



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI



DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA

Dottorato di Ricerca in

Difesa e Conservazione del Suolo, Vulnerabilità Ambientale e Protezione Idrogeologica

SSD AGR 14 - PEDOLOGIA

**RILEVAMENTO E RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA DELLA VARIABILITÀ
SPAZIALE DEI SUOLI A DIFFERENTI SCALE D'INDAGINE:
I CASI STUDIO DI MONASTIR E DEL FOGLIO "549 – MURAVERA"**

Dott. VITTORIO ALESSANDRO MARRONE

Coordinatore

Prof. ANTONIO PALA

Tutore

Dott. ANDREA VACCA

XIX Ciclo – 2003-2006

Indice

PREMESSA	5
VARIABILITÀ SPAZIALE DEI SUOLI.....	7
INTRODUZIONE.....	7
FATTORI CHE INFLUENZANO LA GENESI E LA VARIABILITÀ DEI SUOLI	8
VARIABILITÀ SISTEMATICA E VARIABILITÀ CASUALE	10
VARIABILITÀ A DIFFERENTI SCALE DI OSSERVAZIONE	11
VARIABILITÀ ALLA SCALA DI DETTAGLIO: IL CASO STUDIO DI MONASTIR.....	15
INTRODUZIONE.....	15
GEOLOGIA	16
GEOMORFOLOGIA.....	19
CLIMA	20
METODOLOGIE PEDOLOGICHE APPLICATE NELL' AREA DI MONASTIR	25
METODOLOGIE GEOFISICHE APPLICATE NELL' AREA DI MONASTIR.....	27
<i>Introduzione</i>	27
<i>Descrizione del principio fisico sul quale si basa il metodo EMI</i>	28
<i>Fattori che influenzano la conducibilità elettrica</i>	29
<i>Descrizione dello strumento utilizzato: l'EM38DD</i>	31
I SUOLI DELL' AREA DI MONASTIR	33
<i>Sito in località Micceddu</i>	34
<i>Sito in località Su Pardu</i>	42
<i>Considerazioni finali</i>	48
VARIABILITÀ ALLA SCALA DI SEMIDETTAGLIO: IL FOGLIO “549 - MURAVERA”.....	50
INTRODUZIONE.....	50
OBIETTIVI.....	50
GEOLOGIA	51
<i>Descrizione del basamento metamorfico e delle fasi collisionali e post-collisionali</i>	51
<i>Complesso intrusivo Tardo-Paleozoico</i>	52
<i>Coperture mesozoiche e terziarie</i>	53
<i>Stratigrafia dell' area</i>	53
<i>Descrizione delle Unità litostratigrafiche</i>	55
Unità tettonica di Riu Gruppa	55
Unità tettonica del Gerrei	56
Unità tettonica di Meana Sardo	58

Unità tettonica del Sarrabus	58
Complesso Intrusivo Tardo-Paleozoico.....	59
Successione vulcano sedimentaria Tardo-Paleozoica.....	60
Successione sedimentaria Terziaria.....	60
Depositi quaternari.....	61
TETTONICA.....	62
GEOMORFOLOGIA.....	63
CLIMA	66
<i>Classificazione del Clima</i>	70
I SUOLI.....	73
<i>Introduzione</i>	73
<i>Censimento dei lavori pedologici ricadenti all'interno del Foglio "Muravera"</i>	74
<i>Metodologie pedologiche applicate nel Foglio "549 - Muravera"</i>	76
CARTA DELLE UNITÀ DI PEDOPAESAGGIO	77
<i>Introduzione</i>	77
<i>Metodologie utilizzate per la realizzazione della Carta delle Unità di Pedopaesaggio</i>	78
<i>Descrizione delle Unità di Pedopaesaggio</i>	81
Unità A.....	81
Unità B.....	97
Unità C.....	104
Unità D.....	111
Unità E.....	117
Unità F.....	122
Unità G.....	127
Unità H.....	130
Unità I.....	136
<i>Considerazioni finali sui suoli dell'area</i>	138
CONCLUSIONI	140
BIBLIOGRAFIA.....	143
RINGRAZIAMENTI.....	151

Capitolo 1

PREMESSA

La notevole complessità del sistema suolo, in quanto formato dall'interazione di numerosi fattori naturali ed antropici, determina un'alta variabilità spaziale che si riflette in una evidente difficoltà creativa di modelli teorici applicativi e di sintesi. In alcuni casi la geostatistica applicata viene incontro alla modellizzazione spaziale ma a tutt'oggi i rilevamenti, sia quelli tradizionali che quelli con l'applicazione di nuove tecnologie, costituiscono ancora il miglior modo per caratterizzare i suoli di una data area. Resta in ogni caso il problema dell'abbattimento dei costi, in quanto con i normali metodi di rilevamento (apertura di profili, trivellate, analisi chimiche) effettuare misure in tutti i punti di un determinato sito comporta spese elevate e non sostenibili dai normali centri di ricerca e dagli enti pubblici in generale.

In questo lavoro si è sperimentata, nel rilevamento dei suoli ad una scala di estremo dettaglio, la tecnologia EMI (ElettoMagnetismo Indotto). Questa metodologia, già estensivamente utilizzata in altre parti del mondo (Australia, Canada, USA), non ha avuto ancora un utilizzo frequente nel nostro Paese. Ha la prerogativa di essere un metodo speditivo nella mappatura di variazioni pedologiche e di non causare alcun disturbo né alla struttura né ai caratteri dinamici del suolo stesso (Godwin e Miller, 2003; McBratney et al., 2003; Sommer et al., 2003).

In un'altra fase del lavoro, lo studio e la rappresentazione della variabilità dei suoli alla scala di semi-dettaglio sono stati affrontati con i metodi di rilevamento della pedologia tradizionale. È stata scelta un'area molto vasta, coincidente con il Foglio Geologico d'Italia "549-Muravera" in scala 1:50.000. Le indicazioni pedologiche derivanti dai numerosi profili eseguiti (66) sono state adoperate per una valutazione della variabilità spaziale alla piccola scala, in un contesto lito-morfologico molto eterogeneo. La rappresentazione della variabilità spaziale dei suoli è stata, in questo caso, realizzata attraverso la Carta dei Pedopaesaggi in scala 1:50.000. Allo scopo di gestire e visualizzare sinteticamente tutti i dati raccolti in questo triennio è stato inoltre predisposto un sistema informativo geografico (GIS).

Capitolo 2

VARIABILITÀ SPAZIALE DEI SUOLI

Introduzione

Lo studio della variabilità spaziale dei suoli rappresenta una delle più interessanti, e complesse, applicazioni della ricerca pedologica, in quanto mirata alla comprensione dei processi in atto in un preciso ambiente e ad una definizione del rapporto suolo-paesaggio.

La variabilità spaziale non può essere identificata con un unico concetto, in quanto numerosi sono i fattori in gioco e differenti sono gli elementi che vi concorrono. A livello generale, la variabilità spaziale è intesa nel senso che determinati valori, che rappresentano i parametri del suolo, possono cambiare perché cambiano i diversi fattori della pedogenesi da un punto ad un altro dello spazio tridimensionale. Considerando proprio lo spazio come l'estensione su cui un fattore può variare, può essere fatta una prima distinzione di variabilità:

- in senso laterale, in quanto un fattore può variare da un punto ad un altro, lungo differenti direzioni;
- in senso verticale, con variazioni lungo la profondità;
- nello spazio e nel tempo, intendendo una variabilità spazio-temporale; la prima si riferisce ai due punti precedenti, mentre quella temporale si considera in quanto alcune proprietà potrebbero cambiare col passare degli anni, alcune rapidamente mentre altre più lentamente. Per questo motivo alcuni modelli spaziali applicati in un determinato arco di tempo potrebbero essere differenti dai modelli spaziali applicati in un altro periodo;
- dipendente dall'area oggetto di studio, in quanto i fattori e gli effetti della gestione dei suoli sono diversi tra loro e caratteristici per ogni sito. Questo potrebbe accadere, ad esempio, quando vengono modificati i metodi di gestione dei suoli.

Infine, la variabilità può verificarsi anche per altri fattori legati, ad esempio, ad errori nelle misure sia durante il rilievo che nella fase di restituzione dei dati. Questa, definita variabilità casuale (*random*) (Couto et al., 1997), verrà analizzata in maniera dettagliata nei prossimi paragrafi.

I numerosi fattori e variabili in gioco costringono lo scienziato del suolo alla raccolta di un numero molto elevato di informazioni. La correlazione di tali dati necessita di strumenti tecnologici ed informatici adatti, che aiutino il pedologo sia nella gestione che nella successiva visualizzazione attraverso la realizzazione degli elaborati cartografici.

Negli ultimi decenni proprio il notevole sviluppo dell'industria informatica e le nuove tecnologie applicate allo studio dei suoli (cf. prg. "Metodologie geofisiche applicate nell'area di Monastir") hanno consentito un ragguardevole passo in avanti. Oggi l'applicazione dei sistemi di posizionamento globali (GPS e DGPS), l'introduzione dei sistemi informativi geografici (GIS), la possibilità di applicazione dei metodi di telerilevamento e di quelli geofisici hanno considerevolmente aumentato la capacità di identificare, monitorare, analizzare e verificare la variabilità spaziale dei suoli (Miao et al., 2000). Ma, nonostante l'elevato valore degli ultimi ritrovati tecnologici, l'alta variabilità dei suoli costringe ad avvalorare l'applicazione di metodi geostatistici e di quelli appena menzionati (EMI) con verifiche effettuate attraverso i tradizionali metodi di rilevamento.

Fattori che influenzano la genesi e la variabilità dei suoli

Prima di continuare ed addentrarci ulteriormente nello studio della variabilità dei suoli è indispensabile una premessa per individuare i parametri che più di tutti influiscono sui processi, ed il loro ruolo nel contesto generale. I parametri e le variabili, come detto in precedenza, sono diversi proprio perchè il suolo è considerato, già da parecchio tempo, come un corpo quadridimensionale (tempo e spazio) "naturale indipendente, con una sua propria morfologia di profilo risultante da un'unica combinazione di clima, forme biologiche, materiale derivante dalla roccia madre, dalla topografia e dal tempo" (Dokuchaev, 1885). Per sintetizzare ciò possiamo fare riferimento alla ben nota, e sempre valida, equazione di Jenny del 1941, $S = f(c, o, r, p, t)$, in cui il suolo viene espresso come funzione del clima, degli organismi viventi, del rilievo, della roccia madre e del tempo.

Il clima influisce sulla pedogenesi in quanto agisce sui costituenti il sistema suolo attraverso l'alterazione della roccia madre, lo sviluppo della vegetazione e la

modificazione della forma del paesaggio. La vegetazione è strettamente influenzata dal clima e condiziona i processi di formazione del suolo. Ad esempio, la presenza di una densa copertura boschiva garantisce un continuo apporto di sostanza organica e svolge un ruolo di protezione dall'azione erosiva delle acque di ruscellamento. Il rilievo influisce, invece, dapprima in modo indiretto, in quanto attraverso l'esposizione può ad esempio condizionare l'intensità delle precipitazioni e dei venti, e poi in modo diretto, in quanto la pendenza può innescare processi gravitativi e fenomeni di ruscellamento. La roccia madre fornisce la materia prima ai processi pedogenetici. Infatti, l'alterazione della roccia fornisce la frazione minerale che rappresenta l'input per i successivi processi di sviluppo del suolo. In presenza di rocce tenere, o comunque facilmente alterabili, i suoli possono assumere forme ben sviluppate in assenza di particolari processi erosivi, mentre la presenza di rocce fortemente massive e litoidi ostacola i processi pedogenetici determinando talvolta la presenza di suoli sottili, talora limitati a semplici coperture di spessore centimetrico. Infine, il fattore tempo è decisivo per lo svolgersi delle azioni determinate dai fattori precedenti. Quindi, la variabilità spaziale non può certamente prescindere da tutti questi fattori che influiscono, in maniera differente, sui processi pedogenetici.

Le teorie pedologiche tradizionali dimostrano che, dove le condizioni ambientali generali sono simili ed in assenza di disturbi maggiori, come possono essere ad esempio particolari eventi deposizionali o erosivi, i suoli dovrebbero seguire un'evoluzione ed uno sviluppo che converge verso un ben determinato tipo pedologico caratteristico di quella precisa area. In questo senso, la pedogenesi più lunga avviene sotto condizioni ambientali favorevoli e, soprattutto, costanti in cui le caratteristiche fisiche, biologiche e chimiche imprimono la loro impronta sulla pedogenesi stessa. Ma questo sviluppo, o meglio questa progressione verso uno stadio di maturità dei suoli, non è sempre evidente, proprio perché i fattori precedentemente descritti possono interromperla in qualsiasi momento (Phillips, 2000). La realtà, infatti, si discosta spesso in modo marcato dalle teorie pedologiche, proprio come avviene ogni volta che si cerca di modellizzare l'ambiente ed i processi che si instaurano, in quanto difficilmente vi è la contemporanea continuità dei suddetti fattori. Questo è valido a tutte le scale di osservazione, sia alla mesoscala che alla microscala, in quanto anche dall'analisi di un piccolo versante è possibile

osservare (cfr. Cap. - *Variabilità alla scala di dettaglio: il caso studio di Monastir*) variazioni litologiche e micromorfologiche che influiscono in modo determinante sulla formazione e sul comportamento del suolo. A complicare quanto descritto fino a questo momento, non si possono certamente trascurare le variazioni indotte da una qualsiasi gestione antropica. Quest'ultima determina una sintomatica variazione dello sviluppo dei suoli. Infine, a ciò si aggiunge il fatto che le informazioni ottenute da una zona non possono essere estese ad altre aree simili senza una verifica completa, rendendo il rilievo pedologico lungo nel tempo e con costi elevati. Alcuni di questi problemi sono stati parzialmente ridotti dall'introduzione di nuovi strumenti che facilitano e consentono un rapido rilievo, ad esempio nel caso dell'applicazione di metodi geofisici, ed una rapida catalogazione delle informazioni a disposizione. Tali vantaggi però difficilmente risolveranno completamente i problemi che la scienza del suolo incontra nella predizione della tipologia pedologica presente in una determinata area.

Da ciò si evince che in uno studio che affronta la tematica della variabilità dei suoli le problematiche che si incontrano, e che si sono incontrate anche nel presente lavoro, sono notevoli ed ampiamente complicate dall'eterogeneità dei fattori pedopaesaggistici.

Variabilità Sistemica e Variabilità Casuale

Nel corso degli anni lo studio della variazione spaziale dei suoli si è continuamente evoluto, passando dall'analisi dei singoli fattori che concorrono ai processi precedentemente descritti al rapporto suolo-paesaggio, fino ad arrivare agli anni novanta del secolo scorso, quando parte dello studio è stato concentrato sulla caratterizzazione del concetto di variabilità e sulla determinazione della frequenza con la quale variavano i diversi fattori. Burrough (1983), ad esempio, ha osservato come alcuni fattori variano con un certa costanza, potendo quindi essere inseriti all'interno di una variabilità definita sistemica, mentre altri fattori non possono che essere ricondotti ad una variabilità casuale. E sono proprio questi i concetti su cui si è concentrata l'attenzione dei ricercatori del settore, con diverse interpretazioni in funzione delle variabili di volta in volta analizzate. In particolare, secondo Saldana et

al. (1998) la variazione sistematica è un cambiamento graduale o marcato nelle proprietà dei suoli ed è espressa in funzione della geologia, della geomorfologia, dei fattori predisponenti la formazione dei suoli e/o delle pratiche di gestione dei suoli stessi. Anche per Perrier e Wilding (1986) queste variazioni sistematiche possono essere espresse in funzione di: 1) della morfologia (es. rilievi montani, plateaux, pianure, terrazzi, valli, morene, etc.); 2) di elementi fisiografici (es. le vette e le spalle dei versanti); 3) dei fattori pedogenetici (es. cronosequenze, litosequenze, toposequenze, biosequenze e climosequenze). Secondo Couto et al. (1997), le variazioni sistematiche potrebbero essere osservate in generale già durante le prime fasi dei rilievi di campo.

Le altre variazioni, ovvero quelle casuali, non possono essere spiegate in termini di fattori predisponenti la formazione ma sono riconducibili alla densità di campionamento, agli errori di misura ed alla scala di studio adottata (Saldana et al., 1998). È contenuto in questi schemi di campionamento il presupposto dell'identità per i campioni adiacenti, anche se ciò raramente è stato riscontrato (Sierra, 1996). In generale, la variabilità sistematica dovrebbe essere maggiore della variabilità casuale (Couto et al., 1997), in quanto più stretto è il rapporto con il paesaggio.

Variabilità a differenti scale di osservazione

Più volte si è fatto riferimento alla variabilità dei suoli alle diverse scale di osservazione. In generale, la variazione spaziale tende a seguire un modello in cui la variabilità diminuisce al diminuire della distanza fra due punti nello spazio (Youden e Mehlich, 1937; Warrick e Nielsen, 1980). La dipendenza spaziale è stata osservata per una vasta gamma di proprietà fisiche, chimiche e biologiche, nonché nei processi pedogenetici (Yost et al., 1982; Wollum e Cassel, 1984; Cahn et al., 1994; Cambardella et al., 1994; Von Steiger et al., 1996; Amador et al., 1997; Lyons et al., 1998; Gorres et al., 1998; Raun et al., 1998).

Nei numerosi lavori analizzati, per comprendere le variazioni spaziali dei suoli si fa sempre un'analisi dei 5 principali fattori responsabili della formazione del suolo: clima, litologia, topografia, tempo, organismi viventi. Ma la base della variabilità è la scala del rilievo, in quanto ciascuno di questi fattori esercita un proprio peso che

differisce anche a seconda della scala. E' quindi molto importante individuare una scala di lavoro che permetta di sintetizzare il ruolo svolto dai singoli fattori. Alcuni esempi esplicativi possono essere ricondotti alle variazioni climatiche, che esercitano un ruolo importante sulla variabilità dei suoli, soprattutto alle scale regionali. Ma quando nel territorio subentrano anche sensibili variazioni morfologiche e topografiche, allora le temperature e le precipitazioni possono differire sensibilmente anche per distanze di 1 km. Inoltre, variazioni climatiche possono essere determinate dall'esposizione, come il microclima sui versanti esposti a nord che, alle nostre latitudini, differisce in maniera consistente rispetto ai versanti esposti a sud. Allo stesso modo, anche la roccia madre varia spesso alla scala regionale, ma vi sono sensibili differenze anche alla grande scala, o di dettaglio. Molti esempi suggeriscono che le variazioni dei suoli alla scala di dettaglio avvengono soprattutto con i cambiamenti nella topografia, ma è molto difficile accorgersi delle variazioni dei suoli e di quali proprietà possano mutare lungo uno stesso versante (Brady e Wiel, 2002). E' necessario quindi poter distinguere quello che avviene alle differenti scale di osservazione; alle grandi scale, ad esempio, i cambiamenti avvengono all'interno di pochi ettari coltivati o di aree incolte. La variabilità a questa scala di osservazione può essere difficile da misurare, a meno di possedere un numero elevatissimo di osservazioni (cfr. par. - *I suoli dell'area di Monastir*) e con una densità di campionamento improponibile per i normali rilevamenti pedologici. In molti casi alcune considerazioni, ma si tratta sempre di considerazioni effettuate dopo aver analizzato i primi dati pedologici, possono essere estrapolate anche osservando l'altezza o la densità di vegetazione che può riflettere una determinata variabilità dei suoli, come pure una variabilità nelle forme del paesaggio o la presenza di differenti substrati geologici. Laddove lo studio richiede una valenza scientifica o una precisa caratterizzazione dei suoli è sempre necessario che i cambiamenti delle proprietà dei suoli siano determinati attraverso l'analisi dei campioni di suolo prelevati (Brady e Wiel, 2002). Alla media scala, invece, si osserva (cfr. par. precedente) come la variabilità sia in stretta relazione con alcuni fattori pedogenetici. Comprendendo le influenze di uno di questi sul rapporto suolo-paesaggio, è spesso possibile definire un set di singoli suoli che volgono insieme in una sequenza attraverso il paesaggio stesso. Frequentemente è possibile, identificando un membro di una serie, predire le

proprietà dei suoli che occupano una determinata posizione nel paesaggio da altri membri di una serie (Brady e Wiel, 2002). Tali serie di suoli includono litosequenze (considerando sequenze di rocce madri), cronosequenze (considerando rocce madri simili ma tempi pedogenetici diversi) e toposequenze (con suoli disposti secondo cambiamenti nella posizione fisiografica). La toposequenza viene anche indicata col termine *catena*. Le associazioni di suoli raggruppano suoli diversi, presenti nello stesso paesaggio, non cartografabili singolarmente alla scala utilizzata, ma distinguibili a scale di maggior dettaglio. L'identificazione delle associazioni di suoli è importante, in quanto queste consentono di caratterizzare il paesaggio attraverso la zonizzazione di grandi aree e possono essere utilizzate come strumento di programmazione urbanistica e del territorio.

Capitolo 3

VARIABILITÀ ALLA SCALA DI DETTAGLIO: IL CASO STUDIO DI MONASTIR

Introduzione



Fig. 1: inquadramento dell'area di rilevamento

Per studiare la variabilità dei suoli ad una scala di dettaglio si è scelta un'area situata a 20 km a nord del capoluogo di Cagliari (indicata nel cerchio giallo in fig. 1), ricadente nel territorio comunale di Monastir. La scelta è giustificata dalla facile accessibilità ai siti e dalla presenza di un numero elevato di informazioni pedologiche presistenti. Questi vantaggi,

inoltre, hanno reso l'area particolarmente adatta all'applicazione di una nuova metodologia di rilevamento, ben diversa dai metodi classici, ovvero il metodo EMI: ElettroMagnetismo Indotto. Tale metodo, che verrà ampiamente descritto nel Capitolo successivo, è stato scelto dopo un'attenta analisi bibliografica. Ha la prerogativa di non essere invasivo e può trovare applicazione nel rilevamento del suolo in quanto non causa disturbo né alla struttura né ai caratteri dinamici del suolo stesso e, contemporaneamente, consente un rapido rilievo delle variazioni pedologiche.

La sua applicazione, attraverso l'utilizzo dello strumento EM38DD prodotto dalla Geonics Ltd., ha permesso una corretta individuazione e correlazione dei limiti pedologici.

Sono stati rilevati due siti con caratteristiche geologiche e morfologiche molto diverse tra loro. Di seguito è riportata una descrizione geologica, morfologica e climatica dell'area.

Geologia

La Formazione del Cixerri, la più antica dell'area, è datata Eocene medio-Oligocene. La sua datazione è stata effettuata con grosse difficoltà per la mancanza di ritrovamenti fossili, ma in ogni caso è precedente alle sovrastanti vulcaniti Oligo-mioceniche e successiva ai sedimenti marnosi derivanti dalla trasgressione miocenica. Si tratta di depositi arenacei quarzoso-feldspatici di origine fluvio-deltizia. Le arenarie, nell'area di studio, si presentano in genere con colorazioni grigiastre ed intercalate a lenti e banchi conglomeratici costituiti da ciottoli di scisto, granito, porfiroidi e calcare, con intercalazioni siltose ed argillose rosso-violacee. Gli spessori sono differenti, in alcuni casi anche consistenti per la presenza, al tetto, delle lave andesitiche oligo-mioceniche che le hanno preservate dall'azione dei processi erosivi.

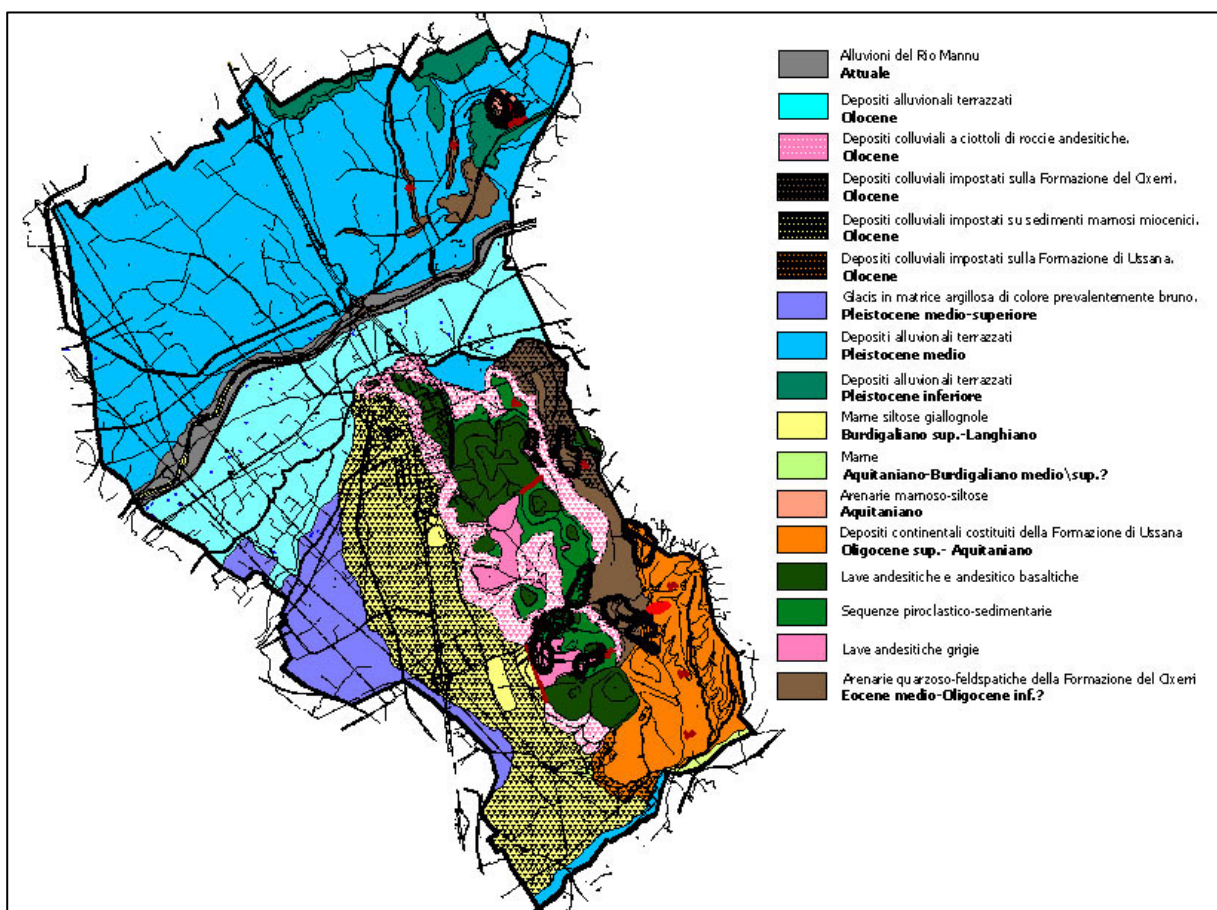


Fig. 2: inquadramento geologico del territorio di Monastir

In altre aree, i depositi arenacei non sono presenti in superficie ma, dall'apertura di alcuni profili, sono stati osservati i caratteri precedentemente descritti a differenti

profondità, in genere inferiori ai 3 metri, come ad esempio in località Miceddu, che costituisce uno dei 2 siti oggetto della presente indagine di dettaglio.

In posizione stratigrafica superiore alla Formazione del Cixerri sono presenti le vulcaniti oligo-mioceniche. Esse sono da ricondurre al vulcanismo calco-alcino Oligo-miocenico generato dal distacco e dalla successiva rotazione del blocco Sardo-Corso. Datate (Savelli et al., 1979) circa da $24,9 \pm 1,0$ a $22,6 \pm 0,9$ M.a., sono rappresentate principalmente da lave andesitiche, e secondariamente da tufi e breccie in facies di dicchi, cupole di ristagno e colate. Queste ultime sono presenti in vari siti dell'area in esame e con forme diverse, da quella tipica tabulare di Monte Gruttas a quelle più articolate di Monte Zara. Nell'area in esame gli spessori oscillano da un minimo di qualche metro fino ad un massimo di 200 metri presso Monte Zara. In altre zone è possibile osservare le vulcaniti comprese tra la Formazione del Cixerri al letto e la Formazione di Ussana al tetto. Quest'ultima, di origine continentale, è costituita da conglomerati, arenarie e argille, tutti inglobanti ciottoli eterometrici, derivanti dallo smantellamento delle formazioni paleozoiche, di scisto, granito, porfido e quarzo. In alcuni casi lo scheletro è rappresentato da vulcaniti andesitiche. Una facies molto caratteristica è quella ricca di argilla con colorazioni rossastre e violacee. L'ambiente di deposizione è quello fluvio-lacustre e lagunare. Questa formazione, con spessori che arrivano anche a 500 metri, è riconducibile (Cherchi e Montadert, 1982) all'Oligocene superiore-Aquitano attraverso la presenza di una ricca microfauna planctonica caratteristica proprio dell'Aquitano. La messa in posto di questi conglomerati è da ricondurre ad una fase distensiva, che segue quella tettonica compressiva che ha originato il distacco del blocco Sardo-Corso descritto in precedenza, generando la formazione di una serie di rift tra cui quello Sardo. Oltre allo spessore ed ai litotipi, la Formazione di Ussana si caratterizza anche per la morfologia, caratterizzata da incisioni calanchive sui litotipi argillosi.

Molto diverse sono le forme del paesaggio del Miocene. Si tratta di sedimenti depositi durante la trasgressione marina del Miocene inferiore e medio che ha provocato l'ingressione del mare dapprima nelle aree marginali e successivamente, nel Langhiano, invadendo e ricoprendo l'intera Isola. Nell'area sono tre i complessi miocenici identificati dai vari Autori. Il primo complesso è costituito da arenarie più o meno conglomeratiche, con ciottoli di scisto e granito depositati in ambiente litorale-

infralitorale dell'Oligocene superiore-Aquitano. Il secondo complesso è costituito da marne calcaree, arenarie e silt depositate in ambiente intra-circalitorale nell'Aquitano-Burdigaliano medio/superiore. Più fini sono invece i sedimenti del terzo complesso, caratteristici di un ambiente epibatiale, con marne siltose ed argillose del Miocene medio e del Burdigaliano sup.-Langhiano. Decisamente più vasta è, invece, l'area occupata dai sedimenti del Quaternario. Questi sono presenti soprattutto sulla parte centrale e settentrionale del territorio di Monastir con le caratteristiche forme dei depositi recenti ed attuali, ovvero terrazzi, glacis, depositi di versante e colluvi, tutti attribuibili al Pleistocene, all'Olocene ed alle fasi recenti. Le alluvioni più antiche, pleistoceniche, costituiscono il testimone delle fasi glaciali ed interglaciali succedutesi durante il Quaternario. Queste fasi di erosione e deposizione hanno determinato la formazione di terrazzi alluvionali, ciascuno con caratteri propri e diversi tra loro. I più antichi sono i terrazzi (T3) che si trovano nell'area di studio alle quote superiori e sono costituiti da ciottoli derivanti sempre dal disfacimento delle formazioni paleozoiche. Tali ciottoli si presentano generalmente elaborati, arrotondati ed appiattiti, immersi in una matrice sabbioso-limosa con intercalazioni argillose. Nell'area si presentano generalmente incise dagli affluenti del Rio Mannu, tra cui il Rio S. Gemiliano, dal Rio Mixeddu e dal Rio Saliu. Costituite sempre da clasti paleozoici arrotondati ed appiattiti immersi in una matrice argillosa-sabbiosa sono le alluvioni identificate come T2. A differenza delle precedenti, queste alluvioni, attribuite al Pleistocene medio, presentano differenze tessiturali, con minor contenuto di argilla ed una maggiore presenza nello scheletro di clasti andesitici. Spesso è possibile osservare anche un maggior grado di pedogenizzazione e di alterazione, messo in rilievo dalla presenza di evidenti screziature e di orizzonti fortemente cementati. Questi ultimi testimoniano, probabilmente, una forte circolazione idrica nei periodi più umidi alternata ad un'altrettanto forte evaporazione. Essa ha provocato la mobilitazione e la successiva precipitazione dei carbonati presenti nei litotipi descritti in precedenza. Questi processi costituiscono una prova della forte variabilità climatica del Quaternario. La consistente alterazione può essere giustificata anche da una possibile oscillazione della falda freatica, in virtù del fatto che le alluvioni classificate come T2 si trovano a quote inferiori rispetto ai terrazzi del T3. I terrazzi classificati come T1 e T0 sono, rispettivamente, olocenici ed attuali. I primi sono

costituiti da ciottoli di litologie paleozoiche e terziarie, con la presenza di una matrice sabbiosa e ghiaiosa. Si differenziano dalle restanti alluvioni sia per un'assenza di cementazione e di classazione che per una scarsa alterazione dei clasti. I glacis si differenziano dai terrazzi per la natura e per la morfologia dei clasti che compongono il deposito. Infatti, nei glacis i clasti hanno una natura prevalentemente vulcanica, derivante dalle colline andesitiche attigue, e non appaiono elaborati ma si presentano a spigoli vivi e poco classati (Seuffert, 1970). Altre forme di deposito identificate nell'area (Orrù, 2004) sono i depositi colluviali situati ai piedi degli edifici andesitici. Si tratta di accumuli di ciottoli a spigoli vivi, di natura andesitica, eterometrici, immersi in una matrice argilloso-arenacea derivante dal disfacimento delle andesiti adiacenti. In alcuni casi questi depositi poggiano direttamente sulle formazioni mioceniche, in altri casi il substrato è rappresentato dalle vulcaniti. Questa divisione genera una differenza maggiore nel contenuto di carbonati nei primi ed un maggior contenuto di scheletro nei secondi. Ancora diversi sono i depositi colluviali che si impostano direttamente sulla Formazione del Cixerri. Qui, lo scheletro è costituito da clasti di rocce paleozoiche, arrotondati ed appiattiti e la tessitura è più grossolana rispetto ai colluvi descritti in precedenza. La matrice dei depositi impostati sulla Formazione di Ussana è più argillosa, mentre lo scheletro è costituito sia da clasti paleozoici, molto alterati, che da clasti di natura vulcanica.

Geomorfologia

Le forme del paesaggio sono strettamente influenzate sia dai fattori ambientali che da quelli antropici. Le influenze del clima, della roccia madre, dell'esposizione dei versanti, l'eventuale presenza di una copertura forestale, determinano l'instaurarsi di una serie di processi che culminano nelle forme che oggi possiamo osservare e



Fig. 3: morfologia della località Micceddu



Fig. 4: morfologia della località Su Pardu

descrivere. Nel territorio di Monastir sono piuttosto semplici, con differenze ben marcate tra loro ed influenzate in maniera determinante dalla litologia. L'area è infatti caratterizzata da una morfologia piuttosto pianeggiante in cui predominano le coperture quaternarie. Ai bordi di queste si ha un passaggio graduale verso i paesaggi collinari e terrazzati pleistocenici. In alcuni settori questo passaggio, meno graduale, si ha verso le forme più articolate dei rilievi e delle cupole vulcaniche. L'analisi delle forme è più definita e dettagliata per i due siti presi in esame. Il primo (fig. 3), ubicato in località Micceddu, a NE del centro abitato di Monastir, è rappresentato da dolci colline impostate su depositi alluvionali terrazzati pleistocenici. Qui, le pendenze sono molto deboli ed i passaggi da una forma all'altra sono molto omogenei. I terrazzi fungono da raccordo con la piana del Campidano.

Nel sito 2 (fig. 4), in località Monte Zara, il passaggio avviene tra i depositi alluvionali e le forme più complesse, con pendenze maggiori, dei rilievi vulcanici (domi e dicchi) alle quote più elevate (235 m).

Le caratteristiche geomeccaniche dei litotipi vulcanici influiscono in modo determinante sulla capacità di alterazione ed erosione ad opera degli agenti climatici, per cui si generano forme più articolate, con versanti ripidi, pendenze elevate e zone di accumulo ai piedi dei versanti stessi.

Clima

Come affermato nel Capitolo introduttivo sulla variabilità dei suoli, il clima è uno dei fattori pedogenetici e come tale dev'essere approfondito per capire la sua influenza. Gli elementi caratterizzanti sono le precipitazioni, le temperature, i venti, l'umidità e l'evapotraspirazione. In questa sede si approfondiranno solo i primi due fattori vista l'assenza di dati in relazione all'andamento della frequenza anemometrica, all'umidità ed all'evapotraspirazione per le stazioni meteo in esame. Le precipitazioni atmosferiche agiscono sui suoli in due fasi ben distinte tra loro. Nella prima dominano i processi fisici, attraverso l'impatto delle gocce d'acqua sulla superficie, causando una mobilitazione delle particelle minerali a cui fa seguito, nelle aree in pendenza, l'asporto ed il ruscellamento delle particelle stesse. Una seconda fase è determinata dalle acque di infiltrazione, che attivano i processi di alterazione chimica

ed il conseguente movimento degli elementi all'interno del profilo del suolo. Un aumento delle precipitazioni, come avviene nei climi umidi, può favorire una alterazione più spinta. Inoltre, una circolazione dell'acqua d'infiltrazione assicura un aumento del contenuto di umidità dei suoli che si ripercuote positivamente anche sullo sviluppo dell'attività biologica, sulla vegetazione e sull'evoluzione del suolo stesso. Ciascuna di queste condizioni ha una notevole variabilità spaziale. A questo si affianca il fatto che i dati meteorologici sono relativi a stazioni pluviometriche puntuali e distanti tra loro. Soltanto in un secondo momento i loro valori vengono correlati ed estesi ad areali territoriali più vasti. In ogni caso, i risultati delle correlazioni, descrivono condizioni climatiche generali che potrebbero non corrispondere alle condizioni pedoclimatiche del sito oggetto di studio. Nel caso in esame, trattandosi di zone con una piccola estensione (versanti della lunghezza di circa 300 m) e con caratteristiche morfologiche abbastanza omogenee, il clima di Monastir può essere ampiamente descritto dai dati termo-pluviometrici delle stazioni disponibili. Ciò perché si tende a pensare che proprio la limitata variabilità morfologica non determini in modo marcato l'innescarsi di condizioni climatiche differenti in un ambiente così omogeneo.

I dati disponibili si riferiscono alle stazioni di S. Michele, presso Donori, la stazione del C.R.A.S. (Centro Regionale Agrario Sperimentale) in territorio di Ussana, entrambe a nord-ovest di Monastir; la stazione di Villasor, ad ovest e la stazione di Decimomannu a sud-ovest di Monastir. Il periodo analizzato va dal 1922 al 1992 per tutte le stazioni (Ente Autonomo del Flumendosa, 1998), ad eccezione della stazione di Ussana, i cui dati disponibili sono relativi al periodo 1982-2002. Dall'analisi dei dati termometrici (tab. 1) si può osservare come i valori siano quelli tipici degli ambienti mediterranei, in cui le temperature più basse sono state misurate nei mesi di gennaio e febbraio, con valori minimi di 8,5 °C e 8,9 °C e valori medi mensili, per gli stessi mesi, di 9,4 °C e 10,3 °C, mentre le temperature medie dei mesi più caldi oscillano tra 25,1 °C del mese di luglio, 25,8 °C di agosto e 22,9 °C del mese di settembre. Dai valori di seguito riportati si può notare come non vi siano sensibili differenze di temperatura tra una stazione e l'altra, in quanto le differenze maggiori sono di poco superiori ad 1 °C. Queste comparazioni non comprendono i valori della stazione di

Ussana, in quanto i dati si riferiscono ad un periodo troppo breve rispetto a quello delle restanti stazioni.

I dati termometrici sono riportati nella tabella seguente:

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Decimomannu	9,8	10,5	12,1	14,0	17,8	22,0	25,1	25,5	22,5	18,5	13,8	10,8
Villasor	8,5	8,9	10,9	13,1	17,1	21,6	24,7	24,8	22,1	17,7	13,3	10,2
Donori	9,7	10,7	13,1	13,8	17,5	21,9	25,6	27,2	24,2	19,6	14,5	10,5
Ussana	9,0	9,0	10,8	12,8	17,1	20,8	23,7	23,3	20,1	16,9	12,8	9,8

Tab.1: dati termometrici espressi in °C (media del periodo 1922-1992, tranne per Ussana (1982-2002))

L'analisi dei valori pluviometrici non si discosta da quanto detto precedentemente per le temperature, ovvero la conferma della presenza di un clima mediterraneo in cui ad una stagione secca piuttosto lunga si alterna una stagione piovosa in autunno ed inverno. I valori massimi sono concentrati nei mesi di novembre e dicembre, rispettivamente con 88,9 mm e 99,3 mm, ed i valori medi per la stagione invernale oscillano tra un minimo di 58 mm ed un massimo di 78,9 mm, rispettivamente nei mesi di gennaio e dicembre. I quantitativi delle precipitazioni si discostano talora anche in modo sensibile per la stazione di Ussana, a dimostrazione di una evidente diminuzione nell'ultimo ventennio. I dati pluviometrici sono riportati nella tabella 2.

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Decimomannu	57,5	56,6	53,8	40,9	31,9	12,6	3,4	12,6	32,8	63,0	68,1	69,8
Villasor	55,1	55,7	46,1	39,1	28,5	11,7	4,0	8,2	31,2	59,8	67,8	67,7
Donori	61,5	77,8	65,8	47,2	39,3	17,2	4,6	9,4	35,9	73,4	88,9	99,3
Ussana	43,4	40,4	40,6	42,4	32,4	15,3	2,3	9,6	37,6	53,9	75,8	61,0

Tab.2: dati pluviometrici espressi in mm (media del periodo 1922-1992, tranne per Ussana (1982-2002))

Trattandosi dell'analisi di un'area molto piccola, limitata a due versanti della lunghezza di circa 300 m, si evita di cercare di estrapolare ulteriori classificazioni e risultati dai dati climatici in nostro possesso. Ciò in quanto nessuna stazione, come detto in precedenza, è ubicata in prossimità dei siti in esame. A livello informativo sono riportati di seguito i diagrammi relativi alle medie mensili di T (fig. 5) e P (fig. 6) per le tre stazioni disponibili, il confronto tra le precipitazioni nel periodo 1922-1992 e quelle relative al periodo 1982-2002 (fig. 7).

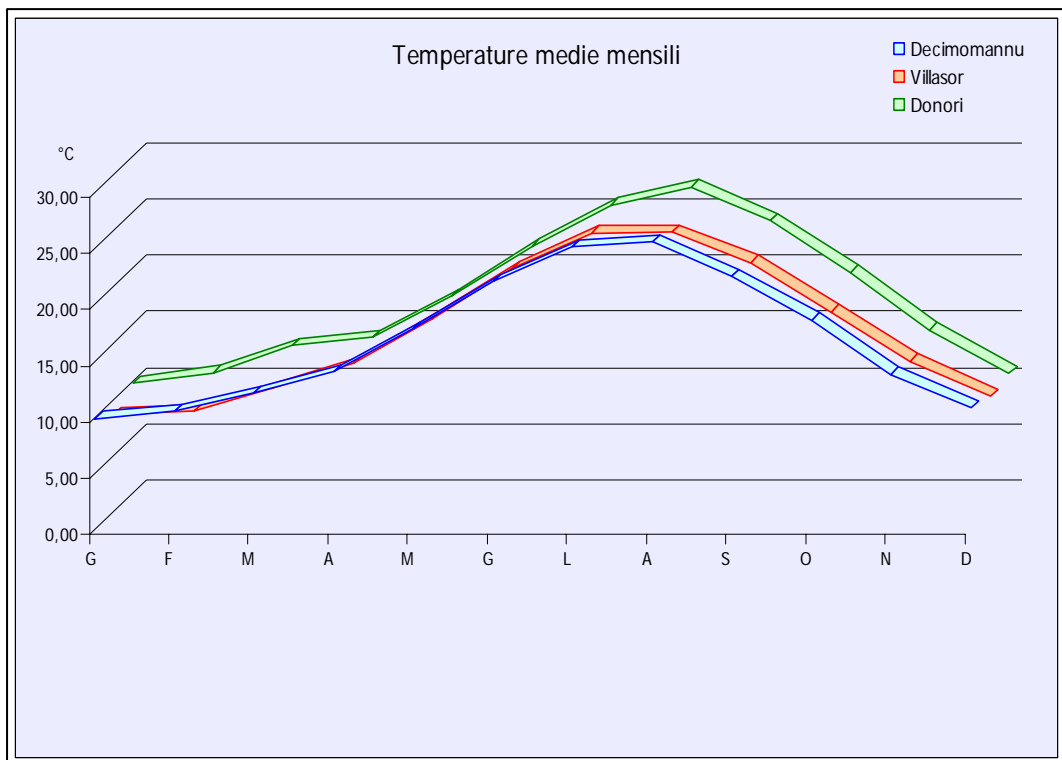


Fig. 5: grafico delle T medie mensili 1922-1992

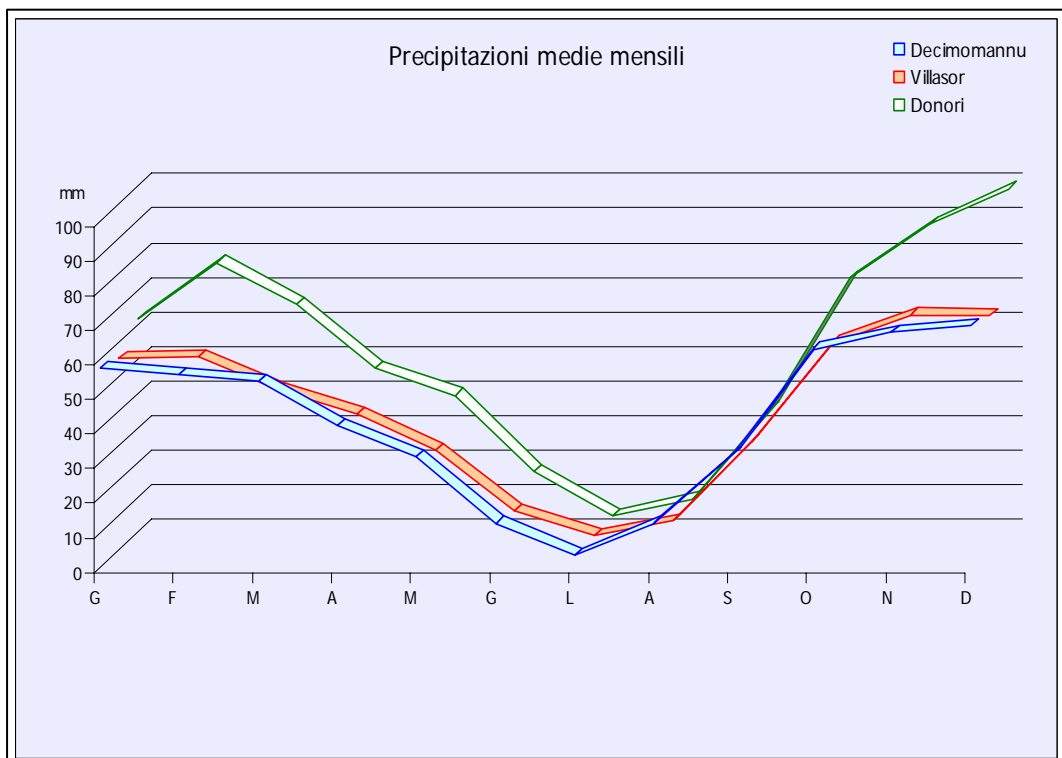


Fig. 6: grafico delle P medie mensili 1922-1992

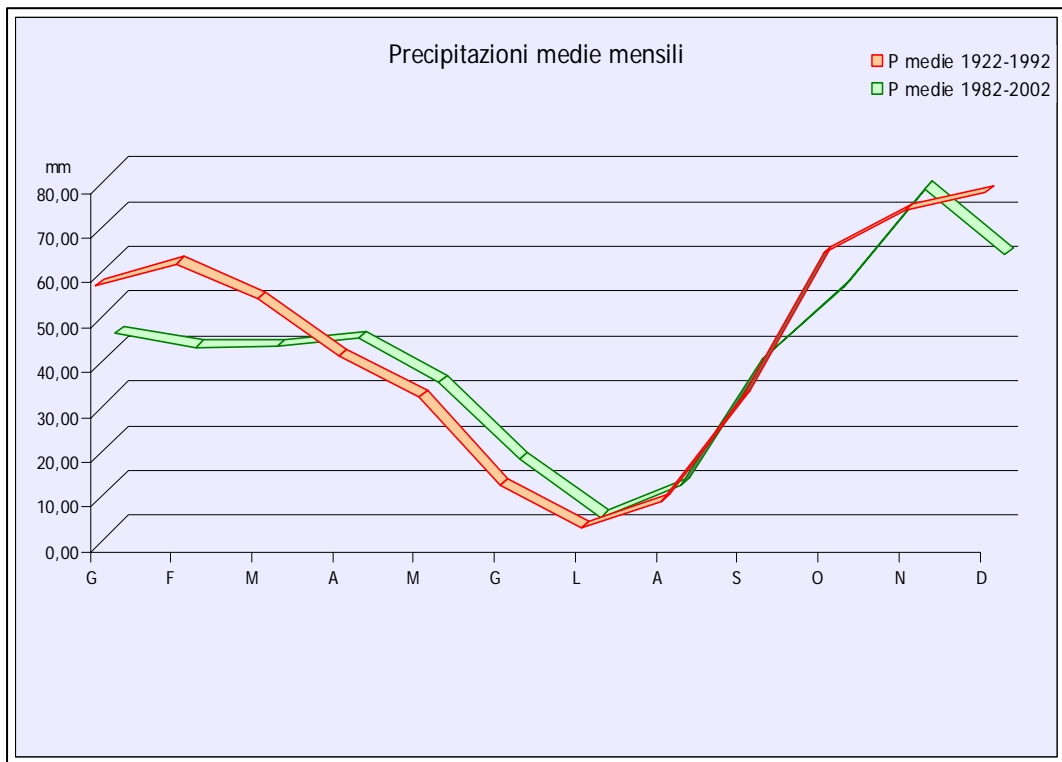


Fig. 7: confronto delle P medie mensili 1922-1992 e 1982-2002

Metodologie pedologiche applicate nell'area di Monastir

Sono stati presi in esame due siti pilota, di cui uno ubicato nella parte nord orientale del territorio comunale di Monastir, in località Micceddu (fig. 8), raggiungibile percorrendo la strada statale Monastir-Ussana, ed uno situato nella parte orientale, in località Su Pardu (fig. 9), facilmente raggiungibile attraverso alcune strade di penetrazione agraria.



Fig. 8: foto aerea della località Micceddu



Fig. 9: foto aerea della località Su Pardu

I siti sono stati scelti per l'elevato numero di dati e conoscenze sulle principali tematiche (geologica, pedologica e ambientale in generale), in quanto già in passato oggetto di studio (Orrù, 2004). Infatti, tutto il territorio comunale di Monastir è stato rilevato con le tradizionali tecniche (fotointerpretazione, apertura dei profili ed analisi chimiche dei campioni prelevati) ed è stata realizzata la carta dei pedopaesaggi in scala 1:10.000 (Orrù e Vacca, 2004). In ciascuno dei due siti pilota erano stati realizzati tre profili. I successivi, come i precedenti, sono stati aperti utilizzando un escavatore di proprietà del Comune di Monastir e grazie alla disponibilità del sig. Salvatore Orrù. La descrizione dei profili è stata fatta nella stessa stagione, al fine di registrare tutti i dati in condizioni ambientali omogenee. I profili sono stati ripuliti e fotografati. Dopo un'attenta osservazione ed analisi si è provveduto ad una suddivisione in orizzonti ed alla loro successiva caratterizzazione. Tutti i dati sono stati riportati in apposite schede, costruite seguendo le indicazioni del Soil Survey Manual (Soil Survey Division Staff, 1993), in cui si riportano la descrizione della stazione e quella di ogni singolo orizzonte. Della prima si rilevano le coordinate, la

pendenza e l'esposizione, la vegetazione e l'uso attuale del suolo, la morfologia, la geologia, il drenaggio ed eventuali processi e cause di erosione, nonché la pietrosità superficiale e la rocciosità. La descrizione degli orizzonti riguarda il tipo e l'andamento dei limiti tra un orizzonte e l'altro, il grado di umidità, il colore, la percentuale e le caratteristiche dello scheletro, l'aggregazione dei ped, la consistenza, la porosità, l'eventuale presenza di facce di pressione e di scivolamento, le concrezioni, le screziature, la cementazione, la presenza e l'andamento delle radici, l'eventuale contenuto di carbonato di calcio (attraverso l'effervescenza all'HCl), ed altri parametri. Terminata questa fase, è stato campionato (circa 2 kg di suolo) ogni singolo orizzonte descritto. Il campione è stato inviato al laboratorio per le analisi chimico-fisiche, eseguite secondo i metodi pubblicati dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (1997, 2000). I suoli sono stati successivamente classificati, a livello tassonomico della famiglia, in accordo con le Keys to Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2003). I profili aperti, per il sito 1 in località Micceddu, sono in numero di 3 per la prima fase e successivi 6 nel corso della verifica dei dati geofisici. Nel sito 2, in località Su Pardu, sono stati realizzati 3 profili nella prima fase, e 2 profili e 4 trivellate nella seconda fase. Le caratteristiche di ciascun profilo verranno ampiamente illustrate nel Paragrafo "I suoli dell'area di Monastir". In modo analogo, la trattazione della metodologia EMI impiegata e la descrizione dello strumento utilizzato è riportata in modo dettagliato nel Paragrafo successivo.

Metodologie geofisiche applicate nell'area di Monastir

Introduzione

In campo pedologico, l'applicazione di metodologie non invasive e speditive rappresenta un vantaggio estremamente rilevante in quanto, come descritto in precedenza, la tradizionale metodologia di rilevamento comporta dapprima la raccolta di informazioni sul campo attraverso l'apertura di profili, il prelievo di campioni e poi la successiva caratterizzazione attraverso le analisi di laboratorio. Ciò richiede la disponibilità di un consistente numero di operatori, un notevole quantitativo di giornate lavorative e, di conseguenza, un forte investimento finanziario. Le informazioni raccolte con l'applicazione di questi metodi sono solo puntuali e possono essere estese ad areali più ampi solo attraverso le correlazioni tra i profili aperti che, in molti casi, a seconda della scala a cui si lavora, sono eseguiti a distanze tra loro notevoli.

In quest'ottica di ricerca, si è fatta sempre più interessante l'applicazione di metodologie geofisiche di induzione elettromagnetica (EMI) che hanno avuto un grande riscontro nel campo delle ricerche idriche, minerarie, archeologiche e, negli ultimi anni, anche agronomiche e pedologiche. In quest'ultimo campo si stanno facendo grossi passi in avanti in quanto notevoli sono le potenzialità degli strumenti attualmente in commercio. Essi permettono una prima valutazione della variabilità dei suoli attraverso la misura della loro conducibilità elettrica apparente e la successiva restituzione dei risultati su apposite mappe. Queste ultime possono essere utilizzate sia per fini scientifici che per scopi prettamente culturali produttivi.

La loro caratteristica principale, ed è anche uno dei maggiori pregi per cui si sono scelti tali metodi di rilevamento, è la possibilità di indagare vaste superfici in tempi ridotti. L'utilizzo di soli due operatori, con conseguente ribasso dei costi, li rendono estremamente efficaci e nel contempo speditivi. A ciò si aggiunge l'ulteriore vantaggio che tali metodi, non essendo invasivi, non distruggono l'oggetto dello studio e non ne alterano le caratteristiche chimico-fisiche.

In questo lavoro è stato utilizzato lo strumento elettromagnetico EM38DD (Geonics System), connesso ad un DGPS (Differential GPS) ed a un data logger da campo

(Allegro, Juniper System), che acquisiva i valori di conducibilità elettrica apparente (CEa) dei suoli, georeferenziandoli con precisione submetrica.

Descrizione del principio fisico sul quale si basa il metodo EMI

Il metodo si basa sulla risposta generata dal suolo, in seguito alla sollecitazione indotta da un campo elettromagnetico primario prodotto da una corrente alternata che circola attraverso una bobina. In particolare, in presenza di un corpo conduttivo (fig. 10) il campo elettromagnetico primario, penetrando in profondità, induce delle correnti parassite (Eddy Currents) direttamente proporzionali alla CEa del conduttore.

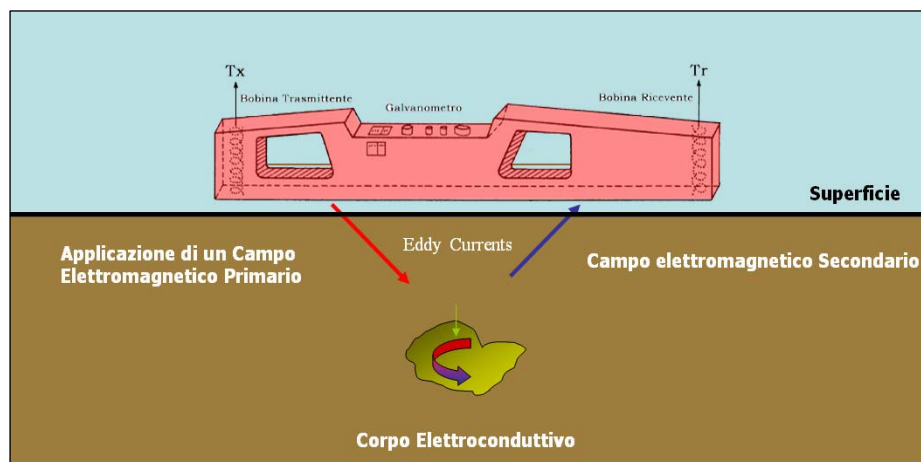


Fig. 10: Schema del principio di funzionamento del metodo EMI

Queste producono un campo magnetico secondario che sarà direttamente proporzionale alle correnti che lo hanno generato. Di conseguenza, il campo magnetico secondario, e quindi anche le sue componenti geometriche (fase e quadratura) sono funzione della conducibilità elettrica apparente del corpo perturbato indagato. Il campo magnetico secondario indagato è rilevato dalla bobina ricevente posta all'interno dell'EM38DD. Lo strumento calcola la conducibilità elettrica apparente come uno sfasamento tra l'onda elettromagnetica emessa (c.m.p.) e l'onda elettromagnetica ricevuta (c.m.s.).

Le eventuali differenze tra il campo elettromagnetico trasmesso e quello ricevuto consentono, inoltre, di localizzare la presenza di un corpo conduttore e di avere informazioni sulla geometria e sulle caratteristiche elettriche del corpo stesso.

Un parametro fondamentale, che ha condizionato la scelta dello strumento, è la profondità di penetrazione, che può essere definita come la massima profondità alla quale un conduttore può produrre un'anomalia elettromagnetica rilevabile in

superficie. Essa è funzione di numerosi fattori, come la conducibilità del terreno, la distanza tra le bobine (trasmittente e ricevente), l'orientazione del dipolo trasmettitore e la sua frequenza. Sul mercato sono presenti diversi strumenti EMI che si differenziano per le frequenze d'investigazione utilizzate e, di conseguenza, per le differenti profondità in cui penetra il segnale, che variano da pochi centimetri a diversi metri. Le altre differenze sono relative all'interdistanza tra le bobine, che può essere fissa (decisa a priori dalla fabbrica costruttrice) o variabile (come nello strumento EM34, sempre della Geonics System) ed alla presenza, all'interno del misuratore, della sola bobina ricevente. Questi ultimi, infatti, non hanno bisogno di autogenerare i campi elettromagnetici in quanto rilevano e sfruttano i campi elettromagnetici emessi da stazioni militari (caso del VLF).

Fattori che influenzano la conducibilità elettrica

I caratteri del suolo che influiscono sulla variazione spaziale della conducibilità elettrica sono numerosi. Tra questi, la profondità, la tessitura, lo scheletro, la porosità, la struttura, la presenza di orizzonti cementati, l'umidità, la temperatura, la presenza di sali e la mineralogia delle argille assumono particolare rilevanza. La conducibilità elettrica varia quindi al variare di ciascuno dei caratteri menzionati. Ad esempio, è inversamente proporzionale alla dimensione delle particelle, ovvero la conducibilità aumenta con la riduzione delle dimensioni delle particelle. Dai dati presenti in bibliografia (Kachanoski et al., 1988) risulta che la conducibilità elettrica è influenzata anche dal grado di umidità presente nel sottosuolo, e cioè tende ad aumentare con il quadrato del contenuto d'umidità. Importante è anche il ruolo svolto dai sali disciolti nella soluzione del suolo, in quanto tendono a provocare un aumento sostanziale della conducibilità elettrica (McNeil, 1986).

La dipendenza della conducibilità elettrica dalla temperatura è interamente dovuta alla viscosità dei liquidi e varia del 2,2% per ogni variazione di grado di temperatura (Vlotman, 2000). Ciò implica che per sensibili cambiamenti di temperatura, come quelli stagionali, la conducibilità può anche raddoppiare. Gli stessi Autori riportano che i materiali inconsolidati, a temperatura ambiente, mostrano generalmente valori di conducibilità compresi tra 1 e 1000 mS/m, mentre quelli delle rocce sono compresi tra 100 e 200 mS/m.

Uno dei vantaggi nell'uso di strumenti che si basano sul principio del metodo elettromagnetico è che possono essere utilizzati anche in differenti condizioni di umidità dei suoli, anzi possono essere utilizzati proprio per determinare le variazioni del contenuto di umidità dei suoli stessi. Infatti, al cospetto di situazioni critiche, lo strumento dà un'ottima risposta e con valori perfettamente misurabili in tutte le condizioni, sia in quelle completamente asciutte dei mesi estivi che in condizioni sature dei mesi invernali.

Di seguito è schematizzata l'interazione tra la conducibilità elettrica e le seguenti proprietà dei suoli (Vlotman, 2000):

- Porosità: una elevata percentuale di vuoti determina un aumento della capacità di circolazione idrica, nonché un aumento della conducibilità;
- Contenuto idrico dei suoli: normalmente, i suoli asciutti presentano valori di conducibilità inferiori ai suoli umidi;
- Orizzonti ricchi di sali: un aumento delle concentrazioni di sali nei suoli provoca un incremento della conduttività dei suoli stessi;
- Capacità di scambio cationico: l'elevato contenuto di sostanza organica, la presenza di argille con reticolo 2:1, quali montmorillonite o vermiculite, e la presenza di ioni calcio, magnesio, potassio, sodio, ammonio e idrogeno, determinano un aumento della conducibilità elettrica dei suoli;
- Profondità: il segnale di ricezione della conducibilità elettrica tende a diminuire con l'aumentare della profondità dei suoli e tende ad essere schermato dalla presenza di orizzonti superficiali molto conduttivi (skin effect);
- Temperatura: le sue variazioni influiscono fortemente sulla determinazione della conducibilità elettrica. In genere, questa tende a diminuire con diminuzioni consistenti di temperatura.

Ad alcuni di questi argomenti sono stati dedicati studi più approfonditi, che non rientrano nelle finalità di questo lavoro. A titolo generale si riportano alcuni lavori:

- determinazione della salinità dei suoli (Lesch et al., 1995),
- drenaggio profondo (Tiantafilis et al., 1998),
- contenuto in argilla (Williams e Honey, 1987),
- profondità degli orizzonti argillosi (Doolittle et. al., 1994),

- contenuto di nutrienti (Sudduth et al., 1995),
- contenuto di umidità (Kachanoski et al., 1988).

Descrizione dello strumento utilizzato: l'EM38DD

Attraverso una ricerca ed analisi dettagliata degli strumenti applicati nel campo delle ricerche pedologiche, si è valutato il comportamento di uno dei più recenti strumenti elettromagnetici in commercio: l'EM38DD (fig. 11).



Fig. 11: EM38DD

Costruito dalla Geonics Limited (Canada), misura la conducibilità elettrica e la componente in fase dell'onda elettromagnetica ricevuta utilizzando il principio dell'induzione elettromagnetica. Le dimensioni sono 1 m circa di lunghezza e circa 10 kg di peso. E' formato da due strumenti EM38 assemblati perpendicolarmente tra loro. La particolarità geometrica costruttiva permette, attraverso la differente orientazione delle bobine trasmettenti e riceventi, di ottenere informazioni da profondità di indagine differenti. Il dipolo posto orizzontalmente ha in questo modo la possibilità di operare in profondità fino a 0,75 m con una frequenza di 17,0 kHz, mentre il dipolo verticale, con una frequenza di 14,6 kHz, ha una profondità teorica d'indagine di circa 1,5 m (McNeill, 1986). La strumentazione in uso è completata da un data logger esterno (fig. 10), delle dimensioni di un palmare, che permette la registrazione dei dati in automatico. La frequenza di acquisizione del dato è impostata dall'operatore, in genere da 2 a 5 letture ogni secondo. Lo strumento può essere trasportato manualmente (fig. 12) o inserito in apposito mezzo meccanico (fig. 13).



Fig. 12: EM38DD trasportato a mano



Fig. 13: EM38DD trasportato con apposito mezzo

Nel primo caso, l'EM38DD è sostenuto con una mano attraverso una cinghia che permette di tenere sollevato lo strumento ad un'altezza da terra di circa 15 cm,

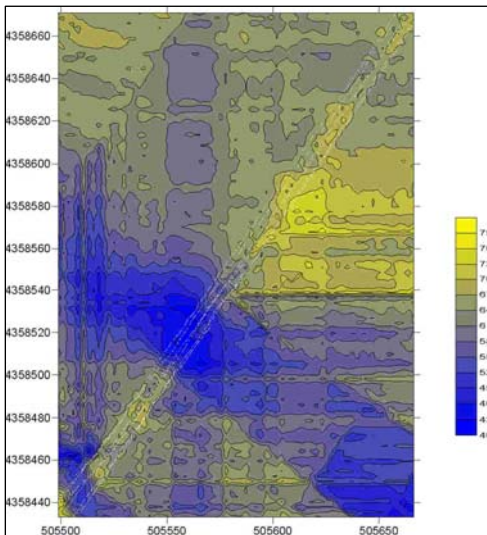


Fig. 14: esempio di mappa della CEa

mentre con l'altra mano l'operatore tiene il data logger. All'interno di uno zaino, tenuto in spalla dall'operatore, è inserita l'antenna DGPS per la georeferenziazione submetrica dei dati. L'upload dei dati geofisici acquisiti in campagna può avvenire collegando il data logger da campo ad un pc in cui è installato un software specifico fornito dalla Geonics Ltd. I dati vengono elaborati e filtrati utilizzando un normale foglio di calcolo (ad esempio excel). Successivamente questi valori vengono importati in un software

tecnico (Surfer 8, Golden Software Inc.) di elaborazione e visualizzazione, capace di generare una mappa facilmente consultabile ed interpretabile (fig. 14).

Alcuni esempi di mappe prodotte relativamente alle aree di studio sono riportate nel Capitolo successivo.

I suoli dell'area di Monastir

L'analisi pedologica dell'area di Monastir è limitata ai suoli ubicati nelle due aree pilota: una situata in località Micceddu e l'altra in località Su Pardu.

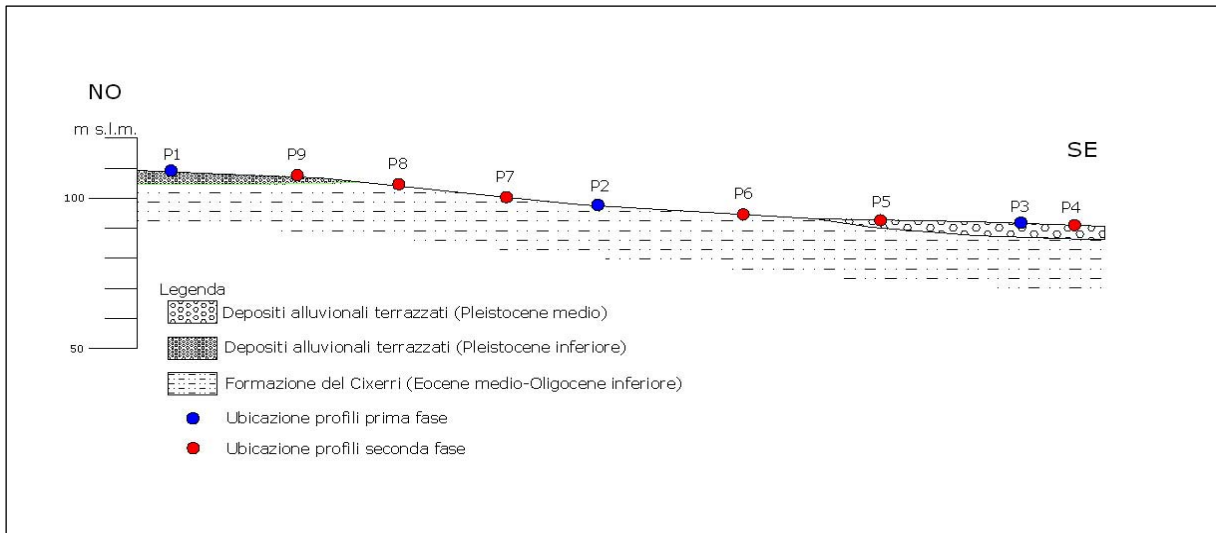


Fig. 15: sezione geologica del sito in loc. Micceddu con ubicazione dei profili

Nella prima (fig. 15) il sito è rappresentato da terrazzi pleistocenici di età diversa (Pleistocene inferiore e Pleistocene medio) mentre la parte intermedia del versante, che funge da raccordo tra un terrazzo e l'altro, è costituita dalla Formazione del Cixerri (Eocene medio-Pliocene inferiore), ampiamente descritta nel Paragrafo sulla

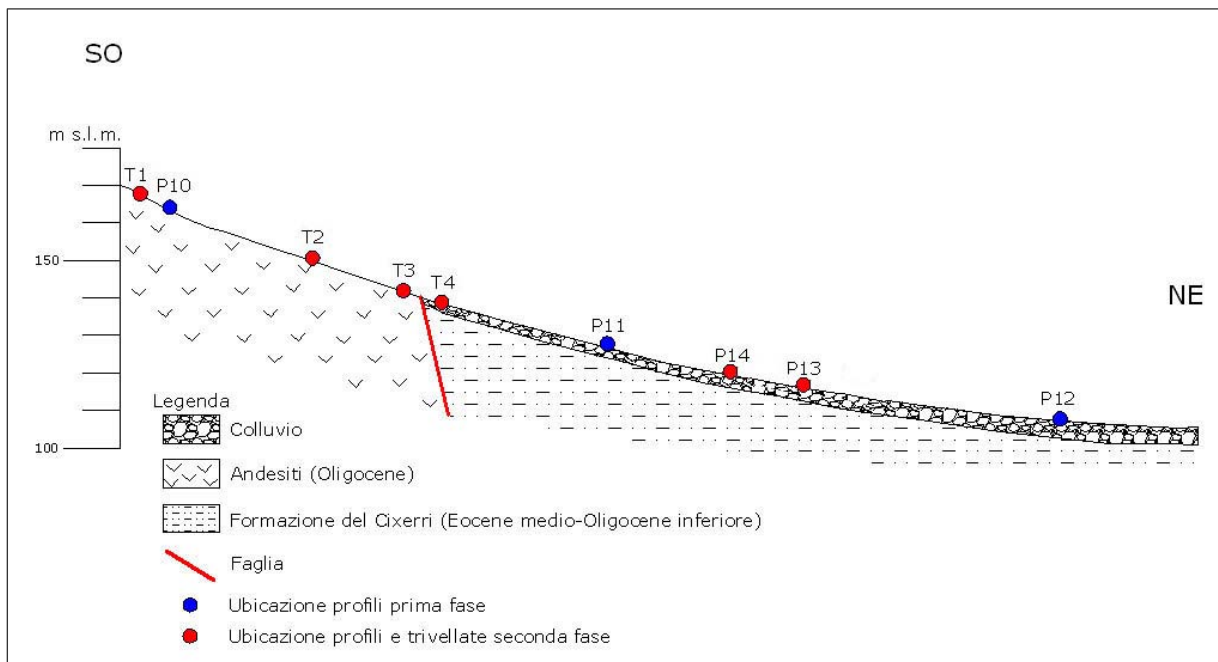


Fig. 16: sezione geologica del sito in loc. Su Pardu con ubicazione dei profili e delle trivellate

geologia dell'area.

Nel sito pilota situato in località Su Pardu (fig. 16), invece, il versante analizzato è rappresentato da una copertura colluviale olocenica, che ricopre i sedimenti della Formazione del Cixerri, e dalle caratteristiche cupole andesitiche del vulcanismo oligocenico, nella parte sommitale del versante.

Le differenze osservate nei suoli dell'area rispecchiano in modo marcato le discontinuità litologiche e morfologiche in quanto gli altri fattori (clima, vegetazione, uso del suolo) risultano pressoché omogenei data la vicinanza e l'uso antropico.

Sito in località Micceddu

Su di un versante lungo circa 300 metri (fig. 17), sono stati realizzati, durante la prima fase, tre profili (P1, P2 e P3) distanziati tra loro circa 150 metri e impostati in prossimità di differenze lito-morfologiche, trattandosi di terrazzi di età diversa.



Fig. 17: loc. Micceddu

La seconda fase di rilevamento ha avuto inizio nella primavera del 2005. Questa prevedeva dapprima l'applicazione di metodi geofisici con l'uso dell'EM38DD e, successivamente, un'ulteriore indagine pedologica approfondita per verificare il grado di riscontro tra le due metodologie utilizzate. I dati geofisici sono stati acquisiti in modo simile per le due aree di studio. E' stato realizzato uno stendimento (evidenziato in fig. 17) della lunghezza di circa 300 m e della larghezza di m 12. Il

dato elettromagnetico è stato acquisito su 8 profili geofisici paralleli con un'interdistanza di 2 m, perpendicolari alle unità pedologiche indagate. Una volta effettuato il rilievo si è proceduto alla restituzione dei dati ed all'interpretazione delle mappe. In base ai risultati ottenuti, è stata programmata una seconda campagna pedologica con l'apertura di altri 6 profili (P4 – P9). Di seguito (tab. 3) è riportata una descrizione schematica dei caratteri morfologici dei suoli analizzati in località Micceddu.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
Pedon 1: clayey-skeletal, mixed, superactive, thermic Calcic Palexeralf								
Ap	0-31	10YR4/4	2 pol ang/subang	friabile	25	2 fini	abrupto/lineare	
Bt	31-82	10YR4/6	3 pol ang	resistente	40	1 fini	abrupto/lineare	
Btk	82-180	7,5YR6/6	massiva	resistente	70	0	–	25% concrezioni di CaCO ₃
Pedon 2: fine, mixed, superactive, thermic Calcic Palexeralf								
Ap	0-40	10YR3/3	2 pol ang/subang	friabile	10	1 fini	abrupto/lineare	
2Bt	40-115	7,5YR4/4	2 pol ang	molto resistente	0	1 fini	abrupto/lineare	
2Btk	115-160	7,5YR5/4	massiva	friabile	0	0	–	30% concrezioni di CaCO ₃
Pedon 3: fine, mixed, superactive, thermic Aquic Haploxeralf								
Ap1	0-20	10YR4/3	2 pol subang	friabile	15	2 fini	chiaro/lineare	
Ap2	20-40	10YR4/3	3 pol ang	resistente	15	2 fini	abrupto/lineare	
Bt	40-70	10YR4/3	3 pol ang	molto resistente	5	0	abrupto/lineare	3% concrezioni di Fe-Mn
2Btg	70-100	7,5YR4/6	massiva	resistente	40	0	abrupto/lineare	5% concrezioni di Fe-Mn
2Cg	100-130	7,5YR5/8	massiva	resistente	30	0	abrupto/lineare	2% concrezioni di Fe-Mn e CaCO ₃
3Cr	130+	2,5Y6,5/2	massiva	–	0	0	–	Formazione del Cixerri
Pedon 4: fine, mixed, superactive, thermic Inceptic Haploxeralf over fine-loamy, mixed, superactive, thermic Typic Calcixercept								
Ap	0-30	10YR4/3	3 pol subang	-	20	3	abrupto/lineare	
Bt	30-60	10YR4/4	3 pol ang	molto resistente	10	1	abrupto/lineare	
Ab	60-74	10YR3,5/3	2 pol subang/ang	resistente	40	1	abrupto/lineare	comuni facce di pressione
2Bkgb	74-123	10YR5/4	1 pol subang	molto friabile	5	0	chiaro/ondulato	5% concrezioni di CaCO ₃
2BCb	123- 140/150	10YR4/4	1 pol subang	molto friabile	0	0	abrupto/ondulato	
2Cb	> 150	2,5Y6/2	massiva	-	0	0	-	
1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica; 2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=molte								

Tab. 3: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati in località Micceddu

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
Pedon 5: fine-loamy, mixed, superactive, thermic Calcic Palexeralf								
Ap1	0-30	10YR5/4	3 pol subang	-	10	2	abrupto/lineare	
Ap2	30-60	10YR4/3	2 pol ang/subang	resistente	-	1	abrupto/lineare	3% concrezioni di CaCO ₃
Btk	60-125	10YR4,5/6	2 pol ang	resistente	2	0	chiaro/lineare	7% concrezioni di CaCO ₃
2Bt	125-160/170	7,5YR4/6	1 pol ang	friabile	60	0	abrupto/ondulato	
3CB	160/170-180	2,5Y5,5/4	1 pol ang	molto friabile	-	0	abrupto/lineare	
3Ckm	> 180	2,5Y6/4	-	-	-	0	-	
Pedon 6: fine, mixed, superactive, thermic Typic Palexeralf								
Ap	0-40	10YR6/4	1 pol subang	-	20	2	abrupto/lineare	
Bt1	40-80	7,5YR4/4	3 pris	estremamente resistente	7	0	chiaro/lineare	
Bt2	80-108	7,5YR4/6	2 pol ang	resistente	7	0	graduale/lineare	
Bt3	108-180	7,5YR4/8	2 pol ang	resistente	10	0	-	ciottoli avvolti da CaCO ₃
Pedon 7: fine, mixed, superactive, thermic Calcic Palexeralf								
Ap	0-40	7,5YR6/6	3 pol ang/subang	-	20	2	abrupto/irregolare	
2Bt	40-60	5YR4/4	3 pol subang	resistente	3	1	abrupto/ondulato	
2Btk1	60-80	5YR5/6	2 pol subang	resistente	1	0	graduale/lineare	concrezioni di CaCO ₃
2Btk2	80-200	5YR5/8	3 pol subang	resistente	-	0	-	concrezioni di CaCO ₃
Pedon 8: fine, mixed, superactive, thermic Calcic Palexeralf								
Ap	0-25	10YR3/3	2 pol ang	resistente	10	2	abrupto/lineare	comuni facce di pressione
Bt	25-54	7,5YR4/4	2 pol ang	resistente	1	1	chiaro/lineare	comuni facce di pressione
2Bk1	54-94	7,5YR4/6	2 pol ang	friabile	1	1	abrupto/lineare	3% concrezioni di CaCO ₃
2Bk2	94-180	5YR4/6	1 pol ang/subang	friabile	1	1	-	5% concrezioni di CaCO ₃
Pedon 9: clayey skeletal, mixed, superactive, thermic Petrocalcic Palexeralf								
Ap	0 - 31	10YR4/3,5	2 pol ang/subang	resistente	15	2	abrupto/lineare	scarse facce di pressione
Btg	31-82	7,5YR4/6	2 pol ang/subang	resistente	40	2	abrupto/lineare	abbondanti facce di pressione
Btkm	82-180	10YR5/6	massiva	resistente	70	0	-	abbondanti facce di pressione
1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica; 2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=molte								

Tab. 3 (continuazione): Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati in località Miceddu

Il pedon 3, ubicato nella parte bassa del versante (fig. 15), presenta (tab. 3) un profilo Ap1-Ap2-Bt-2Btg-2Cg-3Cr molto profondo (oltre 130 cm) con tessitura FSA negli orizzonti superficiali di lavorazione (Ap) e con una maggiore componente argillosa negli orizzonti più profondi. In coincidenza degli orizzonti C di alterazione della Formazione del Cixerri la tessitura diviene grossolana. La struttura varia da

poliedrica subangolare ad angolare e massiva per quelli profondi, con un forte grado di aggregazione. Lo scheletro è generalmente elevato, mentre la consistenza da umido è compresa tra friabile e molto resistente.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia g kg ⁻¹	Limo g kg ⁻¹	Argilla g kg ⁻¹	pH		CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org. g kg ⁻¹	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB %
					(H ₂ O)	(KCl)									
Pedon 1: clayey-skeletal, mixed, superactive, thermic Calcic Palexeralf															
Ap	0-31	333	126	541	7,9	6,7	0	13	61,4	42,0	9,2	0,8	2,7	6,7	89
Bt	31-82	190	78	732	7,3	6,3	0	7	80,0	51,0	18,3	0,5	3,1	7,1	91
Btk	82-180	425	109	466	8,5	7,8	345	4	74,1	46,2	17,5	0,4	3,5	6,5	91
Pedon 2: fine, mixed, superactive, thermic Calcic Palexeralf															
Ap	0-40	534	122	344	6,8	5,9	0	8	34,9	19,7	6,7	0,4	2,7	5,4	84
2Bt	40-115	407	106	487	7,6	6,1	0	5	49,4	26,0	12,2	0,3	4,2	6,7	86
2Btk	115-160	362	234	404	8,9	7,6	327	3	67,9	45,5	10,3	0,3	5,5	6,3	91
Pedon 3: fine, mixed, superactive, thermic Aquic Haploxeralf															
Ap1	0-20	498	108	394	8,1	7,3	35	9	40,0	26,4	6,1	0,7	1,7	5,1	87
Ap2	20-40	517	117	366	7,9	7,2	35	9	38,7	23,6	6,8	0,4	2,8	5,1	87
Bt	40-70	582	140	442	7,8	6,7	35	6	40,6	21,3	9,2	0,3	4,6	5,2	87
2Btg	70-100	397	63	540	8,1	7,3	35	3	49,4	24,8	12,3	0,4	6,5	5,4	89
2Cg	100-130	570	49	381	8,7	7,8	45	0	35,6	13,0	10,7	0,4	6,3	5,2	85
Pedon 4: fine, mixed, superactive, thermic Inceptic Haploxeralf over fine-loamy, mixed, superactive, thermic Typic Calcixerept															
Ap	0-30	529	140	331	8,2	7,7	8	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bt	30-60	523	122	355	8,3	7,5	8	3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ab	60-74	465	89	446	8,6	7,7	7	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2Bkgb	74-123	556	78	366	8,3	8,2	18	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2BCb	123-140/ 150	805	50	145	9,2	8,7	7	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2Cb	> 150	808	52	140	9,6	9,3	31	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pedon 5: fine-loamy, mixed, superactive, thermic Calcic Palexeralf															
Ap1	0-30	526	131	343	7,8	7,4	0	6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ap2	30-60	470	145	385	8,4	8,0	11	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Btk	60-125	457	195	348	9,1	8,4	32	2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2Bt	125-160/ 170	600	52	348	9,1	8,3	12	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
3CB	160/170- 180	800	54	146	9,4	9,1	38	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
3Ckm	> 180	811	45	144	9,5	9,2	41	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pedon 6: fine, mixed, superactive, thermic Typic Palexeralf															
Ap	0-40	562	154	284	6,7	5,5	0	4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bt1	40-80	382	112	506	7,6	6,3	0	2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bt2	80-108	303	95	602	8,5	7,2	8	2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bt3	108-180	296	73	631	9,1	7,7	10	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pedon 7: fine, mixed, superactive, thermic Calcic Palexeralf															
Ap	0-40	544	137	319	7,7	7,1	0	4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2Bt	40-60	310	161	529	9,0	7,5	8	2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2Btk1	60-80	244	362	394	9,3	8,3	46	2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2Btk2	80-200	239	429	332	9,8	8,6	50	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pedon 8: fine, mixed, superactive, thermic Calcic Palexeralf															
Ap	0-25	510	132	358	7,5	7,2	-	7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bt	25-54	298	172	530	8,4	7,7	11	6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2Bk1	54-94	304	345	351	9,6	8,4	41	2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2Bk2	94-180	304	401	295	9,8	8,6	33	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pedon 9: clayey skeletal, mixed, superactive, thermic Petrocalcic Palexeralf															
Ap	0-31	512	116	372	6,2	5,9	0	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Btg	31-82	538	45	507	7,0	6,3	0	2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Btkm	82-180	530	121	349	8,9	8,0	38	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Tab. 4: Principali dati analitici dei suoli ubicati in località Micceddu

I risultati derivanti dalla analisi chimiche (tab. 4) mostrano valori di pH in H₂O alcalini (compresi tra 7,8 e 8,7), un contenuto in carbonio organico degli orizzonti A pari a 9 g kg⁻¹ e la presenza di carbonati diffusa sul tutto il profilo. Di particolare interesse sono le screziature visibili in profondità, a dimostrazione delle difficoltà di drenaggio di questi orizzonti.

Il pedon 2 (tab. 3) si presenta profondo (oltre 160 cm) con un profilo Ap-2Bt-2Btk, con un marcato orizzonte calcico (33 g kg⁻¹ di CaCO₃) a partire da circa 115 cm di profondità. La struttura varia da poliedrica subangolare ad angolare e massiva per l'orizzonte 2Btk, con un grado di aggregazione moderato. Lo scheletro è scarso nell'Ap ed assente negli altri orizzonti, mentre la consistenza da umido è friabile e molto resistente. I risultati delle analisi chimiche (tab. 4) mostrano valori di pH in H₂O neutri ed alcalini (compresi tra 6,8 e 8,9) ed un contenuto in carbonio organico di 8 g kg⁻¹ per l'orizzonte A ed inferiore a 6 per i restanti orizzonti. Il pedon 1,

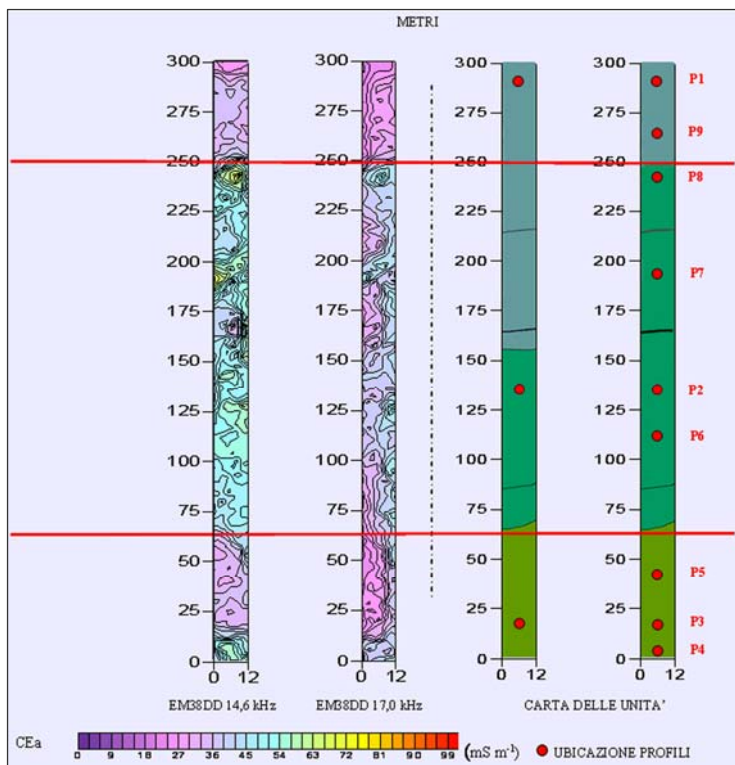


Fig. 18: Raffronto tra le mappe di CEa e la carta dei suoli

realizzato sul terrazzo del Pleistocene inf. su di un alto morfologico, è simile al precedente per strutturazione degli orizzonti (tab. 3), ad eccezione della tessitura tendenzialmente argillosa per quest'ultimo profilo e la presenza dell'orizzonte calcico più superficiale. La struttura varia da poliedrica subangolare ad angolare e massiva per l'orizzonte Btk, con un grado di aggregazione che varia da moderato a forte. Lo scheletro è scarso nell'Ap e notevole (> 25%) negli altri orizzonti, mentre la consistenza da umido è friabile per l'orizzonte superficiale e resistente per quelli profondi. Dalle analisi chimiche (tab. 4) si osservano valori di pH in H₂O subalcalini ed alcalini (compresi tra 7,6 e 8,5) ed un contenuto in carbonio organico di 13 g kg⁻¹ per

l'orizzonte Ap. Gli ultimi due profili sono stati classificati come Calcic Palexeralfs, mentre il primo come Aquic Haploxeralf. Nella figura 18 è riportato il raffronto tra le mappe geofisiche ed uno stralcio della carta dei suoli. In particolare, a sinistra la carta realizzata durante la prima fase ed a destra la carta con le modifiche apportate dopo aver effettuato i rilevamenti geofisici.

In questa seconda fase sono stati realizzati altri sei profili (fig. 15) ubicati in prossimità di anomalie o di discontinuità elettromagnetiche che, ad un'attenta interpretazione delle mappe, potevano far configurare delle mutazioni pedologiche.

In particolare, il profilo 4 è stato aperto per verificare il motivo per cui con la metodologia EMI si erano ottenuti dei valori di CEa (fig. 18) elevati rispetto a quelli del profilo 3, distante circa 10 metri. Al suo interno sono stati individuati i seguenti orizzonti: Ap-Bt-Ab-2Bkg-2BCb-2Cb (tab. 3). Al di sotto del solito orizzonte di lavorazione vi è un aumento del contenuto in frazione fine in corrispondenza dell'orizzonte argillico. Al di sotto di quest'ultimo è presente un suolo sepolto, in cui vi è un notevole aumento di carbonati (tab. 4) nel 2Bkgb. L'osservazione termina con la presenza dell'orizzonte C a circa 150 cm di profondità. La tessitura è mediamente FSA, la struttura varia da poliedrica subangolare ad angolare, con un grado di aggregazione compreso tra debole e forte man mano che aumenta la profondità d'indagine. Lo scheletro aumenta fino all'orizzonte Ab (circa 40%) mentre non è presente nel suolo sepolto. Dalle analisi chimiche (tab. 4) si osservano valori di pH in H₂O alcalini (superiori a 8,2) ed un contenuto in carbonio organico di 5 g kg⁻¹ per l'orizzonte Ap. Il suolo superficiale è stato classificato Inceptic Haploxeralf mentre quello profondo Typic Calcixerept. Il profilo 5, che rientra nella stessa unità dei pedon 3 e 4, è posto a 35 m dall'inizio del versante, mostra un profilo Ap1-Ap2-Btk-2Bt-3Cb-3Ckm (tab. 3). La tessitura è molto simile al pedon precedente. La struttura è prevalentemente poliedrica subangolare, con un grado di aggregazione tendenzialmente moderato e debole in profondità. Lo scheletro è elevato nel Bt e scarso o assente nei rimanenti orizzonti. I valori di pH in H₂O (tab. 4) sono tutti subalcalini ed alcalini (superiori a 7,8) ed il contenuto in carbonio organico è di 6 e 5 g kg⁻¹ per gli orizzonti Ap1 ed Ap2. Il contenuto in CaCO₃, in profondità, assume valori superiori a 37 g kg⁻¹ (or. 3CB e 3Ckm). La profondità è superiore a 1,6 m. Il suolo è stato classificato come Calcic Palexeralf. Questi 3 profili (3, 4 e 5) ricadono

tutti all'interno di un'unità omogenea dal punto di vista litologico ma eterogenea nei valori di CEa ottenuti dal rilevamento con l'EM38DD. Queste elevate differenze di CEa (fig. 18) si osservano soprattutto, nonostante le ridotte distanze, tra i profili 3 e 4 e sono legate al contenuto di scheletro, alla profondità degli orizzonti con struttura massiva, alla presenza di condizioni acquiche (sensu Soil Survey Staff, 2003) e ad un maggiore contenuto di concrezioni di CaCO₃ nel P3. Il profilo 6 (tab. 3), impostato sulla Formazione del Cixerri, presenta un'orizzontazione Ap-Bt1-Bt2-Bt3. La tessitura è, ad eccezione dell'orizzonte superficiale, prevalentemente argillosa. La struttura è poliedrica subangolare ed angolare e prismatica nel Bt1, è fortemente sviluppata e la consistenza è stata stimata in estremamente resistente e resistente. I valori di pH (tab. 4) in H₂O oscillano da neutri ad alcalini (superiori a 6,7) ed il contenuto in carbonio organico è di 4 g kg⁻¹ per l'orizzonte Ap. Le indagini geofisiche hanno messo in evidenza valori di CEa (fig. 18) elevati attribuibili probabilmente all'elevato contenuto in frazione argillosa e ad una diminuzione della percentuale di scheletro. Il suolo è stato classificato come Typic Palexeralf. La continuità del profilo 6 è rappresentata dai profili 7 e 8, ubicati rispettivamente a circa 180 e 240 m lungo lo stendimento. Essi, impostati sempre sulla Formazione del Cixerri, presentano (tab. 3) gli orizzonti Ap-Bt-2Btk1-2Btk2 ed Ap-Bt-2Bk1-2Bk2, una tessitura FA nell'orizzonte Bt ed un aumento della frazione limosa con la profondità. La struttura è poliedrica subangolare per il pedon 7 ed angolare per il pedon 8, moderatamente sviluppata, e la consistenza è resistente per entrambi (friabile per gli orizzonti Bk del pedon 8). Lo scheletro è generalmente scarso e spesso assente, ad eccezione degli orizzonti agricoli. Dalle analisi chimiche (tab. 4) si osservano valori di pH in H₂O alcalini (superiori a 7,5) ed un contenuto in carbonio organico di 4 e 7 g kg⁻¹ per gli orizzonti Ap. L'elevato contenuto di carbonato di calcio negli orizzonti profondi condiziona fortemente questi ultimi due pedon. Essi sono stati classificati come Calcic Palexeralfs.

I profili 6, 7, 8 (assieme al pedon 2 della prima fase) ricadono all'interno di un'unità omogenea compresa tra i 65 m ed i 248 m lungo lo stendimento, all'interno della Formazione del Cixerri, in cui prevalgono valori di CEa medio-alti ed alti rispetto all'unità precedente. Questi ultimi potrebbero essere attribuiti ad una sensibile

diminuzione di scheletro negli orizzonti superficiali ed in quelli profondi, nonché ad una maggiore profondità dell'orizzonte massivo (115 cm).

L'ultimo profilo è stato aperto in corrispondenza di una discontinuità nei valori della CEa corrispondente ad una differente unità pedologica identificata nella prima fase del lavoro. Il profilo 9 (tab. 3), infatti, è impostato sul terrazzo del Pleistocene inferiore, e presenta, al di sotto dell'orizzonte di lavorazione Ap, un orizzonte argillico Btg ed un Btkm fortemente cementato dal CaCO₃ (38 g kg⁻¹). La sua struttura è tendenzialmente poliedrica subangolare ed angolare, moderatamente sviluppata ad eccezione sempre del Btkm che si presenta massivo. Lo scheletro è elevato per tutta la profondità. I valori di pH (tab. 4) in H₂O variano da subacidi (6,2) a neutri ed alcalini (7,0 e 8,9) ed il contenuto in carbonio organico è di 5 g kg⁻¹ per l'orizzonte Ap. Il profilo 9 è stato classificato come Petrocalcic Palexeralf e, assieme al pedon 1, è compreso all'interno della stessa unità che si presenta omogenea sia per caratteristiche litologiche che per valori di CEa. Queste ultime appaiono decisamente inferiori rispetto all'unità precedente (fig. 18). I valori di CEa medio-bassi potrebbero essere imputati ad un aumento del contenuto in scheletro e ad una maggiore superficialità degli orizzonti massivi.

Nella figura 18, in cui è riportato il raffronto tra le mappe di conducibilità elettrica apparente e la carta dei suoli, appare chiaro come sia stata identificata una zonazione del versante in tre unità differenti. Dal confronto emerge una effettiva corrispondenza del limite della prima unità individuato a 65 m. Diversamente, il limite individuato nella prima fase tra i suoli presenti nella porzione centrale del versante e quelli della parte più alta non corrisponde con il limite individuato in quest'ultima fase del lavoro attraverso la prospezione EMI. La sua applicazione, infatti, ha consentito di identificare quest'ultimo come il reale passaggio tra due unità pedologiche distinte. Ciò è stato confermato anche dai successivi rilevamenti pedologici.

Sito in località Su Pardu

Su di un versante, caratterizzato da un aumento costante della pendenza (fino ad un massimo del 40%) e dalla presenza di litotipi differenti rispetto all'area 1, è stato realizzato un transetto della lunghezza di circa 280 m (fig. 19).

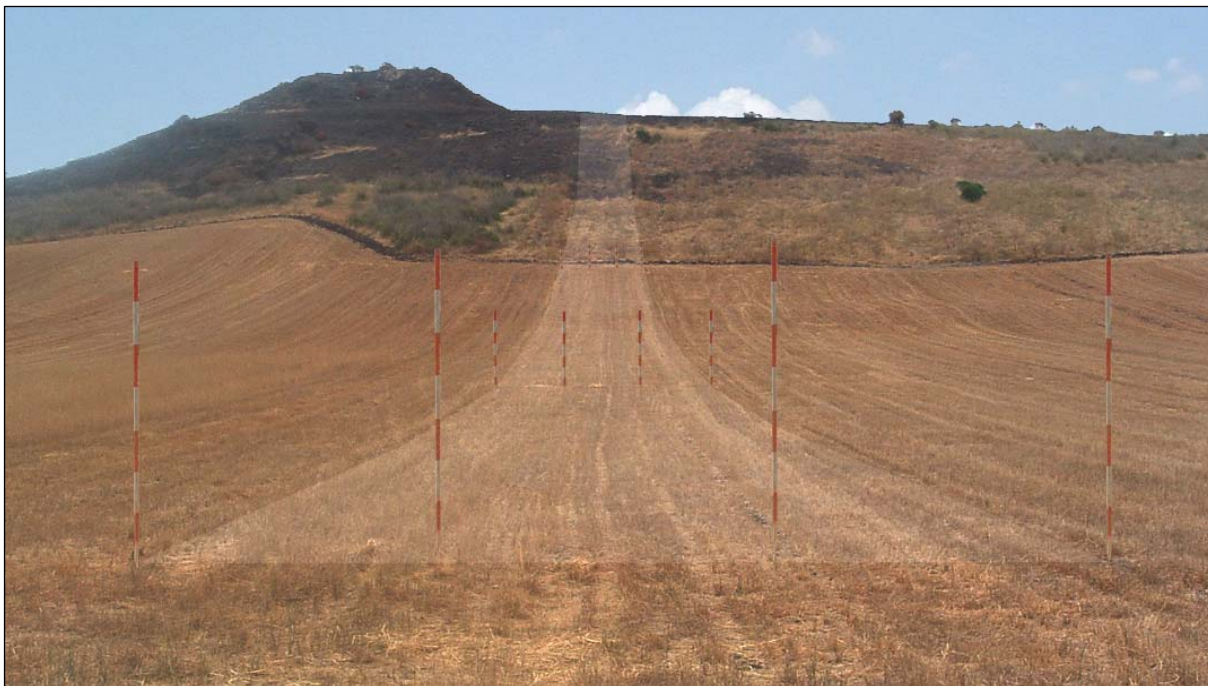


Fig. 19: loc. Su Pardu

Analogamente al sito precedente, in una prima fase sono stati aperti tre profili: il 12, a circa 50 m dall'inizio dello stendimento, l'11, a circa 150 m, ed il 10, a circa 270 m. I caratteri morfologici dei profili sono riportati nella tabella 5.

Il profilo 12 è situato nella parte bassa del versante su di un profondo deposito colluviale di età olocenica, generato dall'alterazione e successiva erosione delle soprastanti andesiti, mentre al di sotto è presente la Formazione del Cixerri. Si tratta di un suolo profondo oltre 180 cm (tab. 5), con un profilo Ap1-Ap2-Bss-Bw a tessitura argillosa nei primi tre orizzonti ed AS nel Bw. L'elevata presenza di argille a reticolo espandibile determina la formazione di facce di scivolamento, osservate tra 65 e 125 cm (Bss), che conferiscono un tipico carattere verticale al profilo. La struttura varia da grumosa, per l'Ap, a poliedrica subangolare ed angolare, con un grado di aggregazione moderato e forte. Il contenuto in scheletro è generalmente basso, mentre la consistenza da umido è compresa tra friabile e molto resistente.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
Pedon 10: loamy, mixed, superactive, thermic, shallow Entic Haploxeroll								
A	0-17/27	7,5YR3/1	3 pol subang → 2 gran	molto friabile	2	2 fini, medie	abrupto/irregolare	
Cr	17/27-60	–	massiva	–	–	1 fini	–	andesite alterata
Pedon 11: fine, mixed, superactive, thermic Vertic Calcixerert								
Ap1	0-23	10YR4/3	2 pol subang → 2 gran	friabile	20	3 fini, medie	chiaro/lineare	
Ap2	23-33	10YR4/3	2 pol subang → 2 gran	friabile	20	3 fini, medie	abrupto/lineare	
Bw	33-46	7,5YR3/2	2 pol ang/subang	friabile	20	0	abrupto/lineare	
Bk	46-70	10YR6/3	2 pol ang	resistente	10	0	abrupto/ondulato	10% concrezioni di CaCO ₃
2Cr	70-170	7,5YR6/6	massiva	–	3	0	–	Formazione del Cixerri
Pedon 12: fine, mixed, superactive, thermic Typic Haploxerert								
Ap1	0-40	5YR2,5/1	2 pol subang → 2 gran	friabile	10	2 fini	chiaro/lineare	
Ap2	40-65	5YR2,5/1	3 pol ang/subang	resistente	10	1 fini	abrupto/lineare	
Bss	65-120	7,5YR3/1	3 pol ang	molto resistente	3	0	graduale/lineare	abbondanti facce di scivolamento
Bw	120-180	7,5YR3/1	2 pol ang	resistente	10	0	–	
Pedon 13: fine, mixed, superactive, thermic Typic Calcixerert								
Ap1	0-30	7,5YR3/2	3 pol ang/pris	-	7	-	chiaro/lineare	fessurazioni 0,3 cm
Ap2	30-50	7,5YR3/2	2 pol ang	-	7	-	abrupto/lineare	fessurazioni 0,5 cm
Bss	50-75	7,5YR3/2	3 pol ang	molto resistente	5	-	chiaro/lineare	abbondanti facce di pressione e scivolamento
Bk1	75-90	7,5YR3/2	2 pol ang	resistente	2	-	graduale/lineare	20% concrezioni di CaCO ₃
Bk2	90- 166/178	7,5YR3/3	1 pol ang	resistente	-	-	abrupto/ondulato	40% concrezioni di CaCO ₃
2C	> 178	10YR4/3	massiva	friabile	-	-	-	
Pedon 14: fine, mixed, superactive, thermic Typic Calcixerert								
Ap1	0-30	7,5YR3/2	3 pol ang	-	25	2	chiaro/lineare	fessurazioni 1,5 cm
Ap2	30-50	7,5YR3/2	2 pol ang	resistente	25	2	abrupto/lineare	fessurazioni 1,0 cm
Bss	50-75	7,5YR3/4	3 pol ang	molto resistente	5	1	chiaro/lineare	comuni facce di pressione
Bk1	75-114	7,5YR3,5/4	2 pol ang	molto resistente	7	1	graduale/lineare	5% concrezioni di CaCO ₃
Bk2	114-143	7,5YR3,5/4	1 pol ang	resistente	2	-	graduale/lineare	3% concrezioni di CaCO ₃
Bk3	143-180	7,5YR3,5/4	1 pol ang	friabile	3	-	-	10% concrezioni di CaCO ₃
1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica;								
2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=molte								

Tab. 5: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati in località Su Pardu

I dati derivanti dalle analisi chimiche mostrano (tab. 6) come per il pedon 12 i valori di pH in H₂O variano da neutri ad alcalini (6,9 ÷ 9,1), il contenuto in carbonio organico degli orizzonti A sia di 5 g kg⁻¹ ed oltre i 120 cm di profondità ci sia presenza di CaCO₃. Secondo la Soil Taxonomy il profilo 12 può essere classificato come un Typic Haploxerert.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia g kg ⁻¹	Limo g kg ⁻¹	Argilla g kg ⁻¹	pH		CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org. g kg ⁻¹	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB %
					(H ₂ O)	(KCl)									
Pedon 10: loamy, mixed, superactive, thermic, shallow Entic Haploxeroll															
A	0-17/27	555	131	314	7,9	7,1	0	12	67,7	44,4	17,9	0,7	0,7	4,0	94
Pedon 11: fine, mixed, superactive, thermic Vertic Calcixerpt															
Ap1	0-23	339	235	426	8,7	7,5	227	7	56,4	45,8	5,5	0,1	0,4	4,6	92
Ap2	23-33	340	243	417	8,6	7,4	167	8	59,2	48,0	6,6	0,1	0,4	4,1	93
Bw	33-46	414	101	485	8,6	7,7	85	3	69,9	47,8	16,9	0,1	0,7	4,4	94
Bk	46-70	408	227	365	8,6	7,7	405	2	59,9	47,4	7,9	0,1	0,4	4,1	93
Pedon 12: fine, mixed, superactive, thermic Typic Haploxerert															
Ap1	0-40	395	159	446	6,9	6,5	0	5	65,9	38,7	20,6	0,4	1,5	4,7	93
Ap2	40-65	391	169	440	7,5	6,3	0	5	64,0	37,3	20,0	0,3	1,8	4,6	93
Bss	65-120	388	132	480	8,7	7,3	0	4	67,9	32,7	26,1	0,2	4,2	4,7	93
Bw	120-180	466	125	409	9,1	7,9	45	3	56,3	21,4	23,1	0,2	7,2	4,4	92
Pedon 13: fine, mixed, superactive, thermic Typic Calcixerert															
Ap1	0-30	354	147	499	8,0	7,3	0	6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ap2	30-50	351	148	501	8,2	7,3	6	4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bss	50-75	358	149	493	8,7	7,6	7	4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bk1	75-90	284	179	537	8,8	7,9	23	3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bk2	90-166/178	268	243	489	9,3	7,9	36	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2C	> 166/178	498	200	302	9,5	7,9	35	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pedon 14: fine, mixed, superactive, thermic Typic Calcixerert															
Ap1	0-30	353	152	495	8,0	7,2	0	6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ap2	30-50	355	153	492	8,4	7,4	6	6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bss	50-75	369	137	494	8,6	7,7	10	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bk1	75-114	434	146	420	8,7	8,0	18	2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bk2	114-143	365	157	478	8,9	7,9	8	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Tab. 6: Principali dati analitici dei suoli ubicati in località Su Pardu

Il pedon 11, realizzato nella parte centrale del versante, si è sviluppato sempre sul colluvio olocenico con uno spessore che si riduce man mano che si rimonta il versante stesso. Si tratta di un suolo profondo oltre 170 cm (tab. 5), caratterizzato da un profilo Ap1-Ap2-Bw-Bk-2C; la tessitura è prevalentemente argillosa e subordinatamente FA. La struttura varia da granulare a poliedrica subangolare ed angolare, con un moderato grado di aggregazione. Lo scheletro è generalmente superiore al 10%, ad eccezione del 2Cr (3%), mentre la consistenza da umido è compresa tra friabile e resistente. Le analisi chimiche (tab. 6) hanno mostrato valori di pH in H₂O alcalini per tutto il profilo ed un contenuto in carbonio organico degli orizzonti A compreso tra 7 ed 8 g kg⁻¹. All'interno del pedon 11, a differenza del precedente, si osserva una maggiore presenza di concrezioni di CaCO₃. Il suolo è

stato classificato come Vertic Calcixerept. Il limite tra le due unità cartografiche corrispondenti ai Typic Haploxererts ed ai Vertic Calcixerepts, posto a circa 140 m, è chiaramente indicativo, in quanto suddivide quello che in realtà è un continuum.

Il profilo 10 è, invece, rappresentativo dell'unità con suoli formati sulle vulcaniti andesitiche, che conferiscono un carattere maggiormente articolato alla morfologia dell'area. I suoli osservati sono su roccia in posto e caratterizzati da un tipico profilo Ap-Cr (tab. 5), con spessori molto limitati, in genere inferiori ai 50/60 cm. Presentano una tessitura FSA, una struttura granulare e poliedrica subangolare per l'Ap e massiva per il sottostante Cr, ed un grado di aggregazione moderato e forte. Lo scheletro è praticamente assente, mentre la consistenza da umido dell'orizzonte superficiale è friabile. I risultati derivanti dalle analisi chimiche (tab. 6) mostrano valori di pH in H₂O alcalini (7,9) ed un contenuto in carbonio organico dell'orizzonte Ap di 12 g kg⁻¹. A livello tassonomico questo suolo è stato classificato come Entic Haploxeroll.

L'ulteriore fase di lavoro ha riguardato la caratterizzazione dell'area attraverso il rilevamento geofisico, sempre con l'utilizzo dell'EM38DD, e la successiva realizzazione delle mappe di conducibilità elettrica apparente. Attraverso queste ultime (fig. 20) si è potuto osservare come il versante presenti una differenziazione di CEa tale da consentirne la suddivisione in 4 unità differenti, come già riscontrato dai tradizionali metodi di rilevamento pedologico, ma con i limiti posizionati in modo differente.

Successivamente al rilevamento geofisico è stata eseguita una seconda campagna pedologica finalizzata, analogamente a quanto descritto per il sito pilota 1, all'accertamento dei limiti pedologici messi in rilievo dai dati di CEa.

La prima unità identificata (fig. 20) è espressa dai suoli, rappresentati dal profilo 12, situati alla base del versante in una zona di accumulo che si estende da 0 fino ai 140 m. Essi presentano valori di CEa medio-alti ed alti in corrispondenza del passaggio tra questa unità e la successiva (circa 140 m). Tali valori sono giustificabili con la presenza di suoli molto profondi, in cui il substrato roccioso non viene raggiunto dal segnale, mentre l'aumento della conducibilità a circa 100 m potrebbe essere giustificato da un maggior contenuto di concrezioni carbonatiche. L'apertura di due nuovi profili ha consentito proprio di giustificare e confermare quanto detto in precedenza. Infatti, con i profili 13 e 14 si è potuto osservare come i suoli impostati

su questa unità presentino un profilo Ap1-Ap2-Bss-Bk1-Bk2 (tab. 5), profondità sempre superiori ai 180 cm, tessitura argillosa e FA ed un elevato contenuto di concrezioni carbonatiche, proprio come ipotizzato in precedenza, a partire dai 50/75 cm di profondità.

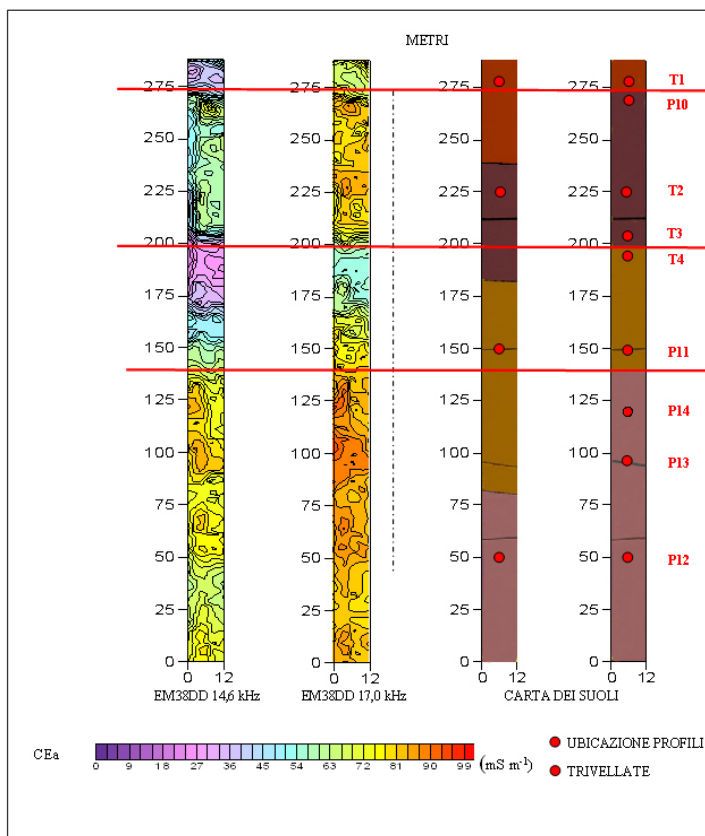


Fig. 20: Raffronto tra le mappe di CEa e la carta dei suoli

La seconda unità inizia, a circa 140 m., in corrispondenza di una diminuzione dei valori di CEa (fig. 20) che si estendono, con valori medio bassi, fino a circa 200 m. Questa diminuzione di CEa potrebbe essere ricondotta ad una maggiore superficialità dell'orizzonte C determinata da una più che probabile diminuzione dello spessore del colluvio man mano che si sale di quota lungo il versante. Tale ipotesi è confermata anche dal fatto che nel profilo 11, che costituirebbe la normale evoluzione pedologica di questa unità, l'orizzonte C si trova solo a 75 cm di profondità, ovvero un metro al di sopra del C osservato nei profili 13 ed 14. Un'ulteriore conferma si ha dall'interpretazione delle mappe (fig. 20), dove non si osserva una diminuzione netta nei valori di CEa ma bensì una diminuzione graduale fino al limite dei 200 m, identificato come il passaggio ad una nuova unità. Quest'ultima è identificata con i suoli simili al profilo 10 (Entic Haploxerolls) in cui sono stati misurati valori di CEa (fig. 20) medi e tendenzialmente bassi nella parte superiore, fino ai 270 m. Il cambiamento di substrato geologico, in presenza di suoli sottili, determina un aumento, rispetto all'unità precedente, dei valori di CEa nelle mappe realizzate con i dati acquisiti dall'EM38DD, causato dalla minore resistività delle andesiti rispetto alla Formazione del Cixerri (Telford et al., 1976). Nell'ultima unità, che si estende fino ai 288 m, si ha la presenza di roccia affiorante e di suoli

sottili, in cui i valori di CEa (fig. 20) riscontrati con l'EM38DD mostrano una sensibile diminuzione rispetto all'unità precedente. Questa diminuzione è determinata dall'aumento dell'influenza della roccia andesitica rispetto a quella del suolo. La campagna pedologica di controllo è stata realizzata anche attraverso alcune trivellate di controllo, riportate in fig. 20, finalizzate all'analisi dei caratteri morfologici dei suoli. Ciò ha consentito di verificare la presenza di suoli molto sottili con profilo di tipo A-R, classificati come Lithic Xerorthents. Analogamente al sito pilota 1, sia il rilevamento tradizionale dei suoli che l'indagine elettromagnetica hanno consentito l'identificazione di un ugual numero di unità pedologiche. L'ubicazione dei limiti tra le varie unità si discosta però di qualche decina di metri e l'ulteriore campagna pedologica ha confermato quanto rilevato con l'EM38DD.

Considerazioni finali

Le campagne pedologiche e geofisiche realizzate nelle due aree di studio hanno consentito una precisa caratterizzazione dei suoli.

L'acquisizione di numerose informazioni ha permesso di valutare in maniera molto dettagliata, con precisione metrica, la variabilità dei suoli in un contesto molto limitato, come i due versanti in esame. La bassa variabilità è da ricondurre all'omogeneità morfo-litologica. Entrambi i fattori (litologia e morfologia) condizionano, in misura differente ma in maniera marcata, i processi pedogenetici determinando lo sviluppo di suoli profondi, con elevato grado di strutturazione e forti arricchimenti in argille ed in carbonati. La morfologia agisce laddove si osservano processi di accumulo e dove si instaurano condizioni locali (aquiche, sensu Soil Survey Staff, 2003). L'accostamento di metodologie così diverse ha consentito il raggiungimento di risultati molto simili. Infatti, dalle osservazioni raccolte, dalle misure effettuate e dalle mappe descritte si evidenzia la presenza di unità con limiti ben definiti. In particolare, sia la carta delle unità di suolo che le mappe di conducibilità elettrica apparente hanno determinato una zonazione dei versanti in unità pedologiche i cui limiti sono tra loro comparabili ed in molti casi equivalenti. Ciò assume una valenza rilevante nelle future investigazioni pedologiche, perchè la possibilità di indagare vaste superfici con un numero limitato e mirato di profili comporterebbe un consistente abbattimento dei costi e la possibilità di investigare anche aree coltivate senza determinare la distruzione dell'oggetto di studio.

E' evidente che la metodologia geofisica adottata non può certamente prescindere dai tradizionali metodi d'indagine, ma è chiaro che i vantaggi derivanti da una sua applicazione sono innumerevoli. Infatti, le mappe di CEa realizzate sono state in grado di fornire un'indicazione precisa della zonazione dei suoli attraverso l'individuazione dei limiti delle unità pedologiche. Pertanto, dall'interpretazione delle mappe si può programmare una campagna pedologica mirata, con la realizzazione di profili e trivellate. Questi ultimi saranno però in un numero decisamente inferiore rispetto ai tradizionali metodi d'indagine, in quanto posizionati con un criterio valido e non random come avviene in molti casi, consentendo in questo modo un notevole risparmio di tempo e di costi.

Capitolo 4

VARIABILITÀ ALLA SCALA DI SEMIDETTAGLIO: IL FOGLIO "549 - MURAVERA"

Introduzione



Fig. 21: inquadramento dell'area di rilevamento

Per l'analisi della variabilità dei suoli alla scala di rilievo di semidettaglio è stata scelta un'area situata nella parte sud-orientale della Sardegna (fig. 21), ricadente interamente nel Foglio Geologico d'Italia "Muravera - 549" in scala 1:50.000. La scelta dell'area è giustificata dal fatto che questa parte della ricerca del presente dottorato rientra all'interno del Progetto PRIN

GEOBASI (Geochemical Baseline of Italy), finanziato dal MIUR. Tale Progetto vede la collaborazione di 11 unità operative di varie Università italiane (Genova, Siena, Cagliari, Cosenza, Palermo, Firenze, Pavia, Perugia, Roma La Sapienza, Roma Tre e Trieste) e dell'ENEA (sezione PROT-CHIM). All'interno del Progetto, si è resa necessaria la caratterizzazione dei suoli dell'area d'indagine e la produzione di una carta in scala 1:50.000.

Obiettivi

La ricerca effettuata all'interno del progetto GEOBASI ha avuto come obiettivo la caratterizzazione dei suoli dell'area, l'analisi della variabilità spaziale alla scala di semidettaglio e la realizzazione di una carta che rappresentasse la distribuzione dei suoli. Per poter raggiungere tali obiettivi si è cercato di adottare delle metodologie valide sia dal punto di vista scientifico che da quello puramente pratico.

La presenza di un'area molto vasta e molto varia dal punto di vista morfologico e fisiografico, poteva far insorgere dei grossi problemi di sostenibilità economica. Infatti, la realizzazione di una carta dei suoli alla scala adottata (1:50.000) avrebbe

imposto la realizzazione di un elevato numero di profili (Giordano, 1999), con un consistente dispendio di risorse.

L'improbabile applicazione di tali metodi di rilievo a fini scientifici ha portato all'adozione del concetto di unità di pedopaesaggio, ovvero alla suddivisione del territorio in aree contraddistinte dalla presenza di caratteri (substrato, morfologia, vegetazione, idrologia e uso del suolo) omogenei. Questa scelta ha permesso un campionamento ragionato e puntuale dei suoli, attraverso l'apertura di profili (cfr. par. - *Metodologie pedologiche applicate nel Foglio "549-Muravera"*), e la successiva restituzione cartografica delle unità di pedopaesaggio in scala 1:50.000.

Geologia

Descrizione del basamento metamorfico e delle fasi collisionali e post-collisionali

L'attuale conformazione geologica del Foglio "549 - Muravera" (Carmignani et al., 2001) è da imputare in larga misura all'orogenesi ercinica, che ha determinato l'impilamento di unità tettoniche. Queste hanno prodotto, non solo nell'area in esame ma in gran parte della Sardegna, deformazioni, metamorfismo, e successive attività vulcaniche con magmatismo di tipo effusivo ed intrusivo, come la messa in posto del batolite sardo-corso. Secondo Carmignani et al. (1992) il basamento paleozoico sardo non è altro che un segmento della catena ercinica sudeuropea che trova il suo proseguimento nei Mauri, nella Montagna Nera e nel Massiccio Centrale Francese (Arthaud e Matte, 1977). Sempre secondo Carmignani et al. (1992), il margine sovrascorrente è costituito dal "Complesso Metamorfico di Alto Grado", che affiora nella Sardegna settentrionale ed in Corsica, mentre il margine sottoscorrente è rappresentato dal "Complesso Metamorfico di Basso e Medio Grado" che affiora nella Sardegna centrale e centro-orientale. I due complessi sono separati da un contatto tettonico di primo ordine: la "Linea Posada-Asinara". Il metamorfismo è progrado dalle "Falde Esterne" verso le "Falde Interne". Nel massiccio sardo si possono osservare le sezioni più chiare e complete dell'orogenesi ercinica (Carmignani et al., 1978), essendo esso rimasto ai margini del corrugamento alpino. A questa fase, tettonica collisionale dell'orogenesi ercinica, è seguita una tettonica distensiva post-

collisionale avvenuta tra il Carbonifero superiore ed il Permiano. I testimoni di questa fase sono rappresentati dalla presenza di zone di taglio con movimento diretto, metamorfismo di alta temperatura e bassa pressione e intrusione di granitoidi sincinematici (Carmignani et al., 2001). In questo settore si riconoscono (Carmignani et al., 1992), tre intervalli con diversa storia deformativa: il più profondo caratterizzato da deformazioni duttili (Unità di M.te Grighine e del Castello di Medusa); l'intermedio con una deformazione distensiva dapprima con zone di taglio duttili nei livelli più competenti e conclusasi con faglie poco inclinate (Unità del Gerrei); il più superficiale caratterizzato da un'estensione quasi esclusivamente fragile (Unità di Genn'Argiolas). Questa sistematica sovrapposizione di deformazioni fragili su strutture duttili indica una distensione contemporanea alla risalita del basamento. In questa fase le unità del Gerrei hanno costituito la zona di transizione tra il dominio duttile e quello fragile. Inoltre, l'estensione delle unità appilate dalla tettonica compressiva ha determinato la riattivazione di molti *thrust* come faglie dirette a basso angolo. L'esempio più caratteristico è l'"Accavallamento di Villasalto", che sovrappone le metarenarie cambriane dell'Unità di Genn'Argiolas alle formazioni del Devoniano-Carbonifero inferiore del Gerrei lungo il fianco meridionale dell'Antiforme del Flumendosa. Lo studio della tettonica distensiva porta a considerare (Carmignani et al., 1992), che vi è una certa continuità con la tettonica compressiva, o meglio che la geometria distensiva sia proprio ereditata dalla geometria realizzatasi durante la fase compressiva.

Complesso intrusivo Tardo-Paleozoico

Come descritto in precedenza, la messa in posto dei corpi intrusivi è da ricondurre alle fasi distensive dell'orogenesi ercinica, ovvero alla tettonica distensiva post-collisionale. Al momento della messa in posto dei voluminosi corpi intrusivi granitici e granodioritici (300-280 Ma) è praticamente cessata la fase cinematica del metamorfismo (Ghezzo e Orsini, 1982). In concomitanza con la risalita dei corpi intrusivi si ha il sollevamento del complesso metamorfico, con successivo smantellamento e/o denudamento tettonico. La messa in posto del batolite è però costituita da una serie di intrusioni di dimensioni variabili da alcune decine di km di diametro sino a piccoli stocks e corpi filoniani, come ad esempio quelli presenti nella

nostra area di studio, limitati a piccole intrusioni ubicate nella parti laterali del Foglio. L'eterogeneità non è solo legata alle dimensioni dei corpi ma anche alla loro composizione, che oscilla dai gabbri ai leucograniti. Questi ultimi sono gli unici che affiorano nell'area; la loro età, relativamente a quella delle plutoniti presenti nel resto della Sardegna, è abbastanza recente ed è compresa tra il Carbonifero superiore ed il Permiano inferiore (307-205 Ma) e coincidente proprio con la tettonica distensiva post-collisionale (Oggiano e Di Pisa, 1988).

Coperture mesozoiche e terziarie

Nell'area in esame non sono presenti depositi mesozoici, probabilmente smantellati dai processi erosivi. A differenza di questi ultimi, i depositi trasgressivi eocenici (Eocene inferiore), che verranno descritti in maniera più dettagliata in seguito, proprio in questa zona costituiscono la successione più potente e completa della Sardegna orientale (Carmignani et al., 2001). Oltre ai depositi eocenici sono presenti anche limitati depositi miocenici.

Stratigrafia dell'area

In questi ultimi anni, sono state diverse le modifiche apportate alla ridefinizione della cronostratigrafia delle unità presenti nell'area, in modo particolare grazie ai lavori di Carmignani et al. (1992). Le ultime conoscenze sono state riportate in maniera dettagliata nel Foglio CARG "549 - Muravera" (Carmignani et al., 2001), da cui attingeremo gran parte delle informazioni qui riportate. La nostra descrizione parte dalle unità più profonde fino a quelle più superficiali.

L'unità tettonica più profonda è quella del Rio Gruppa, equivale all'Unità del Castello di Quirra di Carmignani et al. (1979) ed è correlabile probabilmente con l'Unità del Castello di Medusa, sempre di Carmignani et al. (1979). Affiora al nucleo dell'Antiforme del Flumendosa ed è ovunque sormontata dall'Unità tettonica del Gerrei, che a sua volta è sormontata, sul fianco settentrionale dell'Antiforme del Flumendosa, dall'Unità tettonica di Meana Sardo e, su quello meridionale, dall'Unità tettonica del Sarrabus.

L'Unità tettonica del Gerrei è divisa in due sottounità: la Sottounità di Arcu de su Bentu e la Sottounità di M.te Lora, equivalenti rispettivamente all'Unità di Arcu de su Bentu ed all'Unità di M.te Lora di Carmignani et al. (1978).

L'Unità tettonica del Sarrabus è divisa in tre sottounità: la Sottounità di Genn'Argiolas, la Sottounità di Minderrì e la Sottounità di Punta Ruggeri. La prima sottounità è equivalente all'Unità di Genn'Argiolas di Carmignani e Pertusati (1977), mentre le altre due sono di nuova istituzione.

Secondo Carmignani et al. (1992) le unità di Meana Sardo, del Sarrabus e dell'Arburese costituiscono il maggior complesso alloctono delle "Falde Esterne" e sono tra loro correlabili. Sono scollate alla base delle metarenarie del Cambriano-Ordoviciano inferiore e nel movimento verso SW avrebbero completamente scavalcato l'Unità tettonica del Gerrei, andandosi ad accavallare direttamente sulla Zona Esterna (Iglesiente-Sulcis), ove costituirebbe il fronte dell'alloctono della catena. Per Gattiglio e Oggiano (1990), nella zona di Bruncu Nieddu l'Unità tettonica del Sarrabus è sovrapposta all'Unità tettonica di Meana Sardo, per cui la prima potrebbe essere correlata con un'unità più interna: l'Unità tettonica della Barbagia. In particolare, sempre nello studio di Gattiglio e Oggiano (1990), si evidenziano le analogie tra l'unità di Bruncu Nieddu e quella di Meana Sardo, già evidenziate da Carmignani et al. (1978, 1986), rendendo lecita l'ipotesi che tra loro vi fosse proprio una continuità geometrica, ovvero che le due Unità potessero costituire un'unica falda. Gli stessi Autori hanno rafforzato, invece, l'ipotesi dell'esistenza di una continuità per gli affioramenti più meridionali dell'Unità di Meana e gli affioramenti più settentrionali dell'Unità di Bruncu Nieddu.

Nella pubblicazione del nuovo Foglio geologico CARG "549 - Muravera" (Carmignani et al., 2001) vi è la conferma che il contatto di base dell'unità tettonica del Sarrabus (Accavallamento di Villasalto) è stato riattivato come faglia diretta e forse trascorrente. Inoltre, non è stato possibile accertare la sicura correlazione tra l'Unità del Sarrabus e le altre Unità che affiorano a NE dell'Antiforme del Flumendosa: tuttora si conserva la distinzione tra l'Unità tettonica di Meana Sardo e l'Unità tettonica del Sarrabus.

Descrizione delle Unità litostratigrafiche

Unità tettonica di Riu Gruppa

Affiora solo in finestre tettoniche ubicate nella valle del rio Baccu Locci, nelle vicinanze della costa nella Valle del T. Quirra e soprattutto lungo il Riu Gruppa (da qui il nome dell'Unità) dove la sezione è completamente rovesciata e tettonizzata. L'unità è costituita alla base da metasedimenti del Cambriano-Ordoviciano inferiore riconducibili alle Arenarie di San Vito, ovvero da alternanze regolari di metarenarie, metaquarzoareniti, metapeliti e metasiltiti grigio e grigio-verdastre. Superiormente a questa è presente la Formazione di Monte Santa Vittoria, datata Ordoviciano medio e potente circa 280 metri. E' costituita da metarenarie vulcaniche e metaconglomerati. Essi sono il risultato di derivati metamorfici di sedimenti poco selezionati con una prevalenza di elementi litici, costituiti da metarioliti, e subordinatamente di clasti di quarzo e feldspato, il tutto immerso in una matrice pelitica quarzosa o quarzoso-feldspatica. A questa formazione appartengono anche le metagrovacche in facies massiva o in strati spessi, costituite da quarzo, feldspato, elementi di vulcaniti intermedio-basiche immersi in matrice pelitica cloritico-sericitica e subordinatamente carbonatica. Difficilmente, a causa degli eventi tettonici, si osservano in campagna gli originari rapporti stratigrafici con le formazioni soprastanti e sottostanti. All'Ordoviciano superiore probabilmente appartengono i filoni di metadoleriti, che si osservano lungo la valle del Riu Baccu Locci, intrusi nelle Arenarie di SanVito. Sempre allo stesso periodo, ma con datazione certa, appartengono le Metarcose di Genna Mesa costituite da metarcose e metagrovacche arcosiche grigiastre e grigio-verdastre con spessore massimo di circa 80 metri. Al tetto dell'Unità tettonica è presente il Complesso di Sa Lilla, costituito da marmi grigi e venati e da metarenarie e metaconglomerati. I primi sono costituiti proprio da marmi massicci o in banchi spessi, con colorazioni oscillanti dal grigio al chiaro. Affiorano con una continuità laterale, anche di molte centinaia di metri, e spessori compresi tra i 5 ed i 100 metri, facilmente riconoscibili perchè formanti delle cornici in rilievo sul profilo dei versanti o delle aree in cui è presente una vegetazione rada. Le seconde, invece, sono costituite da strati di metaquarzoareniti grigio-scure intercalati da sottili livelli filladici. Essi sono riconducibili, con molte incertezze, al Siluriano-Carbonifero inferiore.

Unità tettonica del Gerrei

Comprende due sottounità: la Sottounità di Monte Lora e quella di Arcu de su Bentu. L'intera Unità è caratterizzata dalla presenza di depositi vulcanici metamorfosati (metarioliti, metariodaciti, metavulcanoclastiti), porfiroidi, attribuiti all'Ordoviciano medio e da sedimenti dell'Ordoviciano superiore. Si estende dalla parte nord occidentale del Foglio a quella nord orientale.

Alla base si trovano le Arenarie di San Vito del Cambriano-Ordoviciano inferiore, distribuite lungo il corso del Flumendosa, nella valle del Riu Baccu Locci, nel Riu Piras e nel Riu Corre 'e Cerbos. Si tratta (Calvino, 1959) di metarenarie, metaquarzoareniti e metarenarie feldspatiche, grigiastre e grigio-verdastre, a granulometria fine, alternate con metalsititi e metapeliti, con spessore dei livelli da centimetrico a metrico, e colorazioni simili, raramente nerastre. Lo spessore massimo della formazione è di circa 200 metri. Al tetto delle Arenarie di San Vito sono presenti i Metaconglomerati di Muravera, ovvero conglomerati matrice-sostenuti, poligenici, eterometrici, con clasti di quarzoareniti ed arenarie feldspatiche, arrotondati e con dimensioni comprese tra 10 ed i 15 cm. Questa formazione dell'Ordoviciano medio, che raggiunge anche i 50 metri di spessore, affiora lungo il Flumendosa presso Cuile Piringoni, in regione Sa Bagassa, nella valle del Riu Piras e del Riu Semida e nelle zone di Mogola Perdignes. Sempre all'Ordoviciano medio sono attribuite le metavulcaniti a chimismo intermedio e basico, le metaepiclastiti, presenti nella bassa valle del Flumendosa, del Riu Piras e del Riu Perda Pertunta, e ricadenti nella nuova Formazione istituita sul Foglio CARG (Carmignani et al., 2001), denominata Formazione di Monte Santa Vittoria. I litotipi più frequenti sono rappresentati da metaepiclastiti verdi scure alternate da livelli decimetrici biancastri ricchi in plagioclasti. L'origine dei sedimenti è da ricondurre alla probabile presenza di sistemi alluvionali contemporanei all'attività vulcanica. Sempre dal Foglio CARG (Carmignani et al., 2001) si osserva come la presenza, al tetto della Formazione di Monte Santa Vittoria, di depositi terrigeni determinanti l'istituzione di una nuova formazione: le Metarenarie e quarziti di Su Muzzoni. Potenti fino a 30 metri, non sono altro che l'elaborazione della successione sedimentaria cambro-ordoviciano inferiore e delle vulcaniti ordoviciane avvenuta in ambiente continentale. Infatti, come riportato

sempre dagli autori del Foglio, si tratta di un'irregolare alternanza di metarenarie grossolane micacee e metasiltiti con filladi scure e nere. Ampiamente più diffusi sono, invece, i Porfiroidi ovvero tufi, ignimbriti, rioliti e riodaciti, con struttura occhiadina e giacitura massiva, messi in posto come lave e flussi ignimbrifici. A questi prodotti effusivi se ne affiancano altri, con struttura e composizione analoga, derivanti da un magmatismo intrusivo di probabile età Ordoviciano medio. Questi Porfidi (Calvino, 1972) riodacitici sono presenti sotto forma di filoni intrusi al contatto tra le Arenarie di San Vito e le metaepiclastiti descritte in precedenza. In questi ultimi anni è stata istituita (Carmignani et al., 2001), una nuova formazione al tetto dei Porfidi. Si tratta delle Metarcose di Genna Mesa costituite da metarenarie e metaconglomerati quarzosi derivanti dallo smantellamento e successivo rimaneggiamento dei Porfiroidi, sormontati da metarcose e metagrovacche arcose stratificate o massive. Queste formazioni affiorano principalmente a Bruncu su Pittu, con spessori di circa 30 metri, a Baccu de Cannas e Monte Forru, a Genna Mesa, da Cuile Utzeri al Riu Piras. In concordanza sulle Metarcose di Genna Mesa poggiano gli argilloscisti di Rio Canoni. Essi si presentano con potenti banchi (circa 25 metri) di metasiltiti e metapeliti. Superiormente ai sedimenti dell'Ordoviciano superiore poggiano, con contatto netto e concordante, gli Scisti a Graptoliti, ovvero argilloscisti carboniosi neri caratteristici di un ambiente deposizionale pelagico, di mare basso. Essi affiorano nei pressi di Monte Lora, di Punta is Pinettas ed a Baccu Scottis. La parte terminale di questi depositi può essere costituita sia da metacalcari con anelli di crinoidi ed orthoceratidi presenti nelle vicinanze di Ballao che da Scisti a Tentaculiti, caratterizzati da un'alternanza di metapeliti carbonatiche e metacalcari grigi, diffusi tra l'altopiano di Villasalto ed il Flumendosa ed a nord di M.te Lora, tutti riconducibili al Siluriano-Devoniano medio. Questi precedono stratigraficamente i calcari di Villasalto, ovvero metacalcari grigi, presenti in banchi o in strutture massive. Affiorano a nord dell'accavallamento di Villasalto e nei pressi dell'abitato di Armungia. Al tetto dell'Unità tettonica del Gerrei è situato il Complesso di Pala Manna, già conosciuto in precedenza come Formazione di Pala Manna (Barca, 1981; Barca e Maxia, 1982) per indicare metasiltiti e metarenarie del Carbonifero inferiore. Recentemente è stato modificato in "Complesso" (Carmignani et al., 2001) ed esteso anche ai depositi terrigeni grossolani, alle vulcaniti acide e basiche, sempre del Carbonifero inferiore. Affiora, con spessori

massimi di 200 metri, in diverse località. L'affioramento più esteso è situato tra Ballao e il Riu Gruppa.

Unità tettonica di Meana Sardo

Alla base di quest'Unità tettonica, osservata nella parte settentrionale del Foglio di Muravera, sono presenti le Arenarie di San Vito. Come precedentemente descritto per l'Unità del Gerrei, questa formazione rappresenta la base stratigrafica delle Unità tettoniche del Foglio "549 - Muravera". Analogamente all'Unità del Gerrei, sono seguite stratigraficamente dai Metaconglomerati di Muravera, caratterizzati dalla presenza di conglomerati poligenici eterometrici, grossolani, con i clasti derivanti da originarie arenarie e da prodotti vulcanici. Superiormente a questa formazione si trova la formazione di Monte Santa Vittoria, di nuova istituzione, distinta in due litofacies (Carmignani et al., 2001): le metaepiclastiti e le metagrovacche e metandesiti. Le prime presentano una matrice vulcanica e spesso si osservano dei metaconglomerati con ciottoli di quarzo o ciottoli riolitici, ben classati ed arrotondati, derivanti dal rimaneggiamento di originari vulcaniti effusive acide nonché di attività esplosiva. Le metagrovacche e le metandesiti si presentano in banchi o massive, con potenze non superiori ai 20 metri, intercalate a metavulcaniti balsaltiche o andesitiche, datate Ordoviciano medio. Al tetto dell'Unità tettonica di Meana Sardo è presente la formazione di Orroledu, caratterizzata da un'alternanza di metarenarie, metarenarie grossolane e filladi, intercalate a metaconglomerati di quarzo e frammenti litici di metaquarzoareniti, metarenarie quarzose, metasiltiti, metaepiclastiti e metavulcaniti immersi in una matrice quarzoso-sericitico-cloritica.

Unità tettonica del Sarrabus

E' quella che, più di ogni altra, conserva i caratteri originari avendo subito una minor deformazione ed un metamorfismo di basso grado rispetto alle precedenti. Alla base di questa Unità sono presenti sempre le Arenarie di San Vito, già ampiamente descritte. Questi sedimenti del Cambriano-Ordoviciano inferiore, rappresentati da metarenarie e metaquarzoareniti alternate a metasiltiti e metapeliti, sono ben diffuse in tutta l'area oggetto di studio, anche con potenze notevoli. Lo spessore è difficile da stimare, in quanto la base non affiora mai poiché poggia tettonicamente sopra l'Unità

tettonica del Gerrei (Accavallamento di Villasalto). In una delle aree, nella valle del Rio S'Acqua Callenti, in cui è stato realizzato un transetto di profili pedologici, è stato misurato uno spessore di circa 460 metri. Superiormente alle Arenarie di San Vito sono disposti stratigraficamente i Metaconglomerati di Muravera e la Formazione di Monte Santa Vittoria. I primi sono costituiti da un conglomerato poligenico, poco selezionato, con clasti derivanti dalle Arenarie di San Vito e spessori massimi di 40 metri; mentre la seconda è rappresentata da rioliti debolmente metamorfiche, biancastre e giallastre sormontate da livelli di metarenarie vulcaniche e originari tufi e tufiti con potenze massime di alcune decine di metri e distribuite nella parte SW del Foglio. Nella parte meridionale di quest'ultimo, invece, sono maggiormente presenti, con spessori anche di 260 metri (Genn'Argiolas), i Porfidi Grigi del Sarrabus (Carimati et al., 1980), con metarioliti, tufi e tufiti riolitici e metariodaciti, tutti in struttura massiva, datati Ordoviciano medio. Intrusi nelle Arenarie di San Vito vi sono dei filoni riolitici e rioidacitici attribuiti al magmatismo dell'Ordoviciano medio. Al Tetto dei Porfidi Grigi del Sarrabus è presente, con spessore massimo misurato di 95 metri, la Formazione di Punta Serpeddi (Barca e Di Gregorio, 1979) costituita alla base da un'alternanza di metarenarie grossolane e microconglomerati e nella parte sommitale da metarenarie fini e metasiltiti grigio chiare depositatesi in ambiente litolare e di piattaforma neritica a sedimentazione terrigena dell'Ordoviano superiore (Carmignani et al., 2001). Sempre nella parte meridionale del Foglio, e precisamente tra Muravera e Genn'Argiolas, affiora la Formazione di Tuviois (Barca e Di Gregorio, 1979), potente un centinaio di metri e costituita da un'alternanza di metarenarie fini e metasiltiti micacee. La Formazione chiude l'Ordoviciano superiore e ricostruisce un ambiente di piattaforma distale. In concordanza con quest'ultima formazione poggiano gli Scisti a Graptoliti del Siluriano-Devoniano inferiore. Si tratta di argilloscisti carboniosi neri ricchi in resti fossili di graptoliti molto diffusi nelle aree attigue. Nel Foglio Muravera sono presenti solo dei piccoli affioramenti. L'Unità del Sarrabus è chiusa dal Complesso di Pala Manna, costituito dalla Sottunità di Minderrì.

Complesso Intrusivo Tardo-Paleozoico

Come descritto precedentemente nel paragrafo dedicato alla geologia generale dell'area, la messa in posto dei corpi intrusivi è limitata nell'area ad una serie di

intrusioni di leucograniti con dimensioni variabili. I leucograniti affiorano nell'area in quattro zone: a Monte Genis, a nord di San Vito, sulla sinistra del T. Quirra ed a Sud di Muravera. Solo il primo affioramento si differenzia dai restanti, in quanto è caratterizzato da una grana medio-fine e struttura ipidiomorfa (Frezzotti, 1992), mentre i restanti sono a grana grossa e struttura equigranulare ed inequigranulare. Molto diffusi sono, invece, i filoni ed ammassi di porfidi granitici. La direzione prevalente è NW-SE e N-S, con uno spessore di qualche decina di metri, ad eccezione del sistema filoniano che attraversa Monte Genis che presenta uno spessore di circa 1 km. Presenti in numero e spessori minori sono i filoni basici. In particolare, si tratta di filoni dioritici sub-alcalini e soprattutto di filoni basici a carattere alcalino. Di maggior interesse economico sono i filoni idrotermali di quarzo, oggetto di sfruttamento fino alla fine degli anni settanta, ubicati a sud dell'Accavallamento di Villasalto, a Monte Cardiga e presso il T. Quirra.

Successione vulcano sedimentaria Tardo-Paleozoica

La successione è presente solo in limitati affioramenti nella parte settentrionale del Foglio con la Formazione di Riu su Luda. Alla base di questa, con uno spessore che arriva fino a 15 metri, è presente un conglomerato poligenico basale, con ciottoli di metarenarie, filladi, quarziti, metavulcaniti, eterometrici e poco elaborati (Carmignani et al., 2001). Questi sono ricoperti da epivulcanoclasti, ovvero da un'alternanza di arenarie e peliti rossastre, tufiti cineritiche riolitico-dacitiche e marne grigiastre. Tutta la formazione è caratteristica del Permiano inferiore.

Successione sedimentaria Terziaria

Le formazioni terziarie sono limitate ai depositi carbonatici eocenici, presenti nella parte settentrionale ed in quella meridionale dell'area. In particolare, sono stati osservati e cartografati sul bordo superiore del Salto di Quirra ed in prossimità del riu Flumineddu. Le litofacies descritte (Carmignani et al., 2001) sono tre: una, alla base, costituita da arenarie e puddinghe, una litofacies calcarea e, quella superiore, costituita da arcose. Le prime sono presenti in entrambe le aree con spessori variabili tra i 15 ed i 30 m. Sono caratterizzate da un'alternanza irregolare di arenarie e conglomerati poligenici grossolani derivanti dallo smantellamento del basamento

paleozoico. Il cemento è spesso carbonatico e talora siliceo. Le facies più propriamente calcaree si presentano differenti, in quanto deposte in banchi di spessore notevole (fino a 130 m) e con caratteri alternati di calcari arenacei, calcareniti, calcari argillosi e marnosi fino a bioclastiti. Il tetto dei depositi eocenici, con spessori di circa 40 m, è rappresentato dalle arcose, rilevate esclusivamente presso Monte Cardiga e costituite da arenarie feldspatiche intercalate a livelli di conglomerati poligenici (Carmignani et al., 2001). Altri affioramenti terziari sono quelli rilevati e classificati come Formazione di Ussana da Pecorini e Pomesano Cherchi (1969). Questi affiorano presso Monte Genis ed a sud di Ballao, e sono costituiti da conglomerati eterometrici poligenici con clasti paleozoici e da calcari mesozoici ed eocenici. Lo spessore di tali affioramenti è compreso tra i 10 ed i 30 m.

Depositi quaternari

I depositi quaternari cartografabili del Foglio Muravera sono presenti maggiormente lungo le sponde dei maggiori corsi d'acqua, lungo le piane alluvionali e costiere, nonché alla base dei versanti. Le caratteristiche di tali depositi sono state identificate attraverso i rilevamenti effettuati per la realizzazione del presente lavoro ed integrate dalle considerazioni presenti sulle note illustrative del Foglio geologico CARG (Carmignani et al., 2001). I depositi alluvionali pleistocenici, ovvero quelli più antichi, presenti in prossimità dei maggiori corsi d'acqua (Flumendosa, riu s'Acqua Callenti e Flumineddu) sono rappresentati da terrazzi e conoidi. La loro composizione riflette chiaramente la natura delle formazioni geologiche attraversate. L'apertura di alcuni profili pedologici in località S'Acqua Callenti, descritti nei capitoli successivi, ha permesso una caratterizzazione approfondita di tali litofacies. In generale, i terrazzi sono costituiti da conglomerati grossolani fortemente cementati, arrotondati ed immersi in una matrice argilloso-arenacea; spesso sono alternati con livelli sabbiosi ed argillosi. Appaiono di frequente alterati, in modo particolare arrossati per la mobilizzazione e successiva precipitazione di ossidi di ferro. Le conoidi si differenziano, invece, per un grado di elaborazione dei clasti decisamente inferiore. La natura di questi ultimi è molto varia e comprende tutti i litotipi presenti nell'area. Alcune conoidi inattive di facies torrentizia sono state osservate anche con altezze di 10 metri in prossimità delle incisioni degli attuali corsi d'acqua. Questa facies

torrentizia è rappresentata da depositi con aspetto caotico, assenza di una gradazione granulometrica e con i ciottoli che presentano un grado di elaborazione a seconda della loro natura litologica. La matrice è sabbioso-limosa. I depositi terrazzati più giovani, ovvero quelli olocenici, sono situati in prossimità dei corsi d'acqua, ad un'altezza da questi di circa 2,5 m, e nelle pianure costiere (Carmignani et al., 2001). Sono costituiti sempre da conglomerati grossolani, ben cementati ma con un grado di elaborazione maggiore rispetto ai precedenti. Infine, i restanti depositi quaternari sono rappresentati da depositi eluviali, osservati e cartografati in prossimità del centro abitato di Villasalto, e da depositi colluviali e di versante, ben rappresentati e diffusi in gran parte del Foglio. Questi ultimi si presentano sempre alla base dei versanti in quanto l'agente predisponente è la gravità. I caratteri sono differenti a seconda della natura litologica che costituisce il deposito. Tale carattere influisce soprattutto sulla forma dei clasti che appaiono a spigoli vivi nelle formazioni scistose, mentre appaiono più elaborati e meno smussati per le formazioni granitoidi e porfiriche.

Tettonica

E' importante mettere in evidenza come nell'orogenesi ercinica si possano distinguere tre fasi di piegamento sequenziali (Carmignani et al., 1978): la prima ha determinato la formazione di pieghe isoclinali, talora con dimensioni chilometriche, coricate sin-scistose e sin-metamorfiche, rovesciate verso W e SW e accavallamenti sub-orizzontali che interessano le coperture fino al Carbonifero; la seconda e la terza fase sono caratterizzate da una scistosità distanziata, da molto a mediamente inclinata, e con pieghe più o meno serrate, dirette rispettivamente N120 e N-S che interessano tutte le strutture precedenti. Sempre secondo gli stessi Autori, nelle formazioni paleozoiche sono tre le fasi deformative erciniche che si possono riconoscere. Di queste, la più importante è la prima in quanto è quella che ha determinato accavallamenti regionali con pieghe isoclinali e coricate. La direzione degli assi delle pieghe è in genere N-S ed il senso di rovesciamento delle strutture è verso W (Carmignani e Pertusati, 1977). Nella Regione del Gerrei, l'elemento strutturale legato alla prima fase è rappresentato dal contatto tettonico tra l'Unità di

Genn'Argiolas e quella di M.te Lora, definito "Faglia di Villasalto" (Carmignani e Pertusati, 1977). Si tratta di un accavallamento tettonico accompagnato da una fascia di cataclasiti che, presso Villasalto, raggiunge 200 m di spessore.

Geomorfologia

Le forme del paesaggio che noi oggi osserviamo sono la risultante di tutti i fattori che costituiscono l'ambiente: la geologia, il clima, la vegetazione, come pure l'attività antropica.

L'analisi della morfologia del Foglio "549 - Muravera" è piuttosto complessa, sia a causa dell'ampia estensione dell'area (circa 650 km²), sia per l'intensa tettonica e sia per la diversità dei litotipi presenti. Questi, avendo caratteristiche geomeccaniche dissimili, si comportano in maniera differente in seguito al perdurare degli agenti esogeni. Il risultato prodotto dai processi di alterazione, in questo contesto geologico, è la creazione di forme piuttosto articolate e variegate tra loro, in cui dominano ripidi rilievi con versanti scoscesi (territorio comunale di Armungia, valle del Riu Ollastu e parte sud occidentale del Foglio), caratteristici testimoni (M.te Cardiga), strette incisioni vallive (Rio Baccu Locci), forme tabulari (aree di Villasalto e Perdasdefogu) e piane costiere (Muravera).

Ad una prima analisi del territorio (fig. 22) si nota la profonda incisione, con direzione NW-SE, che il fiume Flumendosa ha operato, in prevalenza nei litotipi metamorfici, dividendo l'area in due settori. Il primo, quello centro-meridionale, si estende dai centri abitati di Ballao, Armungia e Villasalto fino a San Vito ed alla piana di Muravera e Villaputzu. Il secondo settore si estende in tutta la parte centro-settentrionale del Foglio, comprendendo i territori di Ballao, l'altopiano di Perdasdefogu ed il Salto di Quirra.

Nel primo settore, ed in modo particolare nella parte occidentale del Foglio, le forme appaiono piuttosto articolate, con rilievi scoscesi e separati tra loro da profonde incisioni (n°1 in fig. 22). Nel territorio comunale di Ballao i versanti (M.te Scrocca 408 m e Genna is Portas 416 m) risultano frastagliati e ricoperti da una ricca copertura forestale che ostacola i processi di ruscellamento e di incisione. Man mano che ci si sposta verso Armungia, invece, il territorio risulta fortemente condizionato dall'azione

antropica e dall'assenza di una copertura forestale. In questi ambienti dominano i processi erosivi, caratterizzando in modo negativo il paesaggio. Le forme che si osservano spostandosi pochi km più a SE, nel territorio comunale di Villasalto, sono differenti. In questa parte di territorio, infatti, le sommità dei versanti sono costituite da vaste superfici di spianamento (n°2 in fig. 22) che si estendono anche per qualche km² in regione Pranu Casteddanu e Su Muristene. Queste forme influenzano in modo differente anche l'uso del suolo costituito, attualmente, in prevalenza da pascolo. Le superfici di spianamento, nella parte meridionale, si raccordano con i rilievi montuosi che degradano nella profonda incisione, con direzione SW-NE, della valle del rio S'Acqua Callenti (n°3 in fig. 22), che confluisce le sue acque nel Flumendosa. A sud di questa valle sono presenti i rilievi montuosi con le quote più elevate dell'intero Foglio Muravera. Tra questi dominano (n°4 in fig. 22) Bruncu Adamu (777 m), M.te Arrubiu (773 m), Rocca Arrigelli (701 m), M.te Casargius (733 m) e Genna Argiolas (774 m). Dai monti di Genna Argiolas, passando per la ex miniera d'argento di M.te

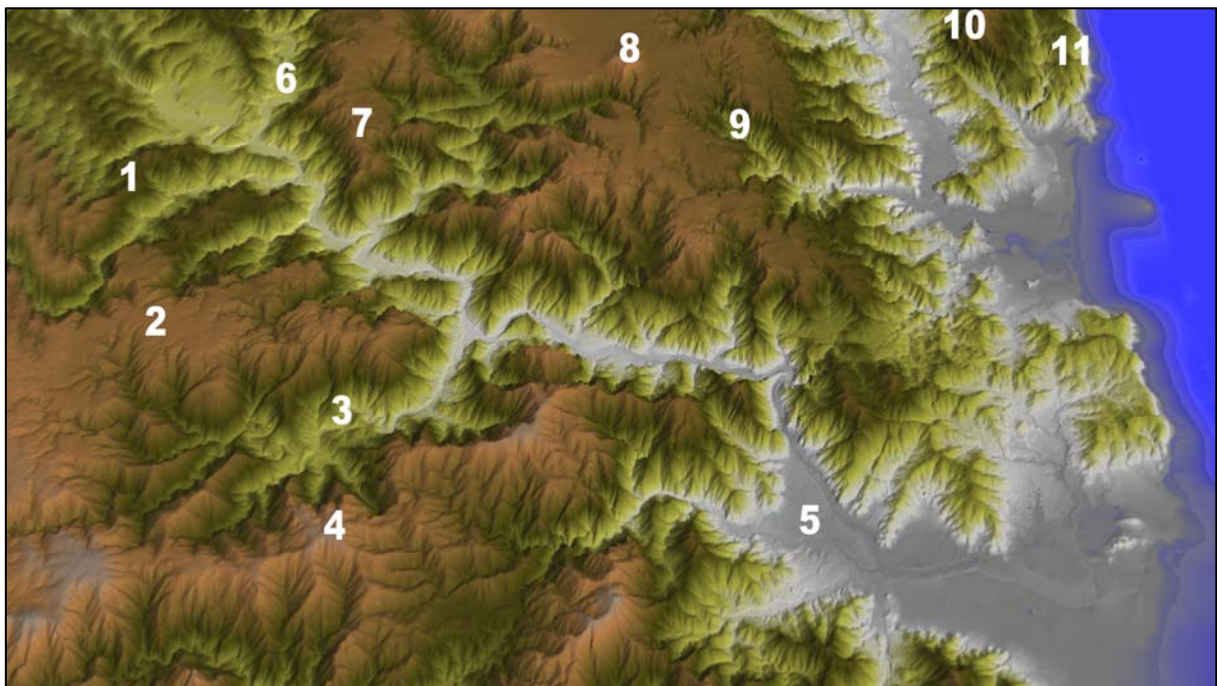


Fig. 22: DEM dell'area di studio. I numeri fanno riferimento alle diverse forme descritte nel testo.

Narba, si arriva alla piana alluvionale formata dalla confluenza di diversi corsi d'acqua, tra cui il già citato Flumendosa, il Riu Mannu di Muravera ed il Riu Flumini Uri di San Vito. In questa piana (n°5 in fig. 22) trovano posto i centri abitati di Muravera, San Vito e Villaputzu.

La parte costiera, che si estende per circa 20 km², è limitata a mare da un cordone di spiaggia, che dalla peschiera di San Giovanni si protrae fino a Porto Corallo. All'interno sono presenti diversi stagni, tra cui quello di Sa Praia e quello di San Giovanni.

Il secondo settore si estende a N del Flumendosa e può essere ulteriormente suddiviso in tre zone: una occidentale, una centrale ed una orientale. La prima è caratterizzata dai rilievi montuosi del territorio di Ballao. Questi vanno a costituire una valle incisa dal riu Flumineddu Stanali (n°6 in fig. 22), con direzione N-S, in cui nella parte occidentale dominano i rilievi, con quote non superiori ai 350 m. Ospitano una rigogliosa copertura forestale e sono molto interessanti da un punto di vista paesaggistico anche per la presenza di miniere dismesse (ex miniera di Corti Rosas). La porzione centrale è rappresentata, alla sinistra orografica del Riu Flumineddu Stanali, dal pianoro calcareo-arenaceo eocenico di Brecca su Sessini Mannu (561 m) (n°7 in fig. 22). Il pianoro, ubicato nelle regioni di Pranu Alussara e Matta 'e Cannas, converge a S-E verso il testimone di M.te Cardiga (565 m) (n°8 in fig. 22). Questo si erge dall'imponente tavolato calcareo in territorio di Perdasdefogu che degrada, verso S-E, nel Salto di Quirra. Quest'ultimo costituisce un susseguirsi di valli e vallecole vergenti verso oriente sulla valle del Riu de Quirra. Sono articolate ed incise da numerosi corsi d'acqua, come il Riu de is Tivarai a nord (territorio comunale di Jerzu), Riu de Ulivedu, Riu Antas, Riu Baccu Locci (nella parte terminale Riu Corr'e Cerbo), Riu Bracconi, ed altri, tutti con direzione W-E e sfocianti nel Riu de Quirra. Degna di nota è la valle del rio Baccu Locci (n°9 in fig. 22) per la presenza delle ex miniere di antimonio e per le bellezze paesaggistiche. Alla sinistra orografica del Riu di Quirra, che rappresenta anche la parte orientale dell'ultima zona oggetto dell'analisi morfologica, è presente un complesso montuoso (n°10 in fig. 22) con quote decisamente inferiori rispetto ai rilievi descritti in precedenza, e dove svetta P.ta is Tubbius (545 m). La presenza di differenti litotipi (vulcano-sedimentari nella parte occidentale del complesso montuoso e leucogranitici in quella orientale), ha condizionato lo sviluppo di processi diversi. Il risultato è la presenza, nella parte occidentale, di versanti ripidi con una copertura boschiva e di macchia mediterranea e, nella parte intrusiva, di versanti con pendenze decisamente inferiori, degradanti

vero il mare (n°11 in fig. 22) e privi di una copertura forestale. In quest'ultima parte, l'assenza di una articolata orografia superficiale ha sicuramente influenzato le forme.

Clima

L'importanza del clima è stata messa già in evidenza nel Capitolo dedicato all'area di Monastir, per cui non ci soffermeremo in questo caso ad ulteriori ripetizioni. Resta da ribadire che, a differenza della precedente area, in cui il rilievo era limitato ad una superficie di limitate dimensioni, in questa stiamo considerando un'area di circa 650 km² per cui vi è una maggiore variabilità dei fattori climatici, precipitazioni, temperature e venti e l'effetto prodotto tende a diversificarsi da una zona all'altra del Foglio.

Tralasciando anche il ruolo che ciascun fattore climatico esercita sul territorio, consideriamo direttamente i valori misurati nelle varie stazioni pluviometriche situate all'interno del Foglio CARG "549 - Muravera", o poco distanti da esso.

Per quanto riguarda i dati termometrici, quelli disponibili sono relativi a tre stazioni ubicate nei territori di Armungia (parte occidentale del Foglio), Ballao (parte nord occidentale) e Muravera (parte meridionale). I valori acquisiti si riferiscono al periodo 1922-1992 (Ente Autonomo del Flumendosa, 1998), ad eccezione della stazione di Muravera dove i dati si estendono fino al 2006 (fonte CRAS).

L'analisi dei dati permette di evidenziare come l'area sia caratterizzata da un clima tipicamente mediterraneo, dove le temperature più basse si registrano nei mesi di gennaio e febbraio con valori minimi rispettivamente di 8,1 °C e 8,5 °C. Le temperature medie dei mesi più caldi, invece, annotano valori massimi di 26,1 °C nel mese di luglio e 26,0 °C nel mese di agosto. Osservando i valori riportati nella tabella 7, si può notare come non vi siano sensibili differenze tra una stazione e l'altra, nonostante queste siano ubicate in contesti altimetrici completamente diversi. Questo non avviene per il periodo invernale, dove il range tra una stazione posta in un contesto costiero (Muravera è situata al livello del mare) e quelle poste in zone montane (Armungia e Ballao) oscilla anche di 2 °C. Nel periodo estivo queste differenze si riducono sensibilmente, arrivando anche a meno di 1 °C, evidenziando una minore influenza del territorio sui valori misurati.

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Armungia (366 m)	8,1	8,5	11,0	12,9	17,4	21,6	25,8	26,0	22,2	17,7	13,0	9,3
Escalaplano (388 m)	8,9	9,5	11,4	13,8	17,8	22,3	26,1	25,8	22,4	17,8	13,0	9,6
Muravera (19 m)	10,3	10,7	12,3	14,4	18,3	22,6	25,6	26,0	22,7	19,0	14,5	11,3

Tab. 7: dati termometrici espressi in °C (media del periodo 1922-1992, tranne per Muravera (1992-2006))

A differenza di quanto accade per i valori termometrici, le precipitazioni si presentano, in questa parte dell'Isola, piuttosto incostanti sia nel tempo che nello spazio. Questa instabilità è ben conosciuta da tempo (Arrigoni, 1968) e giustificata con il fatto che le correnti caldo umide, provenienti da SE, incontrando i rilievi montuosi della costa orientale della Sardegna danno spesso luogo a fenomeni di instabilità intensa e talora temporalesca.

Attraverso l'analisi dei dati termo-pluviometrici vi è la conferma della presenza di un clima mediterraneo, con una tipica stagione estiva nei mesi di giugno, luglio ed agosto, ed una lunga stagione piovosa che si estende dal mese di ottobre al mese di marzo.

Le sette stazioni pluviometriche presenti all'interno del Foglio, o poco distanti da questo, permettono una buona caratterizzazione del contesto climatico. Esse sono ubicate nei territori comunali di Armungia, Ballao, Muravera, Villasalto, Perdasdefogu, S.Andrea Frius e S.Nicolò Gerrei.

I valori di precipitazione più elevati (tab. 8) si osservano nei mesi autunnali ed invernali di ottobre, novembre e dicembre, rispettivamente con 98 mm, 103 mm e 129 mm, misurati nelle stazioni di S.Nicolò Gerrei e Perdasdefogu.

Dopo un'attenta lettura è possibile osservare come non vi siano sensibili differenze tra una stazione e l'altra e, soprattutto, tra un contesto altimetrico e l'altro. Infatti, i valori oscillano, ad esempio, per il mese più piovoso (dicembre) dai 100 mm di Muravera (19 m s.l.m.) ai 129 mm di Perdasdefogu (599 m s.l.m.). Per le stesse stazioni, nel mese di luglio le piogge ammontano a 4 e 10 mm.

La tabella 8 riporta i valori delle precipitazioni medie mensili relativi al periodo 1922-1992 (Ente Autonomo del Flumendosa, 1998).

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Armungia (366 m)	77,7	86,0	75,8	58,8	45,3	15,0	10,0	12,6	46,1	97,9	81,8	106,8
Ballao (100 m)	68,0	73,6	69,5	52,5	46,4	15,0	10,1	17,5	38,4	75,6	79,5	100,6
Muravera (19 m)	66,5	73,1	65,9	50,0	37,4	11,1	4,0	12,4	57,5	97,9	82,8	100,1
Villasalto (514 m)	79,2	83,3	74,6	57,4	44,8	13,2	6,2	14,7	42,4	90,4	89,0	111,9
Perdasdefogu (599 m)	96,9	97,9	96,7	60,6	56,8	22,4	10,3	17,0	43,4	84,4	103,	129,3
S.Andrea Frius (279 m)	79,1	75,8	66,3	56,3	47,5	17,2	9,3	15,6	49,5	65,5	79,4	87,3
S.Nicolò Gerrei (365 m)	97,5	102,	87,7	71,1	50,9	20,9	9,2	13,7	46,7	98,0	94,5	126,4

Tab. 8: dati pluviometrici espressi in mm (media del periodo 1922-1992, tranne per Muravera (1922-2006))

Per la stazione di Muravera, inoltre, la disponibilità dei dati pluviometrici si estende fino ai giorni nostri (fonte C.R.A.S.). Nella tabella 9 sono riportati i valori pluviometrici per il periodo che va dal 1993 al 2003. Come si può osservare (tab. 9) dal confronto tra i due periodi (1922-1992 e 1993-2003), le medie mensili delle precipitazioni sono sensibilmente diminuite, tanto da mostrarsi talora dimezzate nelle stagioni autunnali ed invernali. La media del mese di novembre dell'ultimo decennio risulta fortemente alterata da eventi eccezionali che si sono verificati nel 1999 e, soprattutto, nel 1993 quando in un solo giorno sono caduti più di 402 mm di pioggia. Ciò determina una forte alterazione del dato tanto da generare, nel grafico in figura 24, un picco fuori norma e non considerabile nel contesto climatico di tutto il decennio. Tali eventi estremi sono molto importanti in quanto causano spesso intensi processi erosivi e, talora, distruttivi.

ANNO	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
1993	30,2	59,6	18,8	8,8	26,6	3,8	0,0	0,0	59,4	89,8	510,2	42,2
1994	105,2	26,8	0,4	45,8	7,0	5,2	0,0	0,0	71,0	28,2	36,2	35,4
1995	21,0	0,2	59,6	25,4	7,2	11,2	0,4	91,8	47,0	37,8	185,8	85,4
1996	49,8	55,6	170,2	67,8	73,0	55,0	0,0	0,0	27,2	47,0	53,0	183,0
1997	ND	21,2	5,6	57,6	6,8	7,2	0	55,6	56,2	111,6	85,2	56,6
1998	37,6	38,4	8,8	52	40,2	0,4	0	7,6	117,6	20,6	84,6	27,4
1999	44,8	6,6	25,0	18,8	12,8	1,4	32,0	0,0	31,4	0,0	392,0	6,0
2000	3,6	6,6	8,2	49,8	22,4	7,4	0,2	0,0	25,6	40,6	14,6	86,6
2001	68,6	23,0	7,2	15,6	36,0	1,4	0,4	1,0	5,0	1,2	52,8	97,4
2002	12,8	10,8	19	83,4	44,2	0,8	6,4	38,8	19,2	37,0	61,8	57,0
2003	117,4	143,8	43,8	15,6	52,2	1,2	0	0	118,2	132	84,8	39,4
Media decennio	49,1	35,7	33,3	40,1	29,9	8,6	3,6	17,7	52,5	49,6	141,9	65,1
Media 1922-1992	66,5	73,1	65,9	50,0	37,4	11,1	4,0	12,4	57,5	97,9	82,8	100,1

Tab. 9: dati pluviometrici, espressi in mm, di Muravera (decennio 1993-2003 e media 1922-1992)

Di seguito sono riportati i grafici relativi alle temperature medie mensili per le stazioni di Armungia, Escalaplano e Muravera (fig. 23), quelli relativi alle precipitazioni medie mensili per le sette stazioni descritte in precedenza (fig. 24) ed il grafico che confronta i valori pluviometrici medi per i periodi 1922-1992 e 1993-2003 (fig. 25).

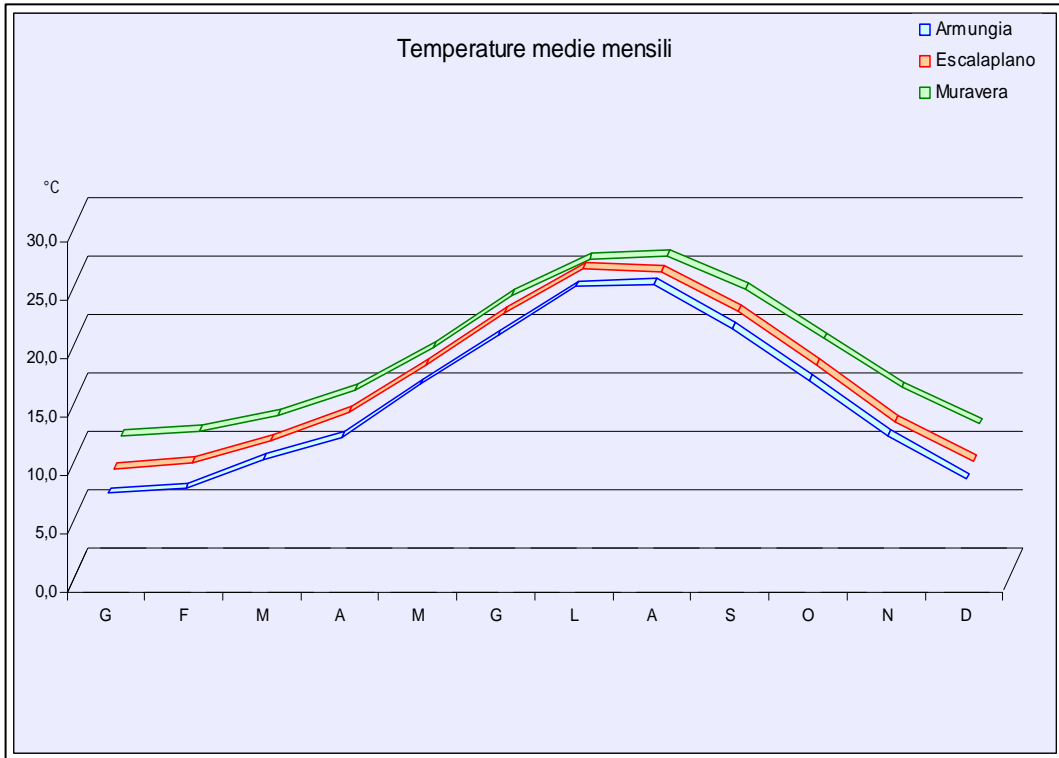


Fig. 23: grafico delle T medie mensili

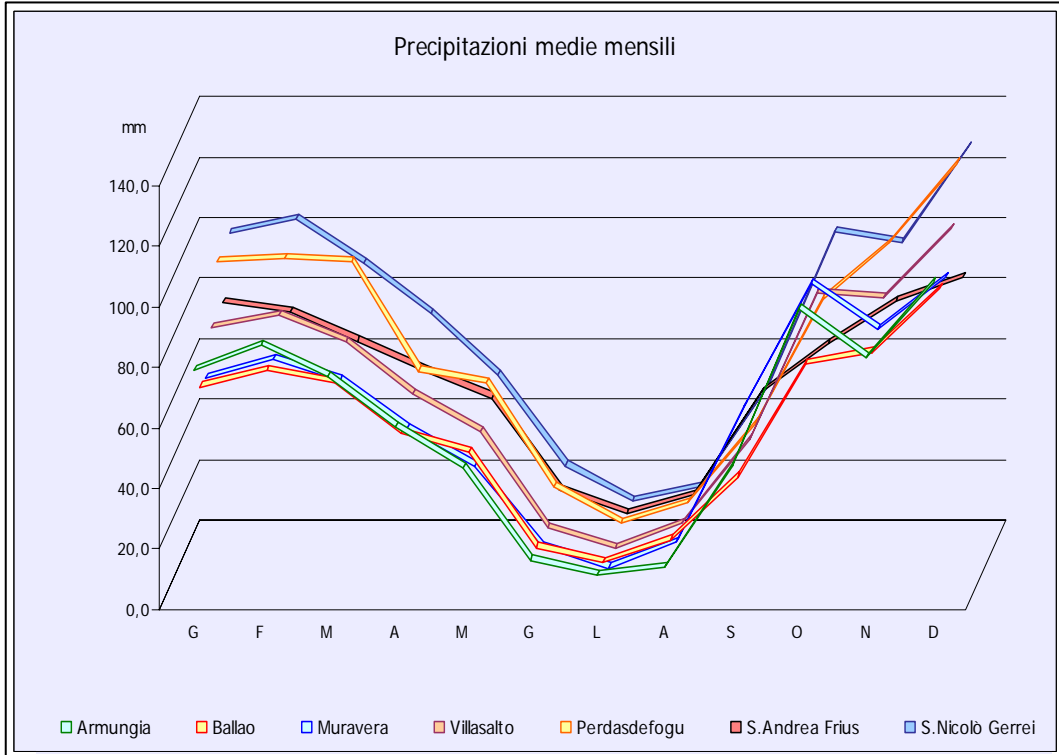


Fig. 24: grafico delle P medie mensili

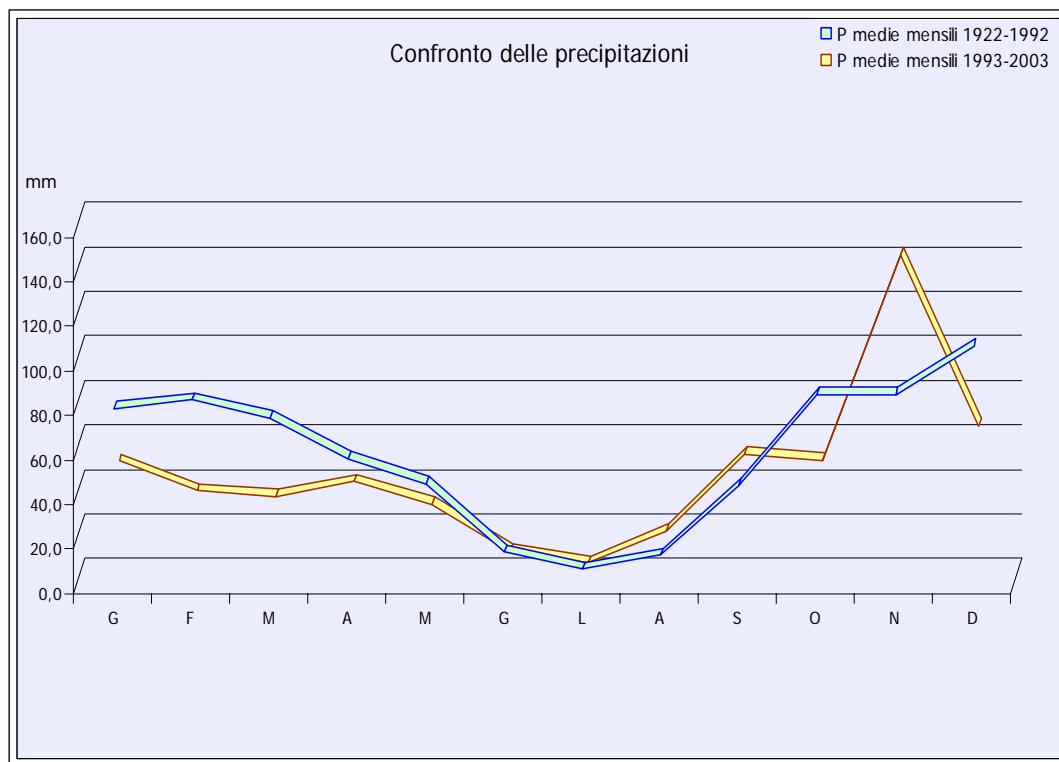


Fig. 25: confronto delle P medie mensili

Classificazione del Clima

I grafici fin qui realizzati evidenziano le modalità con cui le temperature e le precipitazioni si manifestano in questa parte della Sardegna ma per classificare il clima di una regione, o di una precisa area, è necessario quantificare, sottoforma di parametri e di indici, i valori fin qui espressi. Ovvero, si tratta di applicare delle semplici equazioni matematiche ai fattori temperatura e precipitazioni. I risultati ottenuti contribuiscono alla definizione dei cosiddetti indici climatici che concorrono alla rappresentazione del clima di una regione.

Gli indici che verranno determinati in seguito (Arrigoni, 1968) sono: il pluviometro di Lang, l'indice di aridità di De Martonne e l'indice di De Martonne e Gottman.

Pluviometro di Lang (IL) (Lang, 1915)

L'indice di Lang definisce il grado di umidità presente nei dintorni della stazione entro determinati limiti di temperatura. E' calcolato attraverso i valori delle temperature e precipitazioni medie annue (P/T). I limiti dell'indice sono compresi entro i seguenti valori:

- IL<40 stazione arida agli effetti pedologici
- 40<IL<60 non si ha accumulo di humus
- IL>60 stazione umida e accumulo di humus indecomposto

Indice di aridità di De Martonne (IA) (De Martonne, 1926)

L'indice di de Martonne fornisce un ulteriore dato alla classificazione, ma da solo non contribuisce a caratterizzare il clima in quanto tiene conto soltanto delle precipitazioni e delle temperature. E' espresso dal rapporto $P/T+10$ ed i suoli limiti sono definiti da:

- IA<5 deserto
- 5<IA<10 vegetazione steppica
- 10<IA<20 vegetazione prateria
- IA>20 vegetazione forestale

Indice di De Martonne e Gottmann (IA) (De Martonne, 1942)

L'indice di De Martonne e Gottmann costituisce il completamento dell'indice di aridità dello stesso De Martonne, in quanto tiene conto non solo delle precipitazioni e delle temperature medie annuali (P,T), come avveniva nel precedente indice, ma prende in considerazione anche quelle medie mensili (p,t), in modo da non considerare simili le stazioni ubicate in regioni con o senza stagione secca. La formula adottata da De Martonne e Gottmann prevede quindi che l'indice di aridità (IA) sia uguale a: $[(P/T+10) + (12p/t+10)]/2$. I limiti dell'indice di aridità sono definiti da:

- 8<IA<15 zone litoranee e sublitoranee
- 15<IA<21 zone collinari e bassa montagna
- IA>21 zone montane

Questi indici possono essere calcolati soltanto per le stazioni in cui siano contemporaneamente disponibili i dati delle temperature e delle precipitazioni. Quindi, nel caso in esame, solamente per le stazioni Armungia, Escalaplano e Muravera.

Stazione	Altitudine m s.l.m.	Lang	DeMartonne	DeMartonne & Gottmann
Armungia	366	44,22	34,37	30,86
Escalaplano	388	42,21	26,34	26,39
Muravera	19	37,75	23,80	23,92

Tab.10: sintesi degli indici calcolati

Dai valori degli indici riportati nella tabella 10 si può osservare come il clima del Foglio Muravera sia, in qualche modo, caratteristico per il fatto che i valori ottenuti siano abbastanza omogenei tra loro, nonostante le stazioni si trovino in contesti altimetrici e morfologici completamente diversi. Ciò in virtù del fatto che entrambi gli indici di aridità mostrano per tutte le stazioni, compresa quella di Muravera, valori superiori al limite delle zone di montagna e con una vegetazione forestale. Probabilmente incidono fortemente, come ampiamente accennato nella descrizione delle precipitazioni, le correnti provenienti da SE, che incontrando i rilievi montuosi, scaricano tutte le piogge già in prossimità della costa. Pertanto, la stazione meteorologica di Muravera, nonostante si trovi in un ambiente costiero, risente in maniera marcata di questo tipo di correnti. Altro dato che si può osservare, che anche l'indice di Lang mette in evidenza, è come i valori di umidità ostacolano la formazione di humus in tutti gli ambienti circostanti le stazioni di rilevazione. In quella di Muravera, in particolare, le condizioni di aridità sono tali da ostacolare alcuni processi pedogenetici.

I Suoli

Introduzione

Il lavoro di caratterizzazione dei suoli del Foglio "549 - Muravera" è stato articolato in diverse fasi, descritte di seguito in maniera schematica e riprese in maniera più dettagliata nei successivi paragrafi.

In particolare:

- in una prima fase si è provveduto ad un lavoro di censimento, ovvero si è operata una ricerca dei lavori pedologici realizzati in diversi ambiti, da quelli effettuati per scopi scientifici, alle tesi di laurea, a quelli programmatici, ai progetti operativi di enti regionali, ecc.;
- una seconda fase ha riguardato l'analisi del territorio (substrato, forme, vegetazione, uso del suolo) finalizzata alla delimitazione delle unità di pedopaesaggio. Queste sono state riportate nell'apposita carta realizzata in scala 1:50.000;
- la fase successiva ha riguardato la programmazione ed il compimento di una serie di campagne pedologiche avvenute in aree particolarmente rappresentative, scelte proprio in base alle unità di pedopaesaggio;
- a queste sono seguite le analisi di laboratorio. Le analisi in programma erano quelle di routine (realizzate in accordo con i metodi pubblicati dal Ministero delle Politiche Agrarie e Forestali (1997, 2000)), ed altre particolari finalizzate al compimento dell'obiettivo del Progetto PRIN GEOBASI.

Censimento dei lavori pedologici ricadenti all'interno del Foglio "Muravera"

Nell'area d'indagine già in passato erano state realizzate alcune ricerche pedologiche. Sono stati censiti ed acquisiti i seguenti lavori:

- *Nota illustrativa alla carta pedologica della Bassa Valle del Flumendosa con particolare riferimento ai suoli salsi di Muravera e Villaputzu (Cagliari)* (Aru, 1963). Sono presenti le analisi fisico-chimiche di routine (granulometrie, pH, C.O., S.O., carbonati) nonché N tot., C/N, P₂O₅ tot., P₂O₅ ass., K₂O tot., K₂O ass., NaCl. Di 3 profili sono state determinate anche conducibilità, basi di scambio, S.A.R., Na⁺ + K⁺/Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺, Cl⁻/SO₄⁻⁻ e H₂O di sat. I suoli sono stati classificati. Il presente lavoro è stato solo consultato in quanto non è stato possibile risalire all'ubicazione geografica dei profili.
- *Ricerche pedologiche, floristiche e fenologiche sui pascoli del bacino del Rio S'Acqua Callenti (Villasalto, Sardegna sud-occidentale)* (Aru et al., 1982). I profili utilizzati per il presente lavoro sono in numero di 18 e qui indicati con la numerazione P91 - P108. Di ciascuno sono presenti le analisi fisico-chimiche di routine (granulometrie, pH, C.O., S.O.) ed inoltre l'N tot., il C/N e la C.S.C. I suoli sono stati classificati.
- *Su alcune toposequenze di suoli nel Bacino del Rio S'Acqua Callenti (Sardegna meridionale)* (Baldaccini et al., 1979). Sono stati realizzati 14 profili, di cui 9 ricadono all'interno del Foglio Muravera e qui indicati con la numerazione P109 - P117. Le analisi fisico-chimiche disponibili sono quelle di routine (granulometrie, pH, C.O., S.O.) ed inoltre N tot., C/N, basi di scambio, H₂O di sat., somma delle basi di scambio e C.S.C. I suoli sono stati classificati.
- *Realizzazione di un sistema di monitoraggio per il controllo del fenomeno di salinizzazione dei suoli: risultati della fase conoscitiva nella piana di Muravera-Villaputzu (Sardegna sud-orientale)* (Puddu et al., 2002). I profili realizzati sono in numero di 8 di cui 5 sono stati utilizzati per il presente lavoro e qui indicati con la numerazione P78 – P82. Le analisi chimiche realizzate dal CRAS sono quelle di routine (granulometrie, pH, C.O., S.O., carbonati), il calcare attivo e totale, nonché N tot., C/N, saturazione in basi, conducibilità, salinità, S.A.R., H₂O di sat., C.S.C., E.S.P., P₂O₅ tot., P₂O₅ ass., K₂O tot., K₂O ass.,

NaCl, Zn DTPA, Cu DTPA, Fe DTPA, Mn DTPA, B solubile, pF 2,5 e pF 4,5. I suoli sono stati classificati.

- *Progetto per la valutazione dell'attitudine al pascolo dei suoli della Sardegna – Rilevamento pedologico dell'area n°3 Villasalto* (Ente Regionale Sviluppo ed Assistenza Tecnica in Agricoltura, 1994). In questo lavoro sono stati realizzati 8 profili nell'area di Villasalto, ricadono tutti all'interno del Foglio Muravera e sono qui indicati con la numerazione P83 – P90. Le analisi fisico-chimiche realizzate sono quelle di routine (granulometrie, pH, C.O., S.O.) e N tot., P₂O₅ ass., basi di scambio, acidità complessiva, saturazione in basi, C.S.C. I suoli sono stati classificati.
- *Le piane costiere di San Priamo e Muravera (Sardegna sud-orientale), geologia delle coperture quaternarie, geopedologia ed alcuni aspetti applicativi* (Mason, 2000). I profili realizzati sono stati in numero di 22; di questi solo 11 rientrano all'interno della nostra area d'indagine e sono stati indicati con la numerazione P67 – P77. Di ciascuno sono state realizzate le analisi fisico-chimiche di routine (granulometrie, pH, C.O., S.O.) ed anche basi di scambio, acidità di scambio, Feo/Fed, (Fed-Feo)*100/Fetot, saturazione in basi, somma basi di scambio e C.S.C. I suoli sono stati classificati.

In totale, dalla bibliografia esistente sono stati utilizzati 51 profili, ubicati in contesti geologici, morfologici, altimetrici e vegetazionali differenti. Le informazioni raccolte sono state utilizzate per la caratterizzazione delle unità di pedopaesaggio.

Metodologie pedologiche applicate nel Foglio "549 - Muravera"

La programmazione della campagna pedologica è stata finalizzata all'analisi ed alla definizione dei processi pedogenetici in atto ed al riconoscimento delle tipologie presenti in un ambiente morfo-litologico vario, tenendo sempre presente lo scopo finale del Progetto: "...la determinazione della complessità del significato delle composizioni elementali delle varie matrici geologiche..." (Ottonello e Cremisimi, 2006).

Il concetto base di lavoro, come riportato nel paragrafo relativo all'obiettivo del Progetto, è stato quello delle unità di pedopaesaggio. Per la loro definizione si è partiti dal contesto geologico. Dato l'elevato numero di litotipi è stato realizzato un accorpamento che ha portato alla riduzione dei litotipi stessi ed al riconoscimento e definizione di 9 macro unità (cfr. par. - *Metodologie utilizzate per la realizzazione della Carta delle Unità di Pedopaesaggio*).

Una volta delimitate le varie unità si è passati alla fase successiva di rilevamento pedologico, con l'apertura dei profili. Sono stati aperti 66 profili e prelevati 226 campioni. Di questi sono state eseguite le analisi chimiche di routine seguendo le metodologie adottate dal Ministero delle Politiche Agrarie e Forestali (1997, 2000), ed altre più specifiche richieste dal Progetto GEOBASI. I suoli sono stati classificati, a livello tassonomico dell'ordine, in accordo con le Keys to Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2003).

Carta delle Unità di Pedopaesaggio

Introduzione

L'uso di carte tematiche specifiche, ed in questo caso della carta delle unità di pedopaesaggio, costituisce uno dei metodi migliori per la rappresentazione e visualizzazione della variabilità spaziale delle diverse tipologie di suolo, della loro ubicazione, nonché della loro estensione.

Il significato delle unità di pedopaesaggio concerne l'individuazione di aree in cui avvengono, in modo omogeneo, determinati processi di pedogenesi che si riflettono nella formazione di suoli con caratteri simili anche in aree distanti tra loro.

Gli elementi utilizzati per la definizione delle unità di pedopaesaggio sono gli stessi componenti che concorrono a formare il paesaggio: geologia, morfologia, vegetazione e uso del suolo.

Le valutazioni fatte nella definizione delle unità sono strettamente legate agli obiettivi dello studio, alla scala di rilevamento e restituzione del dato, come pure alla disponibilità di risorse economiche, che condiziona in modo marcato la possibilità di accedere alle informazioni (apertura di profili).

La scelta di rappresentare il prodotto finale ad una scala di semidettaglio (1:50.000) può presentare alcune limitazioni, come la definizione dei limiti delle unità e la raffigurazione sintetica di un numero elevato di informazioni. Per contro, l'adozione della stessa scala ha consentito di arrivare alla produzione di una carta avente il massimo valore applicativo, per un'area molto vasta, con un contenimento dei costi consistente. A ciò si affianca l'importanza ai fini pedologici, proprio perché in ciascuna unità viene stabilita la storia evolutiva del suolo in quel determinato ambiente definendo, in questo modo, un caratteristico aspetto e comportamento. Inoltre, dalla carta delle unità di pedopaesaggio si possono inquadrare dinamiche delle acque superficiali e profonde, l'evoluzione dei diversi microclimi, i temi sulla pianificazione ecologica e la conservazione del paesaggio, le ricerche sulla dispersione degli elementi inquinanti, ma anche fenomeni urbanistici ed infrastrutturali (Rasio e Vianello, 1990). Infine, essa potrebbe costituire anche un'ottima base di partenza nel caso si voglia procedere ad ulteriori studi di dettaglio.

Metodologie utilizzate per la realizzazione della Carta delle Unità di Pedopaesaggio

Il prodotto cartografico è il risultato, in parte precedentemente menzionato, di varie fasi operative che avvengono sia in campagna che in laboratorio. Le diverse operazioni seguono un ordine obbligato e dettato da logiche di analisi e di interpretazione.

La prima fase è dedicata all'interpretazione della situazione geologica. L'elaborazione di un numero elevato di litotipi, come quelli presenti nell'area, avrebbe sicuramente determinato la definizione di un consistente numero di unità, tale da rendere il prodotto finale incomprensibile anche ad un osservatore esperto.

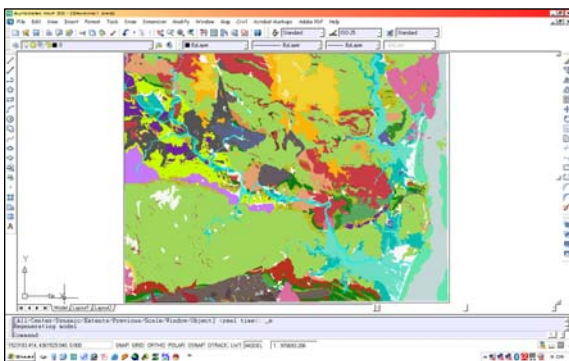


Fig. 26: base litologica

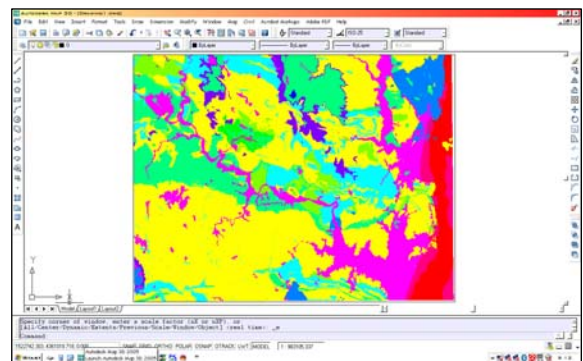


Fig. 27: litologia semplificata

E' sorta, quindi, l'esigenza di semplificare l'assetto geologico attuale (fig. 26) operando un accorpamento delle litologie, ovvero un'omogeneizzazione dei litotipi, in funzione della loro influenza sui caratteri pedologici. Questo lavoro è stato eseguito interpretando le caratteristiche di ciascun litotipo, il suo comportamento nei confronti dei processi di alterazione chimico-fisica e la sua influenza sui caratteri pedologici. L'operazione di sintesi (fig. 27) è stata portata a termine in collaborazione col Dott. Antonio Funedda, coautore del Foglio geologico CARG "549 - Muravera". Il nuovo assetto ha consentito la definizione di 9 macro unità.

La fase successiva ha riguardato l'analisi aerofotogrammetrica, ovvero l'interpretazione delle fotoaeree in scala 1:33.000 e 1:10.000. Tale operazione, realizzata attraverso l'uso di stereoscopi (fig. 28), prevede il riconoscimento e la successiva restituzione su carta dei caratteri del paesaggio (forme del paesaggio, copertura forestale ed uso del suolo) in modo da costituire una prima base cartografica da fotointerpretazione preliminare. L'utilità delle foto è inversamente



Fig. 28: stereoscopio

proporzionale all'aumentare del dettaglio, per cui esse esprimono la massima efficacia nel supportare un rilevamento dei suoli proprio ad una scala di semidettaglio (Rasio e Vianello, 1995), mentre ad una scala di estremo dettaglio l'uso delle foto aeree risulta di scarsa utilità. La base derivante dalla

fotointerpretazione preliminare è stata validata attraverso successive verifiche di campagna che hanno consentito di apportare correzioni laddove la copertura o l'uso del suolo erano stati modificati nel corso degli ultimi decenni.

La sovrapposizione (fig. 29) dei diversi tematismi territoriali (geologia, topografia, idrografia,) derivanti dalle basi cartografiche, dall'analisi aerofotogrammetrica e dai rilievi in campo è avvenuta attraverso l'uso di programmi CAD.

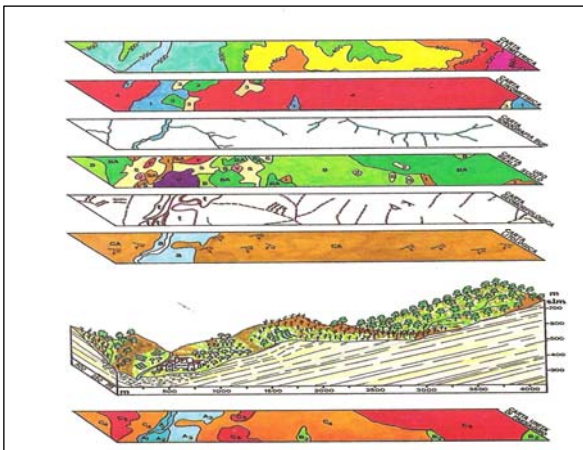


Fig. 29: sovrapposizione dei tematismi

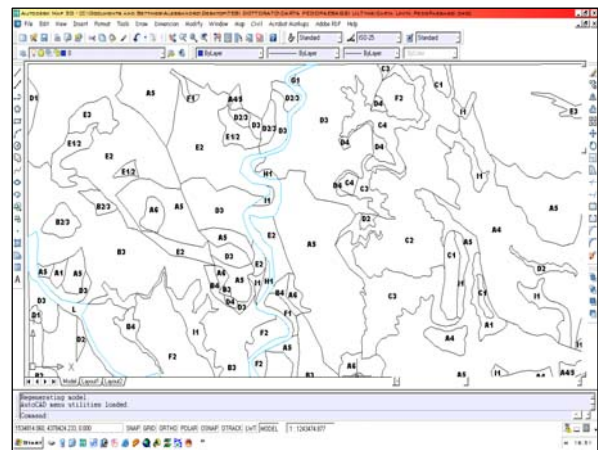


Fig. 30: schermata di AutoCad Map 3D

In particolare, la trasposizione, ovvero il passaggio dalle procedure tradizionali cartacee alla forma digitale (fig. 30), è stata realizzata utilizzando il software AutoCadMap 3D. Questa operazione ha permesso la creazione di poligoni chiusi georeferenziati, in cui ciascun punto è caratterizzato da una coordinata X e da una coordinata Y. Ne consegue il posizionamento nello spazio di ciascuna unità cartografata. Si è giunti in questo modo alla realizzazione della carta dei pedopaesaggi, con l'ubicazione dei profili pedologici realizzati.

La successiva fase ha visto la gestione dei dati pedologici raccolti durante il campionamento. Le numerose informazioni, sia di tipo puntuale (profili, orizzonti, analisi chimiche) che areale (descrizione delle stazioni), possono essere gestite

utilizzando software GIS (Sistemi Informativi Geografici). Questi sistemi si basano sulla gestione di componenti cartografiche ed alfanumeriche. Le prime sono costituite dall'informatizzazione delle tradizionali procedure di cartografia tematica (operazione realizzata con il software AutoCadMap); le seconde, le componenti alfanumeriche, invece, si riferiscono agli attributi delle osservazioni puntiformi, come le informazioni relative alle coordinate geografiche dei punti di rilevamento e le informazioni contenute nelle schede di descrizione delle osservazioni pedologiche (profili, orizzonti, trivellate) (Rasio e Vianello, 1995).

In questa fase è stato utilizzato il software ArcGis 9.0 della ESRI. All'interno del database (DB) sono state inserite tutte le informazioni raccolte nel corso della campagna pedologica e quelle raccolte dai dati bibliografici (cfr. par. - *Censimento dei lavori pedologici ricadenti all'interno del Foglio "549 - Muravera"*).

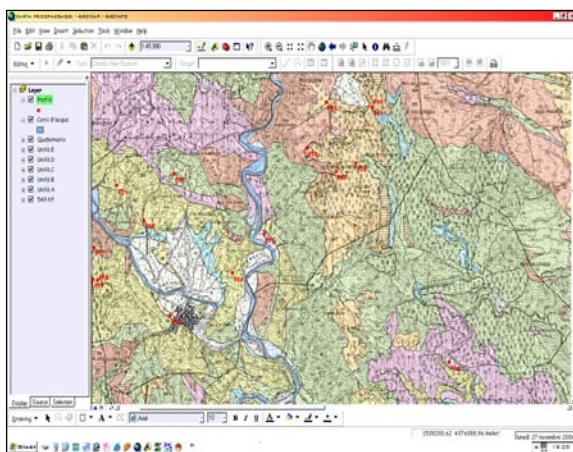


Fig. 31: schermata di ArcMap

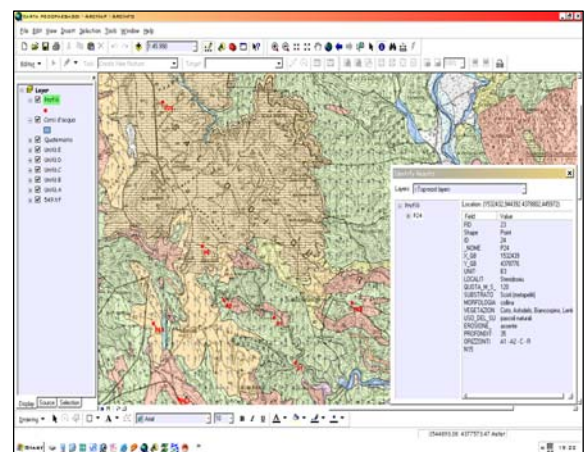


Fig. 32: schermata di ArcMap con query

Le potenzialità di tali strumenti sono diverse e vanno da una semplice visualizzazione cartografica delle unità di pedopaesaggio e dei profili (fig. 31), alla possibilità di interrogare (*query*) il DB (fig. 32).

L'importanza di tali strumenti risiede, inoltre, nella loro elasticità (possibilità di aggiornamento e ampliamento dei dati) e facilità d'uso, favorendo notevolmente sia il compito del pedologo che quello di un semplice consultatore.

Di seguito sono riportate le unità di pedopaesaggio identificate con i metodi precedentemente descritti. Sono state identificate 9 macro unità di substrato litologico, definite con le lettere che vanno dalla A alla I, mentre dalla sovrapposizione degli altri elementi costituenti il pedopaesaggio (litologia, morfologia, vegetazione ed uso del suolo) le micro unità identificate sono in numero di 30.

Descrizione delle Unità di Pedopaesaggio

Unità A

Paesaggi sulle metamorfite paleozoiche e relativi depositi di versante.



Fig. 33: paesaggio sulle metamorfite

In questa unità sono presenti i suoli impostati su differenti litologie, comprendenti le arenarie di San Vito, i metaconglomerati della Formazione di Orroledu, gli argilloscisti di rio Canoni, le metarenarie della Formazione di Punta Serpeddi e del Complesso di Pala Manna, i metaconglomerati di Muravera e quelli di Su Muzzioni.

La loro estensione occupa gran parte del territorio. La presenza di substrati litoidi molto compatti e difficilmente alterabili condiziona in modo evidente il territorio ed i processi in atto. La morfologia (fig. 33) è molto articolata, spesso accidentata, dominata da versanti acclivi con forti pendenze interrotte da incisioni vallive, glacies ed altre forme d'accumulo. Con estensioni limitate, sono presenti forme tabulari. I suoli che si formano in questo contesto sono generalmente poco evoluti, con profondità limitate, ad eccezione di quelli ubicati in bassi morfologici e su aree di accumulo.

A1

Substrato: metamorfite paleozoiche

Morfologia: aree di cresta e forme aspre

Vegetazione: assente o limitata alla presenza di erbacee

Suolo: la presenza di forme tendenzialmente aspre, delle creste dei rilievi e dei fianchi dei versanti con pendenze elevate condiziona in modo negativo l'instaurarsi di una pedogenesi attiva. Tali ambienti, inoltre, sono caratterizzati da un'assenza totale della copertura vegetale e da una elevata presenza di rocciosità superficiale. Il

risultato dell'interazione tra questi fattori è la formazione di una coltre pedologica limitata a delle semplici tasche di suolo. In queste condizioni, infatti, difficilmente s'instaura una copertura di suolo, mentre diffusi appaiono i processi di ruscellamento. I suoli rappresentativi presentano un profilo A-R, sono molto sottili, con tessitura da FS a F e scheletro abbondante.

I suoli rappresentativi di quest'unità sono costituiti da una consociazione di Lithic Xerorthents.

A2

Substrato: metamorfiti paleozoiche

Morfologia: superfici di spianamento e forme tabulari e debolmente ondulate sulla sommità dei rilievi

Vegetazione: macchia mediterranea degradata da incendi e pascolamento

Suolo: la peculiarità dei caratteri del paesaggio di questa unità è la loro uniformità determinata dalla presenza di imponenti superfici di spianamento. In modo particolare, le forme sono tendenzialmente subpianeggianti e debolmente ondulate e la copertura del suolo è rappresentata da una macchia molto degradata per effetto dell'eccessivo sfruttamento derivante dall'attività antropica. La caratterizzazione pedologica è stata effettuata attraverso i dati desunti dai profili bibliografici, ed in particolare dall'analisi dei pedon P89, P90, P93 e P94. I primi due pedon sono caratterizzanti le morfologie pianeggianti i cui suoli mostrano (tab. 11) profili A-Bw ed A-C/R con spessori molto limitati, in genere non superiori ai 40 cm. La tessitura è FS, lo scheletro comune, l'aggregazione grumosa e poliedrica subangolare per gli orizzonti superficiali e massiva per quelli sottostanti. In coincidenza di piccoli impluvi, o di aree di accumulo, i suoli (P93 e P94) presentano un maggior grado di evoluzione, con la presenza di orizzonti cambici ed, in profondità, di orizzonti argillici sepolti. Sono molto profondi, la tessitura è tendenzialmente FS e secondariamente SF, FSA e FLA, lo scheletro frequente, l'aggregazione poliedrica subangolare ed angolare e raramente grumosa.

Le analisi chimiche presenti nella tabella 12 hanno messo in evidenza una reazione dei suoli subacida ed elevati valori del carbonio organico e della capacità di scambio cationico.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P89: Lithic Xerorthents								
A	0 - 20	10YR4/4	3 pol subang	friabile	10	3	abrupto, lineare	
C/R	20 - > 20	-	-	-	-	2	-	
P90: Aquic Dystroxept								
A	0 - 20	10YR3/2	2grumosa e pol subang	friabile	10	3	abrupto, lineare	
Bw	20 - > 40	2,5YR6/2	massiva	resistente	20	1	-	
P93: Typic Haploxept su Aquic Palexeralf								
A1	0 - 5	10YR 2/1,5	2 pol subang	friabile	10	3	abrupto, lineare	
E	5 - 22/25	5YR4/7	2 pol ang	resistente	5/10	3	chiaro, lineare	
Bw	22/25 - 45/50	10YR5/5	1 pol ang	resistente	20/25	1	graduale, lineare	
B/C	45/50 - 60/62	10YR5/4	1 pol ang	resistente	20/25	0	abrupto, lineare	
2Btg	60/62 - 80	10YR5/6	1 pris	molto resistente	20/30	0	-	
2C	80 - >	-	-	-	-	0	-	
P94: Typic Haploxept su Typic Palexeralf								
A1	0 - 10/13	10YR3/2	3grumosa/ pol subang	friabile	15	3	chiaro, lineare	
AB	10/13 - 20/25	7,5YR4/4	2 pol subang	friabile	10	3	chiaro, lineare	
Bw	20/25 - 55	7,5YR5/4	2 pol ang	friabile	30	2	abrupto, lineare	
2Bt	55 - 95	10YR5/4	1 pol ang	friabile	5	1	-	

1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica;
2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti

Tab. 11: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità A2

Oriz.	Spessore cm	Sabbia g kg ⁻¹	Limo g kg ⁻¹	Argilla g kg ⁻¹	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org. g kg ⁻¹	CSC	Ca ⁺⁺ cmol(+) kg ⁻¹	Mg ⁺⁺ cmol(+) kg ⁻¹	K ⁺ cmol(+) kg ⁻¹	Na ⁺ cmol(+) kg ⁻¹	Ac	TSB %
P89: Lithic Xerorthent														
A	0 - 20	543	296	161	6,5	n.d.	37	25,4	23,0	2,9	1,3	1,8	n.d.	59
C/R	20 - > 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P90: Aquic Dystroxept														
A	0 - 20	643	229	128	6,2	n.d.	39	21,7	15,5	2,8	1,2	1,2	n.d.	50
Bw	20 - > 40	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
P93: Typic Haploxept su Aquic Palexeralf														
A1	0 - 5	n.d.	n.d.	n.d.	6,2	n.d.	73	21,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
E	5 - 22/25	622	259	119	5,9	n.d.	48	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw	22/25 -	696	167	317	6,0	n.d.	3	9,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
B/C	45/50 -	623	165	212	5,9	n.d.	1	8,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2Btg	60/62 - 80	468	141	291	5,6	n.d.	3	6,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2C	80 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P94: Typic Haploxept su Typic Palexeralf														
A1	0 - 10/13	772	200	28	6,4	n.d.	55	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
AB	10/13 - 20/25	705	188	107	6,4	n.d.	10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw	20/25 - 55	654	183	163	6,8	n.d.	6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2Bt	55 - 95	629	174	197	6,0	n.d.	3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Tab. 12: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità A2

I suoli dell'unità A2 sono rappresentati da un'associazione di Lithic Xerorthents, Aquic Dystroxerepts e Typic Haploxerepts sovrastanti suoli sepolti costituiti da Aquic Palexeralfs e da Typic Palexeralfs.

A3

Substrato: depositi eluviali su metamorfite paleozoiche

Morfologia: forme tabulari e semitabulari

Vegetazione: assente o macchia mediterranea degradata da incendi e pascolamento

Suolo: questi pedoambienti sono caratteristici di ambiti territoriali limitati, come parte delle superfici di spianamento presenti in agro di Villasalto. In modo analogo all'unità precedente, la morfologia è caratterizzata da superfici debolmente ondulate e prevalentemente subpianeggiati. Queste in passato hanno favorito l'instaurarsi di una notevole attività antropica con la creazione di intere superfici coltivate a grano. Attualmente la copertura del suolo è rappresentata da una macchia degradata spesso evoluta in una semplice gariga. Su questi depositi eluviali i suoli sono stati osservati e descritti attraverso l'apertura del pedon P33.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P33: Typic Dystroxerept								
Ap1	0-15	10YR5,5/3	3 pol ang	friabile	25	3	abrupto, lineare	
Ap2	15-35	10YR4/3	3 pol ang	resistente	20	3	abrupto, lineare	
Bw	35->45	2,5YR4/2	2 pol ang	resistente	20	2	-	10% screziature, evidenti
1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica;								
2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti								

Tab. 13: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità A3

I suoli presentano (tab. 13) un profilo Ap1-Ap2-Bw, con un orizzonte superficiale caratterizzato da un intenso uso antropico e con un sottostante orizzonte cambico dello spessore di 10 cm. Sono poco profondi, con una tessitura FA in superficie e F nel Bw, presentano circa il 25% in scheletro che si mostra spigoloso e diffuso lungo tutto il profilo. La struttura è poliedrica angolare con un forte grado di aggregazione. Queste proprietà possono essere estese anche a tutta l'unità sui depositi eluviali, in cui le possibili variabili fisiche permangono la profondità e la quantità di scheletro.

Le analisi chimiche (tab. 14) mostrano una reazione neutra e valori elevati del carbonio organico e dei cationi Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia g kg ⁻¹	Limo g kg ⁻¹	Argilla g kg ⁻¹	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org. g kg ⁻¹	CSC	Ca ⁺⁺ cmol(+) kg ⁻¹	Mg ⁺⁺ cmol(+) kg ⁻¹	K ⁺ cmol(+) kg ⁻¹	Na ⁺ cmol(+) kg ⁻¹	Ac	TSB %
P33: Typic Dystroxerept														
Ap1	0-15	302	418	280	6,6	n.d.	19	18,0	6,6	3,1	0,2	0,4	n.d.	58
Ap2	15-35	304	396	300	7,0	n.d.	13	17,7	5,4	3,3	0,1	0,5	n.d.	53
Bw	35->45	358	382	260	7,0	n.d.	16	18,4	5,7	2,9	0,2	0,4	n.d.	50

Tab. 14: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità A3

I suoli presenti sui depositi eluviali possono essere considerati come una consociazione di Typic Dystroxerepts.

A4

Substrato: metamorfiti paleozoiche e depositi di versante

Morfologia: versanti accidentati, ondulati ed aree di fondovalle

Vegetazione: macchia alta e bosco

Suolo: in questa unità la notevole uniformità della copertura del suolo è accostata ad una elevata diversità morfologica. In modo particolare, quest'ultima si presenta differenziata alternandosi da forme articolate e versanti scoscesi a forme dolci alla base dei versanti. La ricca copertura forestale si imposta, e si conserva, laddove le condizioni fisiografiche non hanno consentito l'instaurarsi di un'attività antropica impattante. I suoli di questi ambienti sono stati caratterizzati attraverso l'apertura dei pedon P50, P51, P65 e dal P108 (Aru et al., 1982). Nonostante la ricca copertura di macchia mediterranea, spesso molto densa ed arbustiva, consenta l'instaurarsi di una pedogenesi stabile, i suoli (tab. 15) non raggiungono mai spessori elevati. Ciò testimonia il ruolo fondamentale svolto dal substrato nel limitare i processi pedogenetici. Infatti, ad eccezione del P108, i suoli appaiono sottili, con il substrato osservato nei primi 20/35 cm di profondità. Il profilo è di tipo A-C, A-R ed A-Bw-R. Nei pedon aperti, in particolare, si osserva direttamente la roccia madre e, raramente, un orizzonte C di alterazione. La tessitura dei suoli è FS e la struttura poliedrica subangolare e granulare molto sviluppata. La consistenza da umido è friabile ed il contenuto in scheletro è comune. Presenta caratteri diversi, invece, il pedon P108 descritto da Aru et al. (1982), aperto in località Genna Izzas a quota 550 m.s.l.m.. Il suolo presenta un profilo Oi-Oe-A-Bw1-Bw2, profondo, con un sottile orizzonte di alterazione ed al di sotto due orizzonti cambici ben sviluppati. La struttura è poliedrica subangolare e grumosa per gli orizzonti superficiali, mentre la consistenza è friabile; elevato è il contenuto in scheletro.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P50: Lithic Ultic Haploxeroll								
A	0-20	7,5YR3/2	3 pol subang	friabile	28	2	chiaro, lineare	
R	> 20	-	-	-	-	-	-	
P51: Lithic Xerorthent								
A	0-10	7,5YR3/2	3 pol subang	friabile	15	3	chiaro, lineare	
Bw	10-20	7,5YR3/4	3 gran	friabile	18	2	chiaro, lineare	
R	> 20	-	-	-	-	-	-	
P65: Lithic Haploxeroll								
A	0 - 35	-	3 gran	friabile	20	3	chiaro, lineare	
R	> 35	-	-	-	-	-	-	
P108: Typic Haploxerept								
Oi	4 - 2	-	-	-	-	-	-	
Oe	2 - 0	10YR 3/1,5	1 grumosa	resistente	-	-	abrupto, lineare	
A	0 - 5/10	10YR 3/3	2 grumosa	friabile	35/40	3	-	
Bw1	5/10 - 40/55	10YR 5/4,5	2 pol subang	friabile	60/70	1	graduale, lineare	
Bw2	40/55 - >100	10YR 5/5	2 pol subang	friabile	15	1	-	

1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica;
2: 0=assenti, 1=pocche, 2=comuni, 3=abbondanti

Tab. 15: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità A4

Le analisi chimiche (tab. 16) rivelano una reazione subacida e neutra, valori del carbonio organico elevati negli orizzonti superficiali, influenzati sicuramente dalla presenza di una ricca copertura arbustiva, e valori medi della capacità di scambio cationico.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia	Limo	Argilla	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org.	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB %
		g kg ⁻¹							cmol(+) kg ⁻¹					
P50: Lithic Ultic Haploxeroll														
A	0-20	584	302	114	6,3	n.d.	30	24,0	12,7	3,9	0,3	0,8	n.d.	58
R	> 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P51: Lithic Xerorthent														
A	0-10	478	408	114	6,4	n.d.	28	24,7	9,1	3,0	0,5	0,7	n.d.	48
Bw	10-20	420	466	114	6,5	n.d.	13	21,5	6,4	2,5	0,4	0,9	n.d.	42
R	> 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P65: Lithic Haploxeroll														
A	0 - 35	534	346	120	6,9	n.d.	13	12,4	7,6	5,2	0,2	0,5	n.d.	100
R	> 35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P108: Typic Haploxerept														
Oi	4 - 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oe	2 - 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A	0 - 5/10	661	245	94	6,0	n.d.	31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw1	5/10- 40/55	708	189	103	5,7	n.d.	12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw2	40/55- >100	760	160	80	6,3	n.d.	7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Tab. 16: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità A4

In questa unità è presente un'associazione di Lithic Xerorthents, Lithic Haploxerolls e Lithic Ultic Haploxerolls ed inclusioni di Typic Haploxerepts.

A4/5

Substrato: metamorfiti paleozoiche e depositi di versante

Morfologia: versanti accidentati ed ondulati

Vegetazione: macchia bassa non continua

Suolo: in questa unità i suoli si impostano su pedoambienti che presentano caratteri della copertura del suolo intermedi tra la classe precedente e quella successiva. In particolare, la copertura del suolo appare spesso disomogenea, con una macchia mediterranea continua che evolve verso una macchia degradata laddove è maggiore l'impatto antropico per un più intenso uso del suolo o per un degrado provocato dagli incendi. Le morfologie sono simili all'unità precedente e caratterizzate da una notevole varietà di forme. I suoli sono stati descritti attraverso l'apertura dei pedon P1, P7, P37 e da quelli derivanti dai lavori bibliografici P85 (ERSAT, 1994), P106 e P107 (Aru et al., 1982). Presentano profili A-R, A1-A2-R/Bw-R, A-Bt1-Btg2-Btg3-Btg4, A-Bw-C/R, Oi, A-Bw1-Bw2-C e A-C (tab. 17). Le profondità sono variabili e fortemente influenzate dal substrato. Infatti, i suoli impostati direttamente sulle metamorfiti appaiono sottili e poco profondi, con il substrato osservato a circa 20/40 cm di profondità, mentre dove vi è l'influenza delle dinamiche di versante (P7) i suoli raggiungono spessori elevati (160 cm). In particolare i primi pedoambienti sono stati descritti con l'apertura dei pedon P1 e P37. Il primo ubicato in località Costa Manna sotto una copertura di macchia ed arbusteto (fillirea, erica, cisto salvifolia e corbezzolo), presenta una tessitura F e FS in profondità. I limiti sono ben definiti tra i vari orizzonti, l'aggregazione è poliedrica subangolare, ad eccezione dell'A1 granulare, mentre la consistenza varia da molto friabile a friabile. Caratteri simili sono stati osservati anche per il pedon P37, ubicato in località Sanebidad, con il substrato presente a 20 cm di profondità, la struttura dell'orizzonte superficiale granulare e la consistenza da umido friabile.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P1: Lithic Ultic Haploxeroll								
A1	0-3/4	10YR2/1	1 gran	molto friabile	10	3	abrupto, ondulato	
A2	3/4-15/20	10YR4/4	2 pol subang	friabile	30	3	abrupto, ondulato	
R/Bw	15/20- 27/40	7,5 YR 3/4	1 pol subang	friabile	90	3	abrupto, irregolare	
R	>27/40	-	-	-	-	2	-	
P7: Ultic Haploxeralf								
A	0-10/15	7,5YR5/2	3 pol subang	friabile	10	3	abrupto, lineare	
Bt1	10/15- 30/40	10YR7/6	1 pol ang	resistente	10	2	abrupto, ondulato	5% screziature, evidenti
Btg2	30/40- 110/140	2,5 YR 4/8	massiva	resistente	10	1	abrupto, ondulato	15% screziature, evidenti
Btg3	110/140- 160/180	10YR6/6	massiva	resistente	10	1	abrupto, ondulato	6% screziature, evidenti
Btg4	>160/180	5YR5/8	massiva	resistente	10	1	-	7% screziature, evidenti
P37: Lithic Xerorthent								
A	0-20	7,5YR4/4	3 gran	friabile	17	3	chiaro, irregolare	
R	> 20	-	-	-	-	-	-	
P85: Lithic Dystroxerept								
A	0 - 15	10YR2/2	3grumosa pol subang	friabile	15	3	abrupto, ondulato	
Bw	15 - 30	7,5YR 4/4	2 pol subang	friabile	15	3	abrupto, ondulato	
C/R	30 - > 50	-	-	-	-	-	-	
P106: Lithic Haploxerept								
Oi	2 3/1	10YR2/1	1grumosa	friabile	0	-	abrupto, lineare	
A	0 -3/6	10YR3/4	1grumosa pol subang	friabile	10/150	3	chiaro, lineare	
Bw1	3/6 - 15/20	10YR 4/3,5	1 pol subang	friabile	15/20	2	graduale, lineare	
Bw2	15/20 - 25/55	10YR 5/5	3 pol subang	resistente	40	2	-	
C	25/55 - >	-	-	-	-	-	-	
P107: Lithic Xerorthent								
A	0 - 20	5YR 3,5/4	2 pol subang	friabile	10/15	3	abrupto, lineare	
C	20 - 35	-	-	-	-	-	-	

1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica;
2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti

Tab. 17: Principali caratteri morfologici dei suoli ubicati nell'unità A4/5

Nel caso in cui vi sia l'influenza delle dinamiche di versante i suoli, come evidenziato in precedenza, appaiono più profondi e maggiormente evoluti. Questi ambienti sono stati descritti dalle osservazioni del pedon P7, ubicato su un deposito di versante impostato alla destra idrografica del riu Baccu Locci. Presenta (tab. 17) orizzonti ben strutturati con un'aggregazione variabile da poliedrica subangolare ed angolare a massiva oltre i 40 cm; la consistenza è friabile solo per l'orizzonte A mentre per i

rimanenti sono resistenti. Gli orizzonti profondi (oltre i 30 cm) sono caratterizzati da illuviazione d'argilla e da una struttura scarsamente areata. Ciò determina condizioni di drenaggio parzialmente impedito e caratteri di idromorfia, probabilmente solo stagionale. La conseguenza è una forte interazione delle soluzioni del suolo con la matrice argillosa ad alta reattività, all'interfaccia dei pori. Ad un'analisi microscopica, molti pori primari sono almeno parzialmente riempiti da pellicole di argilla microlaminate (Scarciglia et al., 2006).

Le caratteristiche dei suoli derivanti dagli studi bibliografici confermano quanto descritto con l'apertura dei nuovi pedon. In particolare le profondità sono mediamente elevate, con il substrato, o l'orizzonte di alterazione di quest'ultimo, osservato tra i 30/50 cm, la struttura è grumosa in superficie e poliedrica subangolare in profondità, mentre la consistenza da umido è friabile e raramente resistente.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia g kg ⁻¹	Limo g kg ⁻¹	Argilla g kg ⁻¹	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org.	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB %
P1 : Lithic Ultic Haploxeroll														
A1	0-3/4	446	474	80	5,9	n.d.	88	67,5	25,6	13,6	0,7	1,4	n.d.	61
A2	3/4-15/20	388	432	180	6,2	n.d.	71	39,7	31,1	7,1	0,6	0,8	n.d.	99
R/Bw	15/20- 27/40	562	278	160	6,3	n.d.	25	11,3	8,2	1,9	0,4	0,9	n.d.	101
R	>27/40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P7: Ultic Haploxeralf														
A	0-10/15	362	478	160	6,4	n.d.	53	30,2	13,5	4,6	0,7	0,6	n.d.	64
Bt1	10/15- 30/40	298	442	260	6,2	n.d.	10	19,1	5,2	4,6	0,5	0,5	n.d.	57
Btg2	30/40- 110/140	388	392	220	5,6	n.d.	2	16,0	0,9	5,6	0,5	3,1	n.d.	63
Btg3	110/140- 160/180	534	326	140	6,1	n.d.	1	15,2	0,7	4,9	0,3	4,1	n.d.	66
Btg4	>160/180	526	294	180	6,5	n.d.	1	14,2	0,8	5,9	0,2	4,2	n.d.	78
P37: Lithic Xerorthent														
A	0-20	536	351	113	6,6	n.d.	10	8,3	3,3	1,7	0,2	0,9	n.d.	75
R	> 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P85: Lithic Dystraxept														
A	0 - 15	530	303	167	6,5	n.d.	54	27,5	30,6	3,5	2,9	1,1	n.d.	70
Bw	15 - 30	482	308	210	6,7	n.d.	15	15,9	12,1	1,9	2,1	1,1	n.d.	54
C/R	30 - > 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P106: Lithic Haploxerept														
Oi	2 3/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A	0 -3/6	691	208	101	6,0	n.d.	38	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw1	3/6 - 15/20	684	220	96	5,9	n.d.	19	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw2	15/20 - 25/55	593	236	171	5,5	n.d.	12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
C	25/55 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P107: Lithic Xerorthent														
A	0 - 20	672	202	126	6,1	n.d.	55	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
C	20 - 35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 18: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità A4/5

Dai dati delle analisi chimiche (tab. 18) i suoli mostrano un carattere compreso tra subacido e neutro, valori elevati sia del carbonio organico che del complesso di scambio cationico. Ciò è stato riscontrato soprattutto per i suoli impostati sui versanti in cui la vegetazione è più ricca e densa (P1 e P7), mentre laddove la vegetazione appare più degradata tali valori si mostrano sensibilmente inferiori.

Questa unità è costituita da un'associazione di Lithic Ultic Haploxerolls, Lithic Dystroxerepts, Lithic Haploxerepts e Lithic Xerorthents con inclusioni di Ultic Haploxeralfs.

A5

Substrato: metamorfiti paleozoiche e depositi di versante

Morfologia: versanti accidentati ed ondulati

Vegetazione: macchia degradata e scarsa

Suolo: in quest'unità sono presenti suoli ubicati in differenti contesti fisiografici e morfologici, ma tutti caratterizzati da una copertura vegetale costituita, in prevalenza, da macchia mediterranea molto degradata (gariga di cisto, lavanda, elicriso). Questi pedoambienti sono tra i più diffusi nell'area, soprattutto per l'intenso sfruttamento antropico realizzato in un recente passato anche alle alte quote e con pendenze elevate. Questi fattori hanno notevolmente limitato i processi pedogenetici determinando la formazione di suoli spesso poco evoluti e con spessori ridotti. Data la notevole estensione di tali pedoambienti si è deciso di aprire un elevato numero di pedon (P3, P4, P41, P42, P43, P49, P60), come altrettanto numerosi sono i pedon presenti nei lavori bibliografici: P74 (Mason,), P87 e P88 (ERSAT, 1994), dal P91 al P105 (Aru et al., 1982) e dal P109 al P113 (Baldaccini et al., 1979). I suoli presentano generalmente profili di tipo A-C, A-R, A-Bw-R e A-Bt-C (tab. 19), con profondità variabili e comprese da poco profondi a mediamente profondi, ad eccezione di qualche situazione locale particolare (P74). In genere, nei suoli poco profondi la roccia madre è presente tra i 10/30 cm di profondità, mentre le profondità maggiori si osservano in determinati contesti morfologici come le aree di accumulo (piccoli impluvi ed alla base dei versanti). I limiti sono ben marcati; la tessitura è F e FS ed il contenuto in scheletro è elevato. La struttura, molto simile tra i vari pedon osservati, è tendenzialmente poliedrica subangolare ed angolare e, in

misura minore, grumosa e granulare. La consistenza da umido è friabile e, raramente, molto friabile e resistente, mentre il contenuto in scheletro è variabile e compreso tra comune ed abbondante.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P3: Lithic Haploxeroll								
A	0-20	10 YR 4/3	2 pol subang	friabile	35	3	abrupto, ondulato	
Bw	20-22/26	7,5 YR 4/6	1 pol subang	friabile	10	2	abrupto, irregolare	influenza dinamica di versante
R	>26	-	-	-	-	-	-	
P4: Lithic Xerorthent								
A	0-5/10	10YR 4/4	1 pol subang	resistente	50	3	abrupto, irregolare	
R	>5/10	-	-	-	-	-	-	
P41: Lithic Dystraxept								
A	0-15	7,5YR3/2	3 grumosa	friabile	30	3	chiaro, lineare	
Bw	15-30/40	7,5YR4/4	2 pol subang	molto friabile	50	2	chiaro, lineare	
R	> 30/40	-	-	-	-	-	-	
P42: Lithic Dystraxept								
A	0/1-7/10	10YR 3/2	3 gran	friabile	20	2	chiaro, ondulato	
Bw	7/10-30	10YR 4/4	3pol subang	friabile	40	1	chiaro, ondulato	
R	> 30	-	-	-	-	-	-	
P43: Lithic Xerorthent								
A	0-18	7,5YR4/3	3pol subang	friabile	23	2	chiaro, lineare	
R	> 18	-	-	-	-	-	-	
P49: Lithic Haploxeroll								
A	0-20/30	7,5YR4/3	3pol subang	friabile	25	3	chiaro, lineare	
R	> 20/30	-	-	-	-	-	-	
P60: Typic Xerorthent								
A	0-20	10YR 5/4	3 granulare	friabile	6	3	graduale, lineare	
Cr	20-80	-	-	-	-	-	-	
P74: Typic Palexeralf								
A	0 - 30	10YR5/4	3pol.angol.		15	1	chiaro, ondulato	
Bt1	30 - 70	10YR5/6	3pol.subang.angolare		40	1	abrupto, lineare	rivestimenti di argille
Bt2	70 - 120	7,5YR5/6	2pol.subang.angolare		65	0	chiaro, lineare	rivestimenti di argille
Btg1	120 - 170	10YR6/8	2pol.angol.		80	0	chiaro, lineare	rivestimenti argille e sali solubili
Btg2/Cg	170 - 195	10YR6/1	3pol.angol.		90	0	abrupto, lineare	rivestimenti argille e sali solubili
P87: Ultic Haploxeroll								
Ap	0 - 35/38	10YR 3/3	3pol.subang.	friabile	2	2	abrupto, ondulato	
Bw	35/38 - 52/55	10YR 5/6	3pol.subang	friabile	20	1	abrupto, ondulato	
C	> 70	-	-	-	-	-	-	

Tab. 19: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità A5

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P88: Lithic Haploxerept								
Oi	1 - 0	-	-	-	10	-	abrupto ond.	
A	0 - 5	10YR 2/2	3pol subang	friabile	10	3	abrupto, ond.	
Bw	5 - 25/30	-	-	-	-	3	abrupto, ond.	
C/R	> 40	-	-	-	-	-	-	
P91: Lithic Haploxerept								
A1	0 - 2	10YR5/3	3pol subang	friabile	-	1	abrupto lineare	
A2	2 12/13	10YR5/4	3pol subang	friabile	10/15	1	chiaro lineare	
A3	12/13- 30/35	10YR6/4	3pol subang	friabile	10	1	chiaro lineare	
Bw	30/35 >	10YR6/5	2pol subang	-	50	1	-	
P92: Lithic Haploxerept								
A1	0-2/3	10YR4/4	3grumosa/ pol subang	friabile	-	3	abrupto, lineare	
A2	2/3 - 10/15	10YR5/3	2pol subang	friabile	5	3	chiaro, lineare	
Bw	10/15 - 45	10YR6/4	2 pol ang	friabile	20/25	3		
P95: Lithic Xerorthent								
A	0 - 18	10YR3/3	2grumosa/ pol subang	-	30	1	abrupto, lineare	
R	18 >	-	-	-	-	-	-	
P96: Typic Haploxerept								
A	0 - 15/20	10YR3/3	2pol subang	-	20	-	chiaro, lineare	
Bw1	15/20 - 40/52	7,5YR4/4	2 pol subang/an	friabile	15	-	graduale lineare	
Bw2	40/52 - 65	7,5YR4/4	2 pol ang	friabile	10	-	abrupto, lineare	
R	65 - >	-	-	-	-	-	-	
P97: Lithic Haploxerept								
A	0 - 10/11	7,5YR3/2	3 pol subang/an	friabile	15	2	abrupto, lineare	
Bw	>10/11	7,5YR4/4	2 pol subang/an	friabile	10	2	-	
P99: Typic Haploxerept								
A	0 - 7	10YR4/4	2 pol subang/an	friabile	5	2	abrupto, lineare	
Bw1	7 - 28/40	7,5YR4/4	2 pol ang	resistente	30	1	graduale, lineare	
Bw2	28/40 - 80	10YR5/4	2 pol ang	resistente	-	0	-	
P100: Lithic Xerorthent								
Oi	3/2	-	-	-	-	-	-	
Oe	2 - 0	10YR2/1	3grumosa	molto friabile	-	-	-	
A	0 - 15	10YR5/4	3 pol subang	friabile	15/20	-	-	
C	15 - >	-	-	-	-	-	-	
P102: Lithic Haploxerept								
A	0 - 5/8	-	2 pol ang	friabile	15	1	chiaro, lineare	
Bw	5/8-30/35	5YR4/4	2 pol subang/an	friabile	25	1	chiaro, lineare	
C	30/35 - >	-	2 pol ang	-	-	0	-	
P103: Lithic Xerorthent								
A	0 - 15/20	10YR3/3	1 pol subang	friabile	40	3	chiaro,ondulato	
C	15/20 - 40	-	-	-	95	0	-	
P104: Lithic Xerorthent								
A	0 - 15/20	10YR4/3	3pol subang	friabile	15	3	chiaro, lineare	
C	15/20 - >	-	-	-	-	-	-	

Tab. 19 (continuazione): Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità A5

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P105: Lithic Haploxerept								
A	0 - 5/8	10YR3/2	2pol subang	friabile	7/8	1	chiaro, lineare	
Bw	5/8 - 30/35	10YR3/4	2 pol subang/an	friabile	5	1	abrupto, lineare	
C	35 - >	-	-	-	-	-	-	
P109: Inceptic Haploxeralf								
A	0 - 20	10YR 4/3	-	-	30/35	-	-	
2Bt	20 - 45	7,5YR5/6	-	-	30	-	-	
2BC	45 - 60/70	5YR4/6	-	-	60/70	-	-	
P110: Typic Haploxerept								
A	0 - 22/26	10YR 3/3	-	-	25	-	-	
Bw1	22/26 - 60	10YR 4/4	-	-	15	-	-	
Bw2	60 - 90	10YR5,5/4	-	-	50	-	-	
P111: Typic Dystroxerept								
Ap	0 - 8	10YR4/3	-	-	40/50	-	-	
Bw1	8 - 55	7,5YR4/4	-	-	10/15	-	-	
2Bw2	55 - 80	7,5YR5/4	-	-	25	-	-	
P112: Typic Xerorthent								
A1	0 - 20	10YR4/3	-	-	0	-	-	
A2	20 - 40/50	10YR4/3	-	-	70	-	-	
2A3	> 35/40	10YR3,5/3	-	-	90	-	-	
P113: Ruptic-Lithic Haploxerept								
A	0 - 3	10YR5/3	-	-	-	-	-	
Bw1	3 - 23	10YR5/4	-	-	30	-	-	
Bw2	23-10/33	7,5YR5/4	-	-	50	-	-	
C	30/33 - >	-	-	-	95/98	-	-	
1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica;								
2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti								

Tab. 19 (continuazione): Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità A5

I dati delle analisi di laboratorio (tab. 20) mettono in evidenza valori di pH in H₂O molto discordanti e compresi tra un minimo di 5,3 ed un massimo di 7,6 indicanti un ambiente eterogeneo e variabile tra l'acido ed il subalcalino (fa eccezione il P74, con pH alcalini, in cui i suoli sono fortemente influenzati dalle dinamiche di versante). I valori del carbonio organico, sia per gli orizzonti superficiali che per quelli profondi, sono variabili e compresi tra 1 e 71 g kg⁻¹, mentre i valori della capacità di scambio cationico assumono un andamento pressoché uniforme in tutti i profili presentando valori medi, sempre ad esclusione del P74 i cui valori sono elevati. Fanno eccezione per i suoli descritti, oltre ai dati analitici del P74, quelli del P60 i cui i valori misurati del carbonio organico e della capacità di scambio cationico sono decisamente inferiori (tab. 20) rispetto ai precedenti. Questi potrebbero essere dovuti ad una probabile situazione locale, in cui il contesto morfologico (pianoro montano) non favorirebbe l'instaurarsi di una pedogenesi attiva.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia	Limo	Argilla	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org.	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB %
		g kg ⁻¹				g kg ⁻¹			cmol(+) kg ⁻¹					
P3: Lithic Haploxeroll														
A	0-20	466	374	160	6,3	n.d.	32	18,8	15,7	1,8	0,5	0,8	n.d.	100
Bw	20-22/26	512	368	120	6,4	n.d.	9	8,3	5,8	1,3	0,3	0,8	n.d.	100
R	>26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P4: Lithic Xerorthent														
A	0-5/10	534	326	140	6,8	n.d.	45	18,3	14,4	2,3	0,6	1,0	n.d.	100
R	>5/10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P41: Lithic Dystraxept														
A	0-15	588	292	120	6,4	n.d.	20	19,0	7,2	3,0	0,3	0,8	n.d.	59
Bw	15-30/40	588	292	120	6,5	n.d.	9	17,1	5,2	3,7	0,2	1,0	n.d.	60
R	> 30/40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P42: Lithic Dystraxept														
A	0/1-7/10	568	319	113	5,3	n.d.	20	15,8	6,0	2,0	0,5	0,8	n.d.	60
Bw	7/10-30	610	310	80	5,8	n.d.	6	12,5	4,2	1,5	0,2	0,9	n.d.	54
R	> 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P43: Lithic Xerorthent														
A	0-18	584	296	120	5,3	n.d.	10	16,1	4,2	3,2	0,1	0,8	n.d.	51
R	> 18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P49: Lithic Haploxeroll														
A	0-20/30	548	338	114	6,6	n.d.	19	16,0	8,4	3,0	0,3	0,7	n.d.	77
R	> 20/30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P60: Typic Xerorthent														
A	0-20	758	168	74	6,2	n.d.	8	3,8	2,2	0,7	0,2	0,4	n.d.	94
Cr	20-80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P74: Typic Palexeralf														
A	0 - 30	515	142	343	6,4	n.d.	16	24,6	5,0	2,5	1,4	4,1	n.d.	53
Bt1	30 - 70	259	129	612	7,8	n.d.	6	41,4	11,0	7,0	1,7	5,6	n.d.	61
Bt2	70 - 120	504	136	360	8,5	n.d.	5	49,8	29,4	8,6	1,2	7,4	n.d.	94
Btg1	120 - 170	419	126	455	8,4	n.d.	4	51,1	30,9	7,8	0,9	9,4	n.d.	96
Btg2/Cg	170 - 195	387	181	432	8,6	n.d.	3	78,5	54,9	11,1	1,4	17,4	n.d.	n.d.
P87: Ultic Haploxeroll														
Ap	0 - 35/38	635	260	105	7,3	n.d.	22	22,3	28,1	2,8	1,8	1,4	n.d.	78
Bw	35/38 - 52/55	580	276	144	7,2	n.d.	7	11,9	1,4	1,6	1,1	1,2	n.d.	74
C	> 70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P88: Lithic Haploxerept														
Oi	1-0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A	0 - 5	647	225	128	7,1	n.d.	51	30,9	30	4,7	3,7	1,1	n.d.	65
Bw	5 - 25/30	658	262	180	7,2	n.d.	19	15,2	1,6	2,7	2,6	1,5	n.d.	77
C/R	> 40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P91: Lithic Haploxerept														
A1	0 - 2	783	181	36	6,9	n.d.	54	28,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A2	2 12/13	707	245	48	6,7	n.d.	31	17,7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A3	12/13- 30/35	665	246	89	6,4	n.d.	12	9,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw	30/35 >	619	204	177	5,4	n.d.	4	5,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
P92: Lithic Haploxerept														
A1	0-2/3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	71	33,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A2	2/3 - 10/15	832	131	37	6,6	n.d.	49	28,7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw	10/15 - 45	679	241	80	6,9	n.d.	12	9,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
P95: Lithic Xerorthent														
A	0 - 18	715	165	120	6,2	n.d.	32	25,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
R	18 >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 20: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità A5

Oriz.	Spessore cm	Sabbia g kg ⁻¹	Limo g kg ⁻¹	Argilla g kg ⁻¹	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org.	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB %
P96: Typic Haploxerept														
A	0 - 15/20	731	160	109	6,0	n.d.	29	20,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw1	15/20 - 40/52	645	250	105	5,8	n.d.	n.d.	10,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw2	40/52 - 65	553	317	130	5,8	n.d.	n.d.	13,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
R	65 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P97: Lithic Haploxerept														
A	0 - 10/11	733	231	36	6,5	n.d.	n.d.	25,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw	>10/11	651	260	80	6,5	n.d.	n.d.	8,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
P99: Typic Haploxerept														
A	0 - 7	822	142	36	7,6	n.d.	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw1	7 - 28/40	766	166	67	7,1	n.d.	15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw2	28/40 - 80	676	13,0	194	6,6	n.d.	4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
P100: Lithic Xerorthent														
Oi	3/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oe	2 - 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A	0 - 15	746	214	40	6,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
C	15 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P102: Lithic Haploxerept														
A	0 - 5/8	722	207	71	6,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw	5/8-30/35	256	338	82	5,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
C	30/35 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P103: Lithic Xerorthent														
A	0 - 15/20	799	181	19	6,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
C	15/20 - 40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P104: Lithic Xerorthent														
A	0 - 15/20	728	232	40	7,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
C	15/20 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P105: Lithic Haploxerept														
A	0 - 5/8	640	320	40	6,3	n.d.	77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw	5/8-30/35	658	301	41	5,7	n.d.	38	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
C	30/35 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P109: Inceptic Haploxeralf														
A	0 - 20	725	194	82	6,9	n.d.	12	21,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2Bt	20 - 45	434	219	348	6,0	n.d.	5	23,2	6,8	5,4	0,4	0,5	n.d.	n.d.
2BC	45 - 60/70	542	166	293	6,0	n.d.	1	20,9	5,0	5,0	0,3	0,5	n.d.	n.d.
P110: Typic Haploxerept														
A	0 - 22/26	836	147	17	6,6	n.d.	10	12,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw1	22/26 - 60	674	211	159	6,9	n.d.	4	8,5	2,9	1,3	0,5	0,4	n.d.	n.d.
Bw2	60 - 90	722	159	119	7,2	n.d.	4	12,1	2,6	1,1	0,4	0,3	n.d.	n.d.
P111: Typic Dystraxept														
Ap	0 - 8	769	141	90	6,7	n.d.	15	13,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw1	8 - 55	666	217	117	7,6	n.d.	4	11,0	4,4	1,2	0,2	0,4	n.d.	n.d.
2Bw2	55 - 80	733	140	127	6,9	n.d.	3	15,9	2,6	1,2	0,3	0,3	n.d.	n.d.
P112: Typic Xerorthent														
A1	0 - 20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A2	20 - 40/50	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2A3	> 40/50	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
P113: Ruptic-Lithic Haploxerept														
A	0 - 3	784	164	52	6,8	n.d.	34	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw1	3 - 23	730	228	50	6,9	n.d.	9	11,0	5,7	1,6	0,4	0,6	n.d.	n.d.
Bw2	23-30/33	572	201	227	7,0	n.d.	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
C	30/33 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 20 (continuazione): Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità A5

L'unità A5 è costituita da un'associazione di Lithic Haploxerolls e Ultic Haploxerolls, Lithic Xerorthents e Typic Xerorthents, Lithic Dystroxerepts e Typic Dystroxerepts, Typic Haploxerepts, Lithic Haploxerepts e Ruptic-Lithic Haploxerepts, con inclusioni di Typic Palexeralfs e Inceptic Haploxeralfs.

A6

Substrato: depositi di versante, conoidi e glaciais su metamorfiti paleozoiche

Morfologia: versanti ondulati

Vegetazione: colture rappresentate da frutteti, vigneti e prati pascolo

Suolo: in questa unità sono presenti le aree in cui vi è un uso del suolo costituito da vigneti, seminativi, erbai ed altre colture simili. Molte di queste aree solo in passato sono state intensamente coltivate, mentre attualmente la loro destinazione d'uso è rappresentata da pascoli naturali. Per la caratterizzazione di questi ambienti sono stati aperti due pedon: il P22 ed il P59. I suoli presentano un profilo A-C-R ed Ap-Bw-C. Il pedon 22 è rappresentativo dei suoli impostati sui pascoli naturali e mostra profondità molto limitate (tab. 21), con il substrato litoide presente nei primi 30 cm di profondità. Al di sotto dell'orizzonte superficiale, con struttura poliedrica subangolare ed una consistenza da umido friabile, è presente l'orizzonte C con struttura massiva. La tessitura è FS lungo tutto il profilo e molto elevato è il contenuto in scheletro.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P22: Lithic Xerorthent								
A	0-15	10YR 6/4	2 pol subang	friabile	50	3	abrupto, ondulato	
C	15-26	10YR 7/4	massiva	-	80	3	abrupto, lineare	
R	>26	-	-	-	-	-	-	
P59: Typic Dystroxerept								
Ap	0-25	10YR4/4	3 pol subang	friabile	18	3	chiaro, lineare	
Bw	25-70	10YR4/4	3 pol subang	friabile	25	3	chiaro, lineare	
C	> 70	-	-	-	-	-	-	
1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica;								
2: 0=assenti, 1=pocche, 2=comuni, 3=abbondanti								

Tab. 21: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità A6

Il suolo rappresentativo dell'unità sui coltivi è il pedon 59. Si presenta mediamente profondo (tab. 21), ben strutturato, con un orizzonte cambico di circa 50 cm, e l'orizzonte C ubicato a 70 cm di profondità. La tessitura è FS, la struttura poliedrica

subangolare e la consistenza da umido è friabile in tutti gli orizzonti rilevati mentre lo scheletro è abbondante.

I dati delle analisi chimico-fisiche (tab. 22) mostrano valori discordanti del pH e della saturazione in basi (elevati nel pedon P22 e bassi nel P59) e simili del carbonio organico, della capacità di scambio cationico e delle basi di scambio.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia g kg ⁻¹	Limo g kg ⁻¹	Argilla g kg ⁻¹	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org. g kg ⁻¹	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB %
P22: Lithic Xerorthent														
A	0-15	614	212	174	7,20	n.d.	22	11,2	6,7	3,7	0,5	0,3	n.d.	101
C	15-26	586	220	194	7,30	n.d.	8	9,7	4,1	3,1	0,3	0,3	n.d.	81
R	>26	614	212	174	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P59: Typic Dystroxerept														
Ap	0-25	570	336	94	5,9	n.d.	28	17,9	6,3	1,5	0,5	0,5	n.d.	49
Bw	25-70	546	320	134	5,8	n.d.	11	14,9	4,0	0,7	0,2	0,5	n.d.	37
C	>70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 22: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità A6

L'unità A6 è costituita da una consociazione di Typic Dystroxerepts con inclusioni di Lithic Xerorthents.

Unità B

Paesaggi sui metacalcari e marmi del Paleozoico e relativi depositi di versante



Fig. 34: paesaggi dei metacalcari

All'interno di quest'unità sono compresi tutti i suoli impostati sugli scisti a Graptoliti (comprendenti metacalcari, metasiltiti e metapeliti), sui marmi di Sa Lilla, sui calcari di Villasalto e sui metacalcari della Formazione di Tuviois. La notevole compattezza del substrato, che assume in molti casi un aspetto fortemente litoide,

condiziona in modo determinante i processi di pedogenesi, trovando un forte ostacolo proprio nelle proprietà della roccia madre.

B1

Substrato: metacalcari

Morfologia: forme tabulari e debolmente ondulate sulla sommità dei rilievi

Vegetazione: assente o macchia degradata da incendi e pascolamento

Suolo: i pedoambienti presenti in questa unità sono piuttosto limitati nell'estensione e riconducibili a piccole aree ubicate nelle parti laterali dell'area di studio. Il paesaggio è piuttosto uniforme e poco articolato, con morfologie ondulate e copertura del suolo molto disomogenea, con passaggi talora graduali e spesso bruschi da una macchia bassa e discontinua ad una semplice gariga. I suoli osservati sono fortemente condizionati dalla natura del substrato e proprio dalla disomogeneità della sua copertura. Sono stati descritti attraverso l'apertura del profilo P57 caratterizzante i rilievi con deboli pendenze e posizioni fisiografiche di alto versante coperte da una macchia discontinua. I suoli appaiono generalmente poco profondi, con spessori molto ridotti, un debole grado di evoluzione con un profilo A-R (tab. 23) ed il substrato posto a 20 cm di profondità. La tessitura dell'orizzonte superficiale è franca, lo scheletro abbondante, la struttura grumosa e la consistenza da umido friabile.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P57: Lithic Ultic Haploxeroll								
A	0-20	10YR2/1	1 grumosa	friabile	25	3	chiaro, lineare	
R	20 - >	-	-	-	-	-	-	

1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica;
2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti

Tab. 23: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità B1

I dati di laboratorio (tab. 24) hanno messo in rilievo un pH neutro, bassi valori del carbonio organico (11 g kg⁻¹) e della capacità di scambio cationico (15 cmol₍₊₎ kg⁻¹) ed una saturazione in basi del 61%.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia g kg ⁻¹	Limo g kg ⁻¹	Argilla g kg ⁻¹	pH	CaCO ₃	C org.	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB
					(H ₂ O)	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
P57: Lithic Ultic Haploxeroll														
A	0-20	504	382	114	6,6	n.d.	11	14,5	4,9	2,5	0,6	0,8	n.d.	61
R	20 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 24: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità B1

Questa unità è caratterizzata da una consociazione di Lithic Ultic Haploxerolls.

B2

Substrato: metacalcari

Morfologia: forme tabulari e debolmente ondulate sulla sommità dei rilievi

Vegetazione: macchia densa di leccio, cisto, lentisco, erica, corbezzolo, fillirea latifolia, con evoluzione verso una copertura forestale

Suolo: i caratteri del paesaggio presenti in questa unità si differenziano, rispetto all'unità precedente, per una maggiore uniformità della copertura del suolo (costituita da una macchia densa e continua di fillirea, lentisco, olivastro ed erica), mentre le forme sono sempre riconducibili ad aree di cresta, ondulate, e poco articolate. I suoli osservati in questa unità presentano spessori limitati nonostante le condizioni di stabilità assicurate proprio da pendenze non elevate e da una ricca copertura forestale. Le caratteristiche intrinseche del substrato, infatti, sono determinanti nel limitare la pedogenesi ostacolandone lo sviluppo. I pedon aperti per caratterizzare questa unità sono il P18, il P19 ed il P23. Tutti i profili mostrano la presenza di suoli con un debole grado di evoluzione e profili del tipo A-C-R e A-Bw-R. Nel pedon 18 (tab. 25) è possibile osservare l'orizzonte C di alterazione in posto del substrato litologico già a 15 cm di profondità e la roccia madre a 35 cm.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P18: Lithic Xerorthent								
A	0 - 15	10YR 5/4	2 pol subang	friabile	50	2	abrupto, ondulato	
C	15 - 35	-	massiva	-	-	2	chiaro, ondulato	
R	35 - >	-	massiva	-	-	-	-	
P19: Lithic Xerorthent								
A	0 - 2/3	10YR5/4	2 pol subang	resistente	40	3	abrupto, lineare	effervescenza debole
Bw	2/3 15	7,5YR5/4	2 pol ang	resistente	40	3	abrupto, ondulato	effervescenza debole
R	15 - >	-	-	-	-	-	-	
P23: Lithic Haploxerept								
A	0 - 20	7,5YR4/2	3 pol. subang/ang	resistente	30	3	abrupto, lineare	
Bw	20 - 40	7,5YR4/4	3 pol subang/ang	friabile	30	3	abrupto, lineare	
R	40 - >	-	massiva	-	-	-	-	effervescenza notevole
<p>1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica; 2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti</p>								

Tab. 25: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità B2

La tessitura è FS, lo scheletro molto abbondante, la struttura poliedrica subangolare e la consistenza da umido è friabile in superficie e massiva per l'orizzonte di alterazione del substrato. I restanti pedon presentano, al di sotto dell'orizzonte superficiale con spessori variabili da 2/3 cm a 20 cm, un orizzonte cambico spesso circa 20 cm. La tessitura è decisamente più fine e compresa tra FA e FL, la struttura è poliedrica subangolare ed angolare, mentre la consistenza da umido è compresa tra friabile e resistente. Molto scarso è il contenuto in scheletro. L'effervescenza del suolo, determinata in campagna con l'HCl diluito al 10%, è debole mentre appare notevole sul substrato roccioso.

I dati derivanti dalle analisi chimiche mostrano (tab. 26) pH elevati con una reazione alcalina in tutti gli orizzonti, un contenuto elevato in carbonio organico ed altrettanto elevati sono i valori della capacità di scambio cationico e della saturazione in basi.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia	Limo g kg ⁻¹	Argilla	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org.	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB %
										cmol _(c) kg ⁻¹				
P18: Lithic Xerorthent														
A	0 - 15	600	246	154	7,9	n.d.	24	15,8	12,1	3,1	0,3	0,3	n.d.	100
C	15 - 35	650	156	194	8,1	n.d.	8	14,6	11,4	2,2	0,2	0,5	n.d.	98
R	35 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P19: Lithic Xerorthent														
A	0 - 2/3	346	380	274	7,9	n.d.	37	21,2	13,9	6,2	0,6	0,5	n.d.	100
Bw	2/3 15	304	382	314	8,5	n.d.	20	19,5	12,8	5,9	0,3	0,5	n.d.	100
R	15 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P23: Lithic Haploxerept														
A	0 - 20	258	528	214	8,1	n.d.	39	49,5	24,1	4,0	0,8	0,5	n.d.	59
Bw	20 - 40	200	546	254	8,4	n.d.	39	35,9	32,1	3,1	0,4	0,3	n.d.	100
R	40 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 26: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità B2

Questa unità è costituita da una consociazione di Lithic Xerorthents con inclusioni di Lithic Haploxerepts.

B2/3

Substrato: metacalcari

Morfologia: forme tabulari e debolmente ondulate sulla sommità dei rilievi

Vegetazione: macchia bassa (cisto e lentisco)

Suolo: i suoli presenti in queste aree sono rappresentativi di ambienti intermedi in cui la vegetazione è costituita da una macchia bassa non continua che degrada ad una vera e propria gariga nell'unità successiva. I suoli, descritti con l'apertura del pedon 21, sono molto simili ai precedenti presentando un tipico profilo A-Bw-R (tab. 27). Si presentano mediamente sottili, con una tessitura franca. Lo scheletro è abbondante,

l'aggregazione è compresa tra la poliedrica subangolare e l'angolare, la consistenza da umido è friabile mentre l'effervescenza è violenta solo in profondità.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P21: Lithic Xerorthent								
A	0 - 8	7,5YR3/4	2 pol subang	friabile	30	3	abrupto, lineare	
Bw	8 - 23	7,5YR4/4	2 pol subang/ang	friabile	30	3	abrupto, lineare	
R	23 - >	-	massiva	-	-	-	-	effervescenza violenta
1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica; 2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti								

Tab. 27: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità B2/3

I dati derivanti dalle analisi di laboratorio mostrano (tab. 28) una reazione alcalina in tutti gli orizzonti, elevati valori del carbonio organico, della capacità di scambio cationico e della saturazione in basi.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia	Limo	Argilla	pH (H ₂ O)	CaCO ₃	C org.	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB
		g kg ⁻¹				g kg ⁻¹			cmol(+) kg ⁻¹					%
P21: Lithic Xerorthent														
A	0 - 8	350	416	234	7,9	n.d.	38	27,8	20,5	5,9	0,9	0,5	n.d.	100
Bw	8 - 23	298	448	254	8,1	n.d.	32	28,5	23,5	3,7	0,6	0,7	n.d.	100
R	23 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 28: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità B2/3

L'unità B2/3 è costituita da una consociazione di Lithic Xerorthents.

B3

Substrato: metacalcari

Morfologia: tabulari e versanti scoscesi

Vegetazione: macchia degradata e talora scarsa (cisto e lentisco)

Suolo: in questa unità sono presenti i suoli che si formano su ambienti rappresentanti l'evoluzione dell'unità precedente e costituiscono anche quelli più diffusi, come estensione, dell'unità dei metacalcari. Le forme del paesaggio sono differenti, comprendendo sia versanti ripidi e scoscesi che forme ondulate, mentre la copertura del suolo è costituita da una macchia bassa e degradata che evolve verso una semplice gariga. I suoli che si formano in questo contesto sono stati descritti con l'apertura dei pedon P20, P24 e P48. Le caratteristiche sono simili a quelle esposte in precedenza nelle unità dei metacalcari, testimoniando una forte influenza del substrato sui processi pedogenetici ed in misura minore della copertura forestale. I

suoli presentano (tab. 29) profili A1-A2-C-R, A-Bw-Cr-R ed A-Bw-C/R, spessori ridotti, una struttura poliedrica subangolare ed angolare e massiva per l'orizzonte di alterazione del substrato. La tessitura è compresa tra F, FA e FL, mentre la consistenza da umido è friabile e molto friabile in superficie.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P20: Ruptic-Lithic Haploxerept								
A	0 - 10	10YR 6/4	2 pol subang	friabile	30	2	abrupto, lineare	effervescenza violenta
Bw	10 - 30	10YR 4/4	2 pol ang	friabile	30	2	abrupto, ondulato	effervescenza violenta
C/R	30 - >	10YR 5/6	massiva	-	-	2	-	effervescenza violenta
P24: Lithic Xerorthent								
A1	0 - 1	10YR 3/2	2 gran	molto friabile	30	3	abrupto, lineare	
A2	1 - 14	10YR 5/3	3 pol subang	friabile	25	3	abrupto, ondulato	
C	14 - 35	10YR 4/4	massiva	-	-	2	abrupto, ondulato	
R	35 - >	-	massiva	-	-	1	-	
P48: Lithic Haploxerept								
A	0-10	7,5YR3/3	3 pol subang	friabile	8	2	chiaro, lineare	
Bw	10-27	10YR 5/3	2 pol subang	resistente	20	1	chiaro, lineare	
Cr	27-40	-	-	-	-	-	-	
R	40 - >	-	-	-	-	-	-	
1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica; 2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti								

Tab. 29: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità B3

Le analisi di laboratorio (tab. 30) hanno evidenziato una reazione tendenzialmente alcalina e raramente (P48) neutra, valori elevati del carbonio organico, della capacità di scambio cationico e della saturazione in basi.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia g kg ⁻¹	Limo g kg ⁻¹	Argilla g kg ⁻¹	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org. g kg ⁻¹	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB %
												cmol ₍₊₎ kg ⁻¹		
P20: Ruptic-Lithic Haploxerept														
A	0 - 10	416	390	194	8,2	n.d.	22	12,9	9,9	2,2	0,3	0,5	n.d.	100
Bw	10 - 30	374	392	234	8,5	n.d.	28	18,5	15,1	2,5	0,4	0,5	n.d.	100
C/R	30 - >	442	404	154	8,9	n.d.	6	14,1	12,4	1,2	0,2	0,3	n.d.	100
P24: Lithic Xerorthent														
A1	0 - 1	n.d.	n.d.	n.d.	7,5	n.d.	38	56,8	19,1	9,9	0,9	0,5	n.d.	53
A2	1 - 14	466	340	194	7,9	n.d.	25	20,8	7,7	4,6	0,4	0,8	n.d.	65
C	14 - 35	394	312	294	8,5	n.d.	10	18,6	13,2	4,6	0,3	0,5	n.d.	100
R	35 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P48: Lithic Haploxerept														
A	0-10	462	325	213	6,3	n.d.	20	17,4	10,8	5,2	0,3	0,8	n.d.	98
Bw	10-27	320	526	154	6,4	n.d.	5	14,5	9,0	7,4	0,2	0,9	n.d.	100
Cr	27-40	312	314	374	6,0	n.d.	3	24,4	10,8	8,6	0,2	1,6	n.d.	87
R	40 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 30: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità B3

Questa unità è costituita da un'associazione di Lithic Xerorthents, Lithic Haploxerepts e Ruptic-Lithic Haploxerepts.

B4

Substrato: metacalcari

Morfologia: versanti ondulati

Vegetazione: colture

Suolo: questi ambienti non sono particolarmente diffusi nell'area di studio ma limitati a piccole estensioni. Le morfologie sono subpianeggianti e la copertura del suolo è rappresentata da seminativi e da prati pascolo. Per caratterizzare i suoli di questa unità è stato aperto un profilo (P16) in località Pala Staris su una conoide impostata alla base di un versante. I suoli presentano (tab. 31) un profilo Ap-Bw, mediamente profondi, con un orizzonte cambico presente al di sotto dell'orizzonte di lavorazione. La tessitura è F e FS, la struttura poliedrica subangolare ed angolare in profondità, la consistenza da umido è compresa tra molto friabile e friabile ed il contenuto in scheletro è comune.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P16: Typic Haploxerept								
Ap	0-25	10YR5/4	3 pol subang	molto friabile	10	3	abrupto, lineare	
Bw	25-65	7,5YR5/4	3pol ang	friabile	10	3	-	
1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica; 2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti								

Tab. 31: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità B4

Le analisi chimiche mostrano (tab. 32) una reazione subalcalina ed alcalina, valori medi del carbonio organico ed una elevata saturazione in basi con elevate concentrazioni di Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia	Limo	Argilla	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org. g kg ⁻¹	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB %
		g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹		g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	cmol ₍₊₎ kg ⁻¹
P16: Typic Haploxerept														
Ap	0-25	538	308	154	7,6	n.d.	17	14,1	9,9	3,1	0,5	0,7	n.d.	100
Bw	25-65	512	294	194	8,0	n.d.	12	16,5	10,5	2,8	0,4	0,7	n.d.	87

Tab. 32: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità B4

Questa unità è costituita da una consociazione di Typic Haploxerepts.

Unità C

Paesaggi su depositi carbonatici, arenarie e microconglomerati dell'Eocene e relativi depositi di versante del Quaternario



Fig. 35: forme tabulari calcaree

In queste unità sono raggruppati tutti i suoli che si impostano sulle arenarie e sui conglomerati poligenici, sui calcari argillosi e arenacei, sulle calcareniti e sulle arenarie feldspatiche delle Formazioni di Monte Cardiga e di Ussana. Le morfologie sono rappresentate da imponenti

superfici tabulari (fig. 35), sovrastanti le formazioni paleozoiche, e dal bordo stesso delle cornici formanti ripidi versanti con dinamiche attive dei processi gravitativi.

C1

Substrato: depositi carbonatici, arenarie e microconglomerati

Morfologia: forme tabulari e debolmente ondulate sulla sommità dei rilievi

Vegetazione: macchia con rosmarino, erica, corbezzolo, fillirea, mirto, cisto, ginepro

Suolo: il paesaggio osservato in questa unità è rappresentato da pianori molto estesi (fig. 35), subpianeggianti e pianeggianti, con una vegetazione di macchia mediterranea bassa continua e molto densa alternata ad aree in cui si presenta degradata dall'azione antropica dell'attività agro-pastorale, particolarmente sviluppata su queste forme dolci. I profili aperti per la caratterizzazione di questi ambienti (P6, P35 e P36) hanno messo in evidenza la presenza di suoli a profilo A-Bw1-Bw2-C1-Cg2-R ed A-Bw-R. I processi pedogenetici che si instaurano sui differenti litotipi della Formazione di Monte Cardiga (arenarie, puddinghe e calcareniti) sono molto simili. I suoli, P35 e P36, impostati sul pianoro con una macchia degradata mostrano (tab. 33) un profilo A-Bw-R, sono molto sottili e sottili, con l'orizzonte Bw che si estende fino a 17 cm. La struttura è poliedrica subangolare ed angolare, mentre la

consistenza è variabile. La reazione all'attacco con l'HCl diluito al 10% è stata osservata solo nel P35 e causata dalla natura calcarenitica del materiale pedogenizzato. Le analisi chimiche (tab. 34) mostrano valori discordanti per i due profili determinati dalla differente natura dei litotipi. In particolare, i suoli caratterizzati dal pedon P35, impostato sui calcari di Monte Cardiga, mostrano una reazione alcalina, valori medi del carbonio organico ed una elevata saturazione in basi, mentre quelli rappresentati dal pedon P36 risentono della natura arenacea del substrato presentando una reazione subacida ed una bassa saturazione in basi.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P6: Typic Haploxerept								
A	0 - 7	10YR2/2	1 pol subang/ang	poco duro	0	3	abrupto, ondulato	
Bw1	7 - 30/45	7,5 YR 4/6	2 pol ang	molto duro	0	3	chiaro, ondulato	facce di pressione comuni
Bw2	30/45-62	7,5YR 4/7	1 pol subang	molto duro	25	2	abrupto, ondulato	effervescenza notevole
C1	62 - 80	10 YR 5/8	massiva	molto duro		1	abrupto, ondulato	effervescenza violenta
Cg2	80 - 102	-	-	-	-	-	-	
R	> 102	-	-	-	-	-	-	
P35: Lithic Xerorthent								
A	0 - 9	7,5YR 4/4	2 pol ang	friabile	3	2	abrupto, lineare	effervescenza notevole
Bw	9 - 17	7,5YR 4/6	3 pol ang	molto resistente	3	2	abrupto, lineare	effervescenza notevole
R	> 17	-	-	-	-	-	-	effervescenza violenta
P36: Lithic Xerorthent								
A	0 - 5	10YR4/5	2 pol subang	molto friabile	20	2	abrupto, lineare	
Bw	5 - 11	7,5YR4/4	1 pol subang	molto friabile	20	2	abrupto, lineare	
R	> 11	-	-	-	-	-	-	
1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica;								
2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti								

Tab. 33: Principali caratteri morfologici (allo stato asciutto per P6 ed umido per P35 e P36) dei suoli ubicati nell'unità C1

Man mano che ci si sposta sul limite laterale del pianoro, i cui pedoambienti sono stati identificati con l'unità successiva, la vegetazione evolve verso una macchia tipicamente mediterranea (erica, corbezzolo, fillirea, mirto, cisto, ginepro e rosmarino) ed i processi pedogenetici assumono un carattere più marcato. I suoli osservati a quota 460 m (P6) mostrano un profilo A-Bw1-Bw2-C1-Cg2-R. Sono mediamente profondi e profondi (tab. 33), col substrato ubicato a 102 cm di profondità. I limiti tra gli orizzonti sono ben definiti, la tessitura varia da F a FL ed in

profondità è FLA; il drenaggio è buono negli orizzonti superficiali e da lento a molto lento in quelli profondi. La struttura varia, per gli orizzonti superficiali, da poliedrica subangolare ad angolare, mentre si presenta massiva per gli orizzonti C. La consistenza da secco è molto dura per tutti gli orizzonti tranne che per l'A. Le analisi chimiche hanno mostrato (tab. 34) una reazione neutra e subalcalina e valori, per gli orizzonti superficiali, del carbonio organico e della capacità di scambio cationico elevati.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia g kg ⁻¹	Limo g kg ⁻¹	Argilla g kg ⁻¹	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org. g kg ⁻¹	CSC	Ca ⁺⁺ cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	Mg ⁺⁺ cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	K ⁺ cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	Na ⁺ cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	Ac	TSB %
P6: Typic Haploxerept														
A	0 - 7	358	495	147	7,3	n.d.	76	48,6	31,1	4,9	0,7	0,8	n.d.	77
Bw1	7 - 30/45	208	585	207	7,4	n.d.	15	17,3	15,0	1,2	0,5	0,6	n.d.	100
Bw2	30/45-62	340	393	267	7,8	n.d.	8	22,3	16,1	0,9	0,5	0,8	n.d.	82
C1	62 - 80	426	347	227	8,0	n.d.	7	19,7	17,9	0,8	0,4	0,6	n.d.	100
Cg2	80 - 102	140	493	367	8,0	n.d.	9	22,2	1,9	16,3	0,6	0,6	n.d.	87
R	> 102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P35: Lithic Xerorthent														
A	0 - 9	564	296	140	8,0	n.d.	31	18,8	16,5	1,6	0,3	0,3	n.d.	100
Bw	9 - 17	494	306	200	8,4	n.d.	18	19,6	12,6	1,4	0,3	0,3	n.d.	75
R	> 17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P36: Lithic Xerorthent														
A	0 - 5	682	238	80	6,4	n.d.	22	21,7	4,4	1,4	0,3	0,3	n.d.	29
Bw	5 - 11	736	184	80	6,5	n.d.	14	14,6	3,5	1,7	0,2	0,3	n.d.	39
R	> 11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 34: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità C1

Questa unità è costituita da un'associazione di Lithic Xerorthents e di Typic Haploxerepts.

C2

Substrato: conglomerati calcarei

Morfologia: versanti accidentati ed ondulati

Vegetazione: copertura costituita da macchia continua (fillirea, lentisco, olivastro)

Suolo: in questa unità, caratterizzata da una ricca copertura forestale e da morfologie molto simili tra loro, l'elemento differenziante i suoli è rappresentato dal substrato calcareo. Quest'ultimo, a seconda della composizione, svolge un ruolo determinante nel condizionare l'intensità dei processi pedogenetici. Sono stati aperti tre pedon su posizioni fisiografiche simili che contraddistinguono i suoli impostati sul bordo laterale del pianoro: il P26, il P30 ed il P31. In particolare, come per il pedon P6 descritto in precedenza, il P26 è stato aperto sulle calcareniti di Monte Cardiga, che svolgono un ruolo favorevole sulla pedogenesi contribuendo in modo determinante alla

formazione di suoli evoluti e profondi. Il pedon P26, con profilo Oi-A1-A2-Bt-BC-C, profondo circa 65 cm (tab. 35), presenta, al di sotto di un sottile orizzonte organico Oi e di due orizzonti A, un Bt profondo circa 20 cm e ricco in frazione fine. Questo reagisce molte debolmente all'HCl diluito al 10%. Reazione simile è stata osservata anche all'interno del C, contraddistinto da una struttura massiva. All'interno del profilo la tessitura è FS in tutti gli orizzonti, la struttura varia da granulare, in superficie, a poliedrica subangolare e la consistenza da umido è molto friabile.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P26: Typic Haploxerept								
Oi	2 - 0	-	-	-	-	-	-	
A1	0 - 4	7,5YR4/6	3 gran	molto friabile	0	3	abrupto, lineare	
A2	4 - 15	7,5YR 3,5/4	2 pol subang	molto friabile	0	3	abrupto, lineare	
Bt	15 - 38	7,5YR4/6	2 pol subang	molto friabile	0	2	chiaro, ondulato	
BC	38 - 45	7,5YR4/6	2 pol subang	molto friabile	0	2	chiaro, ondulato	
C	45 - 65	2,5YR 5/5	massiva	molto friabile	0	2	chiaro, ondulato	effervescenza violenta
P30: Lithic Xerorthent								
A	0 - 5	10YR4/4	2 pol subang	molto friabile	20	3	abrupto, lineare	
Bw	5 - 20	7,5YR4/4	2 pol subang.	molto friabile	20	3	abrupto, lineare	effervescenza molto debole
R	> 20	-	-	-	-	-	-	effervescenza notevole
P31: Lithic Haploxerept								
A1	0 - 6	10YR 3/2	2 gran	molto friabile	5	3	abrupto, lineare	
A2	6 - 17	10YR 4/3	2 pol subang	molto friabile	5	3	abrupto, ondulato	
Bw	17 - 30/40	5YR 4/6	3 pol subang	molto friabile	7	2	abrupto, ondulato	
2R	> 30/40	-	-	-	-	-	-	effervescenza notevole
1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica; 2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti								

Tab. 35: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità C2

Nelle aree in cui il substrato non è più costituito da calcareniti ma da calcari in banchi i suoli appaiono (tab. 35) decisamente più sottili, con profili A-Bw-R ed A1-A2-Bw-2R in presenza di dinamiche di versante. Le due differenti situazioni morfo-litologiche sono state osservate in località Su Scuriu e descritte attraverso l'apertura dei profili P30 e P31. Il primo presenta uno spessore molto limitato, con il substrato osservato a 20 cm di profondità. La tessitura è FS e F, la struttura poliedrica subangolare, la consistenza da umido è molto friabile ed elevato è il contenuto in scheletro. I

caratteri morfologici sono molto simili anche per il pedon P31, ad eccezione di un maggior grado di evoluzione e di un minor contenuto in scheletro.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia g kg ⁻¹	Limo g kg ⁻¹	Argilla g kg ⁻¹	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org. g kg ⁻¹	CSC	Ca ⁺⁺ cmol(+) kg ⁻¹	Mg ⁺⁺ cmol(+) kg ⁻¹	K ⁺ cmol(+) kg ⁻¹	Na ⁺ cmol(+) kg ⁻¹	Ac	TSB %
P26: Typic Haploxerept														
Oi	2 - 0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A1	0 - 4	722	198	80	7,0	n.d.	20	14,4	8,4	4,5	0,3	0,4	n.d.	94
A2	4 - 15	716	204	80	7,3	n.d.	11	10,9	3,7	4,0	0,2	0,4	n.d.	76
Bt	15 - 38	738	162	100	8,1	n.d.	5	8,6	3,9	4,1	0,2	0,4	n.d.	99
BC	38 - 45	700	180	120	8,2	n.d.	5	9,7	3,9	4,9	0,4	0,5	n.d.	100
C	45 - 65	n.d.	n.d.	n.d.	8,0	n.d.	6	10,1	4,5	5,0	0,2	0,4	n.d.	100
P30: Lithic Xerorthent														
A	0 - 5	610	290	100	7,7	n.d.	25	17,2	11,1	4,9	0,6	0,4	n.d.	100
Bw	5 - 20	436	384	180	8,3	n.d.	12	18,5	9,1	3,9	0,3	0,5	n.d.	75
R	> 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P31: Lithic Haploxerept														
A1	0 - 6	642	278	80	7,4	n.d.	32	19,3	13,4	5,1	0,5	0,3	n.d.	100
A2	6 - 17	638	262	100	7,8	n.d.	1	13,1	9,4	2,9	0,3	0,5	n.d.	100
Bw	17-30/40	578	262	160	8,3	n.d.	6	17,1	7,6	2,9	0,2	0,4	n.d.	65
2R	> 30/40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 36: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità C2

La analisi chimiche (tab. 36) mostrano la presenza di suoli con reazione tendenzialmente subalcalina ed alcalina, raramente neutra, valori mediamente elevati del carbonio organico, dei cationi di scambio (Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺) e della saturazione in basi.

Questa unità è costituita da un'associazione di Lithic Xerorthents, Lithic Haploxerepts e Typic Haploxerepts.

C3

Substrato: conglomerati calcarei

Morfologia: versanti accidentati ed ondulati e relativi detriti di falda

Vegetazione: macchia degradata

Suolo: in questa unità i suoli sono impostati sulle arenarie calcaree appartenenti sempre alla Formazione di Monte Cardiga. La situazione morfologica è molto simile all'unità precedente, e la copertura del suolo appare piuttosto discontinua e rappresentata sempre da macchia mediterranea che evolve verso una diminuzione di densità, ma raramente verso una gariga come osservato nelle unità A e B. I suoli più rappresentativi sono stati descritti attraverso l'apertura dei pedon P27 e P64. Il primo è situato alla base del profilo P26, si presenta con un profilo A-2Bw-3C-4C, un orizzonte cambico (tab. 37) di 30 cm ed un orizzonte C di alterazione del substrato.

La tessitura è FS, la struttura poliedrica subangolare ed angolare, la consistenza da umido è resistente e friabile ed elevato è il contenuto in scheletro. Le analisi chimiche mostrano (tab. 38) una reazione subalcalina, valori mediamente elevati del carbonio organico e delle basi di scambio (Ca^{++} e Mg^{++}).

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P27: Typic Haploxerept								
A	0 - 16	10YR 3/3	2 pol subang	resistente	25	3	abrupto, ondulato	
2Bw	16 - 48	2,5YR3/6	1 pol ang	friabile	20	3	abrupto, lineare	
3C	48 - 68	5YR 4/4	1 pol ang	friabile	5	2	abrupto, ondulato	
4C	> 68	-	-	-	-	-	-	
P64: Dystric Xerorthent								
A	0-10	10YR 4/2	3 pol subang	friabile	10	3	chiaro, lineare	
C	10-20/25	10YR 7/2	-	-	15	2	chiaro, ondulato	presente una tasca di colore 10YR 5/6
Cr	> 20/25	-	-	-	-	-	-	
1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica; 2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti								

Tab. 37: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità C3

Il P64, ubicato sempre in un contesto fisiografico di alto versante, presenta un profilo A-C-Cr (tab. 37), poco profondo, con un sottile orizzonte superficiale. La tessitura è grossolana (FS e SF), la struttura poliedrica subangolare e la consistenza da umido è friabile. La reazione dei suoli (tab. 38) è neutra ed i valori del carbonio organico, delle basi di scambio e della capacità di scambio cationico si presentano, rispetto al pedon precedente, bassi.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia	Limo	Argilla	pH (H ₂ O)	CaCO ₃	C org.	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB %
		g kg ⁻¹				g kg ⁻¹			cmol ₍₊₎ kg ⁻¹					
P27: Typic Haploxerept														
A	0 - 16	604	216	180	7,4	n.d.	22	18,5	8,6	7,8	0,4	0,5	n.d.	94
2Bw	16 - 48	636	164	200	7,5	n.d.	4	13,3	3,5	6,8	0,3	0,3	n.d.	82
3C	48 - 68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4C	> 68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P64: Dystric Xerorthent														
A	0-10	794	106	100	5,6	n.d.	14	8,4	3,6	2,2	0,2	0,5	n.d.	78
C	10-20/25	850	110	40	6,2	n.d.	2	5,0	0,8	0,3	0,1	0,7	n.d.	381
Cr	> 20/25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 38: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità C3

Questa unità è costituita da una consociazione di Typic Haploxerepts con inclusioni di Dystric Xerorthents.

C4

Substrato: conglomerati calcarei

Morfologia: forme tabulari ed ondulate

Vegetazione: colture

Suolo: questa unità è contraddistinta dalla presenza di superfici coltivate. I suoli sono stati caratterizzati dall'apertura del pedon P29, situato in località Truncu sa Scoa, ed impostati su litotipi arenacei appartenenti sempre alla Formazione di Monte Cardiga. La posizione fisiografica è di alto versante (452 m), la morfologia subpianeggiante e l'uso del suolo è rappresentato da seminativi (erbaio). I suoli mostrano un profilo Ap-C, con spessore dell'orizzonte di lavorazione di 26 cm; un limite netto e chiaro lo separa dal sottostante orizzonte. L'elevata frazione sabbiosa, il contenuto in scheletro (tab. 39) e la notevole porosità favoriscono una buona circolazione idrica, che diminuisce nell'orizzonte C. Quest'ultimo è privo di una vera e propria struttura pedogenetica ed al suo interno si originano processi di ossidoriduzione del ferro, evidenziati dalle screziature (circa 20%) rossastre.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P29: Dystric Xerorthent								
Ap	0 - 26	10YR 3/4	2 pol subang	friabile	35	3	abrupto, lineare	
C	> 26	10YR 7/3	massiva	-	70	0	-	20% screziature, evidenti
<p>1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica; 2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti</p>								

Tab. 39: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità C4

I dati delle analisi di laboratorio (tab. 40) evidenziano una reazione acida, valori medi del carbonio organico ed una bassa saturazione in basi.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia	Limo	Argilla	pH	CaCO ₃	C org.	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB
		g kg ⁻¹			(H ₂ O)	g kg ⁻¹			cmol ₍₊₎ kg ⁻¹				%	
P29: Dystric Xerorthent														
Ap	0 - 26	716	164	120	5,5	n.d.	10	13,5	2,0	1,9	0,2	0,3	n.d.	33
C	> 26	712	148	140	5,0	n.d.	1	10,9	0,9	1,4	0,1	0,3	n.d.	25

Tab. 40: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità C4

I suoli di questa unità sono rappresentati da una consociazione di Dystric Xerorthents.

Unità D

Paesaggi su graniti e porfidi del Paleozoico e relativi depositi di versante del Quaternario



I litotipi presenti in questa unità, diffusi su tutta l'area oggetto di studio, comprendono i porfiroidi del Gerrei, i porfidi grigi del Sarrabus, i leucograniti ed i filoni. Le morfologie sono piuttosto articolate, con versanti ripidi e, spesso, privi di una copertura vegetale (fig. 36). Queste condizioni favoriscono una diffusa erosione ed ostacolano la formazione di suoli evoluti e profondi.

In corrispondenza di forme aspre ad elevato gradiente clivometrico i suoli sono molto sottili e, in alcuni casi, limitati a delle semplici tasche.

Fig. 36: paesaggi dei porfiroidi

D1

Substrato: graniti, porfiroidi e porfidi

Morfologia: forme aspre, versante complessi e pendenze elevate

Vegetazione: assente

Suolo: l'ambiente presente in questa unità è costituito da morfologie articolate ed aspre, da forti pendenze, da un grado di rocciosità molto elevato e dalla contemporanea assenza di una copertura forestale. Queste condizioni determinano la formazione di una sottile coltre pedologica, talora limitata a delle semplici tasche di suolo. I profili aperti per caratterizzare questa unità sono 3: il P17, il P44 ed il P47. I suoli mostrano profili A-R ed A-Bw-R (tab. 41), poco profondi, con il substrato ubicato a 20/30 cm di profondità. La tessitura è F e FS, la struttura è poliedrica subangolare moderatamente sviluppata e la consistenza da umido varia da molto

friabile a resistente. L'elevato contenuto in scheletro, assieme alla tessitura, favoriscono una buona aerazione del suolo.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P17: Lithic Xerorthent								
Ap	0 - 5	10YR3/3	3pol subang	molto friabile	30	3	abrupto, lineare	
Bw	5 - 21	10YR5/6	2pol subang	molto friabile	30	3	abrupto, lineare	
R	21 - >	-	-	-	-	-	-	
P44: Lithic Haploxerept								
A	0 - 15	10YR3/4	3pol subang	friabile	14	2	chiaro, lineare	
Bw	15-30/35	10YR3/4	3pol subang	friabile	20	2	chiaro, ondulato	
R	30/35 - >	-	-	-	-	-	-	
P47: Lithic Xerorthent								
A	0 - 20	7,5YR4/3	3pol subang	resistente	10	1	chiaro, lineare	
R	20 - >	-	-	-	-	-	-	
1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica;								
2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti								

Tab. 41: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità D1

Le analisi di laboratorio (tab. 42) rilevano la presenza di suoli a reazione acida e subacida, con valori del carbonio organico tendenzialmente medio-alti. Più costante è il trend della capacità di scambio cationico, ad eccezione del P17, che determina un'elevata saturazione in basi per i pedon P17 e P47.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia	Limo	Argilla	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org. g kg ⁻¹	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB %
		g kg ⁻¹							cmol(+) kg ⁻¹					
P17: Lithic Xerorthent														
Ap	0 - 5	676	190	134	5,6	n.d.	22	16,3	6,0	2,2	0,4	0,5	n.d.	55
Bw	5 - 21	496	310	194	4,9	n.d.	26	17,8	1,7	0,9	0,3	0,3	n.d.	18
R	21 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P44: Lithic Haploxerept														
A	0 - 15	622	318	60	6,3	n.d.	14	9,4	6,3	1,7	0,2	1,0	n.d.	99
Bw	15-30/35	586	334	80	6,3	n.d.	10	9,1	6,3	1,7	0,2	0,8	n.d.	98
R	30/35 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P47: Lithic Xerorthent														
A	0 - 20	596	251	153	6,4	n.d.	14	6,5	4,5	1,5	0,2	0,5	n.d.	100
R	20 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 42: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità D1

I suoli presenti nell'unità D1 possono essere considerati come una consociazione di Lithic Xerorthents con inclusioni di Lithic Haploxerepts.

D2

Substrato: graniti, porfiroidi e porfidi

Morfologia: forme aspre, versante complessi e pendenze elevate

Vegetazione: macchia mediterranea continua e bosco

Suolo: la limitata diffusione di tali morfologie su cui si imposta una ricca copertura forestale ha posto evidenti problemi di rilevamento per la sua caratterizzazione

pedologica. Le informazioni che sono state utilizzate per la classificazione dei suoli impostati su tali ambienti sono state attinte dall'unità precedente (D1) e da quella successiva (D2/3).

L'unità è costituita da un'associazione di Lithic Xerorthents, Dystric Xerorthents, Lithic Haploxerepts e Lithic Ultic Haploxerolls.

D2/3

Substrato: graniti, porfiroidi e porfidi

Morfologia: versanti accidentati ed ondulati

Vegetazione: macchia mediterranea

Suolo: rispetto all'unità precedente questa si presenta con una copertura del suolo più discontinua e rappresentata da una macchia mediterranea poco evoluta, mentre le morfologie sono diversificate e costituite sempre da versanti accidentati ed articolati ed altre forme più ondulate. I profili aperti per caratterizzare la copertura pedologica sono due: il P2 ed il P40. I suoli, impostati su porfiroidi, presentano profili A-R ed A1-A2-Bw-R e sono poco profondi (tab. 43). La tessitura è compresa tra F e FS, la struttura è granulare per gli orizzonti superficiali e poliedrica subangolare per quelli sottostanti, mentre la consistenza da umido varia da molto friabile a friabile e lo scheletro è elevato in tutti gli orizzonti.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P2: Lithic Distroxerept								
A1	0 - 2/3	10YR4/4	2 gran	molto friabile	50	3	abrupto, ondulato	
A2	2/3 - 15	10YR5/4	2 pol subang	molto friabile	50	3	chiaro, ondulato	
Bw	15 - 30	10YR6/4	2 pol subang	molto friabile	50	3	abrupto, irregolare	
R	30 - >	-	-	-	-	-	-	
P40: Lithic Ultic Haploxeroll								
A	0-20/25	7,5YR3/3	3 gran	friabile	20	2	chiaro, irregolare	
R	20/25 - >	-	-	-	-	-	-	
1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica; 2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti								

Tab. 43: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità D2/3

Le successive analisi chimiche hanno messo in evidenza (tab. 44) una reazione dei suoli subacida e valori molto elevati del carbonio organico ($> 18 \text{ g kg}^{-1}$) e della capacità di scambio cationico ($> 16 \text{ cmol}_{(+)} \text{ kg}^{-1}$).

Oriz.	Spessore cm	Sabbia g kg ⁻¹	Limo g kg ⁻¹	Argilla g kg ⁻¹	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org. g kg ⁻¹	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB %
											cmol(+) kg ⁻¹			
P2: Lithic Distroxerept														
A1	0 - 2/3	508	372	120	6,1	n.d.	56	27,9	17,8	2,5	0,6	0,8	n.d.	78
A2	2/3 - 15	454	386	160	6,0	n.d.	35	21,5	14,6	2,2	0,5	0,8	n.d.	84
Bw	15 - 30	480	340	180	5,6	n.d.	18	16,0	5,2	1,3	0,3	0,8	n.d.	48
R	30 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P40: Lithic Ultic Haploxeroll														
A	0-20/25	544	376	80	6,3	n.d.	21	18,1	8,8	3,0	0,5	0,7	n.d.	71
R	20/25 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 44: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità D2/3

I suoli presenti in questa unità costituiscono un'associazione di Lithic Distroxerepts e di Lithic Ultic Haploxerolls.

D3

Substrato: graniti , porfiroidi e porfidi

Morfologia: versanti accidentati ed ondulati

Vegetazione: macchia mediterranea degradata e scarsa

Suolo: i pedoambienti di questa unità, tra i più diffusi tra quelli impostati sui porfiroidi e graniti, sono caratterizzati da una copertura del suolo con macchia mediterranea degradata e scarsa e morfologie simili alle unità precedenti. I suoli sono stati descritti (tab. 45) attraverso l'apertura di tre pedon: P53, P61 e P63 e dai profili P83 e P84 derivanti dai lavori riportati in bibliografia (ERSAT, 1994). Si presentano differenti secondo la natura della forma. In particolare, il pedon P53 rappresenta i suoli impostati sulla roccia in posto con un'assenza totale di copertura vegetale. Lo spessore del profilo è molto limitato, con il substrato presente a soli 15 cm di profondità, la tessitura è FS, l'aggregazione poliedrica subangolare e la consistenza da umido friabile. Caratteri molto simili sono stati osservati anche per i pedon P83 e P84. Laddove, quindi, il materiale pedogenizzato deriva esclusivamente dal substrato, come per i profili appena descritti, i suoli sono mediamente profondi, mentre quando vi è un accumulo per gravità i suoli appaiono decisamente più profondi (P61). Il P61 è stato aperto su di un glaciais d'accumulo, con la roccia madre presente a 100 cm di profondità. Presenta, al di sotto dell'orizzonte superficiale, un orizzonte cambico profondo. Su tutto il profilo la tessitura è franca, la struttura poliedrica subangolare ed angolare e la consistenza da umido è compresa tra molto friabile e friabile.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P53: Lithic Xerorthent								
A	0-15	10YR4/4	3pol subang	friabile	18	2	chiaro, lineare	
R	15 - >	-	-	-	-	-	-	
P61: Typic Haploxerept								
A	0-5/10	7,5YR3/2	3 pol ang	molto friabile	15	3	chiaro, ondulato	
AB	5/10-40	10YR4/4	3pol subang	friabile	10	3	graduale, lineare	
Bw	40- 100/120	10YR4/6	3 pol subang	friabile	20	3	graduale, ondulato	
R	200>	-	-	-	-	-	-	
P63: Typic Haploxerept								
A	0-10	7,5YR3/3	3grumosa	friabile	7	3	chiaro, lineare	
Bw	10-20/30	5YR4/6	3pol subang	resistente	7	3	chiaro, ondulato	
C	>60	-	-	-	-	-	-	
P83: Lithic Xerorthents								
Or	1,5 - 0	-	-	-	-	-	-	
A1	0 - 1,5	10YR2/1	2grumosa/ pol.subang	molto friabile	3	3	abrupto, ondulato	
A2	1,5 - 12	7.5YR 3/4	3 pol subang	molto friabile	10	3	abrupto, ondulato	
C/R	12 - > 30	-	-	-	-	-	-	
P84: Lithic Xerorthents								
A	0 - 14	7.5YR3/2	3pol subang	molto friabile	5	3	abrupto ondulat	
C/R	14 - > 30	-	-	-	-	-	-	

1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica;
2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti

Tab. 45: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità D3

I dati derivanti dalle analisi di laboratorio (tab. 46) mostrano valori molto simili per i tre pedon analizzati. In particolare, i suoli presentano una reazione acida e subacida, elevati valori del carbonio organico e della capacità di scambio.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia	Limo	Argilla	pH (H ₂ O)	CaCO ₃	C org.	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB %
		g kg ⁻¹				g kg ⁻¹			cmol(+) kg ⁻¹					
P53: Lithic Xerorthent														
A	0-15	524	362	114	6,2	n.d.	28	15,7	7,0	2,2	0,5	0,7	n.d.	67
R	15 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P61: Typic Haploxerept														
A	0-5/10	450	436	114	6,0	n.d.	24	17,4	10	2,5	0,5	0,5	n.d.	78
AB	5/10-40	452	394	154	6,2	n.d.	5	12,6	4,5	4,4	0,2	0,5	n.d.	77
Bw	40- 100/120	416	404	180	6,2	n.d.	2	12,6	3,9	4,9	0,2	0,5	n.d.	76
R	200>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P63: Typic Haploxerept														
A	0-10	528	372	100	6,0	n.d.	28	12,2	7,8	5,4	0,5	0,7	n.d.	100
Bw	10-20/30	536	284	180	5,7	n.d.	9	13,8	2,5	5,7	0,2	1,0	n.d.	69
C	>60	124	596	280	5,1	n.d.	11	28,8	4,6	18,5	3,4	2,5	n.d.	100
P83: Lithic Xerorthents														
Or	1,5 - 0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A1	0 - 1,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A2	1,5 - 12	620	260	120	6,2	-	32	21,3	19,7	2,4	1,3	1,2	n.d.	59
C/R	12 - > 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P84: Lithic Xerorthents														
A	0 - 14	524	336	140	6,1	n.d.	39	23,8	23,2	2,9	1,7	1,7	n.d.	64
C/R	14 - > 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 46: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità D3

Questa unità è costituita da un'associazione di Lithic Xerorthents e di Typic Haploxerepts.

D4

Substrato: graniti, porfiroidi e porfidi

Morfologia: versanti ondulati

Vegetazione: colture

Suolo: le aree impostate su tali litotipi, con un uso del suolo rappresentato da coltivi, sono situate su morfologie molto semplici, versanti dolci e posizioni fisiografiche di alto e basso versante. Quando le forme diventano maggiormente articolate l'uso antropico è rappresentato da pascoli naturali. I suoli rappresentativi dei pedoambienti con un uso del suolo costituito da prato erbaio, sono stati osservati su di un alto versante a quota 447 m in località Su Confessionali. Sono molto sottili (tab. 47), poco profondi, con il substrato ubicato a 19 cm di profondità al di sotto dell'orizzonte di lavorazione. Quest'ultimo presenta una tessitura FS, struttura poliedrica subangolare, una consistenza da umido molto friabile ed un elevato contenuto in scheletro. Il pedon P55 è stato aperto alla base del versante su pascoli abbandonati. I suoli risentono dei processi di accumulo e si presentano maggiormente evoluti rispetto ai precedenti. Mostrano un profilo A-Bw-R, con un orizzonte superficiale sottile ed un orizzonte cambico di 30 cm. La tessitura è sempre FS, la struttura poliedrica angolare e granulare e la consistenza da umido friabile.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P28: Lithic Xerorthent								
Ap	0 - 19	7,5YR5/4	1 pol subang	molto friabile	25	0	abrupto, lineare	
R	19 - >	-	-	-	-	-	-	
P55: Lithic Haploxerept								
A	0-10	7,5YR4/3	3 pol ang	friabile	15	2	chiaro, lineare	
Bw	10-40/50	5YR4/6	3 gran	friabile	20	1	chiaro, ondulato	
R	40/50 - >	-	-	-	-	-	-	
¹ : 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica; ² : 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti								

Tab. 47: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità D4

Le analisi chimiche (tab. 48) risentono delle differenze dei substrati su cui sono impostati i suoli descritti in precedenza. In particolare, il P28 impostato sui porfiroidi presenta un pH basso, ad indicare una reazione acida, valori elevati del carbonio

organico e della capacità di scambio cationico e bassi valori della saturazione in basi. I suoli rappresentati dal pedon P55, invece, impostati su leucograniti, presentano una reazione neutra e bassi valori del carbonio organico e della capacità di scambio cationico.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia g kg ⁻¹	Limo g kg ⁻¹	Argilla g kg ⁻¹	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org. g kg ⁻¹	CSC	Ca ⁺⁺ cmol(+) kg ⁻¹	Mg ⁺⁺ cmol(+) kg ⁻¹	K ⁺ cmol(+) kg ⁻¹	Na ⁺ cmol(+) kg ⁻¹	Ac	TSB %
P28: Lithic Xerorthent														
Ap	0 - 19	640	240	120	5,3	n.d.	18	13,7	2,7	1,7	0,3	0,3	n.d.	37
R	19 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P55: Lithic Haploxerept														
A	0-10	740	166	94	6,5	n.d.	7	7,0	3,1	1,0	0,2	0,5	n.d.	70
Bw	10-40/50	726	180	94	6,6	n.d.	7	6,3	2,2	1,2	0,2	0,7	n.d.	68
R	40/50 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 48: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità D4

Questa unità è costituita da un'associazione di Lithic Xerorthents e di Lithic Haploxerepts.

Unità E

Paesaggi su metaquarzoareniti e metavulcaniti e relativi depositi di versante del Quaternario



Fig. 37: paesaggi sulle metavulcaniti

In questa unità sono presenti i suoli impostati sulle metapeliti della Formazione di Sa Lilla, sulle metavulcaniti della Formazione di Monte Santa Vittoria, sulle metarose di Genna Mesa e sulle metaquarzoareniti del Complesso di Pala Manna. I paesaggi che si formano sono molto omogenei, con

versanti scoscesi ricoperti da una macchia bassa e degradata (fig. 37), raramente densa ed arbustiva, rocciosità elevata, e suoli mediamente sottili e poco profondi.

E1

Substrato: metaquarzoareniti e metavulcaniti

Morfologia: versanti accidentati ed ondulati

Vegetazione: macchia mediterranea continua e bosco

Suolo: le aree identificate con queste caratteristiche non sono molto diffuse e sono presenti solo nella parte centrale dell'area di studio. Per caratterizzare queste tipologie è stato aperto un profilo, il P32, impostato su di un versante coperto da una ricca vegetazione arbustiva di leccio e lentisco in località Xea Gutturu Nieddu. Nonostante il ricco sottobosco li preservi dai processi di ruscellamento ed erosione superficiale, i suoli si presentano poco e mediamente profondi (tab. 49) in seguito alla lentezza con cui i processi pedogenetici s'instaurano per la presenza di rocce fortemente massive e litoidi. Il substrato è presente a circa 10 cm di profondità. I suoli mostrano un profilo A-C/R, la tessitura è FS, la struttura dell'orizzonte superficiale è poliedrica subangolare ed angolare e la consistenza da umido è friabile.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P32: Lithic Xerorthent								
A	0 - 4/6	10YR3/3	2 pol subang /ang	friabile	15	3	abrupto, ondulato	
C/R	4/6 - 40	-	-	-	-	-	-	
1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica; 2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti								

Tab. 49: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità E1

I caratteri analitici dei suoli indicano (tab. 50) una reazione neutra e valori elevati del carbonio organico e della capacità di scambio cationico, nonché dei cationi scambiabili (Ca^{++} e Mg^{++}).

Oriz.	Spessore cm	Sabbia	Limo	Argilla	pH (H ₂ O)	CaCO ₃	C org.	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB
		g kg ⁻¹				g kg ⁻¹			cmol(±) kg ⁻¹				%	
P32: Lithic Xerorthent														
A	0 - 4/6	560	360	80	6,8	n.d.	36	15,8	9,5	5,4	0,6	0,3	n.d.	100
C/R	4/6 - 40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 50: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità E1

I suoli di questa unità possono essere considerati come una consociazione di Lithic Xerorthents.

E1/2

Substrato: metaquarzoareniti e metavulcaniti

Morfologia: versanti accidentati ed ondulati e relativi detriti di falda

Vegetazione: macchia mediterranea

Suolo: in questa unità sono state identificate le aree che presentano caratteri intermedi tra l'unità precedente e quella successiva. Le morfologie sono simili mentre la copertura del suolo si presenta piuttosto discontinua e rappresentata da una macchia mediterranea spesso non continua. Questa situazione è stata descritta attraverso l'apertura del profilo P62. I suoli presentano un profilo A-Bw-R. Raggiungono profondità (tab. 51) massime di 40/45 cm, con l'orizzonte superficiale e l'orizzonte cambico con spessori di 20 cm. La tessitura è franca, la struttura è grumosa in superficie e poliedrica subangolare nel cambico, mentre la consistenza da umido è friabile e resistente. Si tratta, in genere, di suoli poco e mediamente sviluppati e solo quelli impostati in corrispondenza di substrati poco litoidi, come il P62, mostrano un maggiore grado di evoluzione.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P62: Lithic Haploxeroll								
A	0-20	7,5YR3/3	3grumosa	friabile	20	3	graduale, lineare	
Bw	20-40/45	7,5YR4/4	3 pol subang	resistente	30	2	graduale, ondulato	
R	40/45 - >	-	-	-	-	-	-	
1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica; 2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti								

Tab. 51: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità E1/2

Le analisi chimiche (tab. 52) evidenziano il ruolo della roccia madre, che conferisce un carattere subacido con pH compresi tra 5,6 e 5,8. I valori del carbonio organico, per gli orizzonti superficiali, oscillano da 19 g kg⁻¹ a 10 g kg⁻¹, mentre la capacità di scambio cationico assume valori costanti in tutto il profilo.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia	Limo	Argilla	pH	CaCO ₃	C org.	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB
		g kg ⁻¹			(H ₂ O)	g kg ⁻¹			cmol(±) kg ⁻¹				%	
P62: Lithic Haploxeroll														
A	0-20	456	384	160	5,6	n.d.	19	11,5	4,9	2,7	0,3	0,8	n.d.	76
Bw	20-40/45	492	408	100	5,8	n.d.	10	10,2	4,2	2,7	0,5	0,7	n.d.	79
R	40/45 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 52: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità E1/2

I suoli di questa unità costituiscono una consociazione di Lithic Haploxerolls.

E2

Substrato: metaquarzoareniti e metavulcaniti

Morfologia: versanti accidentati ed ondulati e relativi detriti di falda

Vegetazione: macchia degradata e scarsa

Suolo: i pedoambienti presenti in questa unità sono contraddistinti da forme molto varie tra loro e da una copertura del suolo uniforme e caratterizzata da una macchia mediterranea molto degradata e discontinua. I suoli sono stati classificati attraverso l'apertura di 4 profili: il P45, P46, P52 ed il P54.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P45: Lithic Haploxeroll								
A	0-35	7,5YR3/3	3pol subang	friabile	40	3	chiaro, lineare	
C	35-50	-	-	-	95	0	chiaro, lineare	
R	50 - >	-	-	-	-	-	-	
P46: Lithic Xerorthent								
A	0-15	10YR4/2	3pol subang	resistente	13	1	chiaro, lineare	
C	15-45	10YR7/2	-	-	98	1	chiaro, ondulato	
R	45 - >	-	-	-	-	-	-	
P52: Lithic Xerorthent								
A	0-20/25	7,5YR4/2	3pol subang	friabile	20	3	chiaro, ondulato	
R	20/25 - >	-	-	-	-	-	-	
P54: Lithic Xerorthent								
A	0-20	10YR4/4	3pol subang	friabile	30	3	chiaro, lineare	
R	20 - >	-	-	-	-	-	-	

1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica;
2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti

Tab. 53: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità E2

Sono suoli a profilo A-R ed A-C-R, raggiungono profondità (tab. 53) massime di 50 cm, con l'orizzonte superficiale che raggiunge spessori variabili da 15 cm a 35 cm ed il substrato litoide ubicato a profondità variabili comprese tra 20 e 45 cm.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia	Limo	Argilla	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ C org. g kg ⁻¹	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB %	
		g kg ⁻¹						cmol(±) kg ⁻¹						
P45: Lithic Haploxeroll														
A	0-35	574	366	60	6,6	n.d.	16	16,9	11,2	3,5	0,2	1,0	n.d.	100
C	35-50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R	50 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P46: Lithic Xerorthent														
A	0-15	556	304	140	6,6	n.d.	11	17,0	7,6	3,9	0,6	0,8	n.d.	76
C	15-45	646	221	133	6,7	n.d.	2	12,0	6,4	3,9	0,3	0,7	n.d.	95
R	45 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P52: Lithic Xerorthent														
A	0-20/25	570	276	154	6,4	n.d.	10	15,1	5,2	2,5	0,3	0,7	n.d.	57
R	20/25 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P54: Lithic Xerorthent														
A	0-20	460	446	94	6,3	n.d.	21	16,9	8,2	3,7	0,4	0,7	n.d.	77
R	20 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 54: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità E2

La tessitura è compresa tra F e FS, la struttura di tutti gli orizzonti è poliedrica subangolare, mentre la consistenza da umido è prevalentemente friabile e raramente resistente. Si tratta, quindi, di suoli con un basso grado di evoluzione.

Le analisi chimiche (tab. 54) mostrano valori molto omogenei per tutti i pedon aperti. In particolare, la reazione è subacida e con pH compresi tra 6,3 e 6,7. I valori del carbonio organico, per gli orizzonti superficiali, oscillano da un minimo di 2 g kg^{-1} a 21 g kg^{-1} , la capacità di scambio cationico assume valori costanti in tutti i pedon ed elevati sono i contenuti in Ca^{++} e Mg^{++} .

I suoli presenti in questa unità possono essere considerati come una consociazione di Lithic Xerorthents con inclusioni di Lithic Haploxerolls.

E3

Substrato: metaquarzoareniti e metavulcaniti

Morfologia: versanti ondulati e relativi detriti di falda

Vegetazione: colture

Suolo: la limitata presenza di superfici coltivate su questi litotipi determina una scarsa diffusione di questa unità, causando evidenti problematiche per la sua caratterizzazione pedologica, realizzata utilizzando informazioni attinte dalle unità precedenti (E1/2 e E2).

Pertanto, questa unità viene considerata come costituita da un'associazione di Lithic Xerorthents e Lithic Haploxerolls.

Unità F

Paesaggi su depositi fluvio-torrentizi ciottolosi, conoidi inattive sovraincise, alluvioni torrentizie del Pleistocene medio superiore.



Fig. 38: conoide pleistocenica

In questa unità sono presenti i suoli impostati su depositi fluvio-torrentizi, conoidi inattive sovraincise ed alluvioni torrentizie. L'ambiente pedogenetico è rappresentato dai depositi ai piedi dei versanti (fig. 38) e dalle aree di pianura con morfologie sub-pianeggianti. Il parent material è costituito da sedimenti ghiaioso-sabbiosi e sabbioso-fini, con differenti gradi di cementazione. L'assenza di fenomeni erosivi determina l'instaurarsi di una pedogenesi attiva che dà luogo alla formazioni di suoli molto evoluti.

F1

Substrato: depositi fluvio-torrentizi

Morfologia: aree pianeggianti e subpianeggianti

Vegetazione: macchia mediterranea bassa e degradata, incolti e pascoli

Suolo: l'ambiente descritto in questa unità è limitato alle posizioni fisiografiche situate alla base dei versanti, su forme pianeggianti e subpianeggianti, con una copertura del suolo rappresentata da una macchia bassa e degradata di asfodelo, lentisco e cisto. La caratterizzazione pedologica è stata resa possibile attraverso l'apertura dei pedon P9 e P25 e dai profili bibliografici P68 (Mason, 2000), P114, P115 e P117 (Baldaccini et al., 1979). I primi sono ubicati su due distinte conoidi pleistoceniche, mostrano profili A1-A2-Btg1-Btg2 e Ap-Bt con profondità differenti. Il P9, aperto su di una conoide impostata alla base dei versanti della valle del rio s'Acqua Callenti, mostra un suolo molto profondo (tab. 55), con orizzonti A nei primi 14 cm e orizzonti argillici in profondità. La tessitura varia da FS a FSA per gli orizzonti profondi e la

struttura varia da lamellare e granulare in superficie a massiva per gli orizzonti argillici. La consistenza da umido è friabile nei primi 2 cm e resistente nel resto del profilo. Elevato è il contenuto in scheletro. Anche i restanti pedon presentano caratteri molto simili, ad eccezione della tessitura dei profili P114, P115 e P117 che si presenta in prevalenza più fine e compresa tra SL e FL.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P9: Haplic Palexeralf								
A1	0 - 1.5/2	10YR3/2	2 lamellare	friabile	20	3	abrupto, lineare	
A2	1.5/2-14	10YR6/4	2 gran	resistente	25	2	abrupto, lineare	
Btg1	14- 95/105	10YR5/6	massiva	resistente	30	1	graduale, lineare	screziature 15%, molto evidenti
Btg2	95/105 - 155	10YR5/8	massiva	resistente	70	1	graduale, lineare	screziature 5%, evidenti e 10% poco evidenti
P25: Typic Rhodoxeralf								
Ap	0 - 25	10YR5/4	2pol subang	resistente	30	3	abrupto, lineare	
Bt	25 - >30	2,5YR 4/6	granuli singoli	-	60	2	-	rivestimenti di argille con ossidi ed idrossidi di Fe e Mn
P68: Typic Haploxeralf								
Ap	0 - 20	10YR6/4	3 pol subang	resistente	35	1	abrupto chiaro, lineare ondulato	
Bw/C	20 - 40	10YR6/4	3 pol subang	resistente	85	1	abrupto chiaro, lineare ondulato	
2Bt	40 - 55	10YR5/6	3 pol angol	molto resistente	10	0	abrupto, ondulato	rivestimenti di argille
2Bt/C	55 - 84	7,5YR5/4	3 pol subang	molto resistente	90	0	abrupto, lineare	rivestimenti di argille
P114: Ultic Haploxeralf								
A	0 - 10/12	10YR4/2	-	-	10	-	-	
Bw	10/12 - 27/32	7,5YR6,5/4	-	-	50/70	-	-	
2Bt	27/32-70	5YR4,5/8	-	-	20	-	-	
2C	70 - >	-	-	-	-	-	-	
P115: Ultic Palexeralf								
A	0 - 10/15	10YR6/4	-	-	20/25	-	-	
Bt1	10/15-45	10YR5,5/6	-	-	10/15	-	-	
Bt2	45 - 80	7,5YR5,5/8	-	-	10/15	-	-	
P117: Ultic Palexeralf								
Ap1	0 - 18/20	10YR6/3	-	-	20	-	-	
Ap2	18/20-30	10YR6/3	-	-	70	-	-	
Bt	30 - 65	5YR5,5/8	-	-	80	-	-	
1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica; 2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti								

Tab. 55: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità F1

I dati analitici mostrano (tab. 56) pH molto diversificati e compresi tra 5,4 e 7,4, valori molto variabili del carbonio organico, elevati per la capacità di scambio cationico e nel contenuto in Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia g kg ⁻¹	Limo g kg ⁻¹	Argilla g kg ⁻¹	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org. g kg ⁻¹	CSC	Ca ⁺⁺ cmol(+) kg ⁻¹	Mg ⁺⁺ cmol(+) kg ⁻¹	K ⁺ cmol(+) kg ⁻¹	Na ⁺ cmol(+) kg ⁻¹	Ac	TSB %
P9: Haplic Palexeralf														
A1	0 - 1.5/2	578	302	120	5,9	n.d.	55	21,5	13,7	2,3	1,3	0,6	n.d.	83
A2	1.5/2-14	528	292	180	5,9	n.d.	15	21,1	3,4	1,3	0,7	0,4	n.d.	28
Btg1	14 - 95/105	548	112	340	5,7	n.d.	1	13,2	3,2	6,2	0,3	0,8	n.d.	79
Btg2	95/105- 155	548	172	280	5,9	n.d.	1	11,4	3,0	6,5	0,3	1,0	n.d.	95
P25: Typic Rhodoxeralf														
Ap	0 - 25	540	320	140	6,8	n.d.	11	29,2	8,1	5,6	0,4	0,5	n.d.	50
Bt	25 - 30 >	560	226	214	7,4	n.d.	2	14,6	5,4	3,1	0,6	0,5	n.d.	66
P68: Typic Haploxeralf														
Ap	0 - 20	505	256	239	6,3	n.d.	15	33,4	7,0	4,1	1,0	10,9	n.d.	69
Bw/C	20 - 40	382	222	396	6,5	n.d.	7	54,1	8,0	4,1	5,1	32,6	n.d.	92
2Bt	40 - 55	412	186	402	6,5	n.d.	12	39,5	9,0	6,6	1,5	4,3	n.d.	54
2Bt/C	55 - 84	416	137	447	6,4	n.d.	3	38,8	13,5	7,4	2,3	9,1	n.d.	83
P114: Ultic Haploxeralf														
A	0 - 10/12	684	169	147	7,1	n.d.	55	44,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw	10/12 - 27/32	655	194	151	7,2	n.d.	6	16,1	5,1	3,4	0,3	0,6	n.d.	n.d.
2Bt	27/32 - 70	639	164	197	6,2	n.d.	3	19,5	5,6	4,9	0,4	0,5	n.d.	n.d.
2C	70 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P115: Ultic Palexeralf														
A	0 - 10/15	775	117	108	6,7	n.d.	23	12,7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bt1	10/15 - 45	593	169	238	5,7	n.d.	4	14,8	2,7	2,8	0,3	0,4	n.d.	n.d.
Bt2	45 - 80	632	171	197	5,4	n.d.	1	11,0	1,2	3,1	0,4	0,6	n.d.	n.d.
P117: Ultic Palexeralf														
Ap1	0 - 18/20	640	228	132	5,8	n.d.	9	13,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ap2	18/20 - 30	423	211	366	5,8	n.d.	7	18,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bt	30 - 65	476	173	351	5,9	n.d.	6	16,1	4,3	4,7	0,4	1,1	n.d.	n.d.

Tab. 56: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità F1

I suoli presenti in questa unità costituiscono un'associazione di Haplic Palexeralfs, Ultic Palexeralfs, Typic Rhodoxeralfs, Ultic Haploxeralfs ed Typic Haploxeralfs.

F2

Substrato: depositi fluvio-torrentizi

Morfologia: pianeggianti e subpianeggianti

Vegetazione: colture

Suolo: il contesto morfologico è simile all'unità precedente ed il fattore differenziante è rappresentato dall'uso del suolo. In questa unità sono presenti i suoli tra i più evoluti dell'area. Per la sua caratterizzazione sono stati aperti tre profili il P14, il P15 ed il P39 e le altre informazioni derivano dai profili bibliografici P67, P70, P71 e P73 (Mason, 2000). I pedon P14 e P15 sono stati aperti alla base dei versanti sulla sinistra idrografica del Flumendosa mentre il P39 su di un deposito situato alla base

di Punta Is Crabus. L'uso del suolo è rappresentato da coltivi con impianto di vigneti e frutteti, ad eccezione del P39 rappresentativo di coltivi abbandonati.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P14: Ultic Haploxeralf								
Ap1	0 - 20	10YR4/3	3 pol subang	resistente	1	2	abrupto, lineare	
Ap2	20 - 40	10YR5/6	2 pol ang	resistente	70	2	abrupto, lineare	
Bt	40 - 96	-	massiva	resistente	-	0	-	Concrezioni 1% di Fe-Mn
P15: Ultic Haploxeralf								
Ap1	0 - 20	10YR 5/3	3 pol subang	resistente	40	2	abrupto, lineare	
Ap2	20 - 40	10YR 5/3	3 pol subang	resistente	40	2	abrupto, lineare	
Bw	40 - 85	10YR 5/4	3 pol subang	resistente	60	1	abrupto, lineare	
Btb	85 - >	10YR 5/8	3 pol ang	resistente	0	0	-	
P39: Ultic Haploxeralf								
A	0-15	7,5YR4/3	2 gran	friabile	18	2	chiaro, lineare	
Bw	15-40/50	7,5YR4/4	2 pol subang	resistente	23	2	chiaro, ondulato	
Bt1	40/50- 100	7,5YR5/4	2 pol subang	resistente	30	1	chiaro, lineare	
Bt2	100-120	7,5YR4/4	3 pol ang	resistente	40	1	chiaro, ondulato	
P67: Ultic Palexeralfs								
A	0 - 10	7,5YR5/4	3 pol subang	-	40	2	abrupto, lineare	
Bt	10 - 100	2,5YR4/8	1 pol angol	-	70	1	abrupto, ondulato	rivestimenti di argille
Btg	100 - 365	5Y7/2	massiva	-	75	3	chiaro, ondulato	rivestimenti di argille
3Bt	365 - >	2,5Y5/4	massiva	friabile	70	0	-	rivestimenti di argille
P70: Typic Palexeralf								
Ap1	0 - 40	10YR6/4	1 pol subang	friabile	55	3	abrupto, lineare	
A2	40 - 100	10YR6/4	3 pol subang	resistente	55	2	abrupto, lineare	
Bt/C	100 - >	5YR4/4	granuli singoli	friabile	90	0	-	rivestimenti di argille
P71: Typic Xerorthent								
A1	0 - 40	10YR6/3	2 pol subang/an	friabile	55	2	chiaro lineare	
A2	40 - >	10YR6/4	1pol subang	friabile	-	2	chiaro lineare	
P73: Ultic Haploxeralf								
A	0 - 30	10YR6/4	3 pol angol	-	15	1	chiaro, lineare	
Bt1	30 - 75	7,5YR5/8	3pol angol/ massiva	-	60	1	abrupto, ondulato	rivestimenti di argille
Bt2	75 - 90	5YR5/8	2pol angol/ massiva	-	5	0	abrupto, lineare	rivestimenti di argille
2Btg/C	90 - >	10YR6/8	2pol angol/ massiva	resistente	-	0	-	rivestimenti di argille
1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica; 2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti								

Tab. 57: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità F2

I suoli presentano (tab. 57) profili molto sviluppati ed evoluti. Sono mediamente profondi e profondi, mentre la tessitura è variabile (F, FS, FSA, FA, AS e A). Il drenaggio è normale, la struttura varia da granulare, a poliedrica subangolare ed angolare, e massiva negli orizzonti argillici profondi. La consistenza da umido è friabile e resistente anche negli orizzonti superficiali. Elevato è il contenuto in scheletro sia negli orizzonti superficiali che in quelli profondi.

Le analisi chimiche (tab. 58) indicano un pH variabile con una reazione prevalentemente acida e neutra, ad eccezione dei pedon P71 e P73 i cui valori sono elevati e la reazione è subalcalina ed alcalina. Elevati, per questi ultimi pedon, anche i valori del carbonio organico e della capacità di scambio cationico.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia g kg ⁻¹	Limo g kg ⁻¹	Argilla g kg ⁻¹	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org. g kg ⁻¹	CSC	Ca ⁺⁺ cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	Mg ⁺⁺ cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	K ⁺ cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	Na ⁺ cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	Ac	TSB %
P14: Ultic Haploxeralf														
Ap1	0 - 20	568	151	281	6,1	n.d.	11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ap2	20 - 40	499	149	353	6,0	n.d.	10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bt	40 - 96	523	85	392	6,5	n.d.	2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
P15: Ultic Haploxeralf														
Ap1	0 - 20	514	246	240	5,3	n.d.	11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ap2	20 - 40	496	265	239	5,6	n.d.	8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw	40 - 85	515	219	266	5,9	n.d.	4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Btb	85 - >	602	125	273	5,9	n.d.	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
P39: Ultic Haploxeralf														
A	0-15	484	423	93	6,3	n.d.	14	10,0	4,3	2,2	4,3	0,3	n.d.	82
Bw	15-40/50	622	225	153	5,4	n.d.	5	13,1	3,1	2,0	3,1	0,3	n.d.	49
Bt1	40/50-100	570	237	193	6,7	n.d.	4	9,4	4,0	2,5	4,0	0,3	n.d.	84
Bt2	100-120	618	222	160	6,5	n.d.	2	12,0	3,9	3,2	3,9	0,4	n.d.	73
P67: Ultic Palexeralf														
A	0 - 10	561	156	283	5,1	n.d.	33	32,2	8,0	3,3	1,80	7,4	n.d.	64
Bt	10 - 100	395	54	551	4,4	n.d.	2	55,4	0,0	0,0	0,3	5,3	n.d.	
Btg	100 - 365	509	156	335	6,0	n.d.	0	30,1	7,0	5,8	2,3	13,0	n.d.	93
3Bt	365 - >	565	48	387	5,9	n.d.	1	55,8	12,0	12,3	1,8	26,5	n.d.	
P70: Typic Palexeralf														
Ap1	0 - 40	594	211	195	6,8	n.d.	20	33,2	10,0	4,1	2,6	14,8	n.d.	95
A2	40 - 100	n.d.	n.d.	n.d.	6,3	n.d.	7	39,4	7,5	1,6	3,1	22,6	n.d.	
Bt/C	100 - >	570	71	359	6,8	n.d.	6	25,4	9,0	5,8	2,6	6,1	n.d.	92
P71: Typic Xerorthent														
A1	0 - 40	655	154	191	7,5	n.d.	18	41,3	20,5	5,8	3,3	10,4	n.d.	97
A2	40 - >	604	161	235	7,4	n.d.	7	43,1	8,5	12,5	2,0	9,6	n.d.	76
P73: Ultic Haploxeralf														
A	0 - 30	654	171	265	6,2	n.d.	36	15,5	2,8	2,1	1,3	3,3	n.d.	60
Bt1	30 - 75	434	93	473	6,0	n.d.	36	23,6	3,5	4,1	0,8	4,8	n.d.	56
Bt2	75 - 90	628	69	303	6,1	n.d.	2	27,4	2,0	3,3	1,4	10,0	n.d.	61
2Btg/C	90 - >	225	372	403	8,5	n.d.	32	35,9	12,7	6,2	1,4	13,0	n.d.	93

Tab. 58: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità F2

I suoli presenti nell'unità F2 costituiscono un'associazione di Ultic Haploxeralfs, Typic Palexeralfs ed Ultic Palexeralfs con inclusioni di Typic Xerorthents.

Unità G

Paesaggi su depositi di versante detritici e colluvi ghiaioso ciottolosi del Pleistocene superiore.



Fig. 39: depositi di versante

In questa unità sono presenti i suoli impostati su depositi di versante pleistocenici. Questi ultimi sono costituiti da clasti poligenici, eterometrici ed a spigoli vivi immersi in una matrice fine. I suoli che si generano si differenziano a seconda della natura, dello spessore e della posizione fisiografica del detrito. In alcuni casi assumono spessori notevoli e sono ben evoluti, mentre in altri si presentano poco spessi e con un grado di evoluzione inferiore.

G1

Substrato: depositi di versante

Morfologia: versanti con pendenze elevate e superfici pianeggianti e subpianeggianti

Vegetazione: colture erbacee e seminativi, pascoli, agrumeti, vigneti, macchia bassa

Suolo: in questa unità sono state inserite tutte le superfici che ospitano depositi di versante del Pleistocene superiore. L'ambiente è rappresentato da morfologie diversificate tra loro, con versanti ripidi, ed altre situate alla base dei versanti, raccordate con la piana. Anche la copertura del suolo si presenta piuttosto disomogenea, con versanti coperti da una macchia arbustiva (fig. 39) ed aree di pianura con forte impatto antropico e prive di copertura forestale. I depositi di versante con spessori elevati sono stati caratterizzati attraverso l'apertura del pedon P8 e dai profili bibliografici P69 (Mason, 2000) e P86 (ERSAT, 1994). I suoli raggiungono spessori elevati. In particolare, il pedon P8 è stato aperto in località Canaleddu (fig. 39), sull'alto versante della valle del riu s'Acqua Callenti, con pendenze elevate ed una copertura di cisto, lentisco, erica e corbezzolo. E' profondo

circa 3,50 m e mostra un profilo A-Bt. I limiti tra i vari orizzonti (tab. 59) sono ben definiti in quelli superficiali e diffusi in quelli profondi. La tessitura è FS ad eccezione dell'ultimo orizzonte (FSA) in cui si ha un aumento del carattere argilloso. Gli orizzonti presentano un elevato contenuto in scheletro, costituito da clasti derivanti dalle metarenarie di S.Vito, lungo tutto il profilo. La struttura è poliedrica subangolare nell'orizzonte superficiale e massiva in quelli sottostanti. La consistenza da umido è compresa tra resistente e molto resistente. Caratteri morfologici molto simili sono stati riscontrati anche nei pedon P69 e P86.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P8: Haplic Palexeralf								
A	0 - 5/11	10 YR 5/2	2 pol subang	resistente	30	2	abrupto, ondulato	
Bt1	5/11 - 145	10 YR 6/6	massiva	resistente	80	1	chiaro, ondulato	Screziature 5%, molto evidenti
2Bt2	145-250	5YR5/8	massiva	molto resistente	40	0	diffuso, lineare	
2Bt3	250 - >350	2,5 YR 4/8	massiva	molto resistente	50	0	-	
P34: Ultic Haploxeralf								
Ap	0 - 20	7,5YR5/4	3 pol subang	friabile	40	3	abrupto, lineare	
Bt	20 - 40	-	2 pol ang	resistente	40	2	-	Rivestimenti di argille, abbondanti,
P38: Typic Haploxeroll								
Ap	0-35/45	7,5YR 3/2	3 gran	friabile	24	2	abrupto, ondulato	
Bw	35/45-90	10YR4/3	3 pol subang	resistente	30	3	graduale, lineare	
BC	90-150	10YR5/4	2 gran	resistente	40	2	diffuso	
P69: Typic Haploxerept								
A	0 - 10	7,5YR5/4	3 pol subang	molto resistente	35	2	abrupto, lineare	
Bw	10 40	10YR7/4	2 pol subang	resistente	45/50	1	abrupto, lineare rivestimenti di argille	
Bt	40 - >	7,5YR5/8	3 pol subang	molto resistente	35	0	-	rivestimenti di argille
P72: Typic Palexeralf								
Ap	0 - 35	7,5YR5/4	2 pol subang/ang	friabile	25	2	abrupto, ondulato	
Bt1	35 - 104	5YR4/8	2 pol subang/ang	molto resistente	40	1	abrupto, ondulato	rivestimenti di argille
2Bt2	104 - >	5YR3/4	3 pol ang	molto resistente	50	0	-	rivestimenti di argille
P86: Ultic Palexeralf								
A	0 - 35	10YR6/4	3 pol subang	molto friabile	20	2	abrupto, ondulato	
Bt	35 - > 130	5YR 5/6	3 pol ang	molto friabile	30	2	abrupto, ondulato	
1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica;								
2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti								

Tab. 59: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità G1

Per descrivere i suoli impostati alla base dei versanti, con morfologie pianeggianti e copertura del suolo rappresentata da erbacee e viti sono stati aperti 2 profili, rispettivamente il P34 ed il P38, ed un terzo pedon deriva dai lavori bibliografici, e precisamente, il P72 (Mason, 2000). I suoli si presentano da mediamente profondi a profondi (tab. 59) con profilo Ap-Bt e Ap-Bw-BC. L'orizzonte superficiale è sempre soggetto ad aratura e presenta spessori variabili, in genere inferiori a 45 cm. La transizione pedogenetica tra l'orizzonte A ed il substrato può essere rappresentata o da un orizzonte cambico, il cui spessore raggiunge i 50 cm, o da un argilloso, con spessore di circa 20 cm e talora di 70 cm (P72). La struttura è poliedrica subangolare ed angolare, mentre la consistenza da umido è compresa tra friabile e molto resistente. Il contenuto in scheletro è molto elevato lungo tutto il profilo. I dati analitici (tab. 60) indicano la presenza di suoli a reazione variabile e compresa tra subacida a neutra, mentre i valori del carbonio organico e della capacità di scambio cationico mostrano un trend tendenzialmente medio. Elevati sono i valori del Ca^{++} e Mg^{++} .

Oriz.	Spessore cm	Sabbia g kg ⁻¹	Limo g kg ⁻¹	Argilla g kg ⁻¹	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org. g kg ⁻¹	CSC	Ca ⁺⁺ cmol(+) kg ⁻¹	Mg ⁺⁺ cmol(+) kg ⁻¹	K ⁺ cmol(+) kg ⁻¹	Na ⁺ cmol(+) kg ⁻¹	Ac	TSB %
P8: Haplic Palexeralf														
A	0 - 5/11	638	242	120	6,3	n.d.	29	18,6	4,7	2,1	0,6	0,3	n.d.	41
Bt1	5/11-145	618	182	200	5,9	n.d.	1	12,3	2,0	6,8	0,3	3,3	n.d.	100
2Bt2	145 - 250	556	244	200	6,5	n.d.	1	13,5	1,7	4,6	0,3	1,1	n.d.	57
2Bt3	250->350	522	218	260	6,8	n.d.	1	13,9	2,2	6,8	0,3	2,4	n.d.	84
P34: Ultic Haploxeralf														
Ap	0 - 20	674	246	80	6,0	n.d.	9	8,6	1,9	0,8	0,3	0,2	n.d.	37
Bt	20 - 40	546	294	160	5,8	n.d.	2	7,8	1,3	1,2	0,1	0,3	n.d.	37
P38: Typic Haploxeroll														
Ap	0-35/45	470	437	93	5,9	n.d.	20	16,2	6,6	1,5	0,3	0,7	n.d.	56
Bw	35/45-90	640	267	93	6,1	n.d.	4	6,1	4,0	1,2	0,2	0,8	n.d.	100
BC	90-150	688	219	93	6,1	n.d.	3	8,8	3,6	1,5	0,2	0,7	n.d.	68
P69: Typic Haploxerept														
A	0 - 10	467	273	260	5,9	n.d.	27	25,5	10,5	3,3	2,0	7,0	n.d.	86
Bw	10 40	350	411	239	5,9	n.d.	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bt	40 - >	467	273	260	n.d.	n.d.	n.d.	16,2	3,0	4,9	2,0	4,3	n.d.	88
P72: Typic Palexeralf														
Ap	0 - 35	522	219	259	7,2	n.d.	25	65,5	11,0	2,5	8,0	42,6	n.d.	98
Bt1	35 - 104	373	235	392	6,5	n.d.	21	37,5	6,0	3,3	4,4	17,0	n.d.	82
2Bt2	104 - >	382	216	402	6,2	n.d.	19	35,1	9,5	4,1	3,3	13,5	n.d.	86
P86: Ultic Palexeralf														
A	0 - 35	622	231	147	6,7	n.d.	14	14,2	11,0	2,2	3,1	1,4	n.d.	62
Bt	35->130	507	195	298	6,2	n.d.	2	13,2	8,8	3,2	1,5	2,0	n.d.	64

Tab. 60: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità G1

I suoli presenti nell'unità G1 costituiscono un'associazione di Haplic Palexeralfs, Ultic Palexeralfs, Typic Palexeralfs ed Ultic Haploxeralfs con inclusioni di Typic Haploxerolls e di Typic Haploxerepts.

Unità H

Paesaggi su depositi fluvio-torrentizi ciottolosi ghiaiosi terrazzati dell'Olocene.



Fig. 40: depositi fluvio-torrentizi olocenici

Si tratta di depositi fluvio-torrentizi ciottolosi e ghiaiosi, spesso terrazzati, ubicati nelle vicinanze degli attuali corsi d'acqua (fig. 40) ed in prossimità delle piane di Muravera e Villaputzu.

In questi depositi prevalgono le dinamiche alluvionali con processi di accumulo di sedimenti sabbiosi, limosi ed argillosi. L'uso del suolo è dominato da frutteti, vigneti e coltivi in generale.

H1

Substrato: depositi fluvio-torrentizi

Morfologia: aree pianeggianti e subpianeggianti

Vegetazione: colture erbacee e seminativi, pascoli, agrumeti, vigneti, macchia bassa

Suolo: questa unità è rappresentata da superfici subpianeggianti, localizzate alla base dei rilievi, e pianeggianti, con elevate estensioni, in prossimità della piana di Muravera. In entrambi i casi sono soggette ad un forte impatto antropico, realizzato in prevalenza con attività agricole, mentre molto ridotte sono le aree in cui è presente una scarsa copertura di macchia mediterranea. La caratterizzazione dell'unità è avvenuta attraverso l'apertura di numerosi profili, e precisamente dai pedon P5, P10, P11, P12, P13, P56, P58 e P66, come numerosi sono i dati derivanti da studi bibliografici: P75, P76, P77 (Mason, 2000) e dai pedon P78, P79, P80, P81 e P82 (Puddu et al., 2002). I suoli generatisi in questo pedoambiente sedimentario sono condizionati sia dall'attività antropica, fortemente impattante, sia dalla natura del deposito. Presentano in genere profili molto sviluppati (tab. 61), in cui è presente un orizzonte superficiale disturbato dalle arature. In linea generale, i profili osservati sono del tipo A-C, A-Bw-C, A-Bk-Bw. Le profondità sono molto elevate, superiori ai

100 cm. La tessitura è variabile (SF, F, FS, FSA o FL), la struttura degli orizzonti (Ap) interessati dalle lavorazioni è generalmente poliedrica subangolare, con la dimensione dei ped fine e media e un'aggregazione forte. Il contenuto in scheletro è scarso negli orizzonti superficiali e comune ed abbondante in quelli profondi.

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P5: Typic Xerofluent								
Oi	4 - 0	-	-	-	-	-	-	
A	0 - 12	10YR4/2	pol subang	molto friabile	1	3	abrupto,ondulato	
2Ab	12 - 19	11YR2/2	pol subang	friabile	1	3	abrupto, lineare	
2Bwb	19 - 25	10YR4/3	pol subang	molto friabile	1	3	abrupto, lineare	
3Cb	25 - 38	10YR4/2	granuli sing	sciolto	5	3	abrupto, lineare	
4Ab1	38 - 43	10YR2/1	pol subang	friabile	2	3	abrupto, lineare	
4Ab2	43 - 50	10YR2/1	pol subang	friabile	15	3	abrupto, lineare	
5Cb	50 - 100	10YR3/3	granuli sing	sciolto	80	3	-	
P10: Mollic Xerofluent								
A	0 - 13/14	10YR5/2	1pol subang	friabile	1	3	chiaro, lineare	
C	13/14-20	10YR4/2	1pol subang	friabile	5	3	abrupto, lineare	
2A	20 - 35	10YR5/3	1pol subang	friabile e sciolto	40	3	chiaro, lineare	
2C	35 - 100	10YR5/3	1pol subang	sciolto	30	3	-	
P11: Fluventic Haploxeroll								
Ap	0 - 20	10YR4/3	3pol subang	friabile	1	3	abrupto, lineare	
Bk1	20 - 77	10YR4/4	3 pol subang	friabile	0	2	chiaro, lineare	1% concrezioni carbonatiche
Bk2	77 - 126	10 YR 4/3	3 pol subang	friabile	0	2	chiaro, lineare	3% concrezioni carbonatiche
Bw	126- 145/150	10YR4/4	3 pol subang	friabile	0,1	1	chiaro, lineare	
P12: Fluventic Haploxerept								
A	0 - 45	10YR4/3	-	-	-	-	-	
C/B	45 - 150	10YR4/4	-	-	-	-	-	effervescenza violenta
2B	150 - 177	10 YR 3/3,5	-	-	-	-	-	effervescenza violenta
P13: Fluventic Haploxerept								
A	0 - 80	10 YR 4/3	-	-	-	-	-	effervescenza notevole
B	80 - 150	10 YR 4/4	-	-	-	-	-	effervescenza notevole
C	150 - >	10YR4/3	-	-	-	-	-	effervescenza debole
P56: Fluventic Haploxeroll								
A	0-23	10YR2/2	3 gran	friabile	0	3	chiaro, lineare	
Bw	23-40	10YR4/3	3 pol subang	resistente	3	2	graduale, lineare	
C1	40-60	10YR5/4	massiva	-	25	0	graduale, lineare	
C2	60-80+	7,5YR 5/8	massiva	-	7	0	diffuso	screziature 7%, molto evidenti
P58: Fluventic Haploxeroll								
Ap	0-18	10YR3/3	3 pol subang	friabile	23	3	chiaro, lineare	
C	18 - >	-	-	-	-	-	-	

Tab. 61: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità G1

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P66: Fluventic Haploxerept								
Ap	0-15	10YR4/3	3 gran	friabile	0	3	chiaro, lineare	
Bw	15-40	10YR5/3	3pol subang	resistente	0	3	graduale, lineare	
BC	40-80	10YR5/4	2pol subang	resistente	0	3	diffuso	
P75: Fluventic Haploxerept								
Ap1	0 - 27	10YR4/4	3pol subang	friabile	1	2	chiaro, lineare	
Ap2	27 - 70/85	10YR5/4	3 pol ang	friabile	2	3	graduale, lineare	concrezioni carbonatiche
Bw	70/85- 160/170	10YR4/4	3 pol ang	friabile	1	1	graduale, lineare	
B/C	>160/170	10YR4/4	2pol ang/ massiva	friabile	1	1	-	
P76: Typic Xerofluent								
Ap	0 - 24	10YR4/4	1 pol subang	sciolto e molto friabile	0	3	abrupto, lineare	
C	24 - >	10YR4/3	2 pol ang	friabile	1	1	chiaro, lineare	5% di screziature poco evidenti
P77: Aerice Halaquept								
A1	0 - 10	10YR3/3	3pol subang	friabile	5	2	abrupto, lineare	
A2	10 30	10YR4/3	3 pol subang/ang	friabile	10/15	2	abrupto, lineare	5/10% screziature molto evidenti
B	30 - 60	10YR3/4	3 pris	friabile	5	2	abrupto, lineare	
C1	60 - 83	7.5YR4/4	massiva	friabile	1	1	chiaro, lineare	
C2	83 - 150	10YR5/3	granuli singoli	sciolto	1	1	abrupto, lineare	30/40% screziature evidenti
Cg	150 - >	-	-	-	-	-	-	
P78: Fluventic Haploxerept								
Ap1	0-30/40	10YR4/2	3 pol subang/ang	molto resistente	0	1	abrupto, lineare	concrezioni 7/10% Fe-Mn
Ap2	30/40- 50/60	10YR4/2	3 pol ang	resistente	0	1	chiaro, lineare	
Bw1	50/60- 100	10YR4/3	3 pol ang	resistente	0	1	chiaro, lineare	
Bw2	100-140	7.5YR4/4	2pol subang	resistente	0	0	chiaro, lineare	
C	>140	7.5YR4/3	1pol subang	resistente	0	0	-	
P79: Fluventic Haploxerept								
Ap1	0-30	10YR4/2	3 pol ang	friabile	2	2	chiaro, ondulato	effervescenza debole/notevole
Ap2	30-45	10YR4/2	3 pol subang/ang	friabile	1	2	abrupto, lineare	effervescenza debole/notevole
Bw1	45-80	7.5YR4/3	3 pol ang	resistente	0	1	chiaro, lineare	effervescenza notevole
Bw2	80-120	7.5YR4/4	3 pol subang/ang	molto resistente	0	0	chiaro, lineare	effervescenza notevole
Bw3	120-160	7.5YR4/2	3 pol ang	molto resistente	0	0	-	effervescenza notevole
P80: Aquic Haploxerept								
Ap	0-30	10YR4/3	3pol subang	resistente	1	3	chiaro lineare	
Bw1	30-70	10YR5/2 10YR 5/4	3 pol subang/ang	resistente	1/10	2	graduale lineare	rivestimenti di argille e humus
Bw2	70-120	10YR4/2 7.5YR4/4	3 pol subang/ang	resistente e friabile	1/10	1	chiaro lineare	rivestimenti di argille e humus
BC	>120	10YR4/1 7.5YR4/4	1 pol ang	friabile	1/10	0	-	rivestimenti di argille e humus

Tab. 61 (continuazione): Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità G1

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P81: Typic Xerofluent								
Ap	0-35	10YR5/3	2 pol subang	resistente	0	3	abrupto, lineare	
C/B	35-78/80	10YR5/3	2 pol subang	friabile	5	2	abrupto, ondulato	
2B/A	78/80- 120	10YR5/4	2 pol subang	resistente	1	2	abrupto, lineare	
3B	120-160	10YR5/4	2 pol subang/ang	resistente	0	2	-	
P82: Fluentic Haploxerept								
Ap	0-20	10YR4/2	3 pol subang.	resistente	0	3	abrupto, lineare	
Bw1	20-60	10YR4/2	3 pol ang	resistente	0	3	chiaro, lineare	
Bw2	60-90	10YR5/3	3 pol ang	resistente	0	1	chiaro, lineare	
Bw3	90-140	7.5YR4/3	3 pol subang/ang	resistente	2	1	graduale, lineare	effervescenza notevole
BC	140-160	7.5YR5/4	2 pol subang	friabile	0	0	-	effervescenza notevole
1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica; 2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti								

Tab. 61 (continuazione): Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità G1

Dalle analisi chimiche, riportate nella tabella 62, si osserva come i valori di pH siano molto variabili, dando luogo in alcuni casi a reazioni subacide, neutre, subalcaline ed in altri alcaline. Si evidenzia, inoltre, una forte saturazione in basi, soprattutto negli orizzonti superficiali. Il limite di alcalinità viene però abbassato in quanto l'E.S.P. e la Conducibilità Elettrica dell'estratto saturo sono al di sotto dei valori limite e, per questo motivo, non rientrano nella definizione di suoli alcalini. Infine, la capacità di scambio cationico è generalmente bassa e tra i cationi di scambio prevale un alto contenuto di Ca⁺⁺ (tab. 62). Gli studi realizzati nell'area (Puddu et al., 2002) mettono in evidenza come nella piana di Muravera siano evidenti i fenomeni di salinizzazione dei suoli. In particolare, nella parte più interna della piana l'elevato contenuto in sali è da ricondurre all'intrusione di acqua salmastra nelle falde che vengono utilizzate per l'emungimento di acque irrigue. Nella piana costiera, invece, i fenomeni di sodicizzazione sono da ricondurre all'influenza delle oscillazioni della falda salmastra.

Oriz.	Spessore	Sabbia	Limo	Argilla	pH	CaCO ₃	C org.	CSC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ac	TSB
	cm	g kg ⁻¹			(H ₂ O)	g kg ⁻¹			cmol(+) kg ⁻¹					%
P5: Typic Xerofluvent														
Oi	4 - 0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A	0 - 12	898	62	40	7,0	n.d.	12	9,0	6,9	1,0	0,2	0,9	n.d.	100
2Ab	12 - 19	560	353	87	6,4	n.d.	62	37,8	20,2	4,6	0,4	1,0	n.d.	70
2Bwb	19 - 25	810	163	27	6,4	n.d.	11	10,0	4,5	0,6	0,2	0,8	n.d.	62
3Cb	25 - 38	938	35	27	6,4	n.d.	2	6,7	0,9	0,3	0,2	0,8	n.d.	32
4Ab1	38 - 43	722	191	87	6,6	n.d.	23	22,4	13,5	1,2	0,3	0,8	n.d.	70
4Ab2	43 - 50	616	297	87	6,8	n.d.	32	27,9	25,4	1,4	0,3	0,8	n.d.	100
5Cb	50 - 100	888	85	27	7,0	n.d.	6	7,3	4,9	0,3	0,2	0,7	n.d.	82
P10: Mollic Xerofluvent														
A	0 - 13/14	724	196	80	5,9	n.d.	27	13,8	11,6	1,5	0,4	0,3	n.d.	100
C	13/14-20	958	22	20	6,4	n.d.	4	4,2	2,3	0,9	0,3	0,3	n.d.	88
2A	20 - 35	860	100	40	6,4	n.d.	8	6,8	3,2	1,2	0,3	0,3	n.d.	73
2C	35 - 100	930	30	40	6,3	n.d.	2	4,7	1,9	1,1	0,3	0,3	n.d.	75
P11: Fluventic Haploxeroll														
Ap	0 - 20	513	246	242	8,1	n.d.	13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bk1	20 - 77	586	178	236	8,6	n.d.	4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bk2	77 - 126	213	482	306	9,0	n.d.	8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw	126- 145/150	432	258	310	8,9	n.d.	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
P12: Fluventic Haploxerept														
A	0 - 45	660	13,75	20,25	7,5	n.d.	8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
C/B	45 - 150	675	10,6	21,9	8,4	n.d.	4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2B	150 - 177	618	15,55	22,65	8,5	n.d.	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
P13: Fluventic Haploxerept														
A	0 - 80	509	247	244	8,4	n.d.	8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
B	80 - 150	540	208	252	8,8	n.d.	2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
C	150 - >	558	192	250	8,6	n.d.	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
P56: Fluventic Haploxeroll														
A	0-23	740	166	94	6,2	n.d.	17	5,8	4,3	1,5	0,2	0,7	n.d.	100
Bw	23-40	714	192	94	6,3	n.d.	8	3,2	2,2	1,0	0,2	0,7	n.d.	100
C1	40-60	700	166	134	5,9	n.d.	6	7,1	1,3	1,5	0,2	2,0	n.d.	70
C2	60-80+	664	122	214	5,4	n.d.	4	9,4	2,2	2,7	0,2	1,6	n.d.	71
P58: Fluventic Haploxeroll														
Ap	0-18	752	214	34	6,5	n.d.	22	8,7	7,3	1,5	0,3	0,7	n.d.	100
C	18 - >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P66: Fluventic Haploxerept														
Ap	0-15	330	550	120	6,9	n.d.	37	17,0	7,9	8,1	0,2	0,8	n.d.	100
Bw	15-40	572	348	80	7,6	n.d.	13	12,1	8,2	3,9	0,2	0,5	n.d.	100
BC	40-80	432	448	120	7,5	n.d.	16	13,0	7,8	8,1	0,2	1,0	n.d.	100
P75: Fluventic Haploxerept														
Ap1	0 - 27	510	285	205	7,9	n.d.	32	48,9	32,9	5,8	2,6	1,1	n.d.	86
Ap2	27-70/85	516	274	210	5,4	n.d.	17	45,5	32,4	4,1	0,9	3,9	n.d.	91
Bw	70/85 - 160/170	497	265	238	8,8	n.d.	12	69,5	59,4	n.d.	1,0	5,9	n.d.	n.d.
B/C	>160/170	623	163	214	8,9	n.d.	8	53,5	30,9	7,0	1,5	8,9	n.d.	91
P76: Typic Xerofluvent														
Ap	0 - 24	391	327	282	7,8	n.d.	16	47,2	29,2	5,3	3,1	4,4	n.d.	89
C	24 - >	487	253	260	8,3	-	11	51,8	30,4	5,8	1,4	9,8	-	-

Tab. 62: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità G1

Oriz.	Spessore cm	Sabbia g kg ⁻¹	Limo g kg ⁻¹	Argilla g kg ⁻¹	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org. g kg ⁻¹	CSC	Ca ⁺⁺ cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	Mg ⁺⁺ cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	K ⁺ cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	Na ⁺ cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	Ac	TSB %
P77: Aeric Halaquept														
A1	0 - 10	53	552	395	7,4	n.d.	19	33,3	10,7	5,3	2,9	6,1	n.d.	75
A2	10 - 30	58	538	404	7,6	n.d.	18	25,7	9,7	n.d.	1,3	6,5	n.d.	n.d.
B	30 - 60	102	459	439	8,0	n.d.	11	27,6	8,7	4,9	1,7	9,1	n.d.	89
C1	60 - 83	431	251	318	8,1	n.d.	9	26,3	9,0	2,5	1,8	9,8	n.d.	88
C2	83 - 150	443	222	335	7,9	n.d.	7	14,4	5,0	2,5	0,5	2,6	n.d.	73
Cg	150 - >	535	250	215	6,6	n.d.	23	46,4	29,7	8,2	1,7	5,2	n.d.	96
P78: Fluentic Haploxerept														
Ap1	0-30/40	411	446	143	8,2	17	16	14,3	16,4	3,6	8,4	4,7	n.d.	107
Ap2	30/40- 50/60	374	448	178	8,4	26	7	13,3	12,6	3,3	4,9	2,0	n.d.	84
Bw1	50/60-100	398	416	186	8,4	31	7	12,6	13,1	3,6	5,4	2,1	n.d.	93
Bw2	100-140	465	389	146	8,7	39	6	9,5	8,4	3,8	2,5	2,8	n.d.	97
C	>140	363	485	152	8,9	47	5	11,1	10	6,2	2,3	6,4	-	122
P79: Fluentic Haploxerept														
Ap1	0-30	602	307	91	8,1	14	15	10,6	13,8	2,3	3,9	1,8	n.d.	100
Ap2	30-45	752	190	58	8,3	20	7	10,3	12,1	1,9	2,2	1,6	n.d.	87
Bw1	45-80	537	333	130	9,0	45	5	11,7	11,4	4	3,7	2,1	n.d.	85
Bw2	80-120	563	351	86	9,3	52	4	9,3	8,6	4,4	2,1	2,8	n.d.	100
Bw3	120-160	496	368	136	9,5	27	5	11,1	7,2	6,8	2,6	4,1	n.d.	100
P80: Aquic Haploxerept														
Ap	0-30	321	509	170	8,4	28	19	21,1	22,9	6	4,3	3,1	n.d.	89
Bw1	30-70	274	515	211	8,8	16	10	17,8	15,1	8,2	5	5	n.d.	100
Bw2	70-120	326	509	165	8,9	34	7	14,4	9,7	7,6	4,7	4,8	n.d.	100
BC	>120	273	474	253	8,6	15	8	16,6	12,1	9,4	6,4	2,6	n.d.	100
P81: Typic Xerofluent														
Ap	0-35	771	167	62	8,2	12	7	7,6	11,9	1,1	5,7	1,3	n.d.	100
C/B	35-78/80	799	157	44	8,4	17	6	6,7	10,9	7,9	4,1	1,2	n.d.	100
2B/A	78/80-120	638	292	70	8,5	32	5	9,6	16,8	1,4	1,8	1,4	n.d.	100
3B	120-160	522	380	98	8,5	44	7	15,5	20,3	3,4	2,1	1,8	n.d.	88
P82: Fluentic Haploxerept														
Ap	0-20	493	428	79	7,5	9	16	13,1	17,8	2,8	5,1	2,4	n.d.	104
Bw1	20-60	478	410	112	8,0	16	8	11,3	14,9	3,1	2,9	3,1	n.d.	101
Bw2	60-90	628	301	71	8,1	16	6	10,2	11,6	2,5	1,5	2,2	n.d.	87
Bw3	90-140	660	238	102	8,3	23	4	10,2	10,6	3	1,4	3,4	n.d.	90
BC	140-160	781	176	43	8,4	42	5	8,9	10,6	2,9	1,4	2,1	n.d.	97

Tab. 62 (continuazione): Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità G1

I suoli presenti in quest'unità costituiscono un'associazione di Typic Xerofluents, Mollic Xerofluents, Fluentic Haploxerepts, Aquic Haploxerepts, Fluentic Haploxeralfs, Fluentic Haploxerolls e Aeric Halaquepts.

Unità I

Paesaggi su colluvi e detriti di versante dell'Olocene.



Fig. 41: sullo sfondo detriti di versante olocenici

In quest'unità sono presenti tutti i depositi di versante e colluviali attribuiti all'Olocene. Sono presenti alla base dei versanti in prossimità dei maggiori corsi d'acqua.

I1

Substrato: colluvi e detriti di versante

Morfologia: pianeggianti e subpianeggianti

Vegetazione: macchia degradata, pascoli, colture erbacee, terreni incolti

Suolo: i pedoambienti presenti in questa unità sono rappresentati da morfologie poco articolate situate alla base dei versanti su cui si imposta una copertura rappresentata da macchia bassa e spesso intensamente sfruttati dall'attività agricola. I suoli sono stati caratterizzati attraverso i dati pedologici (P98 e P101) derivanti dal lavoro di Aru et al. (1982).

Oriz.	Spessore cm	Colore	Struttura ¹	Consistenza	Scheletro %	Radici ²	Limite inferiore	Note
P98: Typic Haploxerept								
A1	0 - 15/18	10YR4/4	3pol subang	friabile	5	3	chiaro, lineare	
AB	15/18- 26/30	7,5YR4/4	2 pol subang/an	friabile	15	2	chiaro, lineare	
Bw1	26/30 - 45/50	7,5YR4/4	2 pol ang	friabile	5/10	2	abrupto, lineare	
Bw2	45/50-70	7,5YR5/4	2 pol ang	friabile	15/20	0	abrupto, lineare	
P101: Typic Haploxerept								
A	0 - 20/22	10YR4,5/3	3 pol subang	friabile	20	3	abrupto, irregolare	
Bw	20/22-45	5YR4/6	1 pol ang	friabile	50	1	abrupto, irregolare	
C	45 - 60	5YR4/6	-	-	70	-		

1: 1=debole, 2=moderatamente sviluppata, 3=fortemente sviluppata; gran=granulare, pol subang=poliedrica subangolare, pol ang=poliedrica angolare, pris=prismatica;
2: 0=assenti, 1=poche, 2=comuni, 3=abbondanti

Tab. 63: Principali caratteri morfologici (allo stato umido) dei suoli ubicati nell'unità I1

Sono mediamente profondi (tab.63), con profili A1-AB-Bw1-Bw2 e A-Bw-C, tessitura FS e SF. Lo scheletro è elevato in tutti gli orizzonti, la struttura è poliedrica subangolare ed angolare e la consistenza da umido è friabile in tutti gli orizzonti.

I dati delle analisi chimiche sono incompleti e riportati nella tabella seguente.

Oriz.	Spessore cm	Sabbia g kg ⁻¹	Limo g kg ⁻¹	Argilla g kg ⁻¹	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ g kg ⁻¹	C org. g kg ⁻¹	CSC	Ca ⁺⁺ cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	Mg ⁺⁺ cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	K ⁺ cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	Na ⁺ cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	Ac	TSB %
P98: Typic Haploxerept														
A1	0 - 15/18	678	221	101	6,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
AB	15/18- 26/30	558	341	101	6,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw1	26/30 - 45/50	634	223	43	6,5	n.d.	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw2	45/50-70	732	181	87	6,8	n.d.	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
P101: Typic Haploxerept														
A	0 - 20/22	822	142	36	7,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bw	20/22-45	766	166	68	7,1	n.d.	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
C	45 - 60	676	130	194	6,6	n.d.	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Tab. 64: Principali dati analitici dei suoli ubicati nell'unità I1

I suoli dell'unità sui detriti di versante olocenici costituiscono una consociazione di Typic Haploxerepts.

Considerazioni finali sui suoli dell'area

L'analisi dettagliata dei suoli attraverso un campionamento puntuale ha permesso di valutare i differenti processi in atto, le diverse tipologie presenti e la loro variabilità in differenti contesti lito-morfologici.

Dalle caratteristiche approfondite nel paragrafo precedente si può sintetizzare come nell'area i suoli siano strettamente influenzati dai classici fattori che regolano i processi pedogenetici: litologia, morfologia, posizione fisiografica, vegetazione, uso del suolo, ecc. In particolare, su differenti substrati, sono stati osservati suoli alle prime fasi di evoluzione (Entisuoli), con spessori molto ridotti e con orizzonti poco differenziati. Sono particolarmente diffusi nelle aree di cresta e su morfologie aspre con forti acclività. L'assenza di una copertura forestale favorisce l'innescarsi dei processi di erosione ed asportazione superficiale, ostacolando, in questo modo, lo sviluppo della coltre pedologica.

L'evoluzione di queste tipologie di suolo verso forme più complete e con un maggior grado di sviluppo del profilo si osserva alle basse altitudini, in presenza di versanti con deboli pendenze su cui si imposta una macchia mediterranea fitta e continua. I suoli (Inceptisuoli) anche in questi pedoambienti non raggiungono mai spessori considerevoli, data la natura litoide e compatta dei substrati. I prodotti che ne derivano sono rappresentati da suoli moderatamente evoluti in cui, al di sotto dell'orizzonte minerale, è possibile osservare un orizzonte cambico di alterazione del substrato pedogenetico.

In corrispondenza di una diminuzione delle pendenze e nelle aree in cui prevalgono i processi di accumulo costituiti da detriti di falda, conoidi inattive e terrazzi fluviali, è possibile osservare spesso suoli molto evoluti (Alfisuoli), con profili ben differenziati ed evidenti fenomeni di illuviazione delle argille.

Infine, suoli molto profondi e fortemente influenzati da un elevato impatto antropico sono stati individuati nelle piane alluvionali ed in quelle costiere.

Questa sintetica rappresentazione costituisce una tipica, e ripetitiva, situazione pedologica del Foglio "549 - Muravera", con suoli legati tra loro in relazione a situazioni ambientali che si ripetono in modo analogo ogni volta che tali contesti si ripresentano.

Capitolo 5

CONCLUSIONI

L'analisi della variabilità spaziale dei suoli consente una valutazione complessiva dei fattori che influenzano i processi di pedogenesi e dei pedoambienti in differenti situazioni litologiche, morfologiche, di copertura ed uso del suolo.

La scelta della scala di rilievo costituisce un'importante fase del lavoro che non può prescindere dai suoi obiettivi.

Nel caso sia necessario rilevare in modo puntuale le variazioni spaziali dei caratteri dei suoli lo studio di estremo dettaglio rappresenta una scelta obbligata.

Nell'area di Monastir l'adozione di tale scala ha messo in risalto la variabilità spaziale dei caratteri intrinseci dei suoli come: le variazioni del contenuto di umidità e di scheletro, il contenuto di argille e/o di carbonati, le differenti profondità dell'orizzonte massivo, ed altri. Una caratterizzazione così dettagliata comporta l'apertura di un elevato numero di profili ed un consistente dispendio di risorse economiche che, nella maggior parte dei casi, non sono a disposizione del committente.

In questo lavoro è stata applicata una nuova metodologia (EMI) con l'utilizzo dello strumento EM38DD. Esso ha consentito di delimitare, in modo dettagliato, le aree con suoli aventi caratteri simili attraverso una zonazione della CEa dei suoli. In questo modo, l'apertura dei profili avviene in modo mirato in corrispondenza delle variazioni dei valori di CEa, comportando una riduzione consistente del numero di profili da eseguire ed un conseguente abbattimento dei costi.

Nel caso in cui l'obiettivo del lavoro sia la conoscenza della variazione spaziale dei suoli, e non dei singoli caratteri, a scala subregionale, il rilievo alla scala di semidettaglio rappresenta un ottimo compromesso.

Nell'area di Muravera, rappresentata dal Foglio geologico CARG "549 - Muravera", il rilievo alla scala di semidettaglio ha permesso una valutazione generalizzata dei pedoambienti ed una definizione dei processi in atto.

In particolar modo si è osservato come i suoli presentino un forte condizionamento del substrato, mostrandosi in genere sottili e poco profondi, con un basso grado di sviluppo. In corrispondenza di alti morfologici, e su substrati differenti, è presente spesso solo l'orizzonte superficiale ed il contatto con la roccia madre è netto.

Situazioni pedologiche simili sono state riscontrate anche in aree meno esposte, come le posizioni fisiografiche di basso versante e morfologie poco articolate. In questi ambienti, dove vi è una riduzione dell'impatto antropico, è possibile osservare anche profili con spessori limitati, ma ben differenziati e sviluppati. La presenza di spessori ridotti, dell'orizzonte cambico e di orizzonti di transizione, testimonia la tipicità con cui la pedogenesi si realizza su questi substrati, necessitando di tempi molto lunghi e situazioni stabili (copertura forestale) che ostacolano i fenomeni di erosione superficiale. In tale contesto è possibile osservare profili con gradi di evoluzione maggiori ed orizzonti ben strutturati, ma con spessori sempre ridotti. La presenza di suoli maggiormente evoluti, in cui è possibile osservare anche orizzonti di profondità ricchi in argilla illuviale, è stata riscontrata solamente nelle aree di accumulo, come la base dei versanti, in cui si impostano detriti e colluvi, e nelle aree pianeggianti.

Da quanto esposto si evidenzia che l'applicazione di scale di rilievo appropriate all'obiettivo consente:

- nel caso del rilievo di dettaglio, di raggiungere una conoscenza puntuale, talora metrica, delle variazioni spaziali dei caratteri dei suoli. L'applicazione dei metodi geofisici a supporto dei metodi di rilevamento tradizionali consente il conseguimento di ottimi risultati, attraverso un consistente abbattimento dei costi e dei tempi di analisi;
- nel rilievo alla scala di semidettaglio, una conoscenza globale delle tipologie, dei processi e dei pedoambienti di un'area molto vasta. I risultati, inoltre, sono stati utilizzati per la creazione di una carta delle unità di pedopaesaggio. Al suo interno sono contenute tutte le informazioni derivanti dal rilevamento pedologico e dall'analisi dei fattori costituenti il paesaggio. Essa rappresenta un utile strumento di sintesi del territorio, in relazione alle conoscenze attuali, ed un'ottima base di partenza per futuri studi di dettaglio.

Capitolo 6

BIBLIOGRAFIA

- Amador, J.A., Glucksman, A.M., Lyons, J.B. & Gorres, J.H., 1997. *Spatial distribution of soil phosphatase activity within a riparian forest*. Soil Sci., 162: 808-825.
- Arrigoni, P.V., 1968. *Fitoclimatologia della Sardegna*. Webbia, 23: 1-100.
- Arthaud, F., Matte, P., 1977. *Late Paleozoic strike-slip faulting in southern Europe and northern Africa: Result of a right-lateral shear zone between the Appalachians and the Urals*. Geol. Soc. Am. Bull., 88: 1305-1320.
- Aru, A., 1963. *Nota illustrativa alla carta pedologica della Bassa Valle del Flumendosa con particolare riferimento ai suoli salsi di Muravera e Villaputzu (Cagliari)*. Centro Regionale Agrario Sperimentale, Cagliari, 41 pp., 1 carta in scala 1:10.000.
- Aru, A., Baldaccini, P., Melis, R.T., Camarda, I., Ballero, M., Bocchieri, E., De Martis, B., 1982. *Ricerche pedologiche, floristiche e fenologiche sui pascoli del bacino del Rio S'Acqua Callenti (Villasalto, Sardegna sud-occidentale)*. Bollettino Soc. Sarda di Scienze Naturali, 21: 199-283.
- Baldaccini, P., Maccioni, L., Melis, R.T., 1979. *Su alcune toposequenze di suoli nel Bacino del Rio S'Acqua Callenti (Sardegna meridionale)*. Studi Sassaesi, Sez. III, Annali della Facoltà di Agraria dell'Univ. di Sassari, 27: 293-324.
- Barca, S., 1981. *Contributo alla stratigrafia del Siluriano-Devoniano del Sarrabus (Sardegna sud-orientale)*. Boll. Soc. Geol. It., 100: 85-92.
- Barca, S., Di Gregorio, F., 1979. *La successione ordoviciano-siluriana inferiore nel Sarrabus (Sardegna sud-orientale)*. Mem. Soc. Geol. It., 20: 189-202.
- Barca, S., Maxia, M., 1982. *Assetto stratigrafico e tettonico del Paleozoico del Sarrabus occidentale*. In: Guida alla Geologia del Paleozoico sardo. Guide Geologiche Regionali. Mem. Soc. Geol. It., 24: 87-93.
- Brady, N.C., Weil, R.R., 2002. *The nature and properties of soils*. Thirteenth Edition, Prentice Hall, Pearson Education Ltd., 960 pp.
- Burrough, P.A., 1983. *Multiscale sources of spatial variability in soil: I. the application of fractal concepts to tested levels of soil variation*. J. Soil Sci., 34: 577-626.

- Cahn, M.D., Hummel, J.W., Brouer, B.H., 1994. *Spatial analysis of soil fertility for site-specific crop management*. Soil Sci. Soc. Am. J., 58: 1240–1248.
- Calvino, F., 1959. *Lineamenti strutturali del Sarrabus-Gerrei (Sardegna sud-orientale)*. Boll. Serv. Geol. d'It., 81: 489-556.
- Calvino, F., 1972. *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, Foglio 227-Muravera*, Servizio Geologico d'Italia, pp. 60.
- Cambardella, C.A., Moorman, T.B., Nowak, J.M., Parkin, T.B., Karlen, D.L., Turco, R.F., Konopka, A.E., 1994. *Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils*. Soil Sci. Soc. Am. J., 58: 1501-1511.
- Carimati, R., Gossenberg, P., Marini, A., Potenza, R., 1980. Catalogo delle unità formazionali italiane. Boll. Serv. Geol. d'It., 101: 343-542
- Carmignani, L., Pertusati, P.C., 1977. *Analisi strutturale di un segmento della catena ercinica: il Gerrei (Sardegna sud-orientale)*. Boll. Soc. Geol. It., 98: 339-364.
- Carmignani, L., Coccozza, T., Minzoni, N., Pertusati, P.C., 1978. *Falde di ricoprimento erciniche della Sardegna a nord-est del Campidano*. Mem. Soc. Geol. It., 19: 501-510.
- Carmignani, L., Coccozza, T., Minzoni, N., Pertusati, P.C., Ricci, C.A., 1979. *E' la Corsica il retropaese della catena ercinica della Sardegna?* Mem. Soc. Geol. It., 20: 47-55.
- Carmignani, L., Coccozza, T., Ghezzi, C., Pertusati, P.C., Ricci, C.A., 1986. *Outlines of the Hercynian basement of Sardinia*. In: Guidebook to the Escursion on the Paleozoic basement of Sardinia. IGCP project N°5, Newsletter special issue: 11-21.
- Carmignani, L., Pertusati, P.C., Barca, S., Carosi, S., DiPisa, A., Gattiglio, M., Musumeci, G., Oggiano, G., 1992. *Struttura della Catena Ercinica in Sardegna*. Guida all'escursione, 177 pp.
- Carmignani, L., Conti, P., Pertusati, P.C., Barca, S., Cerbai, N., Eltrudis, A., Funedda, A., Oggiano, G., Patta, E.D., 2001. *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 549 Muravera*. 140 pp.
- Cherchi, A., Montadert, L., 1982. *Oligo-miocene rift of Sardinia and the early history of the Western Mediterranean Basin*. Nature, 298: 736-739.

- Couto, E.G., Stein, A., Klamt, E., 1997. *Large area spatial variability of soil chemical properties in central Brazil*. Agriculture, Ecosystems and Environment, 66: 139-152.
- De Martonne, E., 1926. *Une nouvelle fonction climatologique: l'Indice d'Aridité*. La Météorologie, 19.
- De Martonne, E., 1942. *Nouvelle carte mondiale de l'indice d'aridité*. Annales de Géogr.: 241-250.
- Dokuchaev, V.V., 1885. Russian Chernozems.
- Ente Autonomo del Flumendosa, 1998. *Nuovo studio dell'idrologia superficiale della Sardegna*. Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Programmazione, Bilancio ed Assetto del Territorio, Centro Regionale di Programmazione, Cagliari, CD-rom.
- Ente Regionale Sviluppo ed Assistenza Tecnica in Agricoltura, 1994. *Progetto per la valutazione dell'attitudine al pascolo dei suoli della Sardegna – Rilevamento pedologico dell'area n°3 Villasalto*.
- Frezzotti, M.L., 1992. *Magmatic immiscibility and fluid phase evolution in the Mount Genis granite (southeastern Sardinia, Italy)*. Geoch. Cosmoch. Acta, 56: 21-33.
- Gattiglio, M. e Oggiano, G., 1990. *L'Unità tettonica di Bruncu Nieddu e i suoi rapporti con le Unità della Sardegna sud-orientale*. Boll. Soc. Geol. Ital., 109: 547-555
- Ghezzi, C., Orsini, J.B., 1982. *Lineamenti strutturali e composizionali del batolite ercinico Sardo-Corso in Sardegna*. In: Guida alla geologia del Paleozoico sardo. Guide Geologiche Regionali. Mem. Soc. Geol. It, 24: 165-182.
- Giordano, A., 1999. *Pedologia*. Ed. UTET, Torino, 364 pp.
- Godwin, R.J., Miller, P.C.H., 2003. *A review of the technologies for mapping within-field variability*. Biosystems Engineering, 84 (4): 393-407.
- Gorres, J.H., DiChiaro, M.J., Lyons, J.B., Amador, J.A., 1998. *Spatial and temporal patterns of soil biological activity in a forest and an old field*. Soil Biol. Biochem., 30: 219–230.
- Jenny, H. 1941. *Factors of Soil Formation*. McGraw-Hill Book Company. 15 pp.

- Kachanoski, R.G., Gregorich, R.G., Van Wessenbeek, I.J., 1988. *Estimating Spatial variations of soil water content using non-contacting electromagnetic induction methods*. Can. J. Soc. Sci., 88: 715-722
- Lang, R., 1915. *Versuch einer erakten klassifikation der Boden in klimatischer und geologischer Hinsicht*. Intern. Mitteil. Fur Bodenkunde, 5: 312.
- Lesch, S.M., Strauss, D.J. & Rhoades, J.D., 1995. *Spatial prediction of soil salinity using electromagnetic induction techniques (1) Statistical prediction models: a comparison of multiple linear regression and cokriging*. Water Resources Research Vol 31, 2. American Geophysical Union. 373-386
- Lyons, J.B., Gorres, J.H., Amador, J.A., 1998. *Spatial and temporal variability of phosphorus retention in a riparian forest soil*. J. Environ. Qual., 27: 895-903.
- Mason, M.L., 2000. *Le piane costiere di San Priamo e Muravera (Sardegna sud-orientale), geologia delle coperture quaternarie, geopedologia ed alcuni aspetti applicativi*. Tesi di laurea A.A. 1998-1999, 142 pp.
- McBratney, A.B., Mendonca Santos, M.L., Minasny, B., 2003. *On digital soil mapping*. Geoderma, 117: 3-52.
- McNeil, J.D., 1986. Geonics EM38 Ground Conductivity Meter – *Operating Instructions and Survey Interpretation Techniques*. Technical Note TN-21. Geonics Ltd, 1745 Meyerside, Dr. Unit 8, Mississauga, Ontario, L5T 1C5. 1-26
- Miao, Y, Robinson, C. A., Stewart, B. A., Evett, S.R., 2000. *Comparison of soil spatial variability in crop and rangeland*. In Proceedings of the Fifth International Conference on Precision Agriculture, July 16-19, 2000, Bloomington, MN, USA. ASA-CSSA-SSSA, 677 South Segoe Road, Madison, WI.
- Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, 1997. *Metodi di analisi fisica del suolo*. Collana di metodi analitici per l'agricoltura, Franco Angeli Editore, Roma.
- Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, 2000. *Metodi di analisi chimica del suolo*. Collana di metodi analitici per l'agricoltura, Franco Angeli Editore, Roma.

- Oggiano, G., Di Pisa, A., 1988. *I graniti peralluminiferi sin-tettonici nell'area di Aggius-Trinità d'Agultu e loro rapporti con le metamorfiti di alto grado della Bassa Gallura (Sardegna settentrionale)*. Boll. Soc. Geol. It., 114: 465-475
- Orrù, M., 2004. *Rilevamento geopedologico del territorio comunale di Monastir e le sue applicazioni alla pianificazione urbanistica comunale*. Tesi di Laurea A.A. 2002-2003. 206 pp.
- Orrù, M., Vacca, A., 2004. *Il contributo della pedologica nella pianificazione comunale: applicazioni all'area di Monastir (Sardegna meridionale)*. Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo, 53 (1-2): 357-363.
- Ottonello, G. e Cremisini, C., 2006. *Presentazione*. In: Cartografia geochemica d'Italia, workshop di medio termine del progetto GEOBASI, Roma 13-14 dicembre 2005. Ed. ENEA, 19-21.
- Pecorini, G., Pomesano Cherchi, A., 1969. *Ricerche geologiche e biostratigrafiche sul Campidano meridionale (Sardegna)*. Mem. Soc. Geol. d'It. 8: 421-451.
- Perrier, E.R., Wilding, L.P., 1986. *An evaluation of computational methods for field uniformity studies*. Adv. Agron., 39: 265-312.
- Phillips, J.D., 2000. *Divergent evolution and the spatial structure of soil landscape variability*. Catena, 43, 2000: 101-113.
- Puddu, R., Sanna, F., Fanni, S., Fantola, F., Manca, D., Mereu, G., Fadda, N., Lai, P., Onano, M., 2002. *Realizzazione di un sistema di monitoraggio per il controllo del fenomeno di salinizzazione dei suoli: risultati della fase conoscitiva nella piana di Muravera-Villaputzu (Sardegna sud-orientale)*. Boll. Soc. It. Sci. Suolo, 51 (1-2): 607-625.
- Rasio, R., Vianello, G., 1990. *Cartografia pedologica nella pianificazione e gestione del territorio*. Collana sistema agricolo italiano, Franco Angeli Editore, 267 pp.
- Rasio, R., Vianello, G., 1995. *Classificazione e cartografia del suolo*. CLUEB Editore, 315 pp.
- Raun, W.R., Solie, J.B., Johnson, G.V., Stone, M.L., Whitney, R.W., Lees, H.L., Sembiring, H., Philips, S.B., 1998. *Microvariability in soil test, plant nutrient, and yield parameters in Bermudagrass*. Soil Sci. Soc. Am. J., 62: 683-690.

- Saldana, A., Stein, A., Zinck, J.A., 1998. *Spatial variability of soil properties at different scales within three terraces of the Henares River (Spain)*. *Catena*, 33: 139–153.
- Savelli, C., Beccaluva, L., Deriu, M., Macciotta, G., Maccioni, L., 1979. *K/Ar geochronology and evolution of the Tertiary "Calc-Alcalic" volcanism of Sardinia (Italy)*. *Journ. of Sed. Petro.*, 33: 180-190.
- Scarciglia, F., De Rosa, R., Apollaro, C., Vecchio, G., 2006. *Caratteri micromorfologici di alcuni profili di suolo nell'area di Muravera (Sardegna sud-orientale, Italia: dati preliminari)*. In: *Cartografia geochemica d'Italia, workshop di medio termine del progetto GEOBASI, Roma 13-14 dicembre 2005*. Ed. ENEA, 19-21.
- Seuffert, O., 1970. *L'evoluzione nel Campidano e nel bacino del Cixerri*. Traduzione italiana di: *Die Reliefentwicklung der Grabenregion Sardiniens. Ein Beitrag zur Frage der Entstehung von Flußflächen und Fußflächensystemen*. *Würzb. Geogr. Arb.* 24, 1-129, 12 fig., 20 foto, 10 carte.
- Sierra, J., 1996. *N mineralization and its error of estimation under field conditions related to the light fraction of soil organic matter*. *Aust. J. Soil Res.*, 34: 755–767.
- Soil Survey Division Staff, 1993. *Soil Survey Manual*. USDA-SCS Agric. Handb. 18. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- Soil Survey Staff, 2003. *Keys to Soil Taxonomy, 9th ed.* USDA-NRCS. U.S. Gov. Print Office, Washington, D.C., 332 pp.
- Sommer, M., Wehrhan, M., Zipprich, M., Weller, U., Zu Castell, W., Ehrich, S., Tandler, B., Selige, T., 2003. *Hierarchical data fusion for mapping soil units at field scale*. *Geoderma*, 112: 179-196.
- Sudduth, K.A., Kitchen, N.R., Hughes, D.F., Drummond, S.T., 1995. *Electromagnetic induction sensing as an indicator of productivity on claypan soils*. *Proceedings of the Second International Conference on Site Specific Management for Agricultural Systems*. (Eds.)
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., Keys, D.A., 1976. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press, New York, U.S.A., 860 pp.

- Tiantafilis, J, Huckel, A.I., McBratney, A.B., 1998. *Estimating deep drainage on field scale using a mobile EM sensing system and sodium-SaLF*. Proceedings of the 9th Australian Cotton Growers Research Association Conference. Broadbeach Queensland, August 12-14, 65-70.
- Vlotman W., 2000. *Calibrating the EM38*. In EM38 Workshop Proceedings. New Delhi, February 4, 2000. ILRI Ed. 1-21.
- Von Steiger, B., Nowack, K., Schulin, R., 1996. *Spatial variation of urease activity measured in soil monitoring*. J. Environ. Qual., 25: 1285–1290.
- Warrick, A.W., Nielsen, D.R., 1980. *Spatial variability of soil physical properties in the field*. In: Hillel, D. (Ed.), Applications of Soil Physics. Academic Press, New York, 319–344.
- Williams, B.G., Hoey, D., 1987. *The use of electromagnetic induction to detect the spatial variability of the salt and clays contents of soil*. Aust. J. Soil Res., 25: 21-28.
- Wollum, A.G.II., Cassel, D.K., 1984. *Spatial variability of Rhizobium japonicum in two North Carolina soils*. Soil Sci. Soc. Am. J., 48: 1082–1086.
- Yost, R.S., Uehara, G., Fox, R.L., 1982. *Geostatistical analysis of soil chemical properties of large areas. I. Semi-variograms*. Soil Sci. Soc. Am. J., 46: 1028-1032.
- Youden, W.J., Mehlich, A., 1937. *Selection of efficient methods for soil sampling*. Trans. Boyce Thompson Inst. Plant Res. n°9, 59–70.

Capitolo 7

RINGRAZIAMENTI

La fase dei ringraziamenti conclude da sempre i lavori che si sono protratti per lunghi mesi ed anni. Questa fase arriva nel momento in cui si tirano i remi in barca, cessa l'ansia che ti accompagna in queste fasi finali e l'adrenalina si trasforma in un senso di calma e di parziale soddisfazione.

In queste condizioni ci si lascia andare con i pensieri anche alle persone coinvolte che ti hanno aiutato, quelle che ti sono state vicine ed a quelle che ricadono all'interno della sfera familiare.

E' un piacere per chi scrive aver l'occasione di ringraziare il dott. Andrea Vacca, il tutor che mi ha accompagnato in questi tre anni, il quale si è sempre contraddistinto per l'altissima professionalità e preparazione, disponibilità, rispetto e comprensione in tutte le occasioni che si sono via via presentate.

I proff. Angelo Aru e Paolo Baldaccini che nelle se pur rare occasioni non hanno mancato di dimostrare il loro attaccamento alla scienza del suolo.

I tre anni di dottorato hanno rappresentato anche l'occasione per ampliare la sfera delle conoscenze, non solo scientifiche, ma anche private, trasformandosi nel tempo in veri rapporti di amicizia. E' doveroso per me, quindi, ringraziare il dott. Gianluca Cuozzo vero compagno di avventura con il quale ho condiviso tutte le fasi di questo lungo viaggio (non solo temporale ma anche spaziale).

Un particolare ringraziamento va anche al dott. Massimiliano Orrù che, grazie all'immensa disponibilità, ha prestato il suo operato per la realizzazione del presente lavoro.

La mia riconoscenza è rivolta anche ai ricercatori delle varie Unità Operative del Progetto GEOBASI, in particolare l'Unità di Cosenza e di Genova, che hanno contribuito con la massima professionalità e puntualità alle varie fasi del Progetto.

Un pensiero speciale è rivolto a Marcella, la mia compagna, con la quale proprio in questo triennio abbiamo iniziato un lungo e più importante cammino che non finirà certamente con la conclusione del dottorato.

Infine, l'ultimo pensiero, ma non il meno importante, è rivolto ai miei genitori, ai fratelli ed alle rispettive famiglie che nonostante le distanze ed i diversi impegni di ciascuno hanno mostrato sempre la loro vicinanza, ed ai miei nipotini che con la fine

del dottorato potremo finalmente stare vicini per più tempo ed affrontare lunghe chiacchierate, non sulla pedologia, promesso.