINO







3. I SUOLI DEL BARDOLINO

3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di studio occupa gran parte del settore veneto dell'anfiteatro morenico del lago di Garda e, con l'eccezione di una porzione del comune di Peschiera del Garda, il Mincio ne costituisce il limite territoriale occidentale. Il territorio della DOC Bardolino comprende, a sud, il cordone morenico più esterno e rilevato includendo anche alcuni tratti della piana fluvioglaciale antistante, risale poi la medesima cerchia morenica verso nord arrivando a entrare nella valle dell'Adige poco a ovest di Bussolengo seguendo poi il corso del fiume sino alla frazione Canale in comune di Rivoli Veronese. Successivamente il confine percorre l'alta scarpata rocciosa della valle stessa, piegando verso ovest all'altezza della frazione Vezzane di Caprino Veronese, mantenendosi poi entro le pendici del gruppo del Baldo a un'altezza di circa 550 m s.l.m. per scendere infine verso il lago all'altezza di Torri del Benaco.

Così delimitata, la DOC comprende anche, oltre all'areale dell'anfiteatro morenico – costituito da depositi glaciali incoerenti –, vasti affioramenti rocciosi nel settore nord, sia lungo la scarpata dell'Adige che alle falde del Monte Baldo, con altre maggiori emergenze rocciose alla Rocca Vecchia di Garda e al Monte Moscal.

Il paesaggio morenico nel settore centro-meridionale si presenta caratterizzato da una fitta serie di colline allungate, separate talora da strette vallecicole o da ampie piane ghiaiose, con dislivelli generalmente compresi entro 50-100 m. In molti punti le cerchie risultano talmente addossate da generare depressioni chiuse, buona parte delle quali ha ospitato piccole torbiere. Le ondulazioni divengono molto più significative nel settore nord, nel quale alla presenza di affioramenti rocciosi si sommano anche i depositi connessi alla piccola lingua glaciale che scendeva lungo la valle dell'Adige e che ha generato un proprio anfiteatro morenico, compreso tra Affi e Caprino V detto "di Rivoli Veronese". In questa zona un'ampia piana fluvioglaciale separa i due apparati morenici, oltre a delimitare le pendici dei primi versanti del Monte Baldo. Questi ultimi sono tuttavia rivestiti per buona parte dell'area compresa nella DOC da depositi glaciali antichi, lasciati da discese del ghiacciaio evidentemente molto più consistenti di quelle che hanno costruito i due anfiteatri attualmente osservabili.

L'area DOC comprende per intero il territorio dei comuni di Garda, Bardolino, Affi, Cavaion Veronese, Pastrengo, Lazise, Castelnuovo del Garda, e pro parte quello di Torri del Benaco, Costermano, Caprino Veronese, Rivoli

Veronese, Bussolengo, Sona, Peschiera del Garda, Sommacampagna, Valeggio sul Mincio.

La zona ricade nelle seguenti sezioni della Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:10.000:

101130	San Zeno di Montagna
101140	Caprino Veronese
101150	Dolcè
123010	Garda
123020	Rivoli Veronese
123030	Cavalo
123050	Bardolino
123060	Cavaion Veronese
123090	Colà
123100	Pastrengo
123110	Bussolengo
123130	Peschiera del Garda
123140	Castelnuovo del Garda
123150	Sommacampagna
144010	Valeggio sul Mincio
144020	Custoza
144030	Villafranca di Verona

Le pianure sono coltivate a seminativo e a vigneto, e in zona collinare prevale il vigneto accompagnato da oliveti, seminativi ed erbai. Laddove le pendenze divengono severe e in presenza di substrato roccioso, prevalgono i boschi di latifoglie. La maggior parte delle aree in forte pendenza su substrato morenico sono state gradonate nel corso del tempo. Interventi di questo tipo si ritrovano anche in aree detritiche al bordo dei rilievi su substrato roccioso, e persino in aree a suoli molto sottili su roccia; la maggior parte di queste posizioni sono state tuttavia abbandonate negli ultimi decenni e vengono più o meno velocemente rioccupate dal bosco.

3.2 INQUADRAMENTO AMBIENTALE

Geologia

Sotto il profilo geologico l'area è caratterizzata dalla presenza di rocce consolidate e rocce sciolte.

I substrati a rocce consolidate comprendono le formazioni di seguito descritte.

- calcari compatti od oolitici, e calcari argillosi, generalmente grigi o talora giallastri, in grosse bancate, con intercalazioni di calcari più o meno marnosi, organogeni "Calcari grigi di Noriglio" – Giurassico (Toarçiano – Hettangiano);
- calcari oolitici, giallastri, con noduli di selce e giunti di stratificazione marnosi, passanti superiormente a



calcarei oolitici gialli e rosei "Calcarei Oolitici di S. Vigilio" – Giurassico (Aaleniano – Toarciano);

- calcari nodulari, rossi e rosei "Rosso Ammonitico veronese" – Giurassico (Titoniano inf. – Baiociano);
- calcari marnosi, grigio-biancastri, con intercalazioni argillose verdognole, talora selcifere, con impronte di fucoidi; marne nere scistose con squame di pesci; calcari bianco-avorio, con noduli di selce, ben stratificati, a tintinnidi "Biancone" – Cretacico (Cenomaniano – Titoniano sup.);
- scisti argillosi grigio-giallastri e marne ceneri, sfumanti superiormente in marne rosate; calcari marnosi rossi, fittamente stratificati, terminanti con tipici hard-grounds; calcari compatti rosei o bianco-verdognoli, nastriformi (lastame) e calcareniti, in banchi, con intercalazioni di marne grige; calcari rossi con liste di selce bruna "Scaglia rossa" – Cretacico (Maastrichtiano – Turoniano);
- calcari marnosi, più o meno tufacei, talora glauconitiche; marne grigiastre, a volte con selce grigia o bruna, a piccoli nummuliti, discocline e assiline; calcari lastroidi, con selce e noduli piritiferi; calcari marnosi, rosei, con intercalazioni di argille rossicce e con selce cromofila in lenti, talora di spessore ridotto e con lacuna nella parte inferiore; straterelli di calcareniti o marne – Paleocene (Cuisiano – Paleocene);
- calcareniti giallastre; calcari compatti; calcari marnosi, tufacei; calcari terrosi giallognoli (Pietra Gallina di Avesa); calcari marnosi; calcari nulliporici e coralligeni – Eocene (Luteziano);
- calcareniti con intercalazioni marnose cineree – Oligocene;
- calcari marnosi – Miocene (Langhiano inf – Aquitano).

Come si può vedere si tratta sostanzialmente di materiale carbonatico le cui varianti presentano alternative relativamente limitate di comportamento. Va tuttavia detto che i calcari compatti appartenenti ai termini più antichi della serie tendono a dare forme di alterazione e disgregazione più limitate arrivando a mettere a disposizione della pedogenesi coperture detritiche decisamente più ridotte, mentre principalmente sui calcari marnosi e sui termini calcarenitici si sviluppano molto più agevolmente pedotipi relativamente profondi.

Le forme tendono a essere dirupate laddove agenti erosivi molto consistenti, come l'azione d'urto del ghiacciaio del Garda e quella erosiva fluviale dell'Adige, hanno creato alte scarpate la cui evoluzione sembra comunque attualmente molto rallentata se non assente; laddove invece le forme sono state esposte all'azione di forze molto più deboli quali le sole acque di versante combinate al normale disfacimento delle rocce, le superfici risultano decisamente più arrotondate, pur manifestandosi

in questo caso una chiara differenza tra i materiali più compatti e quelli più morbidi e alterabili. Buona parte del materiale litoide presente risulta inoltre decisamente interessante per l'industria delle pietre da taglio e questo ha portato a un consistente sviluppo dell'attività di cava, in particolare nel settore compreso tra Rivoli e Caprino. Tra i materiali incoerenti si possono distinguere quelli messi in posto dai ghiacciai (anfiteatro morenico), dai corsi d'acqua (piane alluvionali antiche e recenti) e dall'azione combinata di acque e gravità (colluvi e falde detritiche).

In un anfiteatro morenico sono presenti i **depositi connessi all'attività glaciale**, che possono avere caratteristiche granulometriche e di permeabilità estremamente diverse fra loro.

Si rinviengono nell'area rilevata:

- *till di alloggiamento* – costituenti il materiale principale dei cordoni morenici, caratterizzati da una granulometria eterogenea a dominante sabbiosa e da una forte compattazione (sovracompattamento) che è in grado di ridurre drasticamente la permeabilità dei materiali; tuttavia nelle morene più vicine al lago tende a crescere la componente limosa che, in particolare nella conca dei Ronchi di Castelnuovo, diviene dominante e che, unita alla compattazione, rende i substrati praticamente impermeabili;
- *depositi fluvio-glaciali* – sono i materiali che occupano le principali piane, sostanzialmente analoghi a quelli delle piane esterne all'anfiteatro, costituenti l'alta pianura; trattandosi di materiali depositati dalle acque di fusione del ghiacciaio, sono normalmente ben cerniti, con granulometria prevalentemente ghiaioso-sabbiosa;
- *depositi glaciolacustri* – sono caratterizzati dalla dominanza della frazione limosa e sono prodotti dalla decantazione delle acque di fusione in bacini chiusi; raggiungono contenuti in carbonati estremamente alti; risultano frequentemente poco permeabili il che, se associato alla frequente presenza all'interno di aree chiuse o concave, li associa inevitabilmente a situazioni di generale ristagno idrico;
- *depositi di contatto glaciale* – si tratta di depositi di tipo eterogeneo dati spesso da un combinarsi e giustapporsi di tipologie analoghe a quelle precedentemente descritte sviluppate a contatto del ghiacciaio;
- *depositi colluviali* – non sono connessi all'attività del ghiacciaio ma alla successiva evoluzione delle forme, sono tipicamente costituiti da materiali a granulometria medio-fine depositi dall'erosione diffusa sui versanti dei cordoni morenici; a questi possono essere associati i depositi fini relativamente abbondanti che coprono il fondo delle strette vallecicole che separano cordoni vicini, con fondo relativamente pen-

dente, ma che, non essendo interessate da flussi idrici importanti, risultano coperte da spessori più o meno consistenti di materiali qualificabili come colluvi distali;

- **depositi torrentizi** – laddove le cerchie moreniche sono state addossate dal ghiacciaio a formare erte gradinate, si sono sviluppati alcuni ripidi bacini erosivi al cui sbocco si sono formati conoidi a materiali relativamente ben classati, prevalentemente ghiaioso-sabbiosi;
- **depositi gravitativi** – alcune forme sembrerebbero indicare la presenza di corpi generati da veri e propri distacchi su ripidi versanti morenici probabilmente in seguito all'arretramento del ghiacciaio o per erosione al piede prodotta da attività erosiva fluviale; si tratta di materiali poco diversi da quelli morenici, fatta eccezione per la mancanza del sovra-consolidamento.

I **depositi alluvionali**, pur distinti in fluvio-glaciali o fluviali, mostrano un'evidente caratteristica comune che è quella della selezione granulometrica, dovuta alla cernita dimensionale che le acque correnti operano in funzione della loro velocità sui granuli che possono trasportare o che devono depositare. Dal punto di vista petrografico il materiale si presenta complessivamente eterogeneo, anche se quello derivante dall'erosione dei materiali glaciali mostra un contenuto in carbonati superiore a quello trasportato nelle alluvioni recenti dell'Adige. La granulometria dei depositi fluvio-glaciali presenti nelle piane sia interne che esterne all'anfiteatro e nelle ampie piane interne ad esso è costantemente ghiaioso-sabbiosa, pur con alcune eccezioni, come nel caso della piana interna dell'anfiteatro di Rivoli in cui sono presenti depositi sabbiosi estremamente selezionati, e in qualche altro caso arealmente più limitato. Non sono diversi i depositi dei terrazzi intermedi delle valli di Adige e Mincio, mentre nelle piane fluviali attuali tendono a prevalere depositi sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi, e in aree marginali o colmate da materiali di piena possono prevalere quelli limoso-sabbiosi.

I **depositi detritici** connessi all'evoluzione delle scarpate in roccia sono tipicamente caratterizzati da una pezzatura medio-grande e da una struttura del sedimento detta a supporto clastico, nella quale spesso la matrice fine non occupa per intero i vuoti tra gli elementi più grossolani. La natura di questi materiali è ovviamente collegata a quelli affioranti sulla scarpata che li ha generati.

I **depositi colluviali** in questa zona sono in molti casi frutto di un rimescolamento tra quelli derivanti dall'erosione di suoli su roccia e di suoli su depositi glaciali, ma sono comunque caratterizzati da una struttura a supporto di matrice in cui gli elementi più grossolani sono immersi nella matrice fine. La granulometria prevalente dei depositi tende infatti a essere limoso-argillosa.

Vegetazione e uso del suolo

In termini di vegetazione e uso del suolo, nella porzione centro-meridionale dell'area si possono distinguere abbastanza nettamente alcuni ambienti: la pianura esterna, le pianure interne, le colline moreniche e le colline a substrato roccioso.

La pianura esterna è uniformemente caratterizzata dal prevalere dei seminativi, anche se all'interno della DOC la facilità di gestione di queste aree e la possibile meccanizzazione stanno spostandovi in modo sempre più intenso la vite con una buona presenza di impianti giovani.

Nelle piane interne l'utilizzazione delle superfici è condizionata in modo evidente dalla natura del suolo; infatti laddove compaiono suoli condizionati in modo più o meno pesante dall'idromorfia, l'utilizzazione è essenzialmente a seminativo, mentre laddove i suoli risultano ben drenati si riscontra una certa competizione tra vite e seminativo.

Nelle aree alluvionali della piana dell'Adige, in territorio di Rivoli, si registrano forti presenze di meleti. Altro tipologia di frutteto relativamente diffusa è quella del kiwi, caratterizzata però da posizioni relativamente eterogenee, anche se riferibili principalmente ad aree di piana. Sulle colline moreniche vanno distinte le superfici in bassa e media pendenza nelle quali il seminativo (grano, orzo, erbai) contende le superfici alla vite e in misura molto minore all'olivo, da quelle in forte pendenza in cui vite e olivo prevalgono decisamente.

Sulle pendici meridionali esterne della cerchia morenica va segnalata l'ampia diffusione di coltivazioni a frutteti specializzati, in particolare pescheti.

Lungo le aree a pendenza molto forte, lungo le scarpate erosive e solo limitatamente in aree a pendenze medie e basse sono presenti boschi a carpino e roverella.

Pressoché tutte le superfici del collinare morenico sono state fatte oggetto di modificazioni più o meno intense; queste trasformazioni della morfologia originaria sono avvenute in più fasi, ma quella attualmente in corso, iniziata circa vent'anni fa, ha un carattere di radicalità decisamente superiore alle precedenti e presenta livelli di impatto sul paesaggio che andrebbero attentamente considerati. In queste zone, in particolare quelle prossime al lago, va ovviamente segnalata l'enorme diffusione dell'edilizia residenziale della quale ugualmente andrebbero meglio valutati gli effetti negativi sul paesaggio, ricordando che gli aspetti culturali e paesaggistici costituiscono sempre di più un prodotto associato al vino, la cui perdita e degradazione può avere ripercussioni negative sulle potenzialità del pacchetto vino/territorio che si va a collocare sul mercato.

L'area settentrionale della DOC è caratterizzata da una decisa emersione del substrato roccioso e da un'ampia diffusione del bosco che, alle quote basse, mantiene le

caratteristiche dei boschi della porzione meridionale, mentre spostandosi ai piedi del Baldo e verso l'Adige vede una maggiore diffusione di frassino e nocciolo, cui si aggiunge una moderata presenza di castagneti da frutto. Come segnalato in precedenza, in particolare in territorio di Rivoli V, hanno ampia diffusione le attività di cava, con ampie superfici decisamente alterate dalla presenza delle cave attive, abbandonate e dalle numerose zone di assaggio e ricerca di nuovi fronti di coltivazione.

Nella fascia collinare situata ai piedi del Baldo e nelle valli che risalgono verso nord alle spalle di Caprino V, sono ampiamente diffusi sulle aree a media e bassa pendenza i prati da sfalcio e in misura molto minore i seminativi; vite e olivo sono comunque presenti, anche se in forma di spot localizzati.

3.3 METODOLOGIA DEL RILEVAMENTO

Il lavoro è caratterizzato da un inquadramento geologico e morfopaesaggistico, da rilevamento e della cartografia dei suoli dell'area in esame, in scala 1:20.000, per giungere, in due fasi successive, a una prima identificazione dei suoli presenti nelle aree viticole dell'area DOC Bardolino.

La base cartografica prescelta per realizzare il rilevamento è stata la Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000. La prima fase del lavoro è stata caratterizzata da un iniziale sopralluogo nell'area, cui ha fatto seguito la fotointerpretazione, con utilizzo delle fotografie aeree del volo REVEN del 1987, alla scala di 1:17.000 circa in bianco e nero. Questa ha portato a una individuazione tentativa di aree omogenee in termini di fattori di formazione del suolo, inquadrabili come unità di paesaggio. A questo è seguita una prima fase di rilevamento pedologico, durante il quale, oltre al riconoscimento delle tipologie pedologiche principali presenti nell'area, sono state controllate le chiavi interpretative per la fotointerpretazione in base alle quali è stata redatta la bozza della Carta delle Unità di Paesaggio; questa ha riportato una prima suddivisione gerarchizzata del paesaggio in Sistemi, Sottosistemi, Unità e Sottounità di Paesaggio.

Si sono successivamente verificate le collocazioni dei vigneti proposti quali punti campione per la zonazione, realizzando trivellate in ognuno di questi, e si sono suggeriti gli opportuni interventi correttivi al fine di migliorare la rappresentatività ai responsabili della parte vitivinicola.

Una successiva indagine di campagna durante la quale oltre alle trivellate manuali sono stati realizzati anche profili pedologici, ha portato al completamento delle osservazioni previste nella prima fase (451 trivellate e 52 profili); queste hanno consentito la produzione di elaborati cartografici intermedi di buona approssimazione, oltre che delle relazioni e archivi previsti.

Successivamente si è proceduto alla realizzazione della seconda fase di studio che ha comportato una seconda fase di rilevamento in campagna, volta a migliorare e approfondire i dati raccolti durante la fase precedente. Questa indagine ha permesso la revisione di molti limiti cartografici, l'attribuzione di molte superfici alle relative unità tassonomiche di suolo, con l'adeguamento del loro catalogo attraverso una nuova fase di rilevamento per profili.

Al termine del lavoro di campagna, realizzato in più fasi, si è provveduto alla stesura degli elaborati finali, aggiornati secondo la metodologia e gli standard richiesti dall'Ente committente.

I profili pedologici sono stati classificati secondo la *Soil Taxonomy* (USDA 1998) a livello di famiglia e la classificazione *World Reference Base for Soil Resources* (FAO-ISSDS 1999), e le osservazioni pedologiche realizzate sono state inserite nel database predisposto.

Attraverso la classificazione dei suoli operata secondo il principale sistema tassonomico adottato (USDA), è possibile esplicitare sufficientemente le differenze esistenti tra i suoli rilevati, anche in termini applicativi. Il sistema FAO-ISSDS, sebbene di introduzione più recente e in parte ancora sperimentale, completa le distinzioni fra le diverse tipologie di suoli per alcune caratteristiche e rappresenta una ulteriore possibilità di effettuare correlazioni.

Sono state individuate e descritte le unità tipologiche di suolo, che rappresentano le principali varietà di suoli riscontrate nell'area di indagine. In base ai risultati dell'indagine di campagna, e a una seconda fotointerpretazione, è stata effettuata una revisione della Carta delle Unità di Paesaggio, a partire dalla quale è stata elaborata la Carta Pedologica e la relativa legenda. Di ogni unità cartografica individuata è stata compilata una scheda illustrativa.

In particolare gli elaborati finali prodotti, disponibili per un'eventuale consultazione, sono:

- Cartografia dei suoli e delle osservazioni su supporto cartaceo
- Relazione illustrativa
- Archivio delle unità tipologiche di suolo
- Archivio delle unità cartografiche
- Data Base delle osservazioni pedologiche effettuate.

3.4 PROPRIETÀ GENERALI DEI SUOLI

Formazione ed evoluzione dei suoli

L'area risulta moderatamente complessa in termini di qualità chimico-fisica dei materiali di partenza, ma lo è estremamente di più in termini sedimentologici, morfologici e di uso del suolo.

I depositi glaciali risultano estremamente ricchi in carbonati, e relativamente simili sono i depositi fluvio-glaciali e

glaciolacustri ad essi collegati. I depositi alluvionali del Mincio presentano tenori in carbonati di poco inferiori. I substrati rocciosi presenti sono costituiti da rocce calcaree e calcareo-marnose, così come lo sono i depositi torrentizi ed eluvio-colluviali che da essi derivano. I materiali meno ricchi in carbonati sono le alluvioni medio-recenti della piana valliva dell'Adige.

Nel settore settentrionale dell'area indagata, tra i materiali di partenza compaiono i substrati rocciosi e i depositi incoerenti derivanti dall'alterazione e dall'erosione dei versanti su cui questi affiorano. Tra i materiali incoerenti ve ne sono di derivanti direttamente da versanti rocciosi e altri prodotti da una commistione tra questi e i materiali morenici che lasciano a quote più basse i rilievi stessi.

Un parametro fondamentale che ha condizionato la lettura delle coperture pedologiche di tanta parte dell'area rilevata è l'intervento dell'uomo che ha pesantemente modificato gran parte delle superfici.

I processi pedogenetici prevalentemente riconosciuti nell'area sono: brunificazione, rubefazione, lisciviazione dei carbonati, illuviazione delle argille, gleyzzazione.

Il processo pedogenetico presente inizialmente ovunque è quello dell'accumulo della sostanza organica; questo da tipicamente origine agli orizzonti A dei profili, in cui il materiale organico umificato risulta incorporato e legato alla frazione minerale. Forti apporti in sostanza organica, la cui decomposizione venga rallentata in presenza di cationi bivalenti (calcio in particolare), e/o di forte inumidimento, può dar luogo alla formazione di un orizzonte diagnostico di superficie detto "**mollico**", ric-

co in humus e in basi, di colore bruno-nerastro; questa situazione tende a svilupparsi con frequenza su substrati molto calcarei sia nel tratto collinare a substrato roccioso, sia su substrati morenici in cui è solitamente legato a condizione di forte idromorfia.

La percolazione, ossia l'infiltrazione dell'acqua nel suolo, ha come conseguenza la dispersione in soluzione di ioni positivi e negativi a velocità anche molto diversa fra loro; l'acqua scendendo in profondità nel profilo trascina verso il basso i soluti. Negli orizzonti più profondi del profilo possono svilupparsi consistenti fenomeni di rideposizione di carbonato di calcio, che conducono allo sviluppo di concrezioni carbonatiche di varia forma e dimensione o che possono portare ad un aumento diffuso del tenore di CaCO_3 dell'orizzonte, in cui si sarà depositato carbonato in forma diffusa, pulverulenta, tale da conferirgli un contenuto superiore a quello degli orizzonti posti sopra e sotto. Questi caratteri consentono l'individuazione dell'orizzonte diagnostico di profondità detto "**calcico**" individuato come Ck. La sua diffusione è particolarmente ampia nei suoli della pianura fluvio-glaciale, ma è molto comune anche nel morenico, meno frequente nelle aree a substrato roccioso; nelle aree interessate da fenomeni erosivi, naturali o antropici, quest'orizzonte può costituire l'unico orizzonte diagnostico rimasto.

Nei depositi sottoposti all'azione degli agenti atmosferici si sviluppano processi di alterazione fisico-chimica consistenti nella disgregazione meccanica delle particelle di maggiori dimensioni (ghiaie e sabbie) e nella trasformazione dei minerali originari in minerali secondari attraverso reazioni di idratazione, idrolisi e ossidazione.



L'alterazione ha come conseguenza una variazione più o meno accentuata della tessitura e del colore degli orizzonti che ne vengono interessati. L'evidenza di questi caratteri, cui si associano sovente una almeno parziale lisciviazione dei carbonati e la presenza di un'organizzazione in aggregati strutturali dell'orizzonte, porta all'individuazione dell'orizzonte diagnostico detto "**cam-bico**" individuato dalla notazione Bw. È diffusamente documentato sulle colline calcaree, e comunque nelle aree in forte pendenza a substrato coerente, come nella piana valliva di Adige e Mincio, nelle cui alluvioni medio-recenti è altrettanto diffuso; lo si ritrova anche nelle vallecole e conoidi di analogo significato del morenico e comunque nelle aree di rideposizione medio-recente di materiali erosi sulle colline.

I processi di alterazione risultano più consistenti nelle porzioni superficiali del suolo; qui ha luogo la genesi di argille di neoformazione che, unitamente a quelle già presenti, possono essere raccolte dall'acqua di percolazione per essere depositate in orizzonti profondi. La deposizione di argilla illuviale porta alla formazione di orizzonti diagnostici detti "**argillici**", indicati come Bt. L'argilla illuviata è presente sotto forma di pellicole sulla superficie degli aggregati, nei pori, nelle fessure o come ponti fra i granuli sabbiosi. L'orizzonte argillico presenta tipicamente un contenuto in argilla superiore rispetto agli orizzonti di superficie ed a quelli sottostanti. Il processo di eluviazione-illuviazione per poter manifestare i propri effetti in modo consistente richiede una notevole continuità temporale e la stabilità delle superfici, di conseguenza l'orizzonte argillico, rinvenibile un po' ovunque nell'area rilevata, è assente nelle zone di genesi più recente e da quelle fortemente antropizzate del morenico; è assente infine nelle aree interessate da depositi recenti e pesante idromorfia.

Al di sotto dell'orizzonte argillico, in presenza di materiali contenenti inizialmente dei carbonati, è spesso presente un orizzonte calcico. La lisciviazione dei carbonati precede l'argilluviazione; l'esperienza di rilevamento suggerisce tuttavia che in alcuni casi i due processi possano in parte sovrapporsi.

Un pedoclima che favorisca la disidratazione degli ossidi di ferro che accompagnano le argille illuviali è, con ogni probabilità, la condizione primaria per giungere alla **rubefazione** di un suolo; il processo di rubefazione avviene in particolare a carico degli orizzonti argillici e consiste nell'acquisizione di colorazioni via via più rossastre; le colorazioni più intense si dovrebbero raggiungere nei suoli ben drenati, tuttavia nell'area esse coincidono con orizzonti ricchi in argilla. È un processo legato a fasi climatiche più aggressive e contrastate di quella attuale.

Nell'area rilevata sono presenti paleosuoli, o quantomeno suoli con orizzonti argillici molto spessi, mancano tuttavia segnalazioni di orizzonti a fragipan e plinthe

come inventariati invece dal rilevamento del settore bre-sciano dell'anfiteatro.

Non è stata rilevata in modo netto la presenza di significativi processi vertici. Nell'area sono tuttavia relativamente presenti suoli che manifestano caratteri a essi riferibili ma di minor consistenza.

Nei suoli maldrenati gli orizzonti in cui si alternano condizioni ossidanti e riducenti mostrano tracce di **gleyfizzazione** (o gleyzzazione) più o meno intense; queste sono connesse alla presenza in forma ridotta od ossidata di Fe, corrispondenti a variegature e screziature di colore, in cui quelle bruno-rossicce ne indicano la presenza allo stato ossidato, mentre quelle grigio-azzurre ne indicano lo stato ridotto. Stati di idromorfia possono essere connessi alla presenza della falda freatica all'interno del suolo, o falde sospese connesse a forti riduzioni della permeabilità causate da orizzonti a tessitura fine o molto compatti.

La distribuzione dei suoli all'interno del paesaggio assume connotazioni specifiche col variare dello stesso, a seguito del modificarsi dei rapporti fra i fattori e i processi pedogenetici sopradescritti.

3.5 CARTA DEI SUOLI

La legenda della carta dei suoli

La legenda della carta dei suoli (vedi Appendice) costituisce una sintesi delle informazioni acquisite. Vi sono contenute sia caratteristiche del paesaggio e dell'ambiente che dei suoli delle singole unità cartografiche.

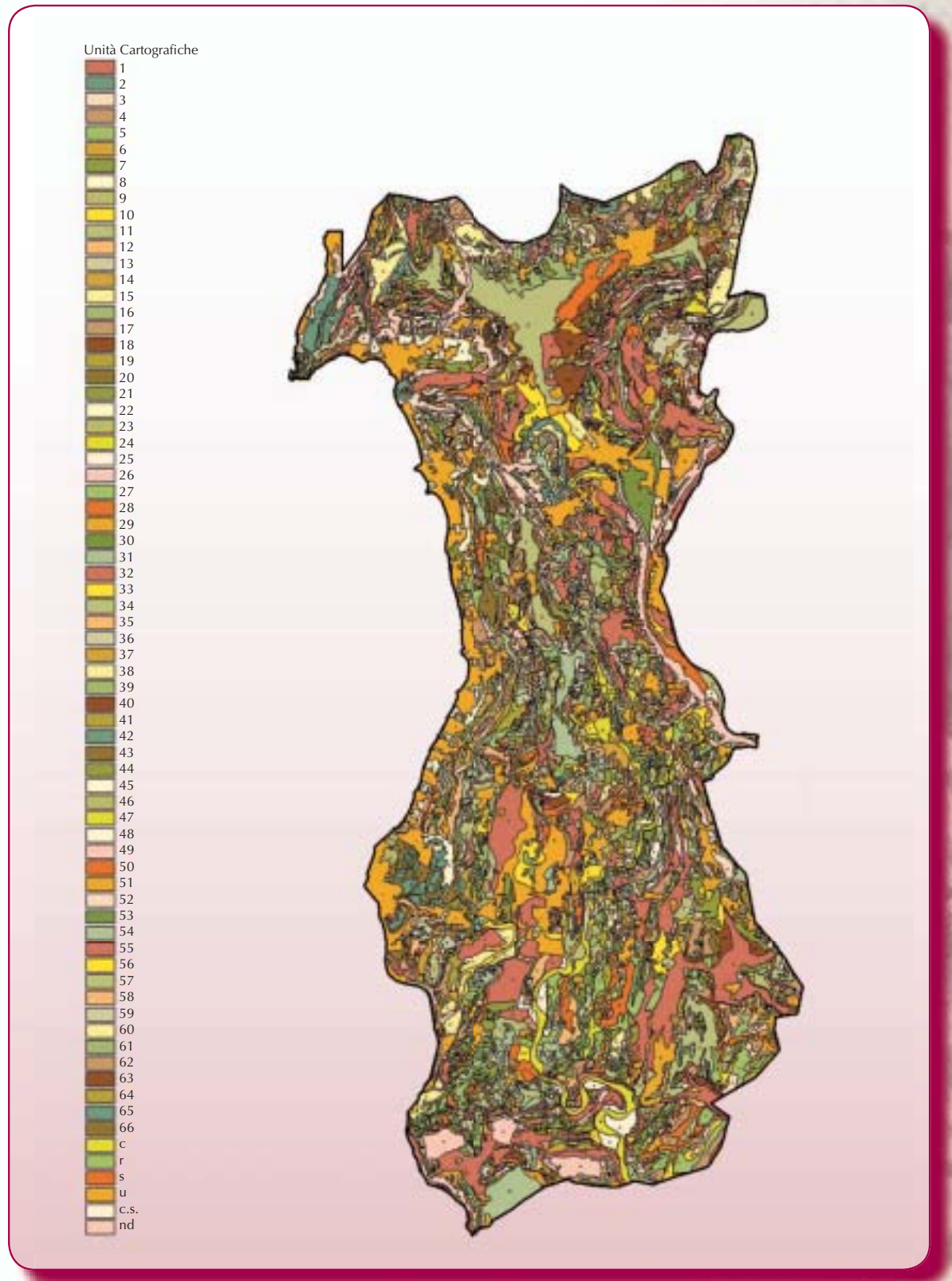
È suddivisa in otto sezioni: le prime quattro riguardano il paesaggio e l'ambiente, altre due servono per la correlazione tra legenda e carta, le ultime due descrivono il suolo.

Le prime quattro sezioni della legenda consentono di individuare gli ambienti di formazione dei suoli attraverso gradi di approfondimento successivi. La prima sezione è disposta orizzontalmente ed individua i grandi ambiti territoriali (i sistemi) nei quali è suddivisibile l'area studiata. La seconda, terza e quarta sezione riportano rispettivamente i sottosistemi, le unità e le sottounità di paesaggio, suddivisioni progressive nelle quali gli aspetti litologici, geomorfologici e di paesaggio entrano in gioco a livelli di dettaglio sempre più approfonditi.

La quinta sezione contiene i numeri arabi che individuano le unità cartografiche e la sesta sezione ne contiene la siglatura alfanumerica legata alle unità di suolo costituenti, di ognuna delle quali viene riportato il profilo rappresentativo. Le unità di suolo sono connotate da tre lettere e da un numero che indica la fase di suolo.

Nella settima sezione è riportata una sintetica descrizione dei suoli, mentre nell'ultima è riportata la classificazione dei suoli secondo la *Soil Taxonomy* (USDA).

Carta pedologica del Bardolino (vedi legenda in Appendice)



Descrizione delle unità cartografiche

L'area ricade nei 4 sistemi di seguito definiti:

- Anfiteatri morenici connessi all'apparato glaciale atesino
- Pianura alluvionale pre-wurmiana e del Wurm antico e medio
- Pianura alluvionale risalente al pleni-tardiglaciale Wurm
- Rilievi collinari prealpini

SISTEMA: Anfiteatri morenici connessi all'apparato glaciale atesino

SOTTOSISTEMA: Depositi morenici di varia età costituiti da sedimenti glaciali e subordinatamente fluvio-glaciali e di contatto, variamente alterati, costituenti deboli rilievi disposti in forma di cordone arcuato o addossati ai rilievi montuosi calcarei (MR).

UNITÀ: Depositi costituiti da sedimenti glaciali sabbioso-limosi con ghiaie sovraconsolidati e subordinatamente depositi cerniti; le forme dei rilievi sono in gran parte rimodelate dall'uomo. (MR1)

UNITÀ: Superfici di raccordo fra i rilievi morenici e le piane fluvio-glaciali o fluvio-lacustri, a depositi colluviali sovrapposti a depositi morenici e fluvio-glaciali; conoidi alluvionali provenienti da incisioni sui versanti morenici, in genere dirette verso il lago. (MR2)

UNITÀ: Terrazzi subpianeggianti rilevati sulle piane fluvio-glaciali interne (MR4) di origine antropica e naturale, questi ultimi spesso corrispondenti a terrazzi di kame sono occupati da depositi di contatto glaciale (MR3)

UNITÀ: Valli e piane a morfologia subpianeggiante o lievemente ondulata, in cui prevalgono depositi fluvio-glaciali e glaciolacustri generalmente ben classati, correlabili ai depositi dell'alta pianura ghiaiosa (MR4), e colmature colluviali oloceniche.

UNITÀ: Aree in cui l'idromorfia è dovuta alla falda subaffiorante, riscontrabili sia in corrispondenza di conche lacustri prive di drenaggio esterno naturale, sia in prossimità dei corsi d'acqua (MR6)

UNITÀ: Piane retromoreniche ondulate e mal drenate, prossime al lago, a sedimenti fini limoso-argillosi sovraconsolidati. Uso del suolo prevalente a vite e seminativo (MR7)

UNITÀ: Solchi vallivi che generalmente incidono le piane fluvio-glaciali interne, rappresentative del reticolo idrografico olocenico, generalmente sovradimensionati rispetto ai corsi d'acqua presenti (MR8)

UNITÀ: Incisioni a "V" e grandi scarpate erosive con versanti estremamente pendenti prodotte da erosione torrentizia o fluviale, generalmente boscate (MR9)

Il sottosistema MR comprende le aree ascrivibili ai depositi lasciati dalle avanzate glaciali del Pleistocene superiore. In questo caso la geologia segnalerebbe consistenti differenze nell'età di messa in posto di quanto è cartografato in questo sottosistema; tuttavia dopo una iniziale impostazione che teneva separate le aree a depositi morenici retrostanti a Caprino V. e quelle della zona di Custozza, il rilevamento, pur avendo in qualche modo confermato l'esistenza di questa differenza cronologica, ha anche evidenziato che, occupandosi questa carta di suoli, sarebbe stata un'enorme forzatura differenziare aree i cui suoli prevalenti erano decisamente convergenti, per cui si è deciso di ricomprendere tutto nello stesso sottosistema. Si distinguono come unità:

- cordoni morenici costituiti da depositi glaciali prevalentemente sovraconsolidati su cui si possono rinvenire suoli molto diversi, da non differenziati, laddove prevalgono fatti erosivi sia naturali che antropici, a suoli moderatamente differenziati legati sia a una evoluzione recente delle coperture sia a una erosione o decapitazione o un rimaneggiamento incompleto che lascia almeno una parte degli orizzonti profondi, e infine a suoli ben differenziati che in aree relativa-

mente stabili rappresentano il suolo in armonia con la superficie. Le tessiture del substrato sono uniformemente franco-sabbiose, queste dominano anche nei suoli non o poco evoluti, mentre risultano più fini in quelli evoluti.

- Fasce colluviali caratterizzate da depositi con tessiture connesse a quelle dei versanti di provenienza ma comunemente più fini con prevalenza di famiglie franco-fini; sono più diffusi i suoli ben differenziati, in qualche caso anche molto profondi. Le superfici di collegamento non sempre hanno origine colluviale, ma sono presenti anche materiali glaciali e fluvio-glaciali su cui si rinvengono suoli analoghi alle tipologie dei cordoni o delle piane.
- Terrazzi collocati in genere nella porzione interna dei cordoni; risultano isolati lungo il versante o strutturati, laddove le cerchie risultano schiacciate l'una sull'altra, in forma di gradinata, se di origine naturale; i terrazzi di origine antropica risultano ricavati da spianamenti di aree a minor pendenza già presenti sui cordoni, o da veri e propri terrazzi di contatto naturali che, essendo spesso ondulati, vengono in questo modo resi disponibili per un'utilizzazione ef-

ficiente, in particolar modo per quanto riguarda la distribuzione delle acque. Spesso queste superfici risultano decisamente composite con materiali glaciali sovraconsolidati nella fascia lungo l'orlo del terrazzo, depositi colluviali alla base della scarpata superiore o, se asportati e la sezione è stata squadrata asportando materiale al piede, possono ricomparire materiali glaciali; nella porzione interna, se di forma piana, possono essere presenti materiali selezionati e deposti da acque più o meno trattive, oppure derivare da colmature a opera di colluvi distali, e in quest'ultimo caso possono essere presenti consistenti problemi di drenaggio. Tra i suoli rappresentativi di queste superfici ve ne sono di naturali ben differenziati, altri in cui l'antropizzazione ha alterato gli orizzonti di media profondità consentendo di inserirli comunque tra quelli moderatamente differenziati, e suoli poco o moderatamente differenziati derivanti da ricoperture antropiche decimetriche o metriche, molto variabili da punto a punto. Dal punto di vista cartografico queste superfici hanno spesso presentato il dubbio se definirle come terrazzi o se invece separare la sottile cortina glaciale presente al bordo e l'area leggermente depressa interna, perdendo un'attribuzione morfologica che sul posto spesso risultava piuttosto immediata; si è scelta questa seconda opportunità quando queste forme avevano una certa continuità laterale.

- Piane e valli fluvioglaciali pleistoceniche e oloceniche rappresentano l'insieme delle strutture allungate e ribassate di separazione tra i cordoni; comprendono sia vere e proprie piane fluvioglaciali correlabili con le conoidi esterne al morenico, sia vallecole in genere colmate da colluvi distali e loro rielaborazioni ad opera di piccole linee di flusso. Le piane fluvioglaciali sono caratterizzate da depositi grossolani selezionati, ghiaioso-sabbiosi, e da suoli che spesso seguono la micromorfologia connessa alla struttura a corsi d'acqua intrecciata che hanno depositato i materiali, con suoli sottili sulle isole ghiaiose costantemente distrutti dalle lavorazioni e suoli poco più profondi, ben differenziati, solitamente rossastri, in corrispondenza degli antichi canali (paleoalvei). Nelle vallecole invece dominano suoli interessati da fenomeni più o meno pesanti di idromorfia connessa sia alle tessiture fini che al drenaggio esterno difficoltoso, anche se quasi sempre aiutato da canali drenanti posti lungo la linea topograficamente più bassa. Il grado di evoluzione è vario ma dominano suoli moderatamente o ben differenziati.
- Laddove i cordoni morenici giungono ad addossarsi uno all'altro o dove il fronte morenico risultava fra-

stagliato e articolato, spesso si sono sviluppate aree chiuse prive di drenaggio naturale, che sono divenute il punto di raccolta delle acque provenienti dai versanti circostanti; ciò ha generato bacini lacustri e torbieri che con il tempo sono state colmate, anche se la coltivazione della torba ha in qualche caso ricostruito alcuni di questi piccoli bacini. I depositi presenti sono estremamente vari: colluvi distali, argille e limi di decantazione, depositi torbosi, colmature antropiche da bonifica. L'evoluzione dei suoli è poco significativa perché rallentata dalle condizioni di idromorfia in genere estremamente pesanti. Sono molto diffusi suoli con orizzonti superficiali ricchi in sostanza organica.

- Nella parte più interna della conca dell'anfiteatro gardesano compaiono depositi glaciali limoso-argillosi organizzati in deboli ondulazioni forse riferibili a cordoni costruiti con materiale glaciolacustre depositatosi nella conca lacustre e rimossi e compattati da nuove avanzate della lingua glaciale. Si tratta di depositi sostanzialmente impermeabili e i suoli risultano moderatamente erosi sui dossi dal deflusso delle acque e dalle lavorazioni, mentre nelle deboli depressioni che raccolgono le acque si sono depositati materiali argillosi spesso caratterizzati da orizzonti superficiali ricchi in sostanza organica e laddove invece le acque trovavano una via d'uscita i depositi divengono sabbioso-limosi; in entrambi i casi è presente una consistente idromorfia.
- Durante il tardo Pleistocene superiore e l'Olocene, le acque raccolte dal reticolo drenante riunendosi hanno dato luogo ad aste torrentizie di dimensioni tali da consentire una forte attività dapprima erosiva e poi deposizionale, che ha generato ristrette vallecole ribassate tramite scarpate rispetto al paesaggio circostante. Sulle superfici debolmente rilevate compaiono suoli arrossati, ben differenziati, non diversi da quelli presenti sui terrazzi più alti delle valli fluviali, mentre nella piana alluvionale, si rinvengono suoli fortemente condizionati dalla falda poco profonda, alcuni dei quali, ad orizzonte superficiale nerastro, testimoniano condizioni pesanti di idromorfia, tali da rallentare la degradazione della sostanza organica.
- Laddove il morenico è strutturato in edifici molto ripidi ed a forte dislivello si sono sviluppati profondi e stretti bacini erosivi a "V" sui cui fianchi compare il materiale glaciale esposto dall'erosione o depositi di versante; i suoli, vista la sensibile instabilità delle superfici, sono tipicamente sottili e non, o poco, evoluti. Nei depositi al piede al contrario i suoli risultano profondi e moderatamente evoluti, anche se caratterizzati da frequenti ricoperture.

3. I SUOLI DEL BARDOLINO

SISTEMA: Pianura alluvionale pre-wurmiana e del Wurm antico e medio

SOTTOSISTEMA: porzioni apicali dei conoidi in corrispondenza degli sbocchi vallivi e dei principali fiumi (EA).

UNITÀ: Aree dossiformi di forma convessa, allungate secondo la massima pendenza, scarsamente rilevate rispetto alle superficie modale della pianura (EA1)

Le piccole superfici attribuite a questo sistema appartengono sia ad antichi apici di conoidi in continuità con l'alta pianura, appoggiate ai rilievi morenici, sia a strutture interpretate come analoghe a queste ma attualmente separate dalle piane fluvioglaciali tramite alte e ripide scarpate ero-

sive connesse all'azione dell'Adige. I depositi sono tipicamente ghiaioso-ciottolosi, ma la condizione di prolungata stabilità delle superfici ha portato allo sviluppo di suoli profondi e molto arrossati, interessati da intensi fenomeni di argilluviazione e completamente decarbonatati.

SISTEMA: Pianura alluvionale risalente al pleni-tardiglaciale Wurm

SOTTOSISTEMA: porzioni apicali dei conoidi in corrispondenza degli sbocchi vallivi e dei principali fiumi (WA).

UNITÀ: Paleoalvei o depressioni di origine torrentizia privi di sedimentazione attiva, delimitate da orli di terrazzo o raccordate alla pianura (WA1)

UNITÀ: Aree fortemente ondulate, modellate da flussi fluvioglaciali in forma di deboli dossi e paleoalvei, ribassate rispetto a EA1 ed incise dai paleoalvei maggiori (WA1).

UNITÀ: Ampie conoidi ghiaiose costituite da materiali fluvioglaciali grossolani non alterati comprese tra l'area morenica e il limite superiore della fascia delle risorgive (WA3)

Questo sottosistema comprende la parte modale delle conoidi fluvioglaciali. Esse sono caratterizzate da una grande uniformità nel substrato ghiaioso-sabbioso, mentre sono relativamente diverse in termini di morfologia delle superfici, cosa che ha condizionato la tipologia dei suoli presenti.

- È presente un unico grande paleoalveo, posto a est di Affi; si tratta con ogni probabilità di un antico tracciato dell'Adige. La superficie risulta depressa di alcuni metri rispetto alle superfici modali della piana, da cui è separata tramite scarpate erosive. Il substrato è costituito da depositi ghiaioso-ciottolosi a matrice sabbiosa e i suoli naturali sono ben differenziati, arrossati, anche se non mancano aree in cui l'antropizzazione ne ha sconvolto l'orizzontazione.
- Sempre presso Affi si ritrova la principale porzione di un'antica conoide caratterizzata da una superficie interessata da fitte e basse ondulazioni (microrilievo superficiale) derivate dalla natura intrecciata dei corsi

d'acqua che hanno messo in posto i depositi. Si alternano in corrispondenza delle isole ghiaiose (barre) suoli rimaneggiati dalle lavorazioni e in corrispondenza dei canali (paleoalvei), leggermente depressi e interessati da una sottile copertura sovrapposta alle ghiaie, suoli ben differenziati, arrossati, ricchi in argilla, anche se poco profondi.

- La terza unità comprende i ritagli delle conoidi proseguiti poi nell'alta pianura modale. I depositi sono tipicamente ghiaioso-sabbiosi, e in questo caso non è sempre evidente una traccia rimanente di paleoidrografia canali intrecciati. I suoli mostrano un approfondimento della pedogenesi leggermente superiore rispetto alle unità precedenti, a testimonianza della prolungata stabilità delle superfici; gli altri caratteri dei suoli sono poco diversi dai precedenti se non per un contenuto in ghiaia nella parte superiore del suolo leggermente maggiore.

SISTEMA: Pianura alluvionale risalente al pleni-tardiglaciale Wurm

SOTTOSISTEMA: Terrazzi di origine fluviale dovuti all'incisione del corso d'acqua rispetto ad un precedente piano di divagazione costituito dall'unità WA3a, delimitati da scarpate erosive e variamente rilevate sulle piane alluvionali (WT).

UNITÀ: Superficie deposizionale originaria del terrazzo (WT1)

UNITÀ: Porzione interna del terrazzo posta al piede della scarpata del terrazzo superiore, occupata in genere da paleoalvei (WT3)

Questo sottosistema comprende i terrazzi di origine fluviale connessi all'azione erosiva di Mincio, Adige e Tione, caratterizzati da suoli in buona parte analoghi rispetto a quelli presenti sulla pianura fluvioglaciale modale.

- La superficie modale dei terrazzi è spesso interessata da antichi canali (paleoalvei) di grosse dimensioni anche se non molto approfonditi, ma a differenza della superficie modale della pianura in questo caso di tratta di canali singoli, da curvilinei a rettilinei e non di forme intrecciate. Al loro interno i depositi sono dati da una sottile copertura limoso-argillosa che so-

vra materiali ghiaioso-sabbiosi e i suoli sono ben differenziati e arrossati; sui affioramenti del substrato (barre) anche in questo caso compaiono suoli sottili ghiaioso-sabbiosi antropizzati.

- Frequentemente in posizione interna nel terrazzo, cioè alla base della scarpata superiore, sono presenti tracce di paleoalvei di maggiori dimensioni, parzialmente colmati, in cui i depositi sabbioso-limosi sovrapposti alle ghiaie-sabbiose del substrato hanno dato origine a suoli profondi, ben differenziati, bruno-rossastri e a drenaggio mediocre.

SISTEMA: Pianura alluvionale risalente al pleni-tardiglaciale Wurm

SOTTOSISTEMA: Piane tardo-olocene (WA).

UNITÀ: Piane alluvionali inondabili con dinamica prevalentemente deposizionale, costituite da sedimenti recenti o attuali (olocene recente) (WA1)

Il sottosistema delimita le piane alluvionali medio-recenti dell'Adige e del Mincio. I depositi sono costituiti da sabbie limose o limoso-ghiaiose ed i suoli presentano un'evoluzione pedogenetica moderata, ma hanno complessivamente buone caratteristiche di profondità, solo

localmente limitata da un drenaggio rallentato in profondità. L'unità comprende anche un ampio paleoalveo del Mincio a depositi limosi nel quale i suoli presentano consistenti problemi di drenaggio.

SISTEMA: Rilievi collinari prealpini

SOTTOSISTEMA: Rilievi collinari e montuosi caratterizzati da frequenti affioramenti del substrato roccioso calcareo e calcareo-marnoso (MAC).

UNITÀ: Versanti con pendenze da elevate ad estremamente elevate, a prevalente copertura boschiva (MAC3)

UNITÀ: Versanti con pendenze da medie ad elevate, a substrato prevalentemente detritico, interessati da gradonature e spietramenti, prevalentemente a prato (MAC7)

UNITÀ: Aree subpianeggianti o con pendenze ridotte costituenti ripiani strutturali intermedi o sommitali (MAC8)

UNITÀ: Falde detritiche (MAC20)

Il sottosistema, appartenente al più ampio sistema dei rilievi collinari prealpini, descrive le colline scolpite nel substrato roccioso calcareo o calcareo-marnoso presenti nella porzione nord della D.O.C. L'individuazione delle unità di paesaggio è fortemente legata al variare della pendenza cui sono inevitabilmente legati l'uso del suolo, la stabilità delle superfici e l'evoluzione dei suoli. Esso comprende:

- Versanti con pendenze molto elevate in cui abbondano gli affioramenti rocciosi ed i suoli si sono sviluppati in genere sotto bosco, sui materiali derivati dalla disgregazione fisica delle rocce del substrato, in parte ridistribuiti dalle acque e dalla gravità. Si tratta di suoli in genere molto superficiali, moderatamente differenziati, ricchi in scheletro e caratterizzati da un orizzonte di superficie ricco in sostanza organica.
- Sui versanti con pendenze medie si rinvengono spesso coperture detritiche, in molti casi interessate da interventi di spietramento e gradonatura, anche se ormai buona parte di queste superfici sembra destinata all'abbandono e a essere rioccupata dal bosco. Nelle aree in cui risulta subaffiorante il substrato ovviamente la profondità del suolo è ridotta; si tratta tuttavia di suoli moderatamente differenziati e ricchi di sostanza organica negli orizzonti superficiali. Sulle superfici modali i suoli sono ben differenziati, argillosi e arrossati, e ricchi in scheletro che, in profondità, risulta decisamente abbondante e di grosse dimensioni.
- Lungo i versanti compaiono aree in genere ondulate o in debole pendenza, qualificabili come terrazzi di varia origine. Costituendo superfici di raccolta dei materiali erosi dai versanti sovrastanti, mostrano una copertura di tipo colluviale e localmente torrentizio alluvionale, la cui età di messa in posto è decisamen-

te variabile. L'uomo è inoltre spesso intervenuto per migliorare e regolare la forma delle superfici al fine di migliorarne l'utilizzazione. Per cui sono presenti sia suoli ben differenziati, arrossati e ricchi in argille, e suoli molto più giovani, moderatamente o poco differenziati; in generale sono comunque relativamente profondi e ricchi in scheletro in profondità.

- Sui fianchi delle maggiori scarpate sono appoggiati grandi fasce di depositi detritici; la maggior parte di questi corpi risulta da tempo stabile ed è coperta da suoli relativamente profondi e ben sviluppati anche se limitati dal substrato estremamente ricco in frammenti rocciosi di varia pezzatura. Le minori aree interessate da falde detritiche attive non sono state indagate.



Le Unità di Paesaggio

Bardolino

- Unità di Paesaggio
- a - Morenico addensato
 - b - Anfiteatro di Rivoli
 - c - Piana di Costermano
 - d - Morena fine
 - e - Piana dei Ronchi
 - f - Morena medio recente
 - g - Morene di Pastrengo
 - h - Argine morenico principale
 - m - Morena di ritiro
 - n - Piane fluvio glaciali
 - p - Morene intermedie
 - z - Versanti rocciosi



Unità di Paesaggio	Descrizione
A - Morenico addensato	<p>Versanti molto articolati con forte pendenza complessiva e prevalente esposizione ad ovest, costituiti da fitte alternanze di terrazzi subpianeggianti e ripide scarpate.</p> <p>I suoli prevalenti sulle scarpate e le aree in maggior pendenza utilizzate a vigneto sono moderatamente profondi, con tessitura franco-sabbiosa e frequente scheletro ghiaioso medio e grossolano; in profondità sono limitati da orizzonti addensati ma il drenaggio è buono. Sono sempre fortemente o estremamente calcarei e da alcalini a fortemente alcalini.</p> <p>I suoli dei terrazzi sono moderatamente o molto evoluti, e in questo caso decarbonatati, moderatamente profondi per la presenza di substrati ricchi in scheletro o addensati; prevalgono tessiture franche o franco-limose e contenuto in scheletro variabile, con drenaggio in genere mediocre. Sono fortemente calcarei, spesso estremamente calcarei nel substrato, ed alcalini.</p>
B - Anfiteatro di Rivoli	<p>Fitta sequenza di bassi cordoni morenici molto addossati, riuniti a costruire un edificio unitario con struttura a semicerchio; si alternano basse e lunghe colline a vallecicole debolmente inclinate; prevalgono le pendenze moderate nel settore ad esposizione ovest, maggiormente vitato. Morfologia fortemente ritoccata dai terrazzamenti. Si alternano suoli non o poco evoluti sulle scarpate e sui substrati glaciali con suoli molto evoluti nelle vallecicole.</p> <p>Sui substrati glaciali prevalgono gli effetti dei terrazzamenti e delle sistemazioni con suoli molto antropizzati, profondi, con tessitura franco-sabbiosa, frequente scheletro ghiaioso, localmente abbondante in profondità; il drenaggio è in genere buono o localmente moderatamente rapido. Sono da fortemente a estremamente calcarei e da alcalini a fortemente alcalini in profondità. Nelle vallecicole i suoli predominanti sono moderatamente profondi, limitati dal substrato ghiaioso-sabbioso, con tessiture franche o franco-argillose, con scheletro frequente e drenaggio buono. Sono in genere scarsamente calcarei e alcalini se non antropizzati.</p>
C - Piana di Costermano	<p>Comprende tutte le maggiori superfici pianeggianti e di raccordo con i rilievi, che circondano l'anfiteatro di Rivoli. All'esterno dell'anfiteatro stesso prevalgono depositi fluvioglaciali ghiaiosi grossolani a sud, mentre a questi si alternano depositi fini nel tratto centro-settentrionale; nella piana all'interno delle cerchie di Rivoli dominano depositi sabbiosi selezionati.</p> <p>I suoli della porzione sud, e dei raccordi in pendenza con le colline, sono sottili o moderatamente profondi, limitati dal substrato ghiaioso-sabbioso, con tessiture franche o franco-argillose e scheletro abbondante; il drenaggio varia da buono a moderatamente rapido. Sono in genere scarsamente calcarei e alcalini.</p> <p>I suoli del settore centro-nord sono profondi con tessiture franco-argillose e modesto contenuto in scheletro; il drenaggio è buono o mediocre nelle zone più basse o concave. Sono inoltre scarsamente calcarei e alcalini.</p> <p>I suoli della piana interna all'anfiteatro sono molto profondi, con tessitura sabbioso-franca e scarso scheletro ghiaioso; il drenaggio è rapido. Sono scarsamente calcarei e da neutri a subalcalini.</p>
D - Morena fine	<p>Cerchie moreniche prossime al lago, a bassa energia di rilievo, con alternanze di cordoni poco rilevati a terrazzi e vallecicole, costituiti rispettivamente da depositi glaciali a componente sabbioso-limosa e depositi fluvioglaciali e colluviali fini.</p> <p>Sui cordoni e versanti a depositi glaciali sono presenti suoli moderatamente profondi limitati da substrati sovraconsolidati con tessitura franca o franco-limosa e scheletro comune; prevale un drenaggio mediocre. Sono estremamente calcarei, alcalini in superficie e fortemente alcalini in profondità.</p> <p>Sui terrazzi subpianeggianti prevalgono suoli moderatamente profondi o profondi, limitati da substrati sovraconsolidati o anossici, a tessitura franca e scheletro comune; il drenaggio prevalente è buono, ma sono consistenti le aree a drenaggio mediocre. Sono fortemente calcarei e alcalini.</p> <p>Nelle vallecicole in genere molto strette ed allungate i suoli sono moderatamente profondi e limitati da orizzonti anossici, con tessiture franco limose e scheletro scarso; il drenaggio è mediocre ma localmente può peggiorare. Risultano molto calcarei e alcalini in superficie, estremamente calcarei e fortemente alcalini in profondità.</p>
E - Piana dei Ronchi	<p>Ampia piana prospiciente il basso lago, articolata in morbide ondulazioni con dislivelli di pochi metri, occupate da depositi glaciolacustri e glaciali a dominante limosa, spesso sovraconsolidati, in genere poco permeabili.</p> <p>Sui deboli dossi si rinvengono suoli sottili, dove erosi, e moderatamente profondi, comunque limitati da substrati sovraconsolidati, a tessitura franco-limosa o franca, con scheletro da scarso a comune; il drenaggio è mediocre. Sono estremamente calcarei, alcalini in superficie e fortemente alcalini in profondità.</p> <p>Nelle depressioni tra i dossi sono presenti suoli moderatamente profondi o profondi, con tessitura variabile da franco-argillosa a franco-sabbiosa e scheletro scarso; il drenaggio è lento. Sono molto o fortemente calcarei e alcalini o fortemente alcalini.</p>

Unità di Paesaggio	Descrizione
F - Morena medio recente	<p>Corona di colline maggiormente rilevata delle cerchie più interne che contornano il lago nel settore centrale del Bardolino; prevalgono nette alternanze tra colline a depositi glaciali e valli a depositi fluvioglaciali e torrentizi olocenici, sovente maldrenati.</p> <p>Sui versanti in forte pendenza i suoli dei gradoni sono approfonditi meccanicamente, hanno tessitura franca o franco-limosa, scheletro comune, mentre con pendenze minori i suoli divengono anche profondi, con tessiture variabili da franco-sabbiose a franco-argillose e scheletro frequente; il drenaggio è in genere buono. Sulle forti pendenze, dove sono più erosi, sono estremamente calcarei e alcalini, mentre su pendenze minori il contenuto in calcare varia, rimanendo mediamente alcalini.</p> <p>I suoli delle vallecicole, che spesso presentano interventi per facilitare il drenaggio superficiale, sono moderatamente profondi essendo limitati da orizzonti anossici connessi alla falda freatica, con tessiture da franco-limose a franco-limoso-argillose e scheletro assente o scarso; il drenaggio è in genere lento. Sono molto calcarei e alcalini, con substrati estremamente calcarei.</p>
G - Morene di Pastrengo	<p>Porzione esterna del Bardolino centrale, costituita da edifici morenici complessi risultanti dall'addossarsi di molti cordoni e dalla loro successiva erosione e separazione in grandi elementi a opera dei flussi fluvioglaciali che hanno generato vallate di dimensioni relativamente ampie.</p> <p>I suoli delle colline, spesso rimescolati da gradonature, in presenza di forti pendenze sono moderatamente profondi e limitati da substrati sovraconsolidati, con tessiture prevalenti franco-sabbiose e scheletro ghiaioso frequente; il drenaggio è buono. Su pendenze minori si alternano suoli moderatamente profondi o profondi, con tessiture, nei tipi più calcarei e alcalini, da franco-sabbiose a franco-limose e scheletro frequente, mentre nei pedotipi decarbonatati le tessiture sono franche o franco-argillose con scheletro comune o frequente; il loro drenaggio è prevalentemente buono.</p> <p>Nelle valli i suoli su depositi fluvioglaciali ghiaioso-sabbiosi, sono in genere sottili con fitte alternanze di strisce a tessiture franche o franco-argillose, scheletro frequente e drenaggio buono, e strisce affiancate con tessiture franco-sabbiose, scheletro abbondante e drenaggio rapido; a questi possono sostituirsi suoli da moderatamente profondi a profondi su depositi di copertura più fini, con tessitura da franca a franco-limoso-argillosa, scheletro da scarso a comune e drenaggio buono. I suoli più grossolani sono fortemente calcarei ed alcalini, mentre quelli più fini sono scarsamente calcarei e alcalini. Localmente compaiono suoli maldrenati.</p>
H - Argine morenico principale	<p>Cerchia morenica a forte energia di rilievo, che raggiunge le quote di gran lunga maggiori all'interno di tutto il paesaggio del Bardolino meridionale, posta a delimitazione dell'anfiteatro morenico a sud e a est, a contatto con la pianura; l'argine è intagliato dalle valli degli scaricatori in uscita sulla pianura. Comprende anche una ampia zona di pianura esterna nella zona di Valeggio. Prevalgono di gran lunga i depositi glaciali intervallati a minori depositi fluvioglaciali e colluviali.</p> <p>In aree ripide e terrazze i suoli sono in genere profondi a causa delle sistemazioni, a tessitura franco-sabbiosa e frequente scheletro ghiaioso; il drenaggio è buono o moderatamente rapido. Sono anche fortemente o estremamente calcarei e alcalini o fortemente alcalini. Sui versanti modali si alternano suoli simili ai precedenti e suoli moderatamente profondi a tessitura franca o franco-limosa e scheletro comune, con occasionale drenaggio mediocre causato dalla ridotta permeabilità del substrato sovraconsolidato. Questi sono in genere estremamente calcarei e fortemente alcalini; sono frequenti orizzonti cementati dai carbonati.</p> <p>Sui versanti in bassa pendenza si alternano a quelli già segnalati suoli in genere profondi con tessitura franca o franco-argillosa, scheletro comune e drenaggio buono; mediamente risultano moderatamente calcarei e alcalini.</p>
M - Morena di ritiro	<p>L'interno dell'argine morenico principale (H) è bordato da deboli ondulazioni strutturate in forma di bassi cordoni e terrazze relativamente discontinui, digradanti verso le ampie piane interne; sono diffuse figure come terrazze di kame e altre connesse alle fasi di ritiro glaciale. Pur se di piccole dimensioni, sono relativamente frequenti aree chiuse o maldrenate.</p> <p>Prevalgono suoli almeno in parte erosi, sottili o moderatamente profondi, limitati dal substrato sovraconsolidato, con tessiture franche o franco-limose e scheletro comune, più raramente frequente, e drenaggio da buono a mediocre. Sono estremamente calcarei e alcalini. Hanno diffusione minore suoli analoghi ma con tessiture franco-sabbiose, scheletro frequente e drenaggio buono, e suoli decarbonatati, se non rimaneggiati, da moderatamente profondi a profondi, con tessitura franco-argillosa, scheletro ghiaioso da comune a frequente e drenaggio buono; sono moderatamente calcarei e alcalini. Sulle superfici dei terrazzi naturali i suoli più consueti sono moderatamente profondi, con tessitura da franca a franco-sabbiosa, scheletro ghiaioso da scarso a comune, drenaggio mediocre, fortemente calcarei in superficie, estremamente calcarei in profondità e alcalini.</p>

Unità di Paesaggio	Descrizione
N - Piane fluvioglaciali	<p>L'unità comprende le due maggiori piane occupate da depositi fluvioglaciali del Bardolino meridionale; a sud infatti le ampie aree tra i maggiori gruppi di cordoni sono state occupate dalle acque dei torrenti proglaciali che hanno depositato in genere depositi ghiaioso-sabbiosi. Queste piane possono localmente essere coperte nelle zone più depresse da depositi di decantazione, o incise da linee di drenaggio tardive; entrambe queste situazioni presentano problemi di drenaggio.</p> <p>I suoli più ampiamente diffusi vedono fitte alternanze di due pedotipi. Uno sottile limitato dal substrato ghiaioso-sabbioso, a tessitura franco-sabbiosa, scheletro frequente e drenaggio rapido, fortemente calcareo ed alcalino, e l'altro poco profondo a tessitura franca o franco-argillosa su ghiaie e sabbie, con scheletro frequente e drenaggio moderatamente rapido, scarsamente calcareo e alcalino. Una variante moderatamente profonda o profonda di quest'ultimo si trova in aree accostate ai rilievi o in strette enclavi intercollinari.</p> <p>Nelle aree più recenti e umide si trovano suoli nerastri, ricchi in sostanza organica, a drenaggio lento, con tessiture da franche a franco-argillose e scheletro variabile in superficie, su sabbie o ghiaie sabbiose in profondità; sono molto calcarei e alcalini.</p>
P - Morene intermedie	<p>Settore maggiormente articolato della DOC con fittissime alternanze di colline, vallecole, terrazzi e conche; l'energia di rilievo cala da nord a sud. Gli elementi arealmente prevalenti sono i versanti collinari moderatamente pendenti su depositi glaciali e le vallecole a depositi molto variabili, in molti casi costituiti da materiali fini di colmata, con drenaggio esterno imperfetto.</p> <p>Sulle aree collinari e i versanti in genere prevalgono suoli da sottili a moderatamente profondi, differenziati in pedotipi a tessiture franco-sabbiose e drenaggio buono o franche/franco-limose con drenaggio tendente al mediocre; presentano entrambi scheletro ghiaioso comune o frequente e sono estremamente calcarei e alcalini. Nelle aree ondulate e in bassa pendenza a questi si alternano anche suoli parzialmente decarbonatati, da moderatamente profondi a profondi, a tessitura franco-argillosa, scheletro ghiaioso comune, drenaggio buono; sono moderatamente calcarei ed alcalini.</p> <p>Nelle vallecole sono molto diffusi, in particolare a sud, suoli sottili o moderatamente profondi limitati da orizzonti anossici, con tessiture da franco-limose a franco-limoso-argillose, prive di scheletro e a drenaggio lento; sono solitamente molto calcarei e alcalini. Sono presenti anche varianti decarbonatate (scarsamente calcaree ed alcaline), prevalentemente franco-argillose, con analoghi problemi di drenaggio. Compaiono inoltre consistenti presenze di suoli simili a quelli maggiormente diffusi nelle piane fluvioglaciali (N) e a quelli che in queste occupano le aree più recenti ed umide.</p>
Z - Versanti rocciosi	<p>La fascia che delimita verso nord la DOC vede comparire in modo diffuso substrati rocciosi prevalentemente calcarei, solo localmente affioranti, in genere coperti da antichi depositi morenici intensamente erosi o da falde detritiche derivanti dai versanti più alti, anche esterni alla DOC.</p> <p>In aree a substrato glaciale, non boscate, prevalgono suoli sottili o moderatamente profondi limitati dal substrato sovraconsolidato, a tessitura franca o franco-limosa, con scheletro ghiaioso da comune a frequente e drenaggio spesso mediocre; sono inoltre estremamente calcarei e alcalini.</p> <p>Sui substrati rocciosi calcarei si trovano suoli sottili limitati dalla roccia, in genere anticamente terrazzati ma attualmente raramente utilizzati, a tessitura franca o franco-argillosa, con scheletro ghiaioso abbondante e drenaggio moderatamente rapido; sono moderatamente o molto calcarei, e subalcalini in superficie.</p>