



Regione Toscana

Procedure tecniche metodologiche per la realizzazione di rilevamento pedologico in campagna e per la realizzazione di Unità di Paesaggio (UDP), di Unità Cartografiche (UC) e di Unità e Sottounità Tipologiche di suolo (UTS e STS) per la Banca dati dei Suoli della Regione Toscana



Marzo 2015

Soggetti Realizzatori:



SOMMARIO

SOMMARIO	2
STUDIO DEL TERRITORIO: FOTOINTERPRETAZIONE E REALIZZAZIONE DELLO STRATO DELLE UNITÀ DI PAESAGGIO E DELLE RELATIVE UNITÀ CARTOGRAFICHE	4
GENERALITÀ	4
IDENTIFICAZIONE DELLE UNITÀ DI PAESAGGIO	4
DESCRIZIONE DEL PAESAGGIO.....	5
<i>Generalità'</i>	5
<i>Fisiografia</i>	6
<i>Erosione</i>	7
<i>Substrato</i>	7
<i>Parametri complementari</i>	8
<i>Uso del suolo</i>	11
IDENTIFICAZIONE E DEFINIZIONE DELL'UNITÀ' CARTOGRAFICA	13
STUDIO DEL SUOLO: IDENTIFICAZIONE E DESCRIZIONE DELL' STS	14
GENERALITÀ	14
IDENTIFICAZIONE DELL' STS.....	15
DESCRIZIONE DEL PAESAGGIO.....	15
DESCRIZIONE DEL SUOLO	16
<i>Generalità</i>	16
<i>Profondità del suolo</i>	16
<i>Sequenza degli orizzonti</i>	17
<i>Scheletro</i>	17
<i>Classe tessiturale</i>	18
<i>Contenuto in calcare totale</i>	19
<i>Reazione</i>	19
<i>Saturazione in basi</i>	20
<i>Carbonio organico</i>	20
<i>Salinità</i>	21
<i>Drenaggio interno</i>	21
DESCRIZIONE DEL RANGE DI VARIABILITÀ DEGLI ORIZZONTI	23
DEFINIZIONE E DESCRIZIONE DELLE QUALITÀ DELL'STS	24
<i>Definizione della classe di capacità d'uso (LCC)</i>	24
<i>Caratteristiche idrauliche dell'STS</i>	26
<i>Descrizione esemplificativa</i>	31
<i>Capacità di accettazione delle piogge</i>	32
<i>capacità depurativa</i>	33
<i>Indice d'incrostamento superficiale</i>	34
<i>Descrizione esemplificativa</i>	34
RILEVAMENTO DI CAMPAGNA.....	35

GENERALITÀ.....	35
OSSERVAZIONI SPEDITIVE.....	36
PROFILI.....	37
FOTO DEI PROFILI E DELLE TRIVELLATE.....	37
ARCHIVIO FOTOGRAFICO.....	38
CAMPIONAMENTO DEI SUOLI.....	39
CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI.....	40
ANALISI CHIMICO-FISICHE.....	40
BIBLIOGRAFIA.....	43
ALLEGATO 1: TABELLA DI VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ D’USO DEI SUOLI DELLA REGIONE TOSCANA (LUGLIO 2014).....	49
ALLEGATO 2: GLOSSARIO DEI TERMINI PIÙ USATI NELLA DESCRIZIONE E NELLA CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI.....	56
ALLEGATO 3: GLOSSARIO DEI PROCESSI PEDOGENETICI.....	73
VERTISOLIZZAZIONE: PROCESSO DI RIMESCOLAMENTO FISICO DI MATERIALI DEL SUOLO GENERATO DA UN CONTINUO ALTERNARSI DI FENOMENI DI CONTRAZIONE E RIGONFIAMENTO DELLA FRAZIONE ARGILLOSA DEL SUOLO. TALE PROCESSO TENDE A MANIFESTARSI IN ZONE CLIMATICHE CARATTERIZZATE DA FORTI CONTRASTI STAGIONALI (CICLI DI GELO-DISGELO E DI INUMIDIMENTO-ESSICCAZIONE) ED IN SUOLI CONTENENTI ARGILLE DI TIPO ESPANDIBILE (SMECTITE IN PARTICOLARE). LA VERTISOLIZZAZIONE È CONTRADDISTINTA DALLA FORMAZIONE DI PROFONDE E AMPIE FESSURE VERTICALI ED A UNA PRECIPITAZIONE DENTRO A QUESTE DI SOSTANZA ORGANICA ED ALTRO MATERIALE SUPERFICIALE, CHE VENGONO COSÌ INGLOBATI E RIMESCOLATI NEGLI ORIZZONTI PROFONDI DEL SUOLO. IL PERIODICO FENOMENO DI CONTRAZIONE E RIGONFIAMENTO CAUSA INOLTRE LA FORMAZIONE SUGLI AGGREGATI DI VISIBILI FACCE DI PRESSIONE E DI SCIVOLAMENTO E LA PRESENZA DI UNA MICROMORFOLOGIA SUPERFICIALE A PICCOLI DOSSI.....	78

STUDIO DEL TERRITORIO: FOTOINTERPRETAZIONE E REALIZZAZIONE DELLO STRATO DELLE UNITÀ DI PAESAGGIO E DELLE RELATIVE UNITÀ CARTOGRAFICHE

GENERALITÀ

Nella fase di studio del territorio che precede la fotointerpretazione, la massima cura deve essere prestata alla ricerca bibliografica finalizzata alla raccolta dei documenti che possono guidare il rilevatore ad una migliore comprensione dell'ambiente e delle diverse condizioni in cui si sono formati ed evoluti i suoli oggetto di studio.

La costruzione di uno strato poligonale di Unità di Paesaggio (UDP) costituisce la base tecnica indispensabile in prima battuta per indirizzare correttamente il rilevamento pedologico di campagna e successivamente costituisce lo strato su cui realizzare la carta dei suoli. Le Unità di Paesaggio sono definite come ambienti omogenei per caratteri morfologici, litologici e di uso del suolo ed individuabili alla scala di semidettaglio, corrispondente a 1:25.000-1:50.000.

La metodologia di creazione delle Unità di paesaggio si basa sulla **fotointerpretazione** di foto aeree, sulle informazioni ricavabili da altri strati geografici (es. geologia, uso del suolo, etc.) e da informazioni rilevabili a terra con osservazioni pedologiche speditive (trivellate); la definizione, i criteri di delineazione e la terminologia per la descrizione delle Unità di Paesaggio deve essere fatta utilizzando i concetti, la terminologia e le legende contenuti nelle "Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici", Ministero delle Politiche agricole alimentari e forestali, a cura di Costantini E.A.C. relativamente al concetto di Unità di Terre, alle legende e ai significati della fisiografia, dell'elemento morfologico, delle classi di pendenza, della geologia del substrato e dell'uso del suolo.

Il criterio guida per la delimitazione dei poligoni delle unità di paesaggio è quello della ricerca di variazioni territoriali funzionali che possano corrispondere a variazioni dei principali caratteri pedologici.

Ogni Unità di Paesaggio dovrà essere identificata da una sigla e da una descrizione libera che utilizzi i concetti e la terminologia suddetti.

La base cartografica di riferimento per l'apposizione dei limiti delle Unità di Paesaggio è costituita dalle ortofoto digitali. Per l'interpretazione del territorio possono essere utilizzati strati informativi come DEM di dettaglio provenienti da sistemi LIDAR, immagini tele rilevate, immagini del volo GAI 1954.

IDENTIFICAZIONE DELLE UNITÀ DI PAESAGGIO

Il codice identificativo di ogni UDP è formato da due parti numeriche separate dal segno *underscore* (es. 19_5). Il primo numero si riferisce al sottosistema, mentre il secondo al paesaggio. Il sottosistema è quello definito dal progetto Carta dei suoli della Regione Toscana in scala 1:250.000 ed è distinto su base litologica. Il paesaggio è la somma di elementi morfologici e morfometrici e considera gli agenti erosivi, il

substrato e l'uso del suolo, oltre che eventuali caratteri discriminanti (rocciosità, pietrosità superficiale, rischio idraulico, quota, localizzazione geografica, ecc.). In altre parole l'insieme di tutti questi parametri definisce in modo inequivocabile l'unità di paesaggio.

Il codice deve essere univoco ed esclusivamente numerico. Pertanto non sono ammesse codifiche alfanumeriche, del tipo 55_5a. I codici riguardanti il paesaggio di ciascun sottosistema sono come già detto univoci, ma non rispettano una sequenza stabilita di forme o di altri caratteri, anche per il continuo arricchirsi di UDP dei sottosistemi interessati da rilevamenti di livello 3. Questo significa che l'_1 non significherà necessariamente sommità di quel determinato sottosistema, ma una qualsiasi unità di paesaggio, purché definita in modo inequivocabile. Sono peraltro ammessi "salti" nella sequenza della numerazione progressiva di ciascun sottosistema.

Attualmente il Livello 2 della Regione Toscana contempla poco meno di 800 Unità Di Paesaggio suddivise in circa 140 sottosistemi. Hanno tutte un formato standardizzato per quanto concerne la descrizione. L'armonizzazione della descrizione è stato uno degli obiettivi del Continuum pedologico regionale. Pertanto qualora nelle future aree di approfondimento (livello 3) del territorio della Toscana non fosse contemplata l'UDP risultante dalla fotointerpretazione, si dovrà seguire il format descritto di seguito.

DESCRIZIONE DEL PAESAGGIO

Generalità'

Il *format* prevede una sequenza stabilita di caratteri, valutati in modo il più possibile obiettivo ed univoco. La sequenza dei parametri valutati prevede per prima cosa la definizione fisiografica del paesaggio, facendo riferimento al manuale: "Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici", Ministero delle Politiche agricole alimentari e forestali, a cura di Costantini E.A.C.. In secondo luogo contempla una valutazione del fenomeno erosivo. Segue poi il riferimento al substrato d'origine. A questo punto della descrizione potranno essere aggiunti caratteri (facoltativi) che aiutino a discriminare una UDP da un'altra; per esempio la quota, la rocciosità, la pietrosità superficiale, la localizzazione geografica, ecc. L'ultimo parametro descrittivo della descrizione è l'uso del suolo e la vegetazione.

Sequenza schematica:

- 1) Morfologia (natura della forma, elemento morfologico);
- 2) Morfometria (pendenza, in classi);
- 3) Erosione (solo se moderata o forte, non descritta se assente o debole);
- 4) Substrato (in forma verbosa e senza sigle);
- 5) Caratteri accessori (facoltativi);
- 6) Uso del suolo e vegetazione.

Fisiografia

La fisiografia si definisce prendendo come riferimento la *natura della forma* ed, in qualche caso, *l'elemento morfologico* come è espresso nelle "Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici", Ministero delle Politiche agricole alimentari e forestali, a cura di Costantini E.A.C., 2007, pag. 155-159. L'aspetto più importante è quello riferito alla natura della forma, valutabile in scala ettometrica o chilometrica, coerentemente con l'estensione dell'unità di paesaggio.

Un esempio generico: **versante lineare**, o più specifico: **parte bassa di versante**. Meglio se si fa uso sia di uno specifico aspetto della natura della forma che di uno specifico elemento morfologico, ad es. **parte bassa di versante dissestato**.

Per quanto riguarda le UDP di pianura si definisce principalmente la natura della forma: per es. **fondovalle**, **piana alluvionale**, o **terrazzo alluvionale**. E' ammissibile che la definizione della forma possa essere arricchita da ulteriori informazioni, come per esempio: "**terrazzi fluvio-lacustri di II ordine del fiume Arno**".

Da evitare definizioni del tipo: "zone di fondovalle" o "superfici di fondovalle", esprimibili semplicemente con "fondovalle" oppure "zone sommitali" da correggere con "sommità". Poco comprensibili sono definizioni del tipo: "**superfici debolmente ondulate di terrazzi fluviali molto antichi**" perché non danno un'indicazione precisa né morfometrica né cronologica della forma in questione. Più correttamente si può parlare di "**superfici terrazzate pleistoceniche, molto debolmente pendenti**". E' necessario inoltre non fare confusione con il termine terrazzato. Nel caso di un versante terrazzato, come riportato nel manuale (op. cit.) tra le forme di origine antropica, è bene aggiungere: antropicamente. Pertanto si parla di "versanti terrazzati antropicamente". Infine, tutte le descrizioni delle forme devono essere fatte al plurale.

La descrizione morfologica dell'UDP è completata da informazioni riguardanti la pendenza. Il continuum pedologico regionale ha corretto ed armonizzato le disformità di terminologia pregresse. Pertanto non sono ammissibili termini come "elevata acclività di origine erosiva", "molto pendenti" o "subpianeggianti". La valutazione morfometrica fa invece sempre riferimento alle classi della "Guida alla Descrizione dei Suoli in Campagna e alla Definizione delle loro Qualità" a cura di Edoardo A.C. Costantini, Lorenzo Gardin e Rosario Napoli (2003), ISSDS - Regione Toscana, riprese nella revisione metodologica per la valutazione della Land Capability Classification dei suoli della Regione Toscana (Bottai, Gardin, Moscardini, 2014).

Descrizione	Classe in %
Superficie pianeggiante o molto debolmente pendente	< 5
Superficie debolmente pendente	6-13
Superficie moderatamente pendente	14-20
Superficie fortemente pendente	21-35
Superficie scoscesa o molto fortemente pendente	36-60
Superficie molto scoscesa	> 60

Tab.1 - classi di pendenza, E. Costantini (1991)

E' bene precisare che per pendenza va intesa come la classe prevalente all'interno della superficie dell'Unità di Paesaggio. Nel caso in cui le classi di pendenza più rappresentative siano due si estende il range nella descrizione. Così, per esempio, si descriveranno versanti lineari da moderatamente a

fortemente pendenti. E' evidente che una UDP costruita su una classe di pendenza preponderante rispetto alle altre, avrà maggiore omogeneità e migliore corrispondenza con l'unità cartografica di suolo corrispondente.

La definizione della classe di pendenza per ogni UDP deve passare anche attraverso un confronto di coerenza con l'analisi del DEM e con quanto riportato nella valutazione di Land Capability delle tipologie del Catalogo dei Suoli della Regione Toscana (*Revisione Metodologia Land Capability/Fertility Capability Classification, a cura di R. Moscardini - 2014*).

Erosione

Per quanto concerne la valutazione dell'**erosione** è quasi sempre presente nella descrizione delle UDP con termini che nell'ambito delle attività del continuum pedologico regionale sono stati normalizzati. Data la grande variabilità del fenomeno erosivo e la diversa conoscenza dei vari ambienti del territorio toscano, si è ritenuto di lasciare libertà di descrizione, con alcuni punti fermi. Se il fenomeno erosivo è ritenuto di debole intensità o assente si trascurava; quando invece ha intensità non trascurabile si descrive utilizzando due classi: **moderato** o **forte**. La valutazione dell'erosione idrica superficiale può rimanere generica: "versanti...soggetti ad erosione idrica superficiale moderata", attenendosi ad una indicazione di massima; qualora però sia chiara oltre che l'intensità anche il tipo è importante aggiungere se si tratta di erosione **diffusa** o **incanalata**.

In generale è bene fornire un'informazione il più possibile uniforme e coerente. Uno strumento utile a questo scopo è senza dubbio la conoscenza del valore d'**erosione potenziale** (*vedi Land Capability, op. citata*). Tale valore può consentire di disporre di un dato oggettivo da tener conto nella definizione del grado d'erosione di ciascuna Unità Di Paesaggio.

In qualche caso, e ci riferiamo particolarmente a sottosistemi con substrati argillosi o argillo-scistosi, dove sono presenti evidenti forme di erosione di massa è importante aggiungere una valutazione sintetica della franosità, coerentemente con le classi espresse nella carta regionale della Land Capability Classification per la specifica Sottounità Tipologica di Suolo (STS).

CLASSI di LAND CAPABILITY (franosità)								
PROPRIETA'	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
% di superficie interessata da frane	0 - 5 da assente a molto bassa	5, - 10 bassa	10, - 20 moderata	20, - 40 elevata	-	-	-	-

Tab.2 - classi di franosità

Substrato

Il **substrato** rappresenta un altro dei caratteri di valutazione obbligatori per la descrizione dell'UDP. Sebbene l'unità di paesaggio sia una scomposizione del sottosistema, a sua volta distinto su base litologica e quindi sia nota la natura del substrato, è comunque vero che in molti casi è importante operare dei

distinguo. Nel caso per es. del sottosistema 77 - MNT1_GIU1_GSP1 siamo in presenza di scisti siltosi, argilliti ed arenarie (Macigno di tipo "B"). E' chiaro però che un conto sarà il substrato arenaceo siltitico della UDP 77_23, ben diverso da quello marnoso argilloso della 77_39. Differenze queste che contribuiscono a determinare Unità Cartografiche e quindi tipologie di suolo differenti. Insomma la determinazione del membro di un substrato flyscioide è decisamente importante ai fini della determinazione dei caratteri specifici del paesaggio e di conseguenza del suolo o dei suoli che vi si originano.

Analogamente a quanto visto sopra, anche sui depositi pliocenici che occupano larghe porzioni di territorio toscano, si assiste ad una notevole variabilità tessiturale del substrato che è importante evidenziare, quando è possibile, proprio a livello di UDP. Anche per quanto riguarda il substrato non consolidato ed in particolare le alluvioni è importante specificare la qualità del deposito (argilloso-limoso, sabbioso, ecc.) perché discrimina l'UDP stessa.

Un esempio: nel sottosistema 45 - ERA1_PER1, l'UDP 45_1 descrive: "*Alveo attivo a canali intrecciati, in prevalenza pianeggiante, su depositi alluvionali fini a granulometria **argillosa, limosa o franca...***". Nello stesso sottosistema l'UDP 45_3 descrive: "*Fondivalle di raccordo con le colline sabbiose, da pianeggiante a debolmente pendente, su depositi alluvionali attuali o recenti in prevalenza **sabbiosi...***".

Per quanto concerne la terminologia utilizzata si fa riferimento a quanto riportato nella descrizione del sottosistema e quindi alle principali formazioni della carta geologica d'Italia in scala 1: 100.000, integrate, quando necessario, con le Unità del Continuum geologico della Regione Toscana in scala 1:10.000.

Parametri complementari

Con morfologia, morfometria, erosione e substrato, più l'indicazione dell'uso del suolo finale si completano i caratteri descrittivi obbligatori dell'unità di paesaggio. Prima dell'uso del suolo finale però, possono essere descritti parametri per così dire accessori, non presenti in tutte le descrizioni ma solo dove sia ritenuto significativo o discriminante rispetto ad altre UDP.

Tra i parametri complementari, non obbligatori, sono descrivibili: *quota, riferimento geografico, rischio d'inondazione, rocciosità, pietrosità superficiale.*

QUOTA

La quota ha ragione di essere descritta, quando si ritiene che ad essa si leghino differenziazioni climatiche significative, tali da determinare variazioni nello sviluppo di differenti processi pedogenetici (come per es. la formazione di un epipedon mollico o umbrico), nell'uso del suolo e della vegetazione o nelle limitazioni all'utilizzazione del suolo stesso.

Per quanto riguarda la *quota* attualmente compare in modo occasionale nella descrizione di alcune UDP. Si tratta per lo più di UDP appartenenti a sottosistemi di carattere locale: 26 - CNO1_FRE1_SGH1 (Massarella, FI), 89 - PAG1_PDC1 (Monte Amiata), 106 - RAV1_VRG1 (Alpi Apuane), 100 - PPE1_CAL1 (Alta valle del fiume Serchio).

In qualche caso, in sottosistemi di larga estensione come: 77 - MNT1_GIU1_GSP1, 99 - PON1_MRS1_PGG1 e 126 - SPV1_MCE1_LIP1, relativi alla formazione del macigno o 130 - STB1_CPE1_VCA1, relativa a calcari, la presenza della quota è ammessa qualora contribuisca a costituire una discriminante rispetto ad un'altra

UDP del medesimo sottosistema. E'opportuno, anche in questo caso, come per le pendenze, eseguire un controllo di coerenza con l'analisi del DEM. Nella descrizione dell'UDP le informazioni riguardanti la quota, quando presenti, seguono di norma il substrato, preferibilmente in questa forma: *"parti alte e medio-alte di versanti fortemente erosi, con pendenze da scoscese a molto scoscese, su marmi e grezzoni, ubicati a quote al di sopra di 900 m. s.l.m."*

RIFERIMENTO GEOGRAFICO

Il *riferimento geografico* costituisce un carattere descrittivo talvolta interessante per definire e contestualizzare immediatamente un'UDP e talvolta per discriminare due o più UDP molto simili, ma ubicate in aree diverse e spesso distanti tra loro, tanto da esprimere anche Unità Cartografiche di suolo, differenti.

Alcuni esempi:

nel sottosistema 44 – EOL1_CHE1 le UDP 44_1, 44_2 e 44_3 sono molto simili:

44_1 Conoidi e fasce di colluvio: superfici di piede di versante, alla base dei rilievi arenacei dei monti Ballone e D'Alma, da molto debolmente pendenti a debolmente pendenti. Uso del suolo: seminativo. (Pian D'Alma, Castiglion della Pescaia, GR).

44_2 Conoidi e fasce di colluvio: superfici di piede di versante, alla base dei rilievi arenacei del monte Bottigli, molto debolmente pendenti. Uso del suolo: seminativo. (Rispecchia, GR).

44_3 Conoidi e fasce di colluvio: superfici di piede di versante, alla base dei rilievi arenacei del monte D'Alma, molto debolmente pendenti. Uso del suolo: seminativo. (Gavorrano, GR).

Ognuna di queste UDP esprime una Unità Cartografica di suolo diversa: all'UDP 44_1 si legano principalmente i suoli CHE1, all'UDP 44_2 i suoli EOL1 e all'UDP 44_3 i suoli RRP1. Sostanzialmente siamo però su forme di paesaggio analoghe. L'indicazione geografica, in questo caso, garantisce di conservare l'informazione pedologica.

Nel sottosistema 99 - PON1_MRS1_PGG1, le UDP 99_36 e 99_44 sono simili: si tratta di

"Creste sommitali arrotondate e stretti crinali convessi, con pendenza da debole a moderata, fortemente erosi, su arenarie. Uso del suolo: praterie e arbusteti, più raramente da bosco di latifoglie mesofile". La 99_36 è un'UDP estensiva diffusa in gran parte dei rilievi appenninici del macigno di tipo "A", mentre l'UDP 99_44 è locale (Bassa Valle del Serchio) ed è stata individuata dopo il rilevamento di livello 3, BVS. Esprimono tipologie di suolo diverse ed anche in questo caso la localizzazione geografica viene molto utile per evidenziare una differenziazione pedologica significativa, altrimenti non cartografabile.

Il riferimento geografico, se necessario o comunque utile, è fatto di regola in fondo alla descrizione dell'unità di paesaggio, tra parentesi. Occasionalmente e soprattutto per alcune zone di pianura può essere collocato all'inizio della descrizione e riguardare sia un comprensorio territoriale di una certa ampiezza come per es.: *Entroterra del litorale livornese tra Rosignano e Bolgheri, LI* o *Valdichiana senese* o ancora *Valtiberina*, come pure ambiti territoriali molto ristretti: *Pieve Fosciana - Alta Valle del Serchio, LU* o *Paganico - Valle dell'Ombrone, GR*.

RISCHIO D'INONDAZIONE

Il *rischio d'inondazione* rappresenta un carattere accessorio di indubbia utilità per alcune UDP di pianura a cui fornisce un elemento di valutazione e caratterizzazione non secondario. E' molto utile inserirlo nella descrizione, nel caso in cui costituisca un elemento di discriminazione tra UDP diverse, all'interno dello stesso sottosistema.

Un esempio:

Sottosistema: 104 - PUN1_TER1_GRU1

UDP 104_1 Aree depresse dell'antico lago di Bientina, su depositi lacustri argillosi con rilevante componente organica nel suolo. Presenza di ristagni idrici per gran parte dell'anno. **Rischio d'inondazione da elevato a molto elevato**. Uso del suolo: specie vegetali palustri e seminativo, quando possibile.

UDP 104_2 Aree depresse della Piana di Fucecchio, su depositi lacustri torbosi e argillosi. Presenza di ristagni idrici per gran parte dell'anno. **Rischio d'inondazione da elevato a molto elevato**. Uso del suolo: vegetazione naturale composta da specie palustri.

UDP 104_3 Superfici pianeggianti nell'alveo dell'ex lago Bientina e del padule di Fucecchio, su depositi lacustri argillosi. Presenza di ristagni idrici per una parte dell'anno. **Rischio d'inondazione da moderato ad elevato**. Uso del suolo: seminativo e prato avvicendato.

UDP 104_4 Superfici pianeggianti poste prevalentemente nelle zone più meridionali degli alvei di Bientina e Fucecchio, su depositi prevalentemente di natura alluvionale (alluvioni del fiume Arno). **Rischio d'inondazione basso**. Uso del suolo: seminativo e prato avvicendato.

Il rischio d'inondazione è riferito alla pericolosità idraulica valutata in base al tempo di ritorno degli eventi alluvionali, coerentemente con quanto riportato nella Land Capability delle tipologie del Catalogo dei Suoli della Regione Toscana.

PIETROSITÀ SUPERFICIALE E ROCCIOSITÀ

Pietrosità superficiale e rocciosità, sono altri due parametri descrittivi dell'UDP che possono essere considerati, facoltativamente, nella descrizione. Hanno significato per unità di paesaggio di estensione contenuta. La loro valutazione scaturisce in prevalenza da informazioni ricavate dal rilevamento a terra e non da fotointerpretazione. Ovviamente perdono significato per UDP largamente estensive, dove questi due parametri hanno spesso una grande variabilità. La valutazione di rocciosità e/o pietrosità superficiale viene fatta in base alle seguenti tabelle:

Descrizione	Aggettivo di rocciosità	Classe in %
assente	Assente	0
scarsamente roccioso	Scarsa	0-2
roccioso	Moderata	2-10

molto roccioso	Elevata	10-25
estremamente roccioso	Estrema	25-90
roccia affiorante	Totale	>90

Tab. 3 - classi di rocciosità, ISSDS (1997)

Descrizione	Classe in cm
pietrosità media (ciottoli)	7,5-25
pietrosità grande (pietre e massi)	25-50

Tab. 4 - classi dimensionali di pietrosità superficiale, SSM (1993)

Descrizione	Classe in %
assente	0
molto scarsa	0-0,3
scarsa	0,3-1
comune	1-3
frequente	3-15
abbondante	15-50
molto abbondante	50-90
affioramento di pietre	>90

Tab. 5 - classi di abbondanza di pietrosità superficiale, ISSDS (1997)

Uso del suolo

L'uso del suolo è l'ultimo parametro di valutazione obbligatorio presente nella descrizione. Per quanto attiene alla forma è necessario che il riferimento all'uso del suolo sia fatto in fondo alla descrizione dell'UDP, immediatamente prima dell'eventuale riferimento geografico. E' introdotto da **Uso del suolo:** (...) ed espresso al singolare. Per es. *Uso del suolo: seminativo e prato avvicendato* o *Uso del suolo: vegetazione naturale composta da specie palustri*.

E' ammessa, in via generale, una definizione generica; anche perché molte UDP hanno estensioni tali da comprendere svariati usi del suolo. Ciò premesso è comunque auspicabile, quando possibile, una maggiore specificità, soprattutto in ambito forestale: *bosco ceduo di roverella e latifoglie termofile*, *bosco ceduo di specie quercine, con copertura colma* o *bosco di latifoglie mesofile (castagno, carpino, cerro)*.

Si può fare riferimento alle descrizioni presenti nelle “Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici”, Ministero delle Politiche agricole alimentari e forestali, a cura di Costantini E.A.C., 2007; tabelle 4.25 e 4.26.

Aggiungere vegetazione solo in caso di ambienti naturaliformi (boschi, etc.)

LIVELLI_PAESAGGIO				
COD_LIV_PAES	NOME_LIV_PAES	LIV_PAES	DESCRI_LIV_PAES	SCALA
SR	Soil Region	1		10.000.000,00
SIST	Sistema	2		1.000.000,00
SST	Sottosistema	3		250.000,00
UDP	Unità di paesaggio	4		50.000,00

Tab. 6 - livelli di paesaggio nel DB

PAESAGGI	
COD_PAESAGGIO	DESCRI_PAESAGGIO
100_1	Superfici da molto debolmente pendenti a debolmente pendenti, localizzate nella parte bassa della conoide di Pieve Fosciana, a quote comprese tra 300 e 340 m. s.l.m. Pietrosità: da scarsa a comune. Uso del suolo: prato permanente irriguo, seminativo avvicendato e seminativo arborato. (Pieve Fosciana - Alta Valle del Serchio, LU).
100_2	Superfici da molto debolmente pendenti a debolmente pendenti, localizzate sulla parte medio alta della conoide di Pieve Fosciana; superfici stabili che degradano leggermente verso il fiume Serchio, localmente leggermente gradonate e terrazzate, poste a quote comprese tra 340 e 400 m. s.l.m. Pietrosità superficiale da assente a frequente. Uso del suolo: prato permanente irriguo, seminativo avvicendato e seminativo arborato. (Pieve Fosciana - Alta Valle del Serchio, LU).
100_3	Superfici pianeggianti o debolmente pendenti di terrazzi fluviali residuali, a limitata estensione areale, ben raccordate ai vicini versanti, dai quali si originano i depositi colluviali che ricoprono i depositi fluviali stessi, anche con spessori notevoli, a quote comprese tra 300 e 400 m. s.l.m. Pietrosità superficiale scarsa. Uso del suolo: prato permanente irriguo e seminativo avvicendato. (Alta e Media Valle del Serchio, LU).
100_4	Terrazzi fluviali relitti rappresentati da superfici da fortemente pendenti a scoscese, soggette a forte erosione, ubicate a quote comprese tra 250 e 400 m. s.l.m. Pietrosità superficiale frequente. Uso del suolo: bosco di latifoglie. (Alta e Media Valle del Serchio, LU).

Tab. 7 - campi relativi al codice del paesaggio ed alla descrizione del paesaggio nel DB

IDENTIFICAZIONE E DEFINIZIONE DELL'UNITA' CARTOGRAFICA

Ad ogni Unità di Paesaggio per la scala del semidettaglio e ad ogni Sottosistema per una scala del riconoscimento corrisponde una specifica Unità Cartografica che ne rappresenta la connotazione pedologica, in forma di consociazione o di associazione di suoli. Pertanto si possono definire come unità cartografiche l'insieme di delimitazioni pedologiche o poligoni contraddistinte dallo stesso contenuto pedologico. Ogni unità cartografica è identificata da una sigla univoca. Sono stati definiti due tipi di unità cartografiche: la **consociazione** e l'**associazione**.

Nella *consociazione* le aree delimitate sono dominate da un singolo suolo e da suoli simili. Almeno il 50% dei suoli in ogni delimitazione di una consociazione appartengono alla stessa unità tassonomica e danno il nome all'unità cartografica. La maggior parte del resto della delimitazione consiste di suoli così simili al suolo dominante che le caratteristiche differenziali non incidono in modo significativo. L'ammontare totale delle inclusioni dissimili di altri componenti, in una unità cartografica, non dovrebbe superare il 15%, se limitanti, e il 25% se non limitanti. Un singolo componente di un'inclusione dissimile, limitante, non dovrebbe superare il 10%, se è molto contrastante. L'identificativo della consociazione è espresso dalla sigla della sottounità tipologica di suolo (STS), seguita dal segno underscore. Per esempio l'UC PON1_ esprime la consociazione di suoli Pontepetri.

Nell'*associazione*, invece, le aree delimitate sono dominate da due o più suoli dissimili che sono disposti secondo un "pattern" che si ripete regolarmente, conosciuto e definibile. I suoli principali di un'associazione possono essere cartografati separatamente ad una scala di maggior dettaglio. Essi differiscono per morfologia o comportamento in modo tale da non poter chiamare l'UC consociazione. In ogni delimitazione tutti i suoli principali sono normalmente presenti, anche se le loro proporzioni possono variare in modo sensibile da una delimitazione ad un'altra. L'ammontare totale di inclusioni diverse dai componenti principali non dovrebbe superare il 15%, se limitanti, o il 25%, se non limitanti, ed un singolo tipo di inclusione diversa limitante non dovrebbe superare il 10%. L'identificativo dell'associazione è espresso dalle sigle della sottounità tipologiche di suolo (STS) principali, intervallate dal segno underscore. Per esempio l'UC MLP1_FGN1 esprime l'associazione di suoli Malpasso e Fagnina, dominanti all'interno dell'UC.

World reference base for soil resources 2014, nel capitolo dedicato alle "regole per la creazione di legende cartografiche" definisce quanto segue:

a dominant soil only	dominant soils represent $\geq 50\%$ of the soil cover
a dominant soil plus a codominant soil and/or one or more associated soils	
two or three codominant soils	codominant soils ≥ 25 and $< 50\%$ of the soils cover
two or three codominant soils plus one or more associated soils	associated soils represent ≥ 5 and $< 25\%$ of the soil cover

Tab. 8 – unità cartografiche secondo WRB 2014

In questo caso le unità cartografiche con un solo suolo dominante o con un suolo dominante più un suolo codominante sono da considerarsi "**consociazioni**"; quelle in cui non esistono suoli dominanti ma solo codominanti, in numero di due o tre, sono da considerarsi "**associazioni**". I suoli che danno il nome all'Unità Cartografica (per convenzione al massimo tre) sono quelli più frequenti e non i soli presenti.

UC_STS						
COD_UC	sts_code	COD_PROGETTO	perc	note1	note2	UC250K_code
ABB1_	ABB1	250k	80			ABB1_
ABB1_	BEL1	250k	20			ABB1_

Tab. 9 - la tabella UC_STS del DB

STUDIO DEL SUOLO: IDENTIFICAZIONE E DESCRIZIONE DELL' STS

GENERALITÀ

Il suolo è un corpo naturale, tridimensionale, posto sulla superficie terrestre, con funzione primaria di supporto alla vita vegetale. Le sue proprietà derivano dall'azione, nel tempo, del clima e degli organismi viventi sulla roccia madre e sono condizionate dalla morfologia. I suoli di conseguenza variano nello spazio quando cambia uno o più fattori che contribuiscono a formare un suolo. Questo permette di poter riconoscere diversi TIPI DI SUOLO e di classificarli. Esistono diversi sistemi di classificazione. La Regione Toscana, come molte altre regioni, ha adottato la Soil Taxonomy (USDA) contestualmente al WORLD REFERENCE BASE (WRB). La Soil Taxonomy consente di definire i suoli a diversi livelli, dal più generico l'Ordine, al più specifico la Serie. Ogni Serie è caratterizzata da un'originale combinazione di un set di caratteri, espressi in RANGE, che la individuano in modo univoco e la differenziano dalle altre serie appartenenti alla stessa Famiglia (livello gerarchico superiore).

Per la definizione delle Tipologie pedologiche, intese come Unità tipologiche di suolo (UTS) e Sottounità tipologiche di suolo (STS) e per i criteri della loro differenziazione si fa riferimento a quanto riportato nelle "Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici", Ministero delle Politiche agricole alimentari e forestali, a cura di Costantini E.A.C. pag.10 e segg.

In particolare si intende per UTS: *"l'insieme dei siti pedologici con attributi geografici comuni e con caratteri genetici simili, con una certa variabilità di problematiche gestionali. Ogni UTS ha perlomeno una STS"*. L'STS è invece *"un insieme di siti pedologici con caratteri applicativi simili"*.

Per contributi geografici si intendono le diverse combinazioni di clima, morfologia, litologia ed uso del suolo del livello geografico di riferimento. Per caratteri genetici si intendono i processi pedogenetici, gli orizzonti genetici, le proprietà ed i materiali diagnostici. Per caratteri applicativi si intendono le problematiche gestionali, di conservazione del suolo e di attitudine colturale. Le STS si distinguono all'interno delle UTS in quanto sono caratterizzate da sostanziali differenze nei comportamenti, nelle qualità e nelle problematiche di gestione del suolo in ambito agro-forestale e ambientale e *sono il contenitore di base delle informazioni relative alle qualità dei suoli, quindi il mattone fondamentale delle valutazioni.*

IDENTIFICAZIONE DELL' STS

Per quanto riguarda la loro descrizione e la revisione delle tipologie esistenti è necessario operativamente la compilazione delle apposite tabelle presenti nella banca dati (tabelle UTS, STS, STS_DESCRIZIONI, SITO_ATTRIBUZIONE). Ad ogni nuova tipologia di suolo dovrà essere dato un nome prendendo spunto dalla località ove la tipologia è più rappresentativa (tabella **UTS**); dal nome deriva il codice identificativo costituito da una sigla di tre lettere. Ogni Unità tipologica deve avere almeno una sottounità (tabella **STS**) e per ciascuna di esse vanno riportati il nome (es. nome della fase) e la località tipica.

Per esempio l'UTS **Verciano** si indica con le tre lettere VRC. Al suo interno sono definite 2 STS: la *fase tipica*, indicata con la sigla VRC1 e la *fase limoso grossolana* con la sigla VRC2.

Per fasi si intendono le "facies" geografiche e di uso riconducibili ad una stessa serie (Soil Survey Staff, 1999). Le fasi non individuano importanti differenze di paesaggio rispetto a quello della serie a cui appartengono, così come non se ne distinguono a livello tassonomico.

E' quindi una suddivisione che può essere applicata ai diversi livelli della classificazione del suolo secondo l'USDA (Serie, Famiglie, Sottogruppi, ecc.) basata su elementi che condizionano l'uso e la gestione di quel suolo.

I più comuni attributi che individuano le fasi sono la tessitura o la pietrosità dell'orizzonte superficiale, la presenza di strati organici di superficie, la rocciosità, la pendenza, la profondità del suolo, il diverso substrato, la presenza / assenza di falda, la salinità o sodicità, la fisiografia, lo spessore degli orizzonti, l'erosione, il clima, l'inondabilità.

Il concetto di fase deve essere ben distinto da quello di Variante di serie che si riferisce a suoli con caratteri e classificazione diverse da quelle della serie di riferimento, ma di limitata estensione. Le varianti di serie individuano porzioni di territorio sensibilmente dissimili da quelle individuate dalle fasi della serie di riferimento.

DESCRIZIONE DEL PAESAGGIO

Nella tabella **STS_DESCRIZIONI**, nel campo "paesaggio" deve essere riportata la **descrizione del paesaggio**, con i principali caratteri ambientali, quali la geologia del substrato, la fisiografia e i principali caratteri stazionali (rocciosità, pietrosità, pendenza), l'uso del suolo e la vegetazione prevalente. La terminologia da utilizzare deve essere quella presente nel manuale di rilevamento.

L'STS ACC1, *fase tipica dei suoli Acciaiole*, nel campo "paesaggio" viene così descritta: "*versanti con vallecole non aggradati, pendenti, soggetti ad erosione idrica da moderata a forte di tipo prevalentemente incanalato. Uso del suolo: bosco di latifoglie mesotermofile a prevalenza di cerro, roverella e leccio e subordinatamente oliveto e seminativo*". Descrizione che riprende in pratica il format della descrizione dell'UDP (vedi sopra), anche se in questo caso, è riferita strettamente all'STS.

DESCRIZIONE DEL SUOLO

Generalità

Nel caso di consociazioni di suoli la descrizione del paesaggio dell'STS e quello dell'UDP di riferimento possono coincidere. Nel campo "suoli" deve essere riportata la **descrizione dei suoli**, nella quale si descrivono, facendo uso delle classi e dei termini riportati nel manuale di rilevamento, i seguenti caratteri, specificando quando necessario il tipo di orizzonte a cui si riferiscono:

profondità del suolo,
sequenza degli orizzonti,
scheletro nel profilo (aggettivo dimensionale e di abbondanza),
classe tessiturale,
contenuto in calcare totale,
reazione,
saturazioni in basi,
contenuto in carbonio organico,
salinità,
drenaggio.

Descrizione esemplificativa dell'STS **RBT1**, suoli *Robette fase tipica*: "suoli profondi, a profilo Ap-Bt, da ghiaiosi a molto ghiaiosi, a tessitura franco argillosa ed argillosa, non calcarei, da moderatamente acidi a neutri, a saturazione da alta a molto alta, da ben drenati a moderatamente ben drenati". Per la descrizione del suolo devono essere seguite le seguenti definizioni e tabelle:

Profondità del suolo

Si intende la "profondità utile alle radici" ovvero la profondità reale in cm dello spessore di suolo esplorabile dalle radici. Si considera di includere in questo spessore di suolo gli orizzonti dalla superficie fino al raggiungimento di un orizzonte che presenta una radicabilità inferiore al 30%. Orizzonti impenetrabili o difficilmente penetrabili possono essere: la roccia, i sedimenti consolidati, i fragipan, gli orizzonti petrocalcici, gli orizzonti con falda permanente, il chimismo sfavorevole, la presenza di elevate quantità di frammenti di roccia o di concrezioni, ecc.

Descrizione	Classe in cm	aggettivo
Molto scarsa	<25	Sottili
Scarsa	25-50	Poco profondi
Moderatamente	50-100	Moderatamente profondi
Elevata	100-150	Profondi
Molto elevata	>150	Molto profondi

Tab. 10 - profondità del suolo - Soil Survey Manual (1993), FAO (1990)

Sequenza degli orizzonti

Si fa uso delle lettere principali O A E B C R (indicando se presenti le transizioni es. AB, BC ... o la compresenza di più orizzonti es. A/B, E/B ...) e dei suffissi sotto elencati:

Suffisso	Criteri di determinazione
a	sostanza organica fortemente decomposta (humus)
b	orizzonte genetico sepolto
c	concrezioni o noduli
co	materiali coprogeni
d	strato addensato (impedente la penetrazione radicale)
e	sostanza organica moderatamente decomposta
f	suolo permanentemente ghiacciato o ghiaccio (permafrost); non stagionale; ghiaccio sottosuperficiale
ff	suolo permanentemente ghiacciato (permafrost "secco"); non stagionale; ghiaccio non continuo
g	forte gleyificazione
h	accumulo illuviale di complessi organici
i	sostanza organica poco o non decomposta
j	accumulo di jarosite
jj	evidenze di crioturbazione
k	accumulo di carbonati secondari
m	forte cementazione pedogenetica, indurimento
n	accumulo pedogenetico di sodio scambiabile
o	accumulo di ferro e alluminio residuali (pedogenetici)
p	strato arato o con altri disturbi di origine antropica
q	accumulo di silice pedogenetica secondaria
r	roccia alterata o soffice
s	accumulo illuviale di ferro ed alluminio
ss	facce di scivolamento, <i>slickensides</i>
t	accumulo di argilla illuviale
u	presenza di manufatti umani
v	plintite
w	sviluppo di aggregazione e evidenze di colorazione (all'interno di B)
x	caratteri di fragipan
y	accumulo pedogenetico di gesso
z	accumulo pedogenetico di sali più solubili del gesso

Tab. 11 - elenco dei suffissi da utilizzare - *Keys to Soil Taxonomy, Soil Survey Staff, (2006)*

Scheletro

Sono da considerare scheletro tutti i frammenti grossolani litoidi superiori a 2 mm di diametro. Abbondanza e dimensioni devono essere indicate utilizzando gli aggettivi presenti nelle seguenti tabelle:

Descrizione	Classe in %	Aggettivo
assente	0	

scarso	0,1 - 5	scarsamente
comune	5,1 - 15	scarsamente
frequente	15,1 - 35	
abbondante	35,1 - 70	molto
molto abbondante	>70	estremamente

Tab. 12- classi di abbondanza dello scheletro - SOIL SURVEY STAFF (1993)

Descrizione	Classe in mm	Aggettivo
ghiaia	2 - 75	ghiaioso
ciottoli	75,1 - 250	ciottoloso
pietre	250,1 - 600	pietoso
massi	> 600	pietoso a blocchi

Tab. 13- classi dimensionali dello scheletro - SOIL SURVEY STAFF (1993)

Così suoli con scheletro nel profilo mediamente intorno al 10% con dimensioni comprese tra 5 e 20 mm, sarà descritto come: "suoli...scarsamente ghiaiosi,...".

Classe tessiturale

Le classi tessiturali richieste nella descrizione dell'STS sono quelle della tassonomia americana, elencate nella tabella seguente, ove le classi franco sabbiosa, sabbioso franca e sabbiosa sono ulteriormente suddivise in ragione delle classi dimensionali delle sabbie.

A	argillosa	40% o più di argilla, 45 % o meno di sabbia e meno del 40% di limo
AL	argilloso limosa	40% o più di argilla e 40 % o più di limo
AS	argilloso sabbiosa	35% o più di argilla e 45 % o più di sabbia
FLA	franco limoso argillosa	Dal 27% (compreso) al 40 % (escluso) di argilla e 20% o meno di sabbia
FA	franco argillosa	Dal 27% (compreso) al 40 % (escluso) di argilla e dal 20% (escluso) al 45 % (compreso) di sabbia.
FSA	franco sabbioso argillosa	Dal 20 % (compreso) al 35 % (escluso) di argille, meno del 28 % di limo e più del 45 % di sabbia
FL	franco limosa	50% o più di limo e dal 12 % (compreso) al 27 % (escluso) di argilla , o dal 50 % al 80 % (escluso) di limo e meno del 12 % di argilla.
L	limosa	80 % o più di limo e meno del 12 % di argilla
F	franca	Dal 7 % (compreso) al 27 % (escluso) di argilla, dal 28 % (compreso) al 50 % (escluso) di limo e 52 % o meno di sabbia.
FS	franco sabbiosa	Dal 7 al 20 % di argilla, più del 52% di sabbia, e % di limo più 2 volte % di argilla è maggiore o uguale di 30; o meno del 7% di argilla, meno del 50 % di limo e più del 43% di sabbia.
FSG	franco sabbioso grossolana	25% o più di sabbia molto grossa e grossa e meno del 50% di ogni altro tipo di sabbia
FSM	franco sabbiosa	30% o più di sabbia molto grossa, grossa e media, ma meno del 25% di sabbia molto grossa e meno del 30% di sabbia fine e molto fine

FSF	franco sabbioso fine	<i>30% o più di sabbia fine e meno del 30% di sabbia molto fine o 15-30% di sabbia molto grossa, grossa e media</i>
FSV	franco sabbioso molto fine	<i>30% o più di sabbia molto fine o 40% o più di sabbia fine e molto fine metà della quale è costituita da sabbia molto fine, ed inoltre meno del 15% di sabbia molto grossa, grossa e media</i>
SF	sabbioso franca	Tra il 70 e il 91 % di sabbia e % di limo più 1,5 volte % di argilla è uguale o maggiore di 15; e % di limo più 2 volte % di argilla è minore di 30
SFG	sabbia franca grossolana	<i>25% o più di sabbia molto grossa e grossa e meno del 50% di ogni altro tipo di sabbia</i>
SFM	sabbia franca	<i>25% o più di sabbia molto grossa, grossa e media e meno del 50% di sabbia fine e molto fine</i>
SFF	sabbia franca fine	<i>50% o più di sabbia fine; oppure meno del 25% di sabbia molto grossa, grossa e media e meno del 50% di sabbia molto fine</i>
SFV	sabbia franca molto fine	<i>50% o più di sabbia molto fine</i>
S	sabbiosa	Più dell' 85% di sabbia e % di limo più 1,5 volte % di argilla è minore di 15.
SAG	sabbia grossolana	<i>25% o più di sabbia molto grossa e grossa e meno del 50% di ogni altro tipo di sabbia</i>
SAM	sabbia	<i>25% o più di sabbia molto grossa, grossa e media e meno del 50% di sabbia fine e molto fine</i>
SAF	sabbia fine	<i>50% o più di sabbia fine; oppure meno del 25% di sabbia molto grossa, grossa e media e meno del 50% di sabbia molto fine</i>
SAV	sabbia molto fine	<i>50% o più di sabbia molto fine</i>

Tab. 14 - classi tessiture - SOIL SURVEY STAFF (1993)

Contenuto in calcare totale

S' inserisce nella descrizione la valutazione del contenuto di calcare totale seguendo quanto riportato dalla seguente tabella, con valori espressi in percentuale:

descrizione	valori %
non calcareo	<0.5
scarsamente calcareo	0.5-1
debolmente calcareo	1-5
moderatamente calcareo	5-10
molto calcareo	10-20
fortemente calcareo	20-40
estremamente calcareo	>40

Tab. 15 - classi di contenuto in calcare - ISSDS-Regione Toscana (2003)

Reazione

Si descrive la variabilità del pH facendo uso delle classi e della terminologia sottostanti. La valutazione della reazione è in qualche modo complementare a quella del contenuto da calcare. Devono essere entrambe sempre presenti.

descrizione	valori di pH
estremamente acida	<4.5
fortemente acida	4.5-5
moderatamente acida	5.1-6
debolmente acida	6.1-6.5
neutra	6.6-7.3
debolmente alcalina	7.4-7.8
moderatamente alcalina	7.9-8.4
fortemente alcalina	8.4-9
estremamente alcalina	>9

Tab. 16 - classi di reazione - ISSDS-Regione Toscana (2003)

Saturazione in basi

L'inserimento della valutazione del tasso di saturazione in basi è richiesto solo in presenza di suolo non calcareo, assumendo un'importanza particolare, di tipo diagnostico, per suoli da moderatamente acidi a fortemente acidi. La tabella che segue classifica il tasso di saturazione in 5 classi:

descrizione	valori % (TSB)
molto bassa	<35
bassa	35-50
media	50-60
alta	60-75
molto alta	>75

Tab. 16 - classi di saturazione in basi - ISSDS-Regione Toscana (2003)

Carbonio organico

Il contenuto di carbonio organico rientra nei parametri descrittivi della sottounità tipologica di suolo (STS) solo quando supera il valore di 1,36 % ed è quindi, secondo la tabella di valutazione sottostante, elevato o molto elevato.

descrizione	C organico %	sostanza organica %
molto scarso	<0.45	<0.79
scarso	0.45-0.90	0.79 – 1.58
medio	0.90-1.36	1.58 – 2.39
elevato	1.36-1.81	2.39 – 3.18
molto elevato	>1.81	>3.18

Tab. 17 - classi di contenuto di carbonio organico e di sostanza organica - ISSDS-Regione Toscana (2003)

Salinità

Si descrive la classe di salinità, specificando se si tratti di salinità superficiale o profonda o l'orizzonte a cui ci si riferisce, facendo uso delle classi e della terminologia sottostanti e soltanto nel caso in cui sia maggiore di moderata:

descrizione	EC _e (mS/cm)	EC _s (mS/cm)
trascurabile	0-2	<0,150
moderata	2-4	0,150-0,400
forte	4-8	0,400-0,800
molto forte	8-16	0,800-2
eccessiva	>16	>2

Tab. 18 - classi di salinità - ISSDS-Regione Toscana (2003)

Classe generale	EC _e mS/cm	EC1:5 mS/cm	EC1:2,5 mS/cm	EC1:1 mS/cm	Classe fondamentale	Effetti della salinità
NON SALINO	< 2	< 0,15	< 0,28	< 0,9	Non salino	<i>Effetto della salinità per lo più trascurabile.</i>
	2-4	0,15-0,4	0,28-0,75	0,9-1,8	Leggermente salino	<i>Produttività di colture molto sensibili si possono ridurre.</i>
SALINO	4-8	0,4-0,8	0,75-1,5	1,8-3,6	Moderatam. salino	<i>Produttività ridotta di molte colture.</i>
	8-16	0,8-2	1,5-3,8	3,6-7,3	Molto salino	<i>Solo colture tolleranti producono in modo soddisfacente.</i>
MOLTO SALINO	> 16	> 2	> 3,8	> 7,3	Estremamente salino	<i>Solo poche colture molto tolleranti producono in modo soddisfacente</i>

Tab. 18 - classi di salinità ed effetti sulle colture - ISSDS-Regione Toscana (2003)

Drenaggio interno

Per drenaggio interno s'intende una qualità del suolo riferita alla frequenza ed alla durata dei periodi durante i quali il suolo non è saturo o è parzialmente saturo d'acqua. La valutazione deve considerare le condizioni stagionali più limitanti. La velocità e la modalità del drenaggio interno dipendono dalla conducibilità idraulica degli orizzonti del suolo, dalla profondità della falda e dalla fisiografia del sito e del territorio circostante.

E' bene precisare che stiamo parlando di una stima e non di una valutazione basata su dati certi come nel caso dei parametri descrittivi precedentemente esposti.

La tabella che segue fornisce comunque le indicazioni sufficienti per individuare in campo la classe di drenaggio interno del suolo.

Descrizione	
<i>Eccessivamente drenato</i>	Questi suoli hanno una conducibilità idraulica alta (da 10 a 100 $\mu\text{m/s}$) e molto alta (>100 $\mu\text{m/s}$) e un basso valore di acqua utilizzabile (AWC bassa o molto bassa, <100 mm). Non sono adatti alle colture almeno che non vengano irrigati. Sono suoli privi di screziature.
<i>Talvolta eccessivamente drenato</i>	Questi suoli hanno una alta conducibilità idraulica (da 10 a 100 $\mu\text{m/s}$) ed un più alto valore di acqua utilizzabile (AWC bassa o moderata, >50 mm ma <150 mm). Senza irrigazione possono essere coltivate solo un ristretto numero di piante e con basse produzioni. Sono suoli privi di screziature.
<i>Ben drenato</i>	Questi suoli trattengono una quantità ottimale di acqua (AWC elevata o molto elevata, >150 mm) ma non sono abbastanza umidi in superficie o per un periodo abbastanza lungo nella stagione di crescita da condizionare negativamente le colture. Sono suoli di solito privi di screziature.
<i>Moderatamente ben drenato</i>	Questi suoli sono abbastanza umidi in superficie per un periodo sufficientemente lungo da condizionare negativamente le operazioni di impianto e raccolta delle colture mesofitiche almeno che non venga realizzato un drenaggio artificiale. I suoli moderatamente ben drenati hanno comunemente uno strato a bassa conducibilità idraulica (da 0,1 a 0,01 $\mu\text{m/s}$) uno stato di umidità relativamente alto nel profilo, un apporto di acqua per infiltrazione o alcune combinazioni fra queste condizioni. Hanno figure di ossidoriduzione comuni almeno sotto i 75 cm.
<i>Piuttosto mal drenato</i>	Questi suoli sono abbastanza umidi in superficie o per un periodo sufficientemente lungo da ostacolare gravemente le operazioni di impianto, di raccolta o di crescita delle piante almeno che non venga realizzato un drenaggio artificiale. I suoli piuttosto mal drenati hanno comunemente uno strato a bassa conducibilità idraulica, un elevato stato di umidità nel profilo, un apporto di acqua per infiltrazione o una combinazione fra queste condizioni. Generalmente hanno figure di ossidoriduzione da comuni ad abbondanti almeno sotto i 50 cm; possono anche mostrare screziature da ristagno temporaneo dovute alla presenza di una suola di aratura.
<i>Mal drenato</i>	Questi suoli sono generalmente umidi vicino o in superficie per una parte considerevole dell'anno, cosicché le colture a pieno campo non possono crescere in condizioni naturali. Le condizioni di scarso drenaggio sono dovute ad una zona satura, ad un orizzonte con bassa conducibilità idraulica, ad infiltrazione di acqua o ad una combinazione fra queste condizioni. Generalmente hanno figure di ossidoriduzione da comuni ad abbondanti entro i primi 50 cm.
<i>Molto mal drenato</i>	Questi suoli sono umidi vicino o in superficie per la maggior parte del tempo. Sono abbastanza umidi da impedire la crescita di importanti colture (ad eccezione del riso) almeno che non vengano drenati artificialmente. Generalmente hanno screziature con chroma ≤ 2 abbondanti fin dalla superficie del suolo.

Tab. 19 - classi di drenaggio interno – E. Costantini (2006)

Infine può essere senza dubbio utile per la descrizione dell'STS aggiungere informazioni riguardanti la presenza di **falda acquifera** e la presenza di **caratteri vertici** (fessurazioni e facce di pressione e scivolamento).

Con la valutazione del parametro riguardante il drenaggio interno si completa la descrizione dell'STS nel

campo **suoli** della tabella **STS_DESCRIZIONI** del DB.

STS_DESCRIZIONI			
sts_code	suoli	regime termico	regime idrico
ABB1	Suoli poco profondi, a profilo A-(AC)-Cr, molto ghiaiosi e ciottolosi, a tessitura franca e franco argillosa, molto calcarei, debolmente alcalini, ben drenati.	mesic	ustic
ABN1	Suoli molto profondi, a profilo Ap-E-Bt-Btg, non ghiaiosi, a tessitura franco sabbiosa in superficie ed argilloso sabbiosa in profondità, non calcarei, da debolmente acidi a neutri, a saturazione molto alta, moderatamente ben drenati.	thermic	xeric
ACC1	Suoli moderatamente profondi, a profilo A-Ck, non ghiaiosi, a tessitura franco sabbiosa, da debolmente calcarei in superficie ad estremamnte calcarei in profondità, da debolmente a moderatamente alcalini, talvolta eccessivamente drenati.	thermic	xeric
ACC2	Suoli da moderatamente profondi a profondi, a profilo Ap-AC(Bw)-2Cg, non ghiaiosi, a tessitura franco argillosa, moderatamente calcarei, da moderatamente a molto alcalini, da moderatamente ben drenati a piuttosto mal drenati.	mesic	ustic
ACV1	Suoli profondi, a profilo Ap-Bw-Bg, da non ghiaiosi a scarsamente ghiaiosi, a tessitura franco limoso argillosa, da non calcarei a moderatamente calcarei in profondità, debolmente alcalini, moderatamente ben drenati.	thermic	ustic
ADT1	Suoli poco profondi, a profilo Ap-R, scarsamente ghiaiosi, a tessitura franco sabbiosa e franca, non calcarei, da debolmente acidi a neutri, a saturazione molto alta, ben drenati.	mesic	ustic

Tab. 20 – il campo “suoli” nella tabella STS_DESCRIZIONI del DB

E’ peraltro necessario descrivere anche due aspetti dell’STS e cioè il range di variabilità dei vari orizzonti della tipologia di suolo e le qualità del suolo stesso.

DESCRIZIONE DEL RANGE DI VARIABILITÀ DEGLI ORIZZONTI

La variabilità dei caratteri va inserita nel campo **range_orizzonti** sempre della tabella **STS_DESCRIZIONI** del DB. Qui si descrivono tutti i diversi orizzonti che compongono il suolo, premettendo la sequenza tipica di successione. Per esempio: *“La sequenza caratteristica degli orizzonti genetici è: Ap-Bw-Bg”*.

Di ciascun orizzonte vanno descritti i seguenti parametri:

denominazione dell’orizzonte,

spessore dell’orizzonte,

colore della matrice,

colore ed abbondanza delle screziature,

classe tessiturale,
 scheletro,
 struttura (forma e grado di sviluppo),
 concrezioni (tipo ed abbondanza) se presenti,
 pellicole (tipo ed abbondanza) se presenti,
 facce di pressione e/o di scorrimento (tipo ed abbondanza) se presenti,
 effervescenza all'acido cloridrico (HCl),
 reazione.

Tutti questi parametri devono essere descritti in base al manuale: "Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici", Ministero delle Politiche agricole alimentari e forestali, a cura di Costantini E.A.C.". Pertanto la descrizione finale del range di variabilità degli orizzonti di una determinata STS, dovrà essere conforme all'esempio esposto di seguito:

STS_DESCRIZIONI	
sts_code	range_orizzonti
FAR1	Sequenza caratteristica degli orizzonti genetici: Ap-Btc-BC-C. L'orizzonte Ap è spesso 50 cm, di colore bruno rossastro (5YR 4/4), a tessitura argillosa, scheletro frequente, tessitura argillosa, struttura principale di tipo granulare debolmente sviluppata e struttura secondaria poliedrica subangolare moderatamente sviluppata, effervescenza all'HCl assente, neutro. Segue un orizzonte Btc che raggiunge la profondità di circa 110 cm, di colore rosso giallastro (5YR 5/6), con screziature di colore bruno (7.5YR 5/2), comuni, tessitura argillosa, scheletro scarso, struttura prismatica moderatamente sviluppata, concentrazioni soffici ferro-manganesifere comuni, pellicole di argilla scarse, effervescenza all'HCl assente, neutro. Al di sotto un orizzonte BC, che arriva fino a 150 cm di profondità, di colore bruno forte 7,5YR 4/6, con screziature di colore bruno chiaro (7,5YR 6/3), molte, a tessitura franco argillosa, scheletro scarso, struttura poliedrica subangolare debolmente sviluppata, concentrazioni soffici ferro-manganesifere, comuni, effervescenza assente, moderatamente acido. Chiude la sequenza un orizzonte C, con screziature di colore grigio chiaro (10YR 7/1), massivo, moderatamente acido.

Tab. 21 - il campo "range_orizzonti" nella tabella STS_DESCRIZIONI del DB

DEFINIZIONE E DESCRIZIONE DELLE QUALITÀ DELL'STS

Definizione della classe di capacità d'uso (LCC)

Le qualità dei suoli vanno inserite nel campo **qualità**, sempre della tabella **STS_DESCRIZIONI** del DB. Per descrivere le qualità del suolo occorre innanzitutto definire la classe di capacità d'uso del suolo stesso e quindi mettere in evidenza sia le qualità che le limitazioni alla sua utilizzazione. La classificazione della capacità d'uso (*Land Capability Classification, LCC*) è un metodo che viene usato per classificare le terre non in base a specifiche colture o pratiche agricole, ma per un ventaglio più o meno ampio di sistemi agro-silvo-pastorali. La metodologia originale è stata elaborata dal servizio per la conservazione del suolo del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (Klingebiel e Montgomery, 1961).

Molto sinteticamente si può dire che le **classi** di capacità d'uso raggruppano sottoclassi che possiedono lo stesso grado di limitazione o rischio. Sono designate con numeri romani dall'I all'VIII in base al numero ed alla severità delle limitazioni e sono definite come segue.

Le **classi** di capacità d'uso raggruppano sottoclassi che possiedono lo stesso grado di limitazione o rischio. Sono designate con numeri romani dall'I all'VIII in base al numero ed alla severità delle limitazioni e sono definite come segue.

Suoli arabili

- Classe I: suoli senza o con poche limitazioni all'utilizzazione agricola. Non richiedono particolari pratiche di conservazione e consentono un'ampia scelta tra le colture diffuse nell'ambiente.
- Classe II: suoli con moderate limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono alcune pratiche di conservazione, quali un'efficiente rete di affossature e di drenaggi.
- Classe III: suoli con notevoli limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono un'accurata e continua manutenzione delle sistemazioni idrauliche agrarie e forestali.
- Classe IV: suoli con limitazioni molto forti all'utilizzazione agricola. Consentono solo una limitata possibilità di scelta.

Suoli non arabili

- Classe V: suoli che presentano limitazioni ineliminabili non dovute a fenomeni di erosione e che ne riducono il loro uso alla forestazione, alla produzione di foraggi, al pascolo o al mantenimento dell'ambiente naturale (ad esempio, suoli molto pietrosi, suoli delle aree golenali).
- Classe VI: suoli con limitazioni permanenti tali da restringere l'uso alla produzione forestale, al pascolo o alla produzione di foraggi.
- Classe VII: suoli con limitazioni permanenti tali da richiedere pratiche di conservazione anche per l'utilizzazione forestale o per il pascolo.
- Classe VIII: suoli inadatti a qualsiasi tipo di utilizzazione agricola e forestale. Da destinare esclusivamente a riserve naturali o ad usi ricreativi, prevedendo gli interventi necessari a conservare il suolo e a favorire la vegetazione.

All'interno della classe di capacità d'uso è possibile raggruppare i suoli per tipo di limitazione all'uso agricolo e forestale (sottoclassi). Con una o più lettere minuscole, apposte dopo il numero romano che indica la classe, si segnala immediatamente all'utilizzatore se la limitazione, la cui intensità ha determinato la classe d'appartenenza, è dovuta a proprietà del suolo (**s**), ad eccesso idrico (**w**), al rischio di erosione (**e**) o ad aspetti climatici (**c**). Le proprietà dei suoli e delle terre adottate per valutarne la LCC vengono così raggruppate:

(s) limitazioni dovute al suolo

profondità utile per le radici

tessitura
scheletro
pietrosità superficiale
rocciosità
fertilità chimica dell'orizzonte superficiale
salinità
drenaggio interno eccessivo

(w) limitazioni dovute all'eccesso idrico

drenaggio interno
rischio di inondazione

(e) limitazioni dovute al rischio di erosione e di ribaltamento delle macchine agricole

pendenza
erosione idrica superficiale
erosione di massa

(c) limitazioni dovute al clima

interferenza climatica

Recentemente la Regione Toscana ha elaborato una revisione dei parametri di stima per la valutazione dell'LCC, partendo dalla metodologia seguita nel 2004 e confrontandola con i metodi utilizzati dall'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo di Firenze e da alcune tra le più importanti regioni italiane. Ne è scaturita una tabella dove trovano posto modifiche e miglioramenti nel segno della massima oggettività possibile della valutazione della capacità d'uso dei suoli (vedi allegato 1).

Attraverso questa tabella si può definire classe e sottoclasse di LCC dell'STS in esame, in modo tale da elaborare piuttosto facilmente la descrizione da inserire nel campo qualità.

Suoli definiti di III classe di LCC, saranno descritti come: "suoli idonei alla coltivazione, ma con notevoli limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono un'accurata e continua manutenzione delle sistemazioni idrauliche agrarie e forestali."

Questa prima definizione introduce, in modo verboso, la classe di LCC di riferimento, dopodiché si passa ad analizzare quali sono le sottoclassi che costituiscono limitazioni all'utilizzazione del suolo. In altre parole quei caratteri negativi, se esistono, che determinano (in negativo) l'attribuzione della classe di LCC. Si può trattare di un solo carattere o di più caratteri insieme. I caratteri possono riguardare una singola sottoclasse o più sottoclassi.

Caratteristiche idrauliche dell'STS

Nel caso di limitazioni dovute all'eccesso idrico (sottoclasse w) sono da valutare essenzialmente il **drenaggio interno** e il **rischio d'inondazione**, che determinano l'assegnazione di LCC. Ciò nonostante nella

descrizione delle caratteristiche idrauliche del suolo, è necessario prendere in considerazione e valutare anche i seguenti parametri:

A.W.C.

conducibilità idraulica,

presenza e profondità della falda acquifera.

A.W.C.

Per quanto riguarda la stima dell'**A.W.C.** (Available Water Capacity o capacità di acqua disponibile) si fa riferimento a quanto riportato sulla **Guida alla Descrizione dei Suoli in Campagna e alla Definizione delle loro Qualità**, di Regione Toscana e I.S.S.D.S., 2003, a cura di Edoardo A.C. Costantini, Lorenzo Gardin e Rosario Napoli, in cui si espone un esempio per effettuare la stima dell'AWC fatta secondo Thomasson & Jones (1989) e Thomasson in Hodgson (1997), in parte modificata.

Per ognuno degli orizzonti presenti nei primi 150 cm di spessore o sino al limite inferiore della profondità utile alle radici se più superficiale:

a. definire la classe tessiturale del Soil Survey of England and Wales (SSEW); di seguito ne sono riportati i limiti tessiturali:

Classi tess. SSEW	limiti tessiturali in %		
	A	S	L
Clay ²	≥ 35	< 45	< 45
Silty clay ³	≥ 35		≥ 45
Sandy clay ³	≥ 30	≥ 45	< 20
Sandy clay loam ³	≥ 18; < 30	≥ 50	
Clay loam ³	≥ 18; < 35	≥ 20; < 50	> 20
Silty clay loam ³	≥ 18; < 35	< 20	
Silt loam ³	< 18	< 20	
Sandy silt loam ³	< 18	≥ 20; < 50	
Sandy loam ²	< 18	≥ 50;	L+2A ≥ 30
Loamy sand ¹		> 70; < 91	L+1,5A ≥ 15; L+2A < 30
Sand ¹		> 85	L+1,5A < 15

¹classi che corrispondono esattamente con le omonime classi USDA

²classi che hanno una corrispondenza quasi completa con le omonime classi USDA

³classi che non hanno o hanno solo una corrispondenza parziale con le classi USDA

Tab. 22 - classi tessiturali secondo il Soil Survey of England and Wales

gli aggettivi fine, media e grossolana che compaiono nella tabella 23 sono riferiti alle dimensioni delle sabbie secondo i limiti granulometrici del SSEW, che sono i seguenti:

SSEW			USDA		
Clay		<0,002 mm	Clay		<0,002 mm
	fine	0,002-0,006			
Silt	medium	0,006-0,02	Silt		0,002-0,05
	coarse	0,02-0,06			
	fine	0,06-0,2		fine-v, fine	0,05-0,25
Sand	medium	0,2-0,6	Sand	medium	0,25-0,5

	coarse	0,6-2		coarse-v.coarse	0,5-2
--	--------	-------	--	-----------------	-------

Tab. 23 – confronto tra i limiti tessuturali tra SSEW and Wales e USDA

b. **stimare o calcolare la densità di compattamento** (= densità apparente + 0,009% argilla); individuare nella tabella 24 il valore di AWC corrispondente alla classe granulometrica SSEW e alla densità di compattamento, valore espresso in mm per 10 cm di spessore di suolo

Classe tessutturale SSEW	AWC (mm) orizzonte A	AWC (mm) orizzonte B e C Densità di compattamento (gcm^{-3})		
		bassa <1,4	media 1,4-1,75	alta >1,75
argillosa	17	21 (15)	16 (8)	13 (7)
argilloso limoso	17	21 (15)	15 (8)	12 (7)
argilloso sabbioso	17	19 (14)	15 (10)	13 (8)
franco sabbioso argilloso	17	19 (14)	15 (10)	13 (8)
franco argillosa	18	21 (14)	16 (10)	12 (7)
franco limoso argillosa	19	21 (12)	17 (10)	12 (6)
franco limosa	23	23 (17)	22 (14)	15 (9)
franca limosa sabbiosa fine	22	22 (16)	21 (15)	15 (9)
franca limosa sabbiosa media	19	19 (13)	17 (11)	15 (9)
franca limosa sabb. gross.	19	23 (17)	19 (11)	15 (7)
franca sabbiosa fine	18	22(17)	18 (13)	17 (11)
franco sabbiosa media	17	17(13)	15 (11)	11 (8)
franco sabbiosa gross.	17	22 (15)	16 (11)	11 (8)
sabbiosa franca fine	18	15 (13)	15 (13)	-
sabbioso franca media	13	12 (9)	9 (6)	-
sabbioso franca gross.	11	11 (7)	8 (6)	-
sabbiosa fine	-	14 (12)	14 (12)	-
sabbiosa media	12	7 (5)	7 (5)	-
sabbiosa gross.	-	5 (4)	5 (4)	-

Tab. 24 - stima dell' A.W.C. per classe tessutturale SSEW e classe di densità di compattamento

c. **stimare la percentuale di scheletro** presente nella sezione di riferimento e individuare il valore di AWC per i tipi di roccia, pietre e ghiaie riportati nella tabella 25, valori espressi in mm per 10 cm di spessore equivalente di roccia; questa tabella può essere utilizzata anche per orizzonti Cr o R

Tipi di roccia, pietre ($\varnothing > 75$ mm) o ghiaie ($\varnothing < 75$ mm)	AWC
Tutte le rocce o pietre coerenti e compatte	1(0,5)
Arenarie friabili a tessitura media o grossolana	3 (2)
Rocce o pietre metamorfiche o magmatiche alterate	4 (2)
Calcarei dolomitici o oolitici friabili	4 (3)
Arenarie friabili a tessitura fine	5 (3)
Rocce o pietre friabili argillose o siltose	8 (5)
Calcarei friabili a grana fine (chalk)	10 (7)
Ghiaia di litotipi non porosi	2 (1)
Ghiaia di litotipi porosi (in particolare i litotipi friabili descritti sopra)	5 (3)

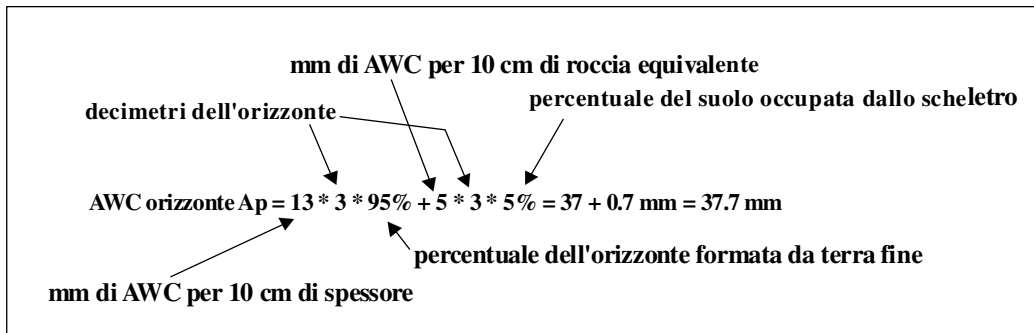
Tab. 25 - stima dell' A.W.C. per tipologia di roccia

I valori tra parentesi indicano l'acqua "facilmente disponibile" (tra 0,05 e 2 bar di pressione); le caselle vuote coincidono con valori di fatto non rilevabili o non supportati da prove sperimentali.

Calcolare il valore di AWC come nel seguente esempio:

Suolo profondo 120 cm. Orizzonte Ap di 30 cm, tessitura sabbiosa franca media (corrispondente a 13 mm di AWC per 10cm di suolo), scheletro pari al 5% del volume totale del suolo costituito da ghiaia di litotipi porosi (corrispondente a 5 mm di AWC per 10 cm di spessore equivalente di roccia);

$$\text{AWC orizzonte Ap} = 13 * 3 * 95\% + 5 * 3 * 5\% = 37 + 0,7 \text{ mm} = 37,7 \text{ mm}$$



Orizzonte Bw di 60 cm; densità di compattamento bassa, tessitura sabbioso franca grossolana (→ AWC 11 mm), scheletro pari al 10% del volume totale del suolo costituito da ghiaia di litotipi porosi (→ AWC 5 mm);

$$\text{AWC orizzonte Bw} = 11 * 6 * 90\% + 5 * 6 * 10\% = 59,4 \text{ mm} + 3 \text{ mm} = 62,4 \text{ mm}$$

Orizzonte C di 30 cm; densità di compattamento media, tessitura sabbioso franca grossolana (→AWC 8 mm), scheletro pari al 30% del volume totale del suolo costituito da ghiaia di litotipi porosi (→AWC 5 mm);

$$\text{AWC orizzonte C} = 8 * 3 * 70\% + 5 * 3 * 30\% = 16,8 \text{ mm} + 4,5 \text{ mm} = 21,3 \text{ mm}$$

$$\text{AWC totale} = 37,7 + 62,4 + 21,3 = 121,4 \cong 121 \text{ mm}$$

A titolo esemplificativo si riportano le classi di AWC correntemente adottate

<i>descrizione</i>	<i>valori di A.W.C. riferimento calcolati sulla profondità utile per le radici</i>
molto bassa	<50 mm
bassa	50-100 mm
moderata	100-150 mm
elevata	150-200 mm
molto elevata	>200 mm

Tab. 26 - classi di A.W.C. - ISSDS-Regione Toscana (2003)

CONDUCIBILITÀ IDRAULICA SATURA

Per quanto riguarda invece la conducibilità idraulica satura si intende la permeabilità primaria verticale per porosità. Si inseriscono le voci riportate dal seguente schema:

Stima <i>ksat</i>	Classe <i>Ksat</i> ($\mu\text{m/s}$)	Proprietà dell'orizzonte
elevata	molto alta >100	classe granulometrica frammentale, scoriacea, pomicea, idro. Materiale incoerente della classe granulometrica sabbiosa o scheletrico sabbiosa rientrante nelle classi granulometriche della sabbia o della sabbia grossolana. Più dello 0,5 % di pori medi o più grossolani ad andamento verticale con alta continuità.
	alta (100-10)	materiale molto friabile, friabile, soffice o incoerente delle classi granulometrica sabbiosa e scheletrico sabbiosa (rientranti in altre classi tessiture), franco grossolana, mediale, mediale pomicea, scheletrico mediale, pomicea cenerosa, scheletrico cenerosa, scheletrico idro, idro-pomicea. Struttura granulare moderatamente o fortemente sviluppata quando molto umida o bagnata; struttura poliedrica fortemente sviluppata di ogni dimensione o prismatica più piccola della molto grossolana; molte figure superficiali eccetto facce di pressione o slickensides sulle facce verticali delle unità strutturali. Da 0,5 a 0,2 % di pori medi o più grossolani ad andamento verticale con alta continuità.
media	moderatam. alta (10-1)	altro materiale delle classi granulometriche sabbiosa o cenerosa di altre classi di consistenza eccetto che la estremamente resistente e la cementata. Da 18 a 35 % di argilla con struttura moderatamente sviluppata (eccetto la lamellare) o con struttura prismatica molto grossolana; figure superficiali comuni eccetto facce di pressione o slickensides sulle facce verticali delle unità strutturali. Da 0,1 a 0,2 % di pori medi o più grossolani ad andamento verticale con alta continuità.
	moderatam. bassa (1-0,1)	materiale di classi granulometriche sabbiose estremamente resistente o cementato; da 18 a 35 % di argilla con altre condizioni di struttura e figure superficiali (eccetto facce di pressione e slickensides) o ≥ 35 % di argilla e struttura moderatamente sviluppata eccetto la lamellare o la prismatica molto grossolana; presenza di pori medi o più grossolani verticali con alta continuità ma < 0,1% di pori medi o grossolani verticali in generale.
bassa	bassa (0,1-0,01)	argilla ≥ 35 % e cementazione continua moderata o debole. Sono presenti una delle seguenti caratteristiche: struttura moderatamente sviluppata; struttura debolmente sviluppata con poche o priva di figure superficiali; struttura lamellare; facce di pressione o slickensides molte o comuni.
	molto bassa (<0,01)	materiale uniformemente indurito o fortemente cementato e radici meno che comuni. Argilla >35 % e struttura massiva o evidenza di strati deposizionali orizzontali e radici meno che comuni.

Tab. 27 - classi di conducibilità idraulica - SSM (1993)

FALDA

Infine per la definizione del tipo di falda, eventualmente presente, si deve fare riferimento allo schema seguente. Vedi anche figura di seguito.

Definizione	Descrizione
non confinata	Questa situazione si verifica quando gli strati di suolo che sono immediatamente sopra il limite superiore della falda hanno permeabilità uguale o superiore agli strati che costituiscono l'acquifero. Il livello dell'acqua non risale una volta aperto il profilo o eseguita una trivellata.
semiconfinata	Questa situazione si verifica quando gli strati di suolo che sono immediatamente sopra il limite superiore della falda non sono impermeabili, ma hanno permeabilità inferiore agli strati che costituiscono l'acquifero. Il livello dell'acqua risale una volta aperto il profilo o eseguita una trivellata.
confinata	Questa situazione si verifica quando gli strati di suolo che sono immediatamente sopra il limite superiore della falda sono impermeabili. Strati completamente impermeabili raramente si trovano vicino alla superficie, ma può succedere (per es. suoli con strati a tessitura molto fine che sovrastano strati a tessitura sabbiosa). Il livello dell'acqua risale una volta aperto il profilo o eseguita una trivellata (è difficile in questo caso distinguere la falda confinata dalla semiconfinata. In genere la falda semiconfinata ha una frangia capillare più alta rispetto a quella della falda confinata).

Tab. 28 - tipologie di falda acquifera – Carnicelli e Wolf (2001)

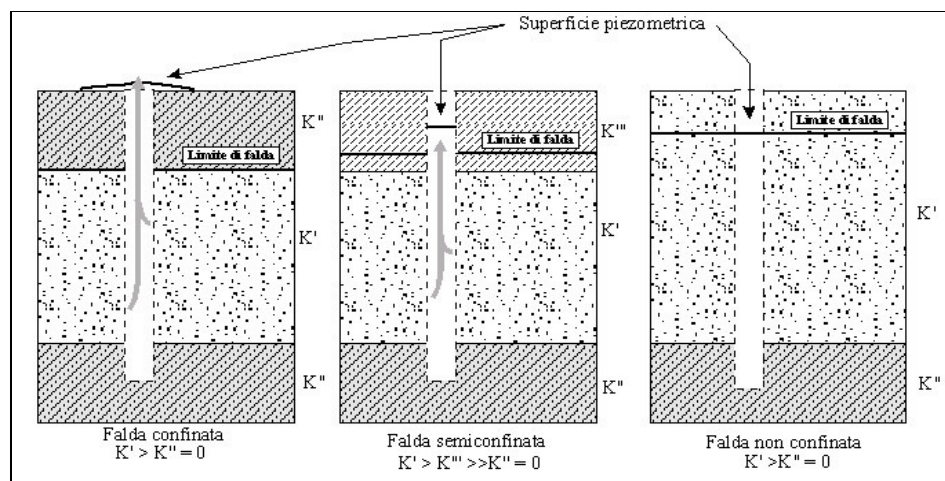


Fig. 1 - schema delle tipologie di falda acquifera – Carnicelli e Wolf (2001)

Descrizione esemplificativa

Concludendo quindi questa lunga parentesi riguardante le caratteristiche idrauliche del suolo da inserire nella descrizione delle qualità, si può sintetizzare in questo modo:

qualora il drenaggio interno e/o il rischio d'inondazione determinino la definizione della classe di LCC del suolo vanno senz'altro inseriti, definendone il grado di limitazione, sulla base della tabella di sintesi (all. 1). Se invece non sono determinanti ai fini della determinazione della classe di land capability non devono essere presi in considerazione.

Viceversa la valutazione degli altri caratteri idraulici, sopra descritti, e cioè A.W.C., conducibilità idraulica e falda (se presente) deve essere sempre presente.

Un esempio:

STS VRC2 (fase limoso grossolana della serie Verciano).

Questa STS è di III classe di LCC per **drenaggio interno** difficoltoso (sottoclasse w - water) e per limitazioni legati alla **tessitura** (sottoclasse s - soil), molto limosa, che comporta un elevato rischio d'incrostamento. Le qualità di questa STS devono essere descritte con questo format:

*“Suoli idonei alla coltivazione, ma con limitazioni intense, tali da ridurre la scelta delle colture o da richiedere speciali pratiche conservative. Tali limitazioni sono dovute principalmente al drenaggio, quasi sempre difficoltoso; secondariamente alla tessitura franco limosa. Per quanto concerne le altre caratteristiche idrauliche, inoltre, tali suoli si contraddistinguono per una capacità di accumulo di acqua utilizzabile dalle piante molto elevata, per la conducibilità idraulica satura da moderatamente bassa a moderatamente alta con prevalenza dei flussi in senso orizzontale, per la presenza di falda semiconfinata che nel periodo tardo primaverile si colloca tra 140 e 180 cm di profondità. Hanno inoltre una **capacità di accettazione delle piogge** da bassa a molto bassa. La **capacità di trattenere o inattivare i potenziali inquinanti** è, in generale, molto alta. **L'indice d'incrostamento** è tendenzialmente elevato. Le caratteristiche idrauliche di questi suoli richiedono interventi accurati di sistemazione idraulico-agraria per l'allontanamento delle acque in eccesso. L'elevata presenza di limo induce inoltre difficoltà nel mantenimento di una aggregazione struttura adeguata”.*

L'esempio riportato offre lo spunto di parlare di altre qualità del suolo indispensabili per il completamento della descrizione, e cioè:

capacità di accettazione delle piogge,

capacità depurativa (capacità di trattenere o inattivare i potenziali inquinanti),

indice d'incrostamento.

Capacità di accettazione delle piogge

La *capacità di accettazione delle piogge* si riferisce alla capacità del suolo di accettare apporti idrici senza che si verifichino fenomeni di ruscellamento superficiale o sottosuperficiale e di percolazione profonda. Deriva da stima indiretta effettuata utilizzando i seguenti caratteri del suolo: drenaggio interno, pendenza, profondità di un orizzonte a lenta permeabilità, permeabilità degli orizzonti al di sopra di quello con permeabilità lenta, secondo il seguente schema:

Drenaggio	Profondità orizz. a permeabilità lenta (cm)	Pendenza								
		0-8%			8-16%			16-35%		
		Permeabilità al di sopra dello strato a permeabilità lenta								
		Elevata	Media	Lenta	Elevata	Media	Lenta	Elevata	Media	Lenta
3 ben drenato	>80	1	1	2	1	1	2	1	2	3
	40-80	1	1	2	2	2		3	3	4
	<40	***	***	***	***	***	***	***	***	***
4 moderat. ben drenato	>80	2	2	3	3	3	4	***	4	5
	40-80	2	3	3	3	4	4	4	4	5
	<40	3	4	4	4	4	4	4	5	5

5 piuttosto mal drenato	>80	4	4	5	5	5	5	***	5	5
	40-80	4	5	5	5	5	5	***	5	5
	<40	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Tab. 29 – Stima della capacità di accettazione delle piogge - Jarvis e Mackney (1979) in RER (1995)
dove:

Codice	Classe di capacità di accettazione delle piogge
1	Molto alta
2	Alta
3	Moderata
4	Bassa
5	Molto bassa

Tab. 30 – Classi di capacità di accettazione delle piogge - RER (1995)

capacità depurativa

La *capacità depurativa* valuta la capacità del suolo di degradare rapidamente la sostanza organica apportata con i liquami, liberando gli elementi nutritivi in forma assimilabile dalle colture e di adsorbire alcuni composti a potenziale azione inquinante (Cu, Zn, eccetera). Deriva da una stima indiretta effettuata utilizzando i seguenti caratteri pedologici: contenuto in scheletro entro 1 m di profondità, profondità utile per le radici, capacità di scambio cationico, pH, secondo il seguente schema:

Scheletro	Capacità di scambio cationico (meq/100 g)	Profondità utile alle radici					
		<50 cm		50-100 cm		>100 cm	
		pH					
		> 6,5	< 6,5	> 6,5	< 6,5	> 6,5	< 6,5
< 35%	> 10	4	5	2	4	1	3
	< 10	5	5	3	4	3	4
> 35%	> 10	5	5	4	5	3	4
	< 10	5	5	5	5	4	4

Tab. 29 – Stima della capacità depurativa - RER (1995)

Sono distinte le seguenti classi fondamentali:

Codice	Classe
1	molto alta
2	alta
3	moderata
4	bassa
5	molto bassa

Tab. 30 – classi di capacità depurativa - RER (1995)

Indice d'incrostamento superficiale

L'indice d'incrostamento superficiale potenziale, che viene usato per valutare la tendenza di un suolo a formare croste superficiali; viene calcolato con la seguente relazione, da RER (1995) e SINA (1999):

$$i = \frac{1,5L_f + 0,75L_g}{A + 10SO}$$

dove

L_f = % limo fine (0,002-0,02 mm)

L_g = % limo grosso (0,02 - 0,05 mm)

A = % argilla

SO = % sostanza organica

Si riportano per confronto le seguenti classi:

Classe	Descrizione
< 1,2	basso
1,2 - 1,6	moderato
> 1,6	elevato

Tab. 31 – classi di indice d'incrostamento - RER (1995)

Descrizione esemplificativa

STS ESS1 (fase tipica della serie Esse).

Questa STS è di I classe di LCC e non ha, in pratica limitazioni di sorta:

STS_DESCRIZIONI	
sts_code	qualita

STS_DESCRIZIONI	
sts_code	qualita
ESS1	<p>Suoli molto adatti alla coltivazione, in generale senza alcuna particolare limitazione ed idonei ad ospitare una gamma di colture molto ampia. La loro produttività è elevata ed il mantenimento della fertilità è legato all'uso delle normali pratiche colturali (concimazioni minerali, apporti di sostanza organica, etc.). Per quanto concerne le caratteristiche idrauliche, si contraddistinguono per una capacità di accumulo di acqua utilizzabile dalle piante elevata, per la conducibilità idraulica satura moderatamente alta con prevalenza dei flussi in senso verticale per l'assenza di una falda nei primi 140 cm di profondità (quando presente si colloca tra 140 e 200 cm); hanno inoltre una capacità di accettazione delle piogge molto alta. La capacità di trattenere o inattivare potenziali inquinanti è, in generale, alta. Il rischio d'incrostamento superficiale è generalmente basso, talora moderato.</p>

Tab. 32 - il campo "qualità" nella tabella STS_DESCRIZIONI del DB

RILEVAMENTO DI CAMPAGNA

GENERALITÀ

Il rilevamento pedologico è finalizzato ad ottenere informazioni sui caratteri, sulle qualità e sul comportamento dei suoli che possono essere usate per prevederne o stimarne le potenzialità e le limitazioni. Le osservazioni speditive hanno la finalità di individuare i principali caratteri dei suoli e la loro variabilità e di scegliere in modo appropriato il sito più rappresentativo per effettuare il profilo di suolo.

Per la descrizione dei suoli in campagna, siano osservazioni speditive che profili pedologici, per la valutazione delle qualità e dei comportamenti dei suoli, si dovrà far riferimento alle *"Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici"*, Ministero delle Politiche agricole alimentari e forestali, a cura di Costantini E.A.C.

Ogni squadra di rilevamento che la ditta riterrà necessario organizzare e coordinare, dovrà essere costituita almeno da un **pedologo senior** avente un'esperienza post-lauream documentata di almeno sei anni continuativi nei settori del rilevamento pedologico, della classificazione e della cartografia dei suoli, che dovrà sempre presiedere alla fase di descrizione dei profili.

Tutte le osservazioni pedologiche (profili pedologici, trivellate e minipits) dovranno essere georiferite e descritte, i profili pedologici in maniera completa, mentre le trivellate e i minipits in forma ridotta con i soli caratteri significativi. Le quattro tipologie principali di osservazioni pedologiche sono riportate nella tabella sottostante:

Codice	Descrizione
--------	-------------

P	Profilo
T	Trivellata
O	Osservazione superficiale, speditiva
Q	Pozzetto, profilo non standard

Tab. 33 - codifica delle osservazioni pedologiche, ISSDS-Regione Toscana (2003)

Per l'ubicazione dei profili in campagna è ammessa un'approssimazione massima di 5 metri, localizzandoli con l'utilizzo di strumentazione GPS, secondo il georiferimento Monte Mario Italy 1 (Gauss-Boaga, fuso Ovest, EPSG 3003). Il profilo pedologico dovrà essere costituito da una sezione verticale larga almeno 1 metro ed avere una profondità di 1,5 metri, a meno che non si incontrino prima materiali non scavabili con mezzi meccanici o l'acqua. Si richiede, inoltre, di descrivere e campionare gli orizzonti sottostanti tramite trivella fino al raggiungimento della profondità di 2 metri.

OSSERVAZIONI SPEDITIVE

Per quanto riguarda le trivellate saranno eseguite da una trivella di tipo olandese di circa 120 cm. Il materiale che si estrae è molto disturbato e solo alcune caratteristiche o qualità possono essere osservate con precisione. Questo tipo di osservazione è utilizzato soprattutto per individuare il sito idoneo allo scavo del profilo o per la corretta apposizione di limiti cartografici. Le informazioni che sono richieste dall'esecuzione dell'osservazione speditiva riguardano, per quanto concerne i **dati stazionali**:

località,

quota,

pendenza,

natura della forma,

elemento morfologico,

uso del suolo,

rocciosità,

pietrosità superficiale (ghiaia, ciottoli e pietre),

erosione,

falda (se presente).

Nella descrizione dell'osservazione dovranno essere annotati alcuni importanti **caratteri del suolo**:

sigla dell'orizzonte,

colore delle masse,

colore delle screziature,

tessitura,

reazione all' acido cloridrico,

reazione (pH),

scheletro (se stimabile),

concrezioni,

sostanza organica.

La codifica di tutti i caratteri è riferibile al manuale già citato.

PROFILI

Nei profili pedologici è normalmente possibile riconoscere una serie di strati con andamento parallelo alla superficie che prendono il nome di orizzonti, distinguibili per caratteristiche peculiari dipendenti dai processi pedogenetici. Vengono pertanto detti anche orizzonti genetici e la loro designazione è basata su un giudizio qualitativo dell'origine del suolo. Descrivere il profilo pedologico consiste essenzialmente nel descrivere i suoi orizzonti.

Per la descrizione si dovrà far riferimento, come già detto, alle *“Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici”*, Ministero delle Politiche agricole alimentari e forestali, a cura di Costantini E.A.C., pp. 182-229.

E' richiesta particolare attenzione nella **stima** di tutti quei caratteri legati al suolo che entrano a far parte della valutazione della capacità d'uso del suolo stesso. Il riferimento è soprattutto a parametri come la *profondità utile alle radici*, condizionata da eventuali limitazioni o impedimenti, lo *scheletro dell'orizzonte superficiale*, la *pietrosità superficiale* e la *rocciosità*.

Infatti, mentre caratteri come tessitura e salinità si determinano da risultanze analitiche, i parametri di cui sopra sono valutati esclusivamente durante il rilievo di campagna e devono pertanto essere il più possibile oggettivi. Grande importanza riveste anche la valutazione degli aspetti ideologici come *drenaggio interno* (vedi tabella 19), *falda acquifera* (se presente) e *conducibilità idraulica satura* (vedi tabella 27).

FOTO DEI PROFILI E DELLE TRIVELLATE

Si richiede l'acquisizione di fotografie in formato digitale (acquisite in campagna con risoluzione di almeno 2 MP) di tutte le osservazioni realizzate (sia delle trivellate che profili) e dei relativi paesaggi. Dovranno essere archiviate nella banca dati, in apposita directory denominata "foto":

almeno **1 fotografia** che riguardi la **trivellata** o il **profilo** pedologico nella loro interezza; almeno **1 fotografia** relativa al **paesaggio** (alla scala dell'unità di paesaggio) dell'osservazione. Se ritenuto di interesse ai fini del lavoro, possono essere acquisite ed archiviate altre fotografie di particolari della stazione o degli orizzonti o di paesaggi di più piccola scala (sottosistemi, sistemi).

Le foto dei profili dovranno non presentare ombre e permettere la chiara visione di tutti gli orizzonti. Dovrà essere stesa lungo il profilo una fettuccia metrica con indicazioni decimetriche che permetta di leggere in maniera chiara le profondità. La superficie del profilo dovrà essere adeguatamente preparata per la fotografia (taglio di radici sporgenti, inumidimento della superficie, pulizia del profilo partendo dall'alto verso il basso che metta in evidenza la struttura del suolo e le figure pedogenetiche presenti, eliminazione dei segni prodotti dalle attrezzature di scavo, pulizia della superficie dei frammenti grossolani presenti, ecc.). Dovrà essere disposta superiormente al profilo, una lavagna che riporti in maniera ben leggibile nella fotografia solo le seguenti informazioni:

codice del lotto di rilevamento;

tipo di osservazione, cioè P, in quanto trattasi di profili;

numero dell'osservazione;

località, nome del comune e sigla della provincia;

data.

Es.

VDC15 P 23

Alberoro, M.te S. Savino (AR)

23/feb/2015

ARCHIVIO FOTOGRAFICO

L'archivio fotografico è rappresentato da una directory denominata "foto" contenente tutti i file immagine in formato.jpg. Per la realizzazione dell'archivio fotografico, ogni immagine dovrà essere rinominata secondo le seguenti indicazioni, ossia il nome del file risulterà dalla concatenazione di:

codice del lotto di rilevamento; VDC15

tipo di osservazione (P, T o Q);

numero dell'osservazione;

codice del soggetto della fotografia profilo o trivellata (P o T), paesaggio (L), particolare dell'orizzonte (O), particolare della stazione (S);

numero progressivo delle fotografie scattate per ogni soggetto indagato di ogni osservazione.

Esempio:

VDC15P13P2.jpg nome del file del formato digitale

Sigla rilevamento	VDC15
Sigla tipo di osservazione	P
Numero di osservazione	13
Codice soggetto della fotografia	P
Numero progressivo della fotografia	2

Tab. 34 – esempio di codifica delle riprese fotografiche

CAMPIONAMENTO DEI SUOLI

Il campionamento dei suoli prevede il prelevamento di diversi tipi di campioni:

campioni **disturbati** per le determinazioni chimiche e fisiche prelevando circa 1000 g di suolo per tutti gli orizzonti; si utilizzerà il metodo del campionamento casuale stratificato, che prevede il prelievo di una decina di sotto-campioni da diversi punti dell'orizzonte, posti nelle tre facce dello scavo;

campioni **indisturbati** per la determinazione della **massa volumica apparente** da effettuare con cilindro metallico a bordi taglienti (fustella) e testa battente. Il volume della fustella dovrà essere di circa 100 cmc e il contenuto di ogni fustella verrà integralmente versato in un unico sacchetto. Questo campionamento deve essere eseguito nei soli orizzonti con contenuto in scheletro inferiore al 20%;

campioni **indisturbati** per la determinazione del **COLE** (*Coefficiente di Estensibilità Lineare*), da effettuare con cilindro metallico a bordi taglienti (fustella) e testa battente. Il volume della fustella dovrà essere di circa 100 cmc e il campione non dovrà essere tolto dalla fustella, ma messo nel sacchetto assieme ad essa. Questo campionamento deve essere eseguito nei i soli orizzonti di tipo B con contenuto di argilla stimato >25%;

campioni **indisturbati** per la determinazione della **ritenzione idrica**, da effettuare, tramite carotaggio e campionamento per infissione nell'orizzonte. La fustella di campionamento va infissa in direzione verticale, facendo attenzione a non disturbare il campione; refillare da un lato, tappare con il tappo in plastica e refillare dal lato opposto, quindi chiudere anche questo lato, al fine di garantire il mantenimento dell'integrità del campione. Le dimensioni della fustella devono essere corrispondenti a: massimo 70 mm di diametro (larghezza) e massimo 30 mm di spessore (altezza), in modo da potere essere collocate negli estrattori a pressione.

E' necessario realizzare un gradino al top o all'interno di ciascun orizzonte da campionare per infiggere il carotatore con la fustella nel suolo su una base piana orizzontale. Una volta eseguito il prelievo lasciare i campioni nelle fustelle chiuse e conservare il campione in doppio sacchetto con etichetta indicante: codice di rilevamento, numero profilo, sigla orizzonte, profondità del campione.

Va prestata particolare cura affinché non si determinino situazioni anomale durante il campionamento che potrebbero inficiare la misurazione, quali:

- a) problemi relativi a fessurazione/vuoti nel campione al bordo interno della fustella di tipo artificiale;
- b) presenza di scheletro grossolano al bordo o comunque all'interno che possa creare pressione meccanica sul campione al momento della infissione della fustella.

Come indicazione generale si specifica di campionare su suolo umido; ove al momento di campionamento il suolo/orizzonte si presenti asciutto si può ovviare inumidendo la zona di campionamento artificialmente. I campioni tutti dovranno essere contenuti in un doppio sacchetto di plastica e fra essi sarà messa un'etichetta con le seguenti informazioni:

- codice del lotto di rilevamento;
- tipo di osservazione;
- numero dell'osservazione;
- numero progressivo dell'orizzonte;
- codice dell'orizzonte genetico; es. Bw
- limite superiore ed inferiore medio in cm dell'orizzonte; es. 20-40 cm
- data del prelevamento;
- la tipologia di analisi: "CHIMICO-FISICHE", "DENSITA' APPARENTE", "COLE", "RITENZIONE IDRICA";

CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI

I profili dovranno essere classificati secondo il sistema di classificazione Soil Taxonomy (USDA - Keys to Soil Taxonomy Twelfth Edition, 2014) sino a livello di famiglia, e secondo il sistema di classificazione World Reference Base (revisione 2014) inserendo tutti i qualificatori possibili per il gruppo pedologico di riferimento a cui il profilo è stato assegnato.

ANALISI CHIMICO-FISICHE

Per le analisi chimiche e fisiche dei suoli si dovranno seguire obbligatoriamente i seguenti standard analitici ufficiali:

Standard	Riferimento	Applicazione
MACS	"Metodi di Analisi Chimica del suolo" (MACS, 2000) del Ministero per le Politiche Agricole – Osservatorio	Analisi chimiche del suolo

	Nazionale Pedologico, coordinatore Pietro Violante, Codice ISBN 8846422406, 536 pp.	
MAFS	“Metodi di Analisi Fisica del Suolo” (MAFS, 1998) del Ministero per le Politiche Agricole – Osservatorio Nazionale Pedologico, coordinatore Marcello Pagliai, codice ISBN 8846404262, 400 pp.	Analisi fisiche del suolo

Le determinazioni analitiche chimiche e fisiche da eseguire sui campioni di suolo disturbati per le determinazioni chimiche e fisiche e la determinazione della densità apparente da eseguire su campioni di suoli indisturbati dovranno seguire i seguenti standard e titoli:

N	Determinazione	Standard	Titolo
1	Preparazione del campione e determinazione dello scheletro	MACS	II.1
2	Determinazione dell'umidità residua	MACS	II.2
3	Determinazione della granulometria per setacciatura ad umido e sedimentazione. Le frazioni granulometriche devono essere espresse secondo la classificazione USDA, determinando tutte le cinque frazioni sabbiose e le due frazioni limose (limo grosso da 50 a 20 micron e limo fine da 20 a 2 micron)	MACS	II.5
4	Determinazione del grado di reazione (pH in acqua e in soluzione di CaCl ₂)	MACS	III.1
5	Determinazione della conducibilità elettrica sull' "estratto 1:2,5"	MACS	IV.1
6	Determinazione del calcare totale	MACS	V.1
7	Determinazione del calcare attivo	MACS	V.2
8	Determinazione del carbonio organico	MACS	VII.3
9	Determinazione dell'azoto totale	MACS	XIV.3
10	Determinazione del fosforo assimilabile	MACS	XV.3
11	Determinazione della capacità di scambio cationico con ammonio acetato	MACS	XIII.1
12	Determinazione della capacità di scambio cationico con bario cloruro	MACS	XIII.2
13	Determinazione delle basi di scambio (potassio, magnesio, calcio e sodio) con ammonio acetato	MACS	XIII.4
14	Determinazione delle basi di scambio (potassio, magnesio, calcio e sodio) con bario cloruro	MACS	XIII.5
15	Determinazione della massa volumica	MAFS	II.1

Le determinazioni dal numero 1 al numero 14 andranno eseguite sulla totalità dei campioni di suolo, tranne per le seguenti analisi alternative tra di loro o da realizzarsi previa verifica delle condizioni di seguito riportate:

- a) i metodi numero 11 e 13 (in alternativa ai metodi 12 e 14) vanno applicati:
 - ✓ quando la reazione pH del suolo è $\leq 6,6$
 - ✓ nei profili lisciviati qualora la parte superficiale del profilo presenti valori di reazione $\leq 6,6$ il metodo va applicato all'intero profilo. Nel caso fossero presenti orizzonti contenenti carbonato di calcio quest'ultimo va calcolato come differenza tra la C.S.C. e la altre basi.
- b) Quando non incorrano le condizioni previste nel punto precedente 2b si applicano i metodi 12 e 14 in alternativa ai metodi 11 e 13.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. 2005. Carta dei suoli del Veneto, note illustrative. Regione Veneto - Agenzia regionale per la prevenzione e la protezione ambientale del Veneto, Padova, Italia.
- AA.VV. 2006. Suoli e paesaggi delle Marche. Agenzia servizi settore agroalimentare delle Marche. Ancona, pp. 304.
- AA.VV. – APAT 2008. Il suolo, la radice della vita. Roma.
- Angelelli A., Arcozzi R., Baratozzi L., Filippi N., Guermandi M., Mandolesi P., Pignone R., Preti D. 1981. Capacità d'uso dei suoli della Regione Emilia-Romagna. Regione Emilia-Romagna - Servizio Geologico Sismico e dei Suoli, Bologna, Italia, pp. 35.
- Barberis E. 2007. Problematiche analitiche per la classificazione dei suoli salini, in Atti della giornata di studio sulla scelta e interpretazione dei metodi di analisi dei suoli al fine della classificazione pedologica, CRA, AIP, SIIS, UNIFI, Aprile 2007, pp. 29. [Online] http://www.aip-suoli.it/download/atti/SISS_%20apr07_Barberis.pdf.
- Blume L., Schumacher B., Schaffer P., Cappo K., Papp M., Van Remortel R., Coffey D., Johnson M., Chaloud D. 1990. Handbook of methods for acid deposition studies laboratory analyses for soil chemistry, EPA/600/4-90/023. U.S. EPA, Las Vegas, NV, USA, p. 4-90.
- Bonciarelli F. 1981. Agronomia. Ed agricole. Bologna.
- Boni I., Filamauro E., 2013. l'Utilizzo della Carta di Capacità d'Uso dei suoli nella pianificazione territoriale: l'esperienza piemontese. AF Dottore Agronomo e Dottore Forestale 2-013, pag.18-19.
- Bossard M., Feranec J., Otahel J. 2000. CORINE land cover technical guide. Addendum 2000. Technical report N°40. Copenhagen. European Environment Agency, pp. 105.
- Brenna S., D'Alessio M., Solaro S. 2004. Carta dei suoli della Lombardia – Scala 1:250.000. Regione Lombardia – Direzione generale agricoltura – U.O. Programmazione e ricerca per le filiere agronidustriali – Struttura ricerca e innovazione tecnologica, Milano, Italia, pp. 41.
- Brenna, S., Madoi, R., 2004. Informazioni pedologiche e pianificazione territoriale: un esempio dalla Lombardia. Boll. Società Italiana della Scienza del Suolo, 1-2, 409-414.
- Carnicelli S., Wolf U., Ferrari G. A. 2001. Progetto “Metodologie pedologiche”, sottoprogetto 2, gruppo di lavoro “Manuale di rilevamento”, pp. 56.
- Castiglioni G. B. 1991 Geomorfologia. UTET, Torino, Italia, pp. 436.
- Chiuchiarelli I., Paolanti M., Riviaccio R., Santucci S. 2004. Manuale per la descrizione del Suolo. Centro SAPA, ARSSA Abruzzo, Italia, pp. 88.

- Chiuchiarelli I., Paolanti M., Riviaccio R., Santucci S. 2006. Carta dei suoli d'Abruzzo, in scala 1:250.000 – Ambiente e Territorio. Agenzia Regionale per i Servizi di Sviluppo Agricolo, della Regione Abruzzo. Centro per lo Studio del Suolo Ambiente e Paesaggio Abruzzese. Regione Abruzzo, MiPAF e Unione Europea, pp. 332.
- Ciavatta C., Vianello G. 1989. Bilancio idrico dei suoli: applicazioni tassonomiche, climatiche e cartografiche. Clueb editrice, Bologna.
- COM 2006/231 definitivo. Strategia tematica per la protezione del suolo.
http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/com_2006_0231_it.pdf.
- COM 2006/232 definitivo. Direttiva del parlamento europeo e del che istituisce un quadro per la protezione del suolo e modifica la direttiva 2004/35/CE. http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/com_2006_0232_it.pdf.
- Costantini E. A. C. (coordinatore) 2006. Metodi di valutazione dei suoli e delle terre. Edizioni Cantagalli, Siena, Italia.
- Costantini E. A. C. 1991. Rilevamento e cartografia dei suoli, da Il Suolo - Pedologia nelle scienze della terra e nella valutazione del territorio, a cura di Cremaschi M. e Rodolfi G., La Nuova Italia Scientifica, p. 259-275.
- Costantini E. A. C. 2006. La classificazione della capacità d'uso delle terre (Land Capability Classification). In: Costantini, E. A. C. (Ed.), Metodi di valutazione dei suoli e delle terre, Ministero Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo Agricolo e Forestale, Cantagalli, Siena, Italia.
- Costantini E. A. C., Barbetti R., Bucelli P., Cimato A., Franchini E., L'Abate G., Pellegrini S., Storchi P., Vignozzi N. 2006. Zonazione viticola ed olivicola della provincia di Siena. Grafiche Boccacci editore, Colle val d'Elsa (SI), Italia.
- Costantini E. A. C., Castelli F., Iori M., Magini S., Lorenzoni P., Raimondi S. 2001. Regime termico del suolo in alcuni campi sperimentali del nord, centro e sud Italia. Atti del convegno SISS "La scienza del suolo in Italia: bilancio di fine secolo." Gressoney Saint Jean, 1999, ISNP, Roma, Italia, p. 125-132. [CD-ROM computer file].
- Costantini E. A. C., D'Antonio A. 2001. Attualità e prospettive dei progetti "Metodologie pedologiche" e "Carta dei suoli d'Italia a scala 1:250.000". Boll. Soc. It. Sc. del Suolo, L, 2, p. 205-218.
- Costantini E. A. C., Gardin L., Napoli R. 2004. Guida alla descrizione dei suoli in campagna e alla definizione delle loro qualità. Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo Sezione di Genesi, Classificazione e Cartografia del Suolo. Centro Nazionale di Cartografia Pedologica. Regione Toscana Dipartimento Sviluppo Economico Servizio Foreste e patrimonio agroforestale.

- Cumer A. 1994. Il progetto CORINE land cover in Italia: un modello da seguire. Documenti del Territorio, VIII, p. 28-29.
- Dazzi C., Raimondi S. 1986. I vertisuoli della Sicilia. Nota II: i vertisuoli dell'azienda Pietranera (AG). Estratto da "Quaderni di agronomia 11", Istituto di agronomia generale e coltivazioni erbacee dell'Università degli Studi di Palermo, Palermo, Italia, p. 66-102.
- Dimase A.C. 1983. Il rilevamento dei suoli dell'azienda agricola "Il Monte". Un esempio di cartografia di dettaglio per il reperimento di dati per ricerche di valutazioni a scopi agricoli. In: "Risultati sperimentali per la valutazione dei suoli agricoli e forestali in Toscana". Progetto finalizzato "Conservazione del suolo" Centro di studio per la Genesi, Cartografia e Classificazione del Suolo, C.N.R., Firenze, Italia, p. 61-101.
- ERSAL (Ente Regionale di Sviluppo agricolo della Regione Lombardia) 1997. Manuale per la compilazione delle schede delle unità cartografiche, Italia, pp. 55
- Fairbridge R. W. 1968. The Encyclopaedia of geomorphology. Reinhold Book Corporation, New York, USA, pp. 1295.
- FAO 1990a. Management of gypsiferous soils dal FAO soils bulletin 62. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Soil Resources Management and Conservation Service, FAO Land and water development division, p. 70-71.
- FAO 1990b. FAO - Guidelines for Soil Description FAO, Roma, Italy, pp. 140.
- FAO 1995. Global and National Soils and Terrain Digital Database (SOTER) - Procedures Manual. FAO World Soil Resources Reports No.74, Rev.1. Roma, Italia.
- FAO 2006 Guidelines for soil description. Fourth edition. Roma, Italia, pp. 92.
- FAO 2014. World reference base for soli resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. WSRR 106. Roma, Italia, p. 9-13.
- Fierotti G. 1997. I suoli della Sicilia: con elementi di genesi, classificazione e valutazione dei suoli, Dario Flaccovio Editore, pp. 359.
- Filippi N., Sbarbati L. 1994. I suoli dell'Emilia-Romagna. Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli. pp. 383.
- Finke P., Hartwich R., Dudal R., Ibàñez J., Jamagne M., King D., Montanarella L., Yassoglou N. 1999. Database georeferenziato dei suoli europei. Manuale delle procedure. Versione 1.1. Versione italiana a cura di Edoardo A.C. Costantini. Commissione Europea. EUR 18092 pp. 176.
- Galvan P., Scattolin L., Ponge J.F., Zanella A., Viola F. 2005. Le forme di humus e la pedofauna - Interpretazione e chiave di riconoscimento. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, v. 112, p. 33-39.
- Gardin L., Vinci A., 2006 - Carta dei suoli della Regione Toscana in scala 1:250.000. Pubblicazione su web: <http://sit.lamma.rete.toscana.it/websuoli/>

- Gardin L., Costantini E. A. C., Napoli R. 2002. Guida alla descrizione dei suoli in campagna e alla descrizione delle loro qualità. Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo e Regione Toscana, Firenze, Italia, pp. 83. [Online] [www.soilmaps.it\download](http://www.soilmaps.it/download) (verificato il 20/11/2007).
- Gardin, L., Napoli R., Primavera F., Gregori E., Costantini E. A. C. 1995. Guida al Rilevamento dei Suoli, Versione II. Progetto UOT, ISSDS Firenze, Italia, pp. 84.
- Gardin L., Sulli L., Napoli R., Gregori E., Costantini E. A. C. 1998b. Manuale per il rilevamento del suolo. Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Firenze, Italia, pp. 83.
- Giardini L. 1986. Agronomia generale. Patron editore, Bologna, Italia.
- Giordani C., Zanchi C. 1995. Elementi di conservazione del suolo. Patron, Bologna.
- Giordano A. 1999. Pedologia. UTET, Torino, Italia.
- GUERMANDI M. 2000. Schemi attualmente in uso: considerazioni e proposte. - SINA Progetto operativo "Carta pedologica in aree a rischio ambientale". Sottoprogetto: "Criteri di valutazione della Capacità d'uso dei suoli".
- GUERMANDI M., Marchi N., 2007. Valutazioni sulla carta della capacità d'uso dei suoli della Provincia di Piacenza.
- GUERMANDI M., Tarocco P., 2007. Valutazioni sulla carta della capacità d'uso dei suoli della Provincia di Reggio Emilia.
- GUERMANDI M., Tarocco P., 2014. Carta dei suoli della pianura e di parte della collina emiliano-romagnola in scala 1:50.000. Regione Emilia-Romagna
- IPLA, 1982. Capacità d'uso dei suoli in Piemonte ai fini agricoli e forestali con carta scala 1:250.000. IPLA, Torino
- IUSS working group WRB 2006. World reference base for soil resources 2006. World Soil Resources Reports No. 104. Rome, FAO, pp. 121.
- IUSS – ISRIC – FAO 1998. World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Reports n 84, FAO, Rome, Italia, pp. 92.
- Lai, M.R., Loddo, S., Puddu, R., Serra, G., Aru, A., 1995. Lo studio geopedologico nella pianificazione degli interventi di difesa del suolo e di mitigazione della desertificazione. Slvanguardia della risorsa pedologica nel quadro della legge n°.183/89: il bacino del Rio S. Lucia di Capoterra. Atti del Convegno annuale S.I.S.S, "Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio", Cagliari, 349-352.
- Jenny H. 1941. Factors of soil formation - a system of quantitative pedology. McGraw-Hill, New York, USA, pp. 281.
- JRC 2007. Implementazione a livello regionale della proposta di direttiva quadro sui suoli d'Europa. JRC Scientific and Technical Reports, Lussemburgo.

- Lulli L., Lorenzoni P., Arretini A. 1980. Esempi di cartografia tematica e di cartografia derivata (Sezione Luicignano – Foglio Firenze). La carta dei suoli, la loro capacità d'uso, l'attitudine dei suoli all'olivo e al Sangiovese. Messa a punto di metodologie di rilevamento e di rappresentazione. Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Firenze, Italia, pp. 95.
- MiPAF 2000. Metodi di analisi chimica del suolo. Ministero delle Politiche Agricole e Forestali. Franco Angeli, Milano, Italia, (fascicolato).
- Munsell Color Company 2000. Munsell soil color charts. Revised washable edition. GretagMacbeth, New Windsor, NY, USA.
- Napoli R., Costantini E. A. C., Castellani F., Gardin L. 2005. New proposals towards a WRB system for soil cartography: the soil map at 1:250,000 scale of the Tuscany region (Central Italy). Eurasian Soil Science, 2005, v. 38, Suppl.1, p 20-26.
- Napoli R., Costantini E. A. C., Gardin L. 1999. Un sistema informativo pedologico per le valutazioni agro-ambientali a scala di dettaglio e semi-dettaglio. Agricoltura Ricerca, XXI, p. 159-176.
- Napoli R., Gardin L., Costantini E. A. C., Fais A. 1998. Risultati metodologici e operativi del progetto cartografia pedologica nelle Unità Operative Territoriali delle regioni meridionali: innovazioni e prospettive. Boll. Soc. It. Sc. Suolo, XLVII, 3, p. 393-408.
- Pellegrini S., Vignozzi N., Batistoni E., Rocchini A. 2005. Valutazione della suscettibilità all'incrostamento tramite torbidimetria. Estratto dal bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo, 50, Italia, p. 96-102.
- Rasio R., Vianello G. 1995. Classificazione e cartografia del suolo. CLUEB, Bologna, Italia, pp. 322.
- RER (Regione Emilia-Romagna) 1988. Guida all'interpretazione dei risultati dell'analisi dei terreni e alla formulazione dei consigli di concimazione. Bologna
- RER (Regione Emilia Romagna) 1995. Carta dei suoli regionale scala 1:50.000. Normativa tecnica generale. Regione Emilia-Romagna - Ufficio pedologico servizio cartografico, Bologna, Italia, p. 2-22.
- Russel E.W., 1982. Il terreno e la pianta, fondamenti di agronomia. Ed agricole, Bologna.
- Salter – Williams, 1969. The influence of texture on the moisture characteristics of soil: relationship between upper and lower limits of available water. Journal of Science, 20, pag. 26-131.
- Sanesi G. 1977. Guida alla descrizione del suolo. Progetto finalizzato "Conservazione del suolo". CNR, Firenze, Italia, pp. 157.
- Sanesi G. 2000. Elementi di pedologia. Ed. Calderini, Bologna.
- Saxton K.E., Rawls W. J., Romberger J. S., Papendick R. I. 1986. Estimating generalized soil-water characteristics from texture. Soil Sci. Soc. Am. J., 50(4), USA, p. 1031-1036.

- Sbaraglia M., Lucci E. 1993. Guida all'interpretazione delle analisi del terreno ed alla fertilizzazione, Studio Pedon, Pomezia, Italia, pp. 123.
- Sbaraglia M., Sbaraglia L. 2007. La capacità di scambio cationico nelle analisi pedologiche. Atti della giornata di studio sulla scelta e interpretazione dei metodi di analisi dei suoli al fine della classificazione pedologica, CRA, AIP, SIIS, UNIFI, Aprile 2007, Italia.
- Soil Survey Division Staff 1993. Soil Survey Manual. Agricultural Handbook N° 18, USDA, Natural Resources Conservation Service, Washington D.C., USA.
- Soil Survey Staff 1994. Soil Survey Manual, Agricultural Handbook N° 18, USDA, Natural Resources Conservation Service, Washington D.C., USA, pp. 437.
- Soil Survey Staff 1999. Soil Taxonomy (Second Edition), USDA, National natural resources Conservation Service, Washington D.C., USA, pp. 869.
- Soil Survey Staff 2006. Keys to Soil Taxonomy (Twelfth Edition), USDA, Natural Resources Conservation Service, Washington D.C., USA.
- Soil Survey Staff 2014. Keys to Soil Taxonomy (Tenth Edition), USDA, Natural Resources Conservation Service, Washington D.C., USA.
- Toth G., Stolbovoy V., Montanarella L., 2007. Soil quality and Sustainability Evaluation oil Quality to support soil related polis of the EU soil-,ESBN Plenary Meeting , 23. Hannover Meeting, April 2007
- U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service 2007. National Soil Survey Handbook, title 430-VI. [Online] Available: <http://soils.usda.gov/technical/handbook/>
- United States Department of Agriculture, 2015. Illustrated Guide to Soil Taxonomy, version 1.1, Natural Resources Conservation Service, Washington D.C., USA.
- Van Wambeke A., Forbes T., 1986. Guidelines for using Soil Taxonomy in the names of soil mapping units. SMSS Technical Monograph N° 10, USDA, Washington D.C., USA.
- White R. E., 1987. Introduzione ai principi ed all'applicazione della scienza del suolo. Edizioni Libreria Cortina, Torino.
- Zanella A., Tomasi M., De Siena C., Frizzera L., Jabiol B., Nicolini G. 2001. Humus Forestali. Manuale per il riconoscimento e l'interpretazione. Applicazione alle faggete. Ed. Centro di Ecologia Alpina, Trento, Italia.

ALLEGATO 1: TABELLA DI VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ
D'USO DEI SUOLI DELLA REGIONE TOSCANA (LUGLIO 2014)



Regione Toscana

CLASSE DI CAPACITA' D'USO (Regione Toscana)

REVISIONE – luglio 2014

PROPRIETA'	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Profondità utile per le radici (cm)	> 100 molto elevata	75 - 100 elevata	50 - 74 moder. elevata	25 - 49 scarsa	-	-	10 - 24 molto scarsa	< 10 molto scarsa
Tessitura USDA orizzonte superficiale	FS, F, FA, FAS, FL	FAL, AS	A, AL, S, SF, L	-	-	-	-	-
Scheletro orizzonte superficiale 0-50 cm - GHIAIE	0 - 15	15 - 25	25 - 35	35 - 70	-	> 70	-	-
Scheletro orizzonte superficiale 0-50 cm - CIOTTOLI e PIETRE (%)	< 1 assente o molto scarso	2 - 5 scarso	6 - 15 comune	16 - 35 frequente	-	35 - 70 abbondante	> 70 molto abbondante	-
Pietrosità superficiale (%) <i>solo media e grande</i>	< 0,3 assente e molto scarsa	0,3 - 3 da scarsa a comune	3, - 10 frequente	10, - 15 frequente	-	15, - 20 abbondante	20, - 40 abbondante	> 40 molto abbondante
Rocciosità (%)	0 assente	0 assente	<2 scars. roccioso	2 - 4 roccioso	-	4, - 10 roccioso	10, - 25 molto roccioso	> 25 estrem. roccioso
Fertilità chimica <i>(vedi tabella 1)</i>	buona	parzialmente buona	moderata	bassa	-	-	-	-
Salinità dell'orizzonte superficiale (mS/cm 1:2,5)	<0,28	0,28 - 0,75	0,75 - 1,5	> 1,5	-	-	-	-

Soggetti Realizzatori:



Salinità dell'orizzonte sottosuperficiale (<1 m) (mS/cm 1:2,5)	< 0,75	0,75 - 1,5	> 1,5	-	-	-	-	-
--	--------	------------	-------	---	---	---	---	---



Regione Toscana

CLASSE DI CAPACITA' D'USO (Regione Toscana)

REVISIONE – luglio 2014

PROPRIETA'	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Drenaggio interno	ben drenato 3	moderatamente ben drenato 4 <hr/> talvolta eccess. drenato 2	piuttosto mal drenato 5	mal drenato 6 <hr/> eccessivam. drenato 1	molto mal drenato 7	-	-	-
Rischio di inondazione (incidenza di pericolosità idraulica elevata) [*]	assente o bassa	moderata	elevata	molto elevata	estremamente elevata	-	-	-
Pendenza (%) (classe di pendenza più frequente)	< 5 molto debole	5 - 13 debole	13 - 20 moderata	20 - 35 forte	< 5 pianeggiante	35 - 60 molto forte	> 60 estrema e media < 60%	> 60 estrema e media > 60%
Erosione potenziale (t/Ha)	0 - 5 da assente a molto bassa	5 - 10 bassa	10 - 20 mod. bassa	20 - 50 mod. alta	-	50 - 150 alta	> 150 molto alta	> 150 molto alta
Franosità (% di superficie interessata da frane)	0 - 5 da assente a molto bassa	5 - 10 bassa	10 - 20 moderata	20 - 40 elevata	-	-	-	-
Interferenza climatica per quota (vedi tabella 2)	assente	molto lieve	lieve	moderata	-	forte	molto forte	estrema

Soggetti Realizzatori:



Interferenza climatica per deficit idrico <i>(vedi tabella 3)</i>	assente o lieve	moderata	forte	molto forte	-	-	-	-
---	-----------------	----------	-------	-------------	---	---	---	---

[*] tempo di ritorno degli eventi alluvionali inferiore a 30 anni.

Caratteri funzionali della fertilità chimica dell'orizzonte superficiale (0-50cm)							
pH	T.S.B.	CaCO ₃ tot. (%)	C.S.C.	S.O.	E.S.P.	descrizione	Classe LCC
≥6,6 e ≤8,4	≥50	≤40	≥10	≥1,0	<8	buona	I
≥5,6 e <6,6	≥35 e <50	>40	≥5 e <10	<1,0	<8	parzialmente buona	II
≥4,5 e <5,6 o >8,4	<35	-	<5	-	≥8 e <15	moderata	III
<4,5	-	-	-	-	>15	bassa	IV

Tabella 1 a

Caratteri funzionali della fertilità chimica dell'orizzonte sottosuperficiale (50-100cm)							
pH	T.S.B.	CaCO ₃ tot. (%)	C.S.C.	S.O.	E.S.P.	descrizione	Classe LCC
≥5,6 e ≤8,4	-	-	-	-	<8	buona	I
≥4,5 e <5,6 o >8,4	-	-	-	-	≥8 e <15	parzialmente buona	II
<4,5	-	-	-	-	>15	moderata	III

Tabella 1 b

grado d'interferenza per quota	quota media (m slm)	Temperature annue (°C)	ambiente
Assente	< 150	media > 14	Pianura, sia interna che costiera
Molto Lieve	150 - 300	media > 14	Aree di fondovalle e bassi versanti dove talora si può verificare la formazione di nebbie o episodi di ritorni di freddo
Lieve	300 - 500	media 13-14	Ambienti collinari prevalentemente coltivati, dove può sussistere il rischio di gelate tardive
Moderata	500 - 700	media 12-13 minima 9-11	Bassa montagna. Le condizioni climatiche limitano in modo forte le sole colture di tipo agrario. Ampia variabilità invece per le formazioni boschive.
Forte	700 - 900	media 11-12 minima 8-10	Media montagna. Le condizioni climatiche limitano l'uso del suolo alle sole formazioni boscate, di tipo mesofilo.
Molto forte	900 - 1300	media 10-11 minima 8-9	Alta montagna. Le condizioni climatiche presenti esercitano una severa selezione tra formazioni forestali lasciando spazio solo a boschi di faggio e carpino bianco o di conifere.
Estrema	> 1300 con punte superiori a 1800 m slm	media <10 minima <8	Le condizioni climatiche presenti costituiscono spesso un limite per l'affermazione delle formazioni forestali. Hanno larga diffusione le sole prateria d'alta quota.

Tabella 2

grado d'interferenza per deficit idrico	Regime d'umidità	classe di AWC
Molto forte	XERICO	molto bassa
Forte	XERICO	bassa
	USTICO	molto bassa
Moderata	XERICO	da moderata ad elevata-molto elevata
	USTICO	da bassa a moderata
	UDICO	da molto bassa a bassa
Assente o lieve	USTICO	elevata-molto elevata
	UDICO	da moderata ad elevata-molto elevata

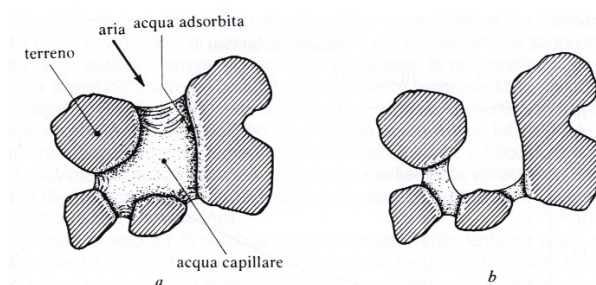
Tabella 3

ALLEGATO 2: GLOSSARIO DEI TERMINI PIÙ USATI NELLA
DESCRIZIONE E NELLA CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI

Glossario dei termini più usati nella descrizione e nella classificazione dei suoli

Fonte: I.P.L.A (Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente), 2005, mod.

Acqua capillare: frazione dell'acqua del suolo presente, come un film liquido, intorno alle particelle solide e nei micropori del suolo. La tensione superficiale o capillarità è la forza che trattiene questa forma di acqua nel suolo.



Fonte: L.Giardini, *A come agronomia* – Patron 2003, pag. 159

Adesività: valutazione tattile di adesività tra le dita di un campione di suolo, dopo averlo manipolato. L'adesività è correlata alla tessitura.

Aerazione del suolo: scambio dell'aria tra suolo e atmosfera. L'aria in un suolo ben areato ha composizione simile a quella dell'atmosfera; l'aria in un suolo poco areato ha concentrazioni sensibilmente superiori di anidride carbonica ed inferiori di ossigeno rispetto a quella dell'atmosfera. Il volume d'aria contenuto in un suolo ben equilibrato deve equivalere a quello occupato dall'acqua e dalle particelle solide. Vedi anche *disponibilità di ossigeno*.

Aggregato del suolo: organizzazione delle particelle fini del suolo nello spazio secondo masse di diversa forma e dimensione: granuli, blocchi, poliedri, prismi, lamelle, chiamati peds. L'organizzazione di tali aggregati costituisce la struttura del suolo.



Aggregazione (nel suolo): processo in cui le particelle elementari (primarie) del suolo (sabbia, limo, argilla) vengono riunite, ad opera di forze di attrazione chimico-fisica e per intervento di sostanze prodotte dagli apparati radicali e dall'attività microbica e microbiologica.

Fonte: Moscardini, 2011



Alfisuoli: la sillaba *alf* deriva da **Al** e **Fe**, simboli chimici di alluminio e ferro. Ordine di suoli della Soil Taxonomy che comprende tutti i suoli caratterizzati da un orizzonte di accumulo di argilla illuviale. A livello gerarchico inferiore (Sottordini e grandi gruppi) sono inclusi sia Alfisuoli relativamente giovani a profilo A-(E)-Bt, sia suoli molto pedogenizzati a glosse e fragipan, tipici dei terrazzi antichi, a profilo A-(E), Btx, Btc, Btv.

Alluvium: materiali (frammenti grossolani, sabbie, limi o argille) depositati, per lo più in fase di esondazione, dai corsi d'acqua.

Suoli Fabbri (FBR1) – Typic Haploxeralfs fine

Massa Macinaia (LU). Fonte: Regione Toscana, 2010 – Rilevamento bacino del fiume Arno

Alterazione: trasformazione fisico-chimica di rocce, minerali, sedimenti, suoli, per opera di agenti atmosferici (ossigeno, acidi organici e anidride carbonica) veicolati dall'acqua, con cambiamenti di colore, tessitura, forma. I minerali originari vengono parzialmente o totalmente sostituiti da prodotti secondari, cristallini o amorfi.

Antropico: dal greco anthropos, uomo. Proveniente dalle attività dell'uomo. Aggettivo che trova svariate applicazioni, sia come termine generico, sia come specifico. Ad esempio nella Soil Taxonomy serve per indicare l'epipedon condizionato nel tempo da attività umane (vedi epipedon antropico) e il regime di umidità aquico indotto dalla irrigazione per sommersione (regime anthraquico).

Aquico: dal latino *acqua* = acqua. Termine della Soil Taxonomy. Indica il regime di umidità del suolo nel quale l'ossigeno libero, è virtualmente assente, poiché il suolo è saturato dalla falda freatica o dalla frangia capillare a questa sovrapposta. Vedi anche regime di umidità (= del suolo).

Argilla: particella elementare di suolo, con diametro inferiore a 0.002 mm.

Aridico/torrido: termine della Soil Taxonomy. Indica il regime di umidità del suolo presente normalmente in climi aridi, talora anche in climi semiaridi.

Associazione di suoli : tipo di Unità cartografica pedologica dove due o più Unità tipologiche di suolo sono associate geograficamente secondo una distribuzione spaziale nota, costante e caratteristica. Queste componenti sono cartografate come singola Unità a causa della scala della carta, ma potrebbero essere evidenziati singolarmente con un rilevamento a scala maggiore. All'interno di ogni delimitazione cartografica, è essenziale che tutte le Unità tipologiche di suolo siano presenti, anche se in proporzioni sensibilmente variabili fra le diverse delimitazioni. Unità tipologiche di suolo diverse da quelle principali sono ammissibili in misura non superiore al 25% se non limitanti le possibilità d'uso rispetto alle Unità tipologiche principali; se limitanti, le inclusioni non possono superare la misura del 15%.

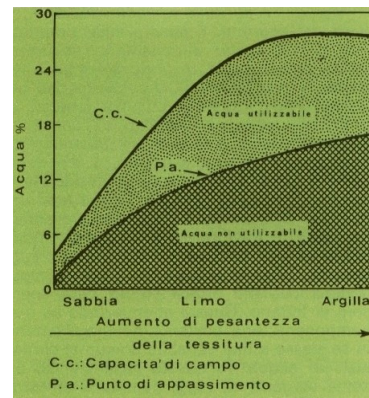
Attitudine: capacità del suolo di ospitare con successo una determinata coltura agraria o forestale. Diversamente, come nella problematica sullo spandimento dei liquami, esprime criteri sull'opportunità o meno di effettuare tale pratica nel rispetto delle falde soggiacenti. Viene valutata con metodologia FAO illustrata nei seguenti documenti: FAO, 1976. A framework for land evaluation. Soils bulletin N°32 – FAO, 1983. Guidelines: land evaluation for rainfed agriculture. Soils bulletin N°52).

AWC (Available Water Capacity, Capacità di Ritenuta Idrica):

si riferisce alla massima quantità di acqua, utilizzabile dalla maggior parte delle colture, che un suolo è in grado di trattenere. E' data dalla differenza tra la quantità di acqua presente nel suolo, alla *capacità di campo*, e quella presente al *punto di appassimento*. E' comunemente espressa come mm di acqua contenuta per cm di profondità di suolo e calcolata fino a 1,5 m di profondità, salvo presenza, più in superficie, di strati impenetrabili dagli apparati radicali.

Calcare attivo: frazione finemente suddivisa del calcare totale, suscettibile di solubilizzarsi rapidamente sotto forma di bicarbonato.

Calcare totale: rappresenta il quantitativo totale di carbonati presenti nella frazione del suolo inferiore a 2 mm.



*Relazione generale tra caratteristiche ideologiche del terreno e la sua tessitura.
Fonte: F. Bonciarelli, agronomia – Edagricole 1981, pag. 73*

Calcareo (suolo): materiale pedologico ricco di carbonati che reagisce a freddo, con viva effervescenza, talora anche solo udibile, all'attacco con HCl (10%), o che contiene più del 2% di CaCO₃ equivalente (carbonati totali, espressi come CaCO₃).

Calcio scambiabile: è il catione basico normalmente prevalente sul complesso di scambio; valori ottimali di saturazione calcica sono compresi fra 60 e 80%, valori al di sotto dei quali si possono verificare carenze e al di sopra dei quali si hanno eccessi con conseguente inibizione dell'assorbimento di altri elementi quali magnesio, potassio e ferro da parte della vegetazione. Carenze di calcio e acidità del suolo vengono normalmente corrette mediante calcitazioni.

Capacità di campo: contenuto di umidità del suolo, espresso in percentuale rispetto al peso secco, dopo che l'acqua gravitazionale, o l'acqua libera, si è allontanata.

Capacità di scambio cationico (C.S.C.): quantità di cationi scambiabili che il complesso adsorbente del suolo è capace di trattenere. Viene espressa in milliequivalenti per 100 g di terra fine (meq/100g). Dipende sia dalla quantità e dal tipo di argilla sia dalla ricchezza in sostanza organica del suolo.

Capacità d'uso (Land Capability): Sistema di classificazione delle Terre basato sulle principali limitazioni d'uso messo a punto dal Soil Conservation Service degli Stati Uniti (Klingebiel e Montgomery, 1961). Con questo approccio, si classificano migliori quelle Terre che possiedono un ventaglio colturale più ampio.

Capacità protettiva: definizione messa a punto dal Soil Survey inglese (Hollis et al.). Esprime la capacità del suolo di proteggere, dal ruscellamento e dalla percolazione di inquinanti, la rete idrografica superficiale e la falda/sotterranee.

Carbonio (= organico): carbonio contenuto nell'humus e nella sostanza organica in decomposizione in un orizzonte del suolo. Viene misurato in laboratorio mediante attacco del campione con energici ossidanti.

Catena: sequenza di suoli nel paesaggio originatisi da una stessa tipologia litologica ma che hanno differenti posizioni rispetto alla morfologia del territorio ed al reticolo idrografico. Sovente questi suoli presentano differenti gradi di evoluzione pedogenetici.

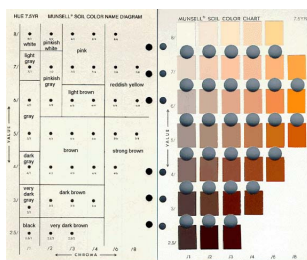
Catione: ione che possiede una carica elettrica positiva. I più comuni cationi basici del suolo sono calcio, potassio, magnesio, sodio; i più comuni cationi acidi del suolo sono idrogeno ed alluminio.

Chroma: intensità o purezza di colore di un orizzonte o di una figura pedogenetica, crescente in ragione inversa alla quantità di grigio mescolato al colore di base (Cfr. la codifica nelle Tavole colorimetriche "Munsell Soil Color Charts"). Viene indicata da un numero arabo, separato dal precedente mediante il segno/.

Classificazione pedologica: catalogo sistematico dei suoli secondo criteri e principi specifici. La tassonomia pedologica, risente ancora delle diverse impostazioni delle più importanti scuole di scienza del suolo (Stati Uniti, Francia e Russia), non si propone con un linguaggio unico e univoco, come le più universalmente riconosciute classificazioni di Linneo per il mondo animale e vegetale. Attualmente le classificazioni più utilizzate sono la Soil Taxonomy dell'USDA (vedi) e il WRB (vedi), anche se ancora oggi sono diffusi termini e criteri desunti dalle vecchie classificazioni nazionali (Francia, Germania, Russia, ecc.)

C/N: rapporto carbonio organico/azoto totale in un orizzonte del suolo. Il rapporto è un indice del grado di decomposizione della sostanza organica nei suoli minerali. Un humus ben decomposto ha un rapporto C/N compreso fra 8 e 10, mentre valori superiori del rapporto denunciano una lenta decomposizione della sostanza organica e valori inferiori, una rapida mineralizzazione.

Colluviale/Colluvium: materiale trasportato da acqua di ruscellamento diffuso, o disceso per gravità, e deposto lungo un versante o al suo piede. I depositi colluviali sono in genere costituiti da clasti di forma angolosa e con composizione correlata a quella delle formazioni geologiche affioranti a monte.



Colore Munsell: sistema per la designazione del colore di un orizzonte del suolo o di una sua parte. I colori del suolo vengono codificati per confronto con le Tavole colorimetriche "Munsell Soil Color Charts", nelle quali essi sono espressi dalla combinazione di tre variabili: colore (hue), luminosità (value) e saturazione (chroma).

Hue= gamma o colore spettrale dominante, indicato da un numero intero o decimale, seguito da una o due lettere maiuscole(per esempio10YR).

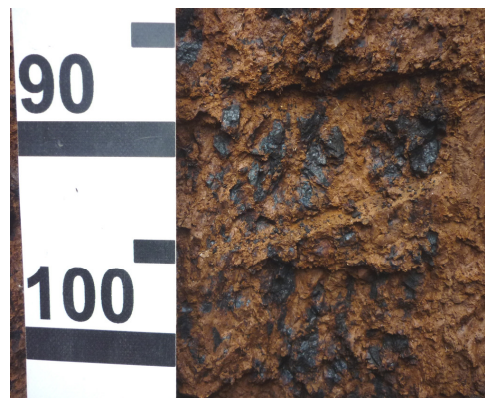
Value= luminosità relativa del colore, indicata da un numero arabo.

Complesso di scambio: insieme dei siti sulle superfici delle particelle solide del suolo (soprattutto sostanza organica, minerali argillosi, ossidi e sesquiossidi) aventi carica elettrica, e di conseguenza potenzialmente disponibili per l'adsorbimento di ioni (cationi e anioni). La carica netta delle superfici del suolo è negativa, quindi l'adsorbimento avviene prevalentemente a carico dei cationi. I cationi adsorbiti con maggiore frequenza sul complesso di scambio sono: calcio, magnesio, potassio, sodio (basici in ordine di frequenza), idrogeno, alluminio (acidi in ordine di frequenza). L'equilibrio degli ioni sul complesso di scambio è regolato essenzialmente dal pH e dalla composizione chimica della soluzione circolante, e quindi dalle reazioni che influiscono su di esso.

Complesso di suoli: unità cartografica pedologica dove due o più Unità tipologiche di suolo sono disposti secondo un modello di distribuzione molto intricato o con percentuali così modeste da non rendere possibile la loro rappresentazione separata alla scala della carta o a scale maggiori. All'interno di ogni delineazione cartografica, è essenziale che tutte le Unità tipologiche di suolo siano presenti, anche se in proporzioni sensibilmente variabili fra le diverse delineazioni. Unità tipologiche di suolo diverse da quelle principali sono ammissibili in misura non superiore al 25% se non limitanti le possibilità d'uso rispetto alle unità tipologiche principali; se limitanti, le inclusioni non possono superare la misura del 15%.

Concentrazioni: Cristalli, noduli, concrezioni o masse di diverse dimensioni, spessore, consistenza e colori, costituiti da accumulo di composti di varia natura o da particelle di suolo cementate. La composizione di molte concentrazioni è differente dalla composizione delle circostanti particelle di suolo. Nella composizione delle concentrazioni, il carbonato di calcio e gli ossidi di ferro e manganese, sono molto comuni.

Concrezione: corpo coerente, di genesi geologica o pedologica, costituito da sostanze distribuite concentricamente attorno ad un nucleo (struttura "a cipolla"). Le concrezioni possono essere carbonatiche, gessose, ferromanganesifere, ferruginose, saline. Meno frequentemente si producono anche concrezioni di silicati.



Concentrazioni di Fe-Mn. Fonte: Moscardini, 2014

Condizioni aguiche: termine della Soil Taxonomy. Evidenze di periodiche condizioni di saturazione idrica del suolo e di condizioni riducenti; si manifestano per presenza di screziature, di accumuli di ossidi di Ferro e Manganese.

Conducibilità (elettrica del suolo): proprietà di un campione di suolo, di trasmettere la corrente elettrica: Viene espressa in dS/m o in mS/cm. Vedi Salinità.

Conducibilità idraulica satura (Ksat/Permeabilità) del suolo: è la capacità del suolo di essere attraversato dall'acqua con moto verticale verso il basso. Salvo diversa indicazione la permeabilità si riferisce alla velocità del flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo, in direzione verticale. Il valore riportato nella descrizione dei suoli è relativo allo strato più lentamente permeabile presente nel suolo o nella parte più superficiale del substrato.

Consistenza: si riferisce all'intensità ed alla natura delle forze di coesione ed adesione del suolo, alla sua resistenza ad essere frantumato meccanicamente, ad essere deformato oppure rotto.

Consociazione: tipo di Unità cartografica pedologica all'interno della quale almeno il 50 % dei pedon di ogni delineazione appartengono alla medesima Unità tipologica di suolo. Nelle restanti parti delle delineazioni le unità tipologiche di suolo sono così simili al suolo dominante che, a livello tassonomico, le differenze non sono rilevanti in

modo significativo. Le inclusioni di suoli dissimili, all'interno di tale tipo di Unità cartografica, non devono superare il 15% se tali differenze sono limitanti per le possibilità d'uso dei suoli, altrimenti possono giungere fino al 25%.

Diagnostico (orizzonte =; carattere =): orizzonte o proprietà chimica, fisica, morfologica (colori, profondità, volumi, densità, etc.), definiti qualitativamente e quantitativamente, e ritenuti, nelle classificazioni tassonomiche, essenziali per la identificazione del tipo di suolo.

Disponibilità di ossigeno: si riferisce alla disponibilità di ossigeno per l'attività biologica nel suolo; è valutata in base alla presenza di acqua libera o di imbibizione capillare, a tracce di idromorfia, etc.

Drenaggio del suolo: infiltrazione dell'acqua nel suolo per effetto della gravità. Si riferisce alla frequenza e alla durata del periodo di saturazione totale o parziale del suolo durante il periodo di crescita delle piante. E' correlato direttamente alla disponibilità di ossigeno nel suolo.

Drenaggio superficiale: vedi Runoff

Dystric (Dystrico): termine della Soil Taxonomy, utilizzata anche da altre classificazioni (WRB, Fao-Unesco). Attributo di un suolo avente un tasso di saturazione basica inferiore al 50%, fra 20 e 50 cm di profondità.

Duripan: orizzonte diagnostico fortemente cementato da silice illuviale. Meno del 50% dei frammenti seccati all'aria di un duripan si sciolgono in acqua o in HCl, ma più del 50% si scioglie in immersioni alternate acido-alcaline.

Effervescenza all'HCl: si riferisce al test di campagna utilizzato per rilevare la presenza di carbonato di Calcio nel suolo. Si esegue facendo gocciolare poche gocce di acido cloridrico (concentrazione al 10%) su un frammento di suolo, osservandone l'effervescenza prodotta (vedi Calcare totale). Questo test non è significativo per tenori in CaCO₃ superiori al 10%.

Elementi nutritivi: qualsiasi elemento assorbito dalle piante ed essenziale per il loro sviluppo. I principali nutrienti sono azoto, fosforo, potassio, calcio, magnesio, zolfo, ferro, manganese, rame, boro e zinco tra quelli ottenibili dal suolo, e carbonio, idrogeno e ossigeno tra quelli ottenibili dall'aria e dall'acqua.

Elemento territoriale (o di terre): tratto della superficie terrestre individuabile per una caratteristica combinazione di caratteri, proprietà o processi litologici, morfologici, climatici, pedologici, vegetazionali ed antropici alla scala di dettaglio (in genere 1:10.000). Possiede di solito un certo grado di omogeneità pedologica, per cui dovrebbe essere costituito da una fase di serie, ma dove il paradigma suolo-paesaggio non è vero, ad esempio in presenza di paleosuoli o di suoli intensamente modificati dall'uomo, può contenere più fasi di una stessa serie o anche di serie diverse.

Eluviale (orizzonte =): orizzonte fisicamente e chimicamente impoverito dalla perdita di sostanze che hanno subito una rimozione, in soluzione o in sospensione, e che sono state accumulate in orizzonti sottostanti o sono state allontanate con le acque di percolazione.

Entico (aggettivo), Entisuoli (ordine dei suoli della Soil Taxonomy): termine della Soil Taxonomy: dall'inglese recent.: suolo molto giovane senza orizzonti diagnostici. Identifica suoli ai primi stadi dello sviluppo tipico del grande gruppo o del sottordine. Suoli caratterizzati da una limitata espressione dei processi pedogenetici e, in genere, da un orizzonte superficiale povero di sostanza organica, chiaro e sottile posto al di sopra di substrati litoidi compatti o di depositi alluvionali recenti.

Epipedon: termine della Soil Taxonomy, tratto dal greco epi = sopra e pedon = suolo, per indicare un orizzonte diagnostico formatosi sulla superficie del suolo o nei pressi della stessa. Gli epipedon non coincidono unicamente con orizzonti A, ma possono giungere a comprendere, del tutto o in parte, l'orizzonte B illuviale, qualora la sostanza organica sia consistentemente presente.

Erodibilità: attitudine intrinseca del suolo a subire erosione idrica. Si misura attraverso



l'abaco di Wischmeier a partire da determinati dati analitici.
2006

Gully erosion. Fonte: Regione Toscana,

Erosione: l'asporto del suolo a causa di svariati agenti quali acqua, vento, ghiaccio e gravità. Nel caso di azione dell'acqua si può parlare di erosione laminare (sheet erosion) o per solchi più o meno profondi. (rills e gullies).

Eutro (Eutric, Eutrico): dal greco eu = buono e trofé= nutrimento. Prefisso della Soil Taxonomy, utilizzato poi da altre classificazioni, che indica una buona riserva di elementi nutritive nel suolo. In particolare viene usato per classificare suoli calcarei o con un tasso di saturazione basica di almeno il 50%

Evapotraspirazione: perdita di acqua per evaporazione dalla superficie, da fessure e crepacciature del suolo e per traspirazione dalle piante.

Falda permanente: si identifica, in un contesto pedologico, con la prima falda libera o falda freatica.



Falda temporanea: può manifestarsi in corrispondenza di strati impermeabili in vecchie superfici terrazzate (paleosuoli), per accumulo di acque meteoriche. Tende stagionalmente ad esaurirsi per fenomeni di evapotraspirazione.

Famiglia tessiturale: termine della Soil Taxonomy utilizzato per raggruppare classi di tessitura, tenendo conto anche della percentuale di scheletro presente nel suolo.

Fase di suolo: le fasi costituiscono le "facies" geografiche e di uso riconducibili ad una stessa serie. Non individuano importanti differenze di paesaggio rispetto a quelle della serie a cui appartengono, così come non se ne distinguono a livello tassonomico. E' quindi una suddivisione che può essere applicata ai diversi livelli della classificazione del suolo secondo l'USDA (Serie, Famiglie, Sottogruppi, ecc.) basata su elementi gestionali di quel suolo. I più comuni attributi che individuano le fasi sono la tessitura o la pietrosità superficiale, la rocciosità, la pendenza, la profondità del suolo, la presenza / assenza di falda, la salinità o sodicità, la fisiografia, l'erosione, il clima, l'inondabilità.

*suoli Terzo (TER1), Padule di Fucecchio (FI);
falda permanente. Fonte: Regione Toscana, 2013*

Fattori della morfogenesi: sono rappresentati dalle forze endogene (sismica, vulcanica, bradisismo), dalla roccia, dal clima, dagli organismi (incluso l'uomo), dal tempo e dall'intensità con cui agiscono.

Fattori della pedogenesi: sono rappresentati dalla, roccia, dal clima, dagli organismi (incluso l'uomo), dalla morfologia, dal tempo e dalle loro interazioni.

Fertilità del suolo: giudizio globale qualitativo basato su parametri stazionali, morfologici e fisico-chimici, riguardante la capacità di un suolo di sostenere lo sviluppo vegetativo, sia per la produzione agroforestale, sia dal punto di vista naturalistico.

Fisiografia: aspetto assunto dalla superficie terrestre per effetto della morfogenesi.

Fluviale (deposito =): sedimento depositato da un corso d'acqua e composto da materiali a diversa granulometria, da finissima a grossolana, con giacitura orizzontale e generalmente stratificata.

Fluvioglaciale (deposito =): insieme di materiali trasportati dai ghiacciai e quindi ripresi e risedimentati da corsi d'acqua alimentati dallo scioglimento dei ghiacci. La composizione granulometrica evidenzia la presenza di clasti isolati, di elevate dimensioni, immersi in una più minuta matrice.

Fosforo assimilabile: nei suoli naturali il contenuto in fosforo totale è spesso elevato; tuttavia la frazione "assimilabile" o "disponibile" (assorbibile da parte dei vegetali) è spesso inferiore al fabbisogno agronomico. Tra i fattori che maggiormente contribuiscono all'immobilizzazione di questo elemento troviamo il carbonato di calcio, in presenza del quale tende a precipitare sotto forma di fosfato tricalcico insolubile (motivo per cui nei suoli calcarei si consiglia la concimazione frazionata a piccole dosi al momento dell'utilizzo da parte della coltura), gli ossidi di ferro e di alluminio, sulle cui superfici tende ad essere adsorbito in forma relativamente stabile. Secondo l'Osservatorio Pedologico italiano in base al contenuto in fosforo assimilabile i suoli si distinguono in: ben dotati (>20 mg/kg); sufficientemente dotati (10-20 mg/kg), scarsamente dotati (<10 mg/kg).

Fragipan: dal latino fragilis = fragile. Orizzonte diagnostico sottosuperficiale cementato ma fragile, a bassa porosità e modesto contenuto di sostanza organica, basso o moderato contenuto in argilla, ma alto in limo o sabbia molto fine. Quando secco, il fragipan è molto duro ed ha una più alta densità apparente degli orizzonti sovrastanti; quando umido, tende a rompersi improvvisamente se sottoposto a pressioni piuttosto che a deformarsi lentamente. Nel fragipan l'approfondimento radicale è molto ostacolato o impedito.

Franco: suolo che contiene il 7-27 % di particelle di argilla, il 28-50 % di particelle di limo e meno del 52 % di particelle di sabbia.

Ghiaia: elemento litoide di forma prevalentemente arrotondata, modellato dall'azione di acque correnti, con dimensioni comprese fra 20 e 75 mm.



Suoli Grey Riposa (GRP1), Fragic Haploxeralfs, fine-loamy Cecina (LI). Fonte: L. Gardin, 2006



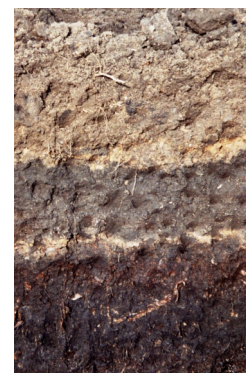
Fonte: Moscardini, 2014

Gley: termine della lingua russa, significante letteralmente: massa di terra fangosa. E' un orizzonte di suolo formatosi nella zona di oscillazione o di permanenza della falda freatica, con alternanze di aerobiosi e anaerobiosi. Durante le prime il Fe precipita in forma ferrica, producendo screziature ferruginose; durante le seconde, il Fe precipita in forma ferrosa, concentrandosi in screziature e macchie verdastre o bluastre. Tale fenomeno interessa anche il Mn.

Glosse: evidenze della degradazione di un orizzonte argillico; di forma allungata verso il basso, le glosse sono costituite in parte da particelle dell'orizzonte soprastante da cui sono stati traslocati per eluviazione, l'argilla e gli ossidi di Fe. Insieme con le porzioni non eluviate costituiscono l'orizzonte glossico.

Histosuoli: dal greco "Histos", tessuto. Ordine di suoli della Soil Taxonomy che comprende tutti i suoli organici. Si formano per la maggior parte su torbiere o da materiali organici costituiti da resti di piante più o meno decomposte accumulate in acqua. Alcuni però si sono formati anche sulla lettiera dei boschi o su muschio o su entrambi, in un clima fresco, sempre umido e con un buon drenaggio.

Humus: sostanza colloidale amorfa, di colore da giallo bruno scuro fino a nero, prodotta dalla trasformazione dei materiali organici del suolo e successiva resintesi polimerizzante. Può essere parzialmente estratta dal suolo e frazionata nei suoi componenti: acidi umici, acidi fulvici, umina. La frazione più resistente alla biodegradazione è quella legata alle argille, dalle quali non è separabile per via meccanica.



Suoli Burano (BUR1), Thapto-Histic Endoaquolls, fine. Capalbio (GR). Fonte: Moscardini, 2003

Inceptisuoli: ordine di suoli della Soil Taxonomy che comprende tutti i suoli caratterizzati dalla presenza di deboli segni di alterazione pedogenetica (dal latino incipere, iniziare).

Carattere diagnostico è la presenza dell'orizzonte cambico in cui non è più riconoscibile la struttura della roccia madre. Può essere definito in modo univoco dalle seguenti proprietà 1) è formato per l'alterazione o concentrazione di sostanze, ma senza l'accumulo di materiali trasportati da altro luogo ad eccezione dei minerali carbonatici o della silice amorfa; 2) le tessiture sono più fini di quelle sabbiose franche; 3) il suolo contiene alcuni minerali alterabili, 4) La proprietà 3) è quella che dà il nome al tipo di suolo, perché specifica che l'evoluzione del suolo non è ancora completata, essendoci minerali che ancora potrebbero subire ulteriori alterazioni.

Incoerente (materiale =): materiale del suolo, privo di struttura, molto friabile, soffice o sciolto.

Indice d'incrostamento superficiale Indicatore della propensione al collasso degli aggregati strutturali, per lo più in suoli agrari, nei primi centimetri dell'orizzonte più superficiale. L'indice è strettamente correlato alle componenti tessiturali presenti.

Infiltrabilità: velocità di penetrazione dell' acqua in un suolo, nella sua verticale. Normalmente viene espressa in cm/h.

Infiltrazione: penetrazione verso il basso dell' acqua in un suolo.

Inondabilità: probabilità che una certa Unità cartografica o parte di essa, possano venire inondate nel corso dell'anno. Tale probabilità è abitualmente indicata con l'uso del suo reciproco, dando origine al parametro del tempo di ritorno dell'evento alluvionale.

Lavorabilità: esprime la maggiore o minore facilità con cui possono essere effettuate nel suolo le normali pratiche agricole. Si descrive in campagna con la stima delle possibili interferenze, anche dei tempi di attesa per la ripresa dei lavori, dopo piogge, per tessiture del suolo non ottimali.

Limo: particella di suolo con diametro compreso tra 0.05 mm e 0.002 mm. (classificazione USDA). Il limo può venire suddiviso ulteriormente in limo grossolano (0.05 mm-0.02mm) e limo fine (0.02 mm-0.002 mm). Elevati contenuti di limo nell'orizzonte di lavorazione Ap possono favorire la formazione di croste superficiali, che ostacolano l'insorgenza post semina delle piantine.



Croste superficiali. Fonte: Moscardini, 2014

Lisciviazione: processo di trascinarsi meccanico, da parte dell'acqua gravitazionale ed in condizioni di pH debolmente acido, o decisamente acido, ma con scarsa aerazione, delle particelle fini disperse (argille e ossidi di ferro ad esse legate), dagli orizzonti superiori eluviali, agli orizzonti profondi illuviali, dove l'argilla può formare argillans e costituire un orizzonte argillico.

Litico (aggettivo): dal greco lithos = pietra. Indica un suolo con presenza di roccia in posto o abbondanza di scheletro molto superficiali.

Litologia: tipo di roccia da cui prende origine un suolo.

Litocromico (colore): colore del suolo determinato dalla prevalenza di frammenti litici inalterati nell'orizzonte interessato.

Macropori: pori del suolo con diametro compreso fra 75 micrometri e 5 millimetri.

Magnesio scambiabile: catione del complesso di scambio che condiziona la fertilità del suolo per il ruolo fondamentale che svolge nella fisiologia vegetale. Valori di saturazione magnesiacca ottimali sono compresi fra 10 e 20% del complesso di scambio, al di sotto di questo intervallo si possono verificare fenomeni di carenza, al di sopra fenomeni di eccesso con inibizione dell'assorbimento da parte dei vegetali di altri cationi importanti come il calcio e il potassio.

Materiali albici: materiali da cui l'argilla e gli ossidi di Ferro sono stati in gran parte rimossi, così che il colore dei materiali è costituito in gran parte dalle particelle primarie di sabbia e limo. Si tratta quindi di materiali dalla colorazione grigio-chiara.

Materiali fibrici (peat): sono i materiali organici meno decomposti tra tutti quelli presenti in un suolo. Contengono in prevalenza fibre ancora integre di cui l'origine è facilmente individuabile. Hanno la più bassa densità apparente e il più alto contenuto di acqua alla saturazione di tutti i materiali organici del suolo.

Materiali hemici (mucky peat): materiali organici del suolo che hanno caratteristiche intermedie in grado di decomposizione tra i meno decomposti materiali fibrici e i più decomposti materiali saprici.

Materiali saprici (muck): sono i materiali organici più decomposti tra tutti quelli presenti in un suolo. Hanno la minore percentuale di fibre vegetali ancora integre, la più alta densità apparente e il più basso contenuto di acqua alla saturazione di tutti i materiali organici del suolo.

Materiali spodici: materiali formati per precipitazione di sesquiossidi di Fe-Al e sostanza organica.

Micropori: pori del suolo con diametro compreso fra 5 e 30 micrometri.

Modello di distribuzione dei suoli: indica, quando possibile, la distribuzione geografica di differenti suoli all'interno di una stessa unità cartografica.

Mollico (= epipedon): dal latino mollis = soffice. Orizzonte superficiale della Soil Taxonomy ricco di humus, di colore da molto scuro a nero, che o rappresenta più di un terzo dello spessore complessivo degli orizzonti A e B, o ha uno spessore superiore a 25 cm ed una struttura con debole consistenza quando è secco; Vedi anche orizzonte mollico



Orizzonte mollico. Fonte: Moscardini, 2014

Mollisuoli: ordine di suoli della Soil Taxonomy che comprende tutti i suoli con orizzonte mollico. I Mollisuoli si formano generalmente in terreni erbosi ed in climi con scarsa d'acqua da moderata a pronunciata a seconda delle stagioni. Qualche tipo si forma nelle paludi o su marne (rocce argillose con carbonato di calcio) in climi umidi. Essi sono tra i suoli naturalmente più fertili al mondo: sono adatti alla coltivazione di cereali e non presentano difficoltà di coltivazione.

Orizzonte: nel profilo pedologico è normalmente possibile riconoscere una serie di strati con andamento parallelo alla superficie: essi prendono nome di orizzonti (in inglese horizons o layers) e si distinguono per caratteristiche peculiari dipendenti dai processi pedogenetici. Vengono pertanto detti anche orizzonti genetici e la loro designazione è basata su un giudizio qualitativo dell'origine del suolo analizzato.

Ossidato (colore): tipo di colore del suolo derivante da processi prevalentemente di ossidazione che determinano la prevalenza di colori bruno-rossastri. È colorazione tipica degli orizzonti di alterazione, con buona disponibilità di ossigeno.

Paesaggio: percezione visiva delle Terre, ossia della sintesi degli elementi che compongono le Terre, della loro distribuzione spaziale e quantitativa, delle loro relazioni funzionali. Si tratta quindi di una definizione meno quantificabile rispetto a quella di "Terre", ma che maggiormente sottolinea l'approccio olistico necessario alla loro analisi. In virtù del paradigma suolo-paesaggio, si deve poi rammentare la strettissima relazione esistente fra un paesaggio ed i suoli che lo compongono; pertanto, l'espressione di "paesaggio pedologico", o "pedopaesaggio" si incrocia e completa quella precedentemente fornita.

Pan: orizzonte del suolo compatto e denso, che ostacola il movimento dell'acqua e la crescita delle radici delle piante. Ne è un esempio il fragipan.

Paleoalveo: antico percorso fluviale abbandonato dalle acque, del tutto o in parte colmato di sedimenti.

Paleosuolo: suolo di origine molto antica, evoluto in condizioni di clima e vegetazione diverse dalle attuali. I paleosuoli possono presentarsi sepolti da depositi più recenti, oppure costituire superfici relitte: in tal caso ai segni della pedogenesi antica si sommano i segni dei processi in atto. Occorre segnalare che all'interno della Soil Taxonomy, il prefisso "paleo" si attribuisce a suoli con i segni di un'intensa alterazione, ossia profondità del contenuto di argilla illuviale, orizzonte oxico, orizzonte petrocalcico, scomparsa di minerali alterabili etc; tale attribuzione non è tuttavia univoca con la presenza di un vero paleosuolo.

Pedoclima: valutazione sintetica dei fattori climatici (piovosità, temperatura) che influenzano direttamente il suolo, la sua evoluzione e comportamento

Pedogenesi: processo di formazione del suolo a partire per lo più da detriti minerali provenienti dalla disgregazione delle rocce (substrato pedogenetico). Si realizza attraverso processi di trasformazione, accumulo, perdita e traslocazione dovuti ad un insieme di fattori pedogenetici: clima, roccia, morfologia, esseri viventi e tempo.

Pellicole: prodotti di rideposizione, in orizzonti più o meno profondi, di materiali provenienti dagli orizzonti soprastanti, in seguito a processi di eluviazione e illuviazione. In funzione del materiale depositato, si distinguono i seguenti tipi di pellicole:

•Ponti di argilla (tra i granuli di sabbia) •Pellicole di argilla (cutans) •Pellicole di sabbia o limo (skeletalans) •Pellicole di sesquiossidi •Pellicole ferromanganesifere •Pellicole di sostanza organica •Pellicole di carbonati •Pellicole orientate per pressione •Pellicole orientate per pressione e scorrimento (slickensides)

Pellicole di argilla (cutans): sottili films di argilla orientata che si trovano sulla superficie delle singole particelle, degli aggregati, nella macroporosità e nei canali di lombrichi o di radici del suolo. Sono indice di avvenuta traslocazione dell'argilla dagli altri orizzonti del suolo più superficiali.

Pendenza: inclinazione della superficie del suolo rispetto al piano orizzontale.

Percolazione: passaggio di un liquido attraverso un corpo poroso. In senso pedologico, è il passaggio attraverso il suolo, dall'alto al basso, dell'acqua di precipitazione, di irrigazione o di scioglimento glaciale o nivale, insieme ai suoi soluti.

Periodo glaciale: periodo geologico del Pleistocene, caratterizzato dalla formazione, dall'espansione e dal ritiro di estese masse glaciali. Si è soliti distinguere, con terminologia obsoleta, quattro principali periodi (in ordine cronologico e a partire dal più antico): Gunz, Mindel, Riss, Wurm.

Permafrost: orizzonte del suolo costantemente gelato; tipico delle regioni glaciali.

Permeabilità: vedi Conducibilità idraulica satura.

Peso specifico apparente (= del suolo): peso del volume di un campione di suolo (seccato a 105°C), con la sua struttura naturale. Si determina dividendo il peso di un certo volume di suolo asciutto nelle sue condizioni naturali di struttura, per il peso di un pari volume di acqua distillata. Può avere valori attorno a 200-400 Kg/m³ negli orizzonti organici, valori tra 1200 Kg/m³ e 1500 Kg/m³ per i suoli da sabbiosi a franchi; valori tra 1400 Kg/m³ e 1800 Kg/m³ negli orizzonti a tessitura più fine. Fenomeni di compattazione del suolo possono far salire questo valore ad oltre 2000 Kg/m³.

Peso specifico reale del suolo: massa delle sole particelle solide del suolo contenuta nell'unità di volume. Si tratta pertanto di un valore pressoché costante, perché non prende in considerazione l'entità degli spazi esistenti fra le particelle. Il suo valore si colloca attorno a 2600-2700 Kg/m³.

pH: misura dell'acidità o alcalinità del suolo. Rappresenta il logaritmo negativo della concentrazione idrogenionica della soluzione acquosa del suolo (soluzione 1:2,5).

Pietrosità: indica la percentuale di pietre o altri materiali, di dimensioni >2 mm, presenti sulla superficie del suolo.

Plaggen: orizzonte artificiale, per azione antropica sul suolo preesistente, per apporti secolari di sostanza organica.

Plasticità: indica la possibilità del suolo di essere plasmato. Si stima in campagna attraverso la manipolazione di un cilindretto di suolo di 4 cm di lunghezza e 6 mm di spessore, convenientemente inumidito.

Podzol: dal russo pod (sotto) e zola (ceneri). Suolo lisciviato con accumulo di materiale umoferrico in profondità. Tipico in ambienti umidi e freddi. Termine della classificazione russa, ancora oggi usato nella terminologia pedologica corrente. Equivale allo Spodosuolo della Soil Taxonomy.



*Pietrosità superficiale abbondante in un vigneto.
Fonte: Moscardini, 2003*

Potassio scambiabile: catione del complesso di scambio che condiziona la fertilità del suolo per il ruolo fondamentale che svolge nella fisiologia vegetale. I valori di saturazione potassica naturali non superano generalmente il 2% del complesso di scambio; al di sotto di questo valore si possono verificare fenomeni di carenza.

Profilo del suolo: successione verticale, estesa fino al substrato pedologico, di orizzonti, risultanti da trasformazioni, migrazioni o spostamenti, in genere verticali, di elementi costitutivi del suolo. Il profilo del suolo viene osservato ed analizzato mediante uno scavo di adeguate dimensioni e profondità, che consente di descriverlo e di prelevare campioni per le analisi di laboratorio.



Alternanza di livelli ghiaiosi fluviali. Fonte: Moscardini, 2013

Profondità (= utile per gli apparati radicali): distanza fra la superficie e strati o orizzonti del suolo in cui fattori fisici e/o chimici, ostacolano lo sviluppo in profondità degli apparati radicali della maggior parte delle colture agrarie e/o forestali. Sono considerati fattori limitanti: roccia coerente dura o tenera; fragipan; orizzonte petrocalcico e altri orizzonti impenetrabili; falda permanente e gley; materiali esclusivamente scheletrici.

Punto di appassimento: contenuto di umidità del suolo, espresso in percentuale rispetto al peso secco, dove le piante appassiscono, in modo irreversibile. Si assume che coincida con una forza di trattenuta dell'acqua da parte del suolo superiore a 15 atmosfere.

Punto di appassimento: contenuto di umidità del suolo, espresso in percentuale rispetto al peso secco, dove le piante appassiscono, in modo irreversibile. Si assume che coincida con una forza di trattenuta dell'acqua da parte del suolo superiore a 15 atmosfere.

Qualità del suolo: si definisce come la capacità del suolo a svolgere le funzioni di volta in volta necessarie a garantire il mantenimento di un equilibrio ambientale, economico, sociale, ecc.; tale capacità è legata principalmente alle caratteristiche strutturali ed ecologiche del suolo; inoltre si considera anche la qualità del suolo espressa come l'adeguatezza all'uso (fitness for use) correlata all'influenza delle attività umane che incidono in maniera più o meno intensa modificando talvolta drasticamente le caratteristiche naturali del suolo.

Quaternario: secondo periodo dell'era Cenozoica nella scala geologica del tempo, che va dalla fine del Terziario (due milioni di anni fa circa) al presente. Comprende due epoche: Pleistocene (periodi glaciali) e Olocene (presente).

Radicabilità: esprime la percentuale in volume di orizzonte esplorabile dalle radici delle piante. La stima si effettua a partire dalla quantità e distribuzione delle radici negli orizzonti e dall'osservazione di caratteri quali: presenza di forte compattazione, tipo e distribuzione della porosità, scarsa aerazione, bassa capacità di trattenere l'umidità o presenza di scheletro.

Ranker: suolo sviluppato su rocce silicee, con orizzonti ricchi in materia organica, poco profondi, che riposano direttamente a contatto della roccia madre. La definizione è stata abbandonata dal WRB (vedi anche World Reference Base), ma è usata ancora frequentemente nella letteratura pedologica, è presente nella Legenda FAO-Unesco del 1992.

Regime di temperatura (= del suolo): valutazione sintetica della temperatura media annua del suolo, delle sue fluttuazioni medie rispetto a questo valore e delle temperature medie della stagione calda e fredda. I regimi di temperatura del suolo sono utilizzati dalla classificazione USDA per accedere ai livelli tassonomici di maggior dettaglio. Per l'USDA si distinguono i regimi di temperatura seguenti: pergelico, criico, frigido, mesico, termico, ipertermico.

Regime di umidità (= del suolo): definizione pedoclimatica USDA: si tratta di una valutazione sintetica del contenuto di acqua disponibile per le piante nella sezione di controllo di un suolo durante tutto l'anno e con una metodologia uniforme. Si distinguono i regimi di umidità seguenti (vedi singole voci): aquico, aridico e torrido, udico, ustico, xerico.

Remote Sensing: è la pratica di derivare informazioni sul territorio usando immagini acquisite con una prospettiva aerea, per mezzo di radiazioni, riflesses o emesse dalla superficie della terra, entro una o più regioni dello spettro elettromagnetico.

Rendzina: dal termine contadino polacco rzedzic = tremare. Questo tipo di suoli vibra lievemente nell'aratura. Sono in genere suoli poco profondi, su roccia carbonatica, ricchi in materia organica e con caratteristiche chimico-fisiche particolari. La definizione è utilizzata dal WRB (vedi anche World Reference Base), è usata ancora frequentemente nella letteratura pedologica, ed è presente nella Legenda FAO-Unesco del 1992

Resistenza: stima di campagna della resistenza opposta da un campione di suolo ad una pressione applicata lentamente fra indice e pollice.

Ridotto (colore): tipo di colore del suolo derivante dai processi di riduzione del ferro, indotti dal ristagno idrico, che determinano la prevalenza di colori grigio-bluastri. È tipico degli orizzonti a bassa permeabilità e condizioni asfittiche.

Rills: piccoli ma ben definiti canali sulla superficie del suolo dovuti al processo erosivo entro cui scorre il deflusso superficiale causando rilevante distacco e trasporto delle particelle di suolo. Tali incisioni possono essere cancellate dalle normali lavorazioni del suolo.



Rill erosion. Fonte: Moscardini, 2006

Rischio di deficit idrico: valutazione della disponibilità di acqua nel suolo durante l'anno.

Rischio d'incrostamento superficiale: indica il grado di interferenza nella germinazione delle piantine. E' valutato in base alla presenza di croste superficiali, al loro spessore e resistenza alla rottura, all'indice d'incrostamento e ai pareri degli agricoltori.

Ristagno idrico: il permanere dell'acqua nel suolo o sul suolo a causa di un cattivo drenaggio.

Rocciosità: percentuale della superficie del suolo occupata da affioramenti rocciosi, in un raggio di c.a.100 m dalla stazione pedologica.

Runoff: altresì definito direct-flow, costituisce la porzione dell'acqua meteorica giunta su un bacino che raggiunge la rete di drenaggio senza penetrare nel suolo in quanto eccedente le capacità di intercettazione, stoccaggio superficiale e infiltrazione nel suolo.

Ruscellamento sottosuperficiale: porzione della precipitazione che si infiltra per alcuni centimetri sotto la superficie del suolo e scorre fino a raggiungere il canale di drenaggio. Questa quota di acqua può anche eventualmente riapparire in superficie nelle parti più basse dei versanti e scorrere fino al canale. Può anche definirsi ruscellamento sottosuperficiale o interflow.

Sabbia: particella di suolo con diametro compreso tra 2.0 mm e 0.05 mm. Secondo l'USDA, la sabbia si suddivide ulteriormente in sabbia molto grossolana (2 mm-1 mm), sabbia grossolana (1 mm - 0.5 mm), sabbia media (0.5-0.25 mm), sabbia fine (0.25 mm-0.1 mm) sabbia molto fine (0.1 mm- 0.05 mm) .

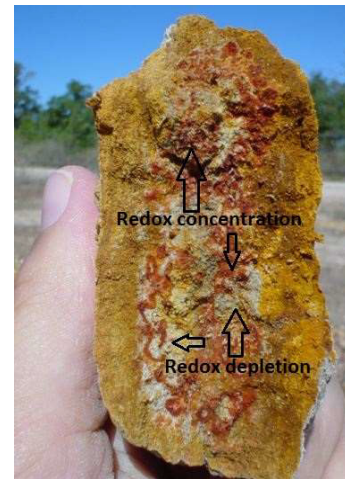
Salinità: concentrazione dei sali nel suolo; si classifica sulla base dei valori di conducibilità elettrica dell'estratto di saturazione espressa in millimhos per cm o millisiemens per cm .

Saprist: tipo di torba. Sapr (prefisso), dal greco sapos = marcio : indica la profonda decomposizione della materia organica.

Scheletro: si intendono gli elementi litici presenti nel suolo con diametro >2 mm.

Screziature: Macchie irregolari di differente colore, rispetto al colore dominante del suolo; le screziature si classificano per forma, dimensione e numero. Le screziature indicano frequentemente scarsa disponibilità di ossigeno e ondiizioni di ristagno idrico (idromorfia); assumono i caratteristici colori giallo-rossastri in seguito a processi di ossidazione del ferro e manganese, che, ridotti, assumono invece tonalità grigiastre.

Serie di suoli: categoria che raggruppa i tratti caratteristici di suoli simili per: evoluzione, organizzazione nel paesaggio e morfologia del profilo. Secondo la USDA Soil Taxonomy, nella stessa serie si inseriscono suoli che appartengono alla stessa famiglia, con profili simili, eccetto che per differenze come la tessitura degli strati superficiali, la pendenza o altre caratteristiche simili. Tutti i suoli di una serie hanno orizzonti che sono simili per composizione, spessore e organizzazione degli aggregati.



Fonte: *Illustrated Guide to Soil Taxonomy, 2015*

Sezione di controllo: parte del profilo pedologico su cui si procede a valutare e/o a misurare le differenti caratteristiche (umidità, temperatura, granulometria, etc.). Lo spessore della sezione di controllo varia a seconda del tipo di suolo; generalmente è compreso tra 25 e 150 cm di profondità.

Sodicità: si riferisce al contenuto in sodio scambiabile del suolo. Si definisce sodico un suolo non salino, con percentuale di sodio scambiabile superiore a 15 millimhos (o millisiemens) e pH generalmente superiore a 8,5.

Soggiacenza della (prima) falda: differenza fra la quota del piano di campagna ed il livello piezometrico (misurato) della falda freatica.

Soil Survey Manual (Soil Survey Manual): manuale fondamentale per la descrizione e lo studio dei suoli, redatto dall'USDA nel 1962 e revisionato nel 1993, da cui è tratta gran parte della manualistica pedologica italiana.

Soil Taxonomy: sistema di classificazione pedologica statunitense che prevede sei livelli: ordini, sottordini, grandi gruppi, sottogruppi, famiglie e serie di suoli. Si basa sull'individuazione di orizzonti diagnostici e proprietà del suolo rilevate principalmente in campagna. Questo tipo di classificazione è attualmente il più utilizzato dagli esperti del settore, insieme al WRB (vedi).

Solum: parte superiore del profilo, soprastante gli orizzonti C, dove i processi di formazione del suolo sono ancora attivi. Le parti vitali degli apparati radicali e le attività degli animali, sono prevalentemente confinate nel solum.

Sostanza organica: materiale di origine vegetale ed animale, più o meno eterogeneo, nei suoi vari stadi di trasformazione, presente nel suolo.

Spodosuoli: ordine di suoli della Soil Taxonomy. Comprende i cosiddetti suoli podzolici, che hanno subito un processo di lisciviazione molto intenso negli orizzonti superficiali. La perdita delle basi porta ad un'elevata acidificazione mentre la presenza di abbondante sostanza organica, dovuta ad una lenta mineralizzazione in ambienti freddi e piovosi, porta alla migrazione negli orizzonti profondi di complessi umo-ferrici, che costituiscono l'elemento diagnostico di base per il riconoscimento di questi suoli.

Struttura del suolo: ordinamento spaziale delle singole particelle del suolo in aggregati di maggiori dimensioni. Le principali forme di struttura del suolo sono: laminare, prismatica, colonnare, poliedrica e granulata. I suoli che non presentano struttura possono essere formati da singoli granuli (incoerenti) o da particelle che aderiscono tra loro senza alcuna regolare distribuzione (massivi).



Profilo di uno spodosuolo.

Fonte: Illustrated Guide to Soil Taxonomy, 2015

Subsoil: coincide con l'orizzonte profondo B; più praticamente, è la parte del suolo sottostante la normale profondità delle lavorazioni.

Substrato pedologico: si intende l'orizzonte C, ossia quell'orizzonte, se si esclude la roccia dura, che è stato poco interessato da processi pedogenetici. Di conseguenza è la parte del suolo sottostante il solum. Il materiale che forma il substrato pedologico può essere simile o meno al materiale che, si presume, abbia dato origine al suolo.

Suolo: corpo naturale tridimensionale della crosta terrestre, in grado di ospitare la vita delle piante; è costituito da sostanze minerali ed organiche ed è sede di processi chimici, fisici e biologici. Le proprietà di un suolo risultano dall'effetto integrato di parent material, forma del rilievo, clima, tempo ed azione dell'uomo.

Suoli idromorfi: Sono suoli che si sono formati in condizioni di drenaggio molto scarso, fino a impedito; che di conseguenza hanno subito processi di ossido-riduzione del ferro e degli altri elementi. Presentano tipiche colorazioni grigiastre e screziature di colore giallo aranciato.

Taxon: posizione tassonomica di un suolo a livello di Famiglia della Soil Taxonomy.

Telerilevamento: vedi Remote Sensing

Terrazzo: superficie residuale, da pianeggiante a lievemente ondulata, di una pianura alluvionale preesistente, di una superficie lacustre o di una superficie marina. Il terrazzo è delimitato da scarpate che lo raccordano a superfici costruite dalla dinamica fluviali in tempi diversi.

Territorio: terre racchiuse nei confini di un'autorità politica ed amministrativa, che impone la propria volontà. È concetto geopolitico.

Tessitura: Proporzioni relative delle principali frazioni granulometriche del suolo, sotto i 2 mm di diametro (sabbia, limo e argilla). Per la classificazione del suolo a livello di famiglia, si utilizza la suddivisione in famiglie tessiturali. Il valore della tessitura si effettua in laboratorio, con analisi granulometriche. In campagna si valuta invece la tessitura con un metodo speditivo, che stima le principali frazioni granulometriche, manipolando tra le dita un campione di suolo.



Stima della tessitura in campagna. Fonte: Moscardini, 2011

Tipo climatico: si riferisce alla classificazione di Thornthwaite, che definisce i tipi di clima attraverso valori numerici. Ciò in base al rapporto fra evapotraspirazione e quantità di precipitazione meteorica. I nove tipi climatici principali di Thornthwaite, sono definiti in funzione dell'indice di umidità globale, che offre un valore sintetico del grado di aridità o di umidità di una certa area.

Topsoil: parte superiore del suolo, generalmente più arricchita in sostanza organica ed interessata dalle normali pratiche agricole. Il topsoil può corrispondere con l'orizzonte Ap.

Torba: deposito di materiali organici, prevalentemente vegetali, a decomposizione e umificazione rallentate dalle condizioni di scarsa aerazione interna e di saturazione idrica permanente o semipermanente.

Trivellata: operazione esplorativa o di controllo: permette di osservare e stimare alcuni dei caratteri pedologici profondi (tessitura, calcare, idromorfia, pietrosità). Si esegue manualmente con trivelle sulle quali sono montate eliche di diversa forma a seconda del tipo di suolo da penetrare: essenzialmente si dividono in trivelle per suoli ghiaiosi e trivelle per suoli a tessitura fine.



Udico: dal latino udus = umido. Regime di umidità del suolo individuato dalla Soil Taxonomy nelle zone umide dove nel bilancio annuo l'evapotraspirazione non supera, se non di poco, le precipitazioni, di solito ben distribuite e presenti anche nella stagione estiva. Vedi anche Regime di umidità (= del suolo).

Umidità (= del suolo): quantità d'acqua contenuta in un volume unitario di suolo seccato all'aria. I diversi stati di umidità del suolo, stimati in campagna, possono esprimersi nelle seguenti 4 classi: secco, umido, molto umido, bagnato.

Umificazione: insieme dei processi di trasformazione in humus dei materiali organici freschi, sotto l'influenza dei microrganismi del suolo e attraverso ossidazioni, condensazioni, polimerizzazioni, etc.

Unità di paesaggio: termine utilizzato in varie discipline per indicare un ambito o insieme territoriale dotato di un certo grado di omogeneità per alcuni caratteri, problematiche o processi che lo identificano alla scala di riferimento. In pedologia viene più spesso utilizzato alla scala di dettaglio, per indicare superfici con un grado di omogeneità, per fattori e processi di pedogenesi, tali da considerare probabile, l'identificazione di suoli simili, al loro interno. Per una più approfondita esposizione di ciò che si intende per UDP si rimanda al manuale.

Unità tipologica di suolo: insieme di suoli con caratteri comuni che ne permettono l'individuazione e ne giustificano il raggruppamento; ad esempio: serie, fase di serie, varianti di serie, etc. L' **Unità Tipologica di Suolo** UTS è inquadrata nel livello di maggior dettaglio della classificazione USDA (Fase di Serie). E' contraddistinta da una morfologia ricorrente e da caratteri e qualità del suolo specifici: tutti i suoli appartenenti ad una Fase sono caratterizzati dalla medesima sequenza, composizione e spessore degli orizzonti genetici.

Ustico: dal latino ustus = bruciato. Regime di umidità del suolo individuato dalla Soil Taxonomy intermedio tra l'aridico e l'udico.

Value: luminosità relativa del colore di un orizzonte pedologico o di una figura pedogenetica, riferita alla percentuale di luce assorbita rispetto a quella riflessa.

Vertico/i (processi o fenomeni): elevato contenuto in argille espandibili, fessurazioni e, talora, facce di pressione.

Vertisuoli: ordine di suoli della Soil Taxonomy che comprende suoli con contenuti medio-alti di argilla espandibile e presenza periodica di crepacciature. Nelle stagioni calde i suoli si seccano fino a fessurarsi. Quando piove, porzioni di suolo superficiale normalmente cadono nelle fessure prima che queste si siano chiuse, così che il suolo "inghiotte" se stesso. I Vertisuoli hanno elevato contenuto di basi di calcio e di magnesio scambiabili, hanno per lo più un comportamento neutro, e hanno un contenuto medio di sostanza organica.



Fessurazioni superficiali in un vertisuolo. Fonte: Moscardini, 2008

Trattengono grandi quantità d'acqua, avendo tessitura fine, ma molta di quest'acqua non è direttamente utilizzabile dalle piante. Le lavorazioni sono quasi sempre rese difficili dalle caratteristiche fisiche di questi suoli.

World Reference Base for Soil Resources: legenda mondiale dei suoli adottata ufficialmente dall'International Union of Soil Sciences in occasione del 16° Congresso Mondiale di Montpellier, Francia. Rappresenta un ottimo compromesso per soddisfare gli scopi della classificazione dei suoli: è un sistema logico, flessibile e semplice da usare, alternativo alla classificazione USDA, particolarmente indicato per legende di cartografie pedologiche a grande scala. Nell'intenzione degli autori vuole rappresentare il miglioramento della Legenda Mondiale dei Suoli FAO/UNESCO, anch'essa nata per catalogare suoli a livello planetario.

Xerico: dal greco xeros = secco. Regime di umidità del suolo dell'USDA, tipico dell'ambiente mediterraneo, con inverni umidi e freddi ed estati calde e secche.

ALLEGATO 3: GLOSSARIO DEI PROCESSI PEDOGENETICI

Glossario dei processi pedogenetici

Fonte: Andrea Giordano, 1999, mod.

Alcalinizzazione: saturazione con ioni sodio nella capacità di scambio del suolo ($ESP > 15$) e conseguente aumento del pH della soluzione circolante ($pH > 8,5$). I suoli che sono o sono stati in contatto per lungo tempo con una falda salmastra, oppure che derivano da un materiale parentale ricco in sodio, sono spesso caratterizzati da una saturazione $> 15\%$ del complesso di scambio con ioni sodio. Ciò determina la scarsa strutturazione (gli ioni sodio provocano la dispersione dell'argilla) e le pessime caratteristiche fisiche, oltre che chimiche, di tali suoli. Questi stessi suoli, in presenza di acqua dolce (es. pioggia), tendono ad innalzare il proprio pH fino a valori compresi anche fra 9 e 11, per effetto della idrolisi: $Argilla-Na + H_2O = Argilla-H + OH^-$. La liberazione nella soluzione circolante di una massiccia quantità di ioni OH^- è da ritenersi la causa del processo di alcalinizzazione. Gli ioni sodio liberati reagiscono con l'anidride carbonica formando carbonato e bicarbonato di sodio e dando origine ai tipici suoli alcalini non lisciviati (solontchak-solonetz), caratterizzati da assenza di struttura nel periodo umido e da struttura prismatica durante il periodo secco

Arricchimento: termine generale indicante l'accumulo in un *pedon* di materiale proveniente dai *pedon* a esso adiacenti o da materiale non autoctono sovrapposto, come si verifica normalmente per le sostanze nutritive e per i carbonati veicolati all'interno del suolo da flussi idrici laterali o verticali. Rappresenta il processo opposto rispetto al *dilavamento*.

Aumento di sofficità: aumento del volume dei pori per l'attività di piante, animali, per azioni umane, per gelo e disgelo e altri processi fisici e per la rimozione di materiale attraverso la lisciviazione. Rappresenta il fenomeno opposto rispetto all'aumento di durezza

Aumento di durezza: diminuzione del volume dei pori per collasso e compattazione e per riempimento di alcuni vuoti con terra fine, carbonati, silice e altri materiali. Rappresenta il fenomeno opposto rispetto all'aumento di sofficità.

Brunificazione: processo caratteristico di climi temperati, di materiali parentali non calcarei e acidi, di suoli ben drenati e di vegetazione costituita da foreste di latifoglie. Consiste nella formazione di un orizzonte cambico, potente e colorato di bruno, in cui l'argilla è legata agli ossidi di ferro che ne determinano la colorazione.

Carbonatazione: processo pedogenetico che vede il condizionamento del profilo da parte dei carbonati di calcio ereditati dal materiale di origine. In queste condizioni l'alterazione è limitata all'orizzonte Bw generalmente poco sviluppato o addirittura assente. Notevole può essere invece l'influenza sulla sostanza organica la cui umificazione è bloccata ad uno stadio precoce.

Cumulazione: addizione (eolica, idrica, o antropica) di particelle minerali sulla superficie del suolo per effetto del trasporto operato dalla forza di gravità, dall'acqua e/o dal vento. Appare più evidente in aree depresse o caratterizzate da cambiamenti di pendenza, dove si deposita il materiale eroso dai versanti soprastanti.

Decalcificazione: perdita per eluviazione o dilavamento profondo del calcio proveniente dalla roccia in alterazione che si verifica in clima temperato se la roccia madre ha sufficienti riserve in basi e se la vegetazione forestale garantisce una buona produzione di sostanza organica. In queste condizioni il suolo si presenta in forma stabile (senza che si formi l'orizzonte Bk) perché le perdite del calcio e degli altri cationi vengono compensate dalla decomposizione della lettiera.

Decarbonatazione: eluviazione dei carbonati all'interno del suolo. Nei climi umidi il processo può spingersi fino alla rimozione completa, sovente però si forma un orizzonte di accumulo dei carbonati (orizzonte calcico Bk) all'interno

del profilo. Le caratteristiche pedologiche dei suoli derivanti dal processo di decarbonatazione in clima temperato sono:

- attiva popolazione microbica
- efficiente humificazione caratterizzata da una compenetrazione intima e profonda dell'humus
- struttura grumosa ben sviluppata per effetto di:
 - a) cationi bivalenti,
 - b) presenza di mucillagini e polisaccaridi di origine batterica.

Nei climi semi-aridi si registra un dilavamento completo per il sodio e per il potassio ma non per il calcio che sottoforma di bicarbonato di calcio tende a spostarsi in basso in periodo umido ($P > Etp$), rimane a una certa profondità durante il corto periodo in cui $P = Etp$ e viene invece traslocato verso l'alto per ascesa capillare durante il periodo siccitoso. Il bicarbonato tende a precipitare nell'orizzonte illuviale Bk formando noduli, lamine e strati duri da essere assimilati a roccia. La decarbonatazione della roccia madre produce generalmente una colorazione del suolo rossastra.

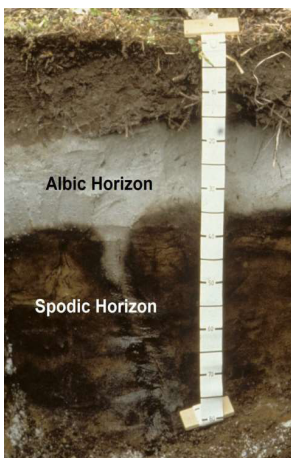
Decomposizione: alterazione di materiali minerali e organici.

Desalinizzazione: rimozione di sali solubili dagli orizzonti salici superficiali del suolo. Si tratta normalmente di un processo attivato dall'uomo al fine di ristabilire la fertilità compromessa dall'eccesso di sale. La desalinizzazione può creare problemi notevoli per il rischio di alcalinizzazione del suolo (aumento del pH, dispersione delle argille e riduzione della permeabilità).

Desilicizzazione: processo con cui in clima caldo-umido le rocce subiscono un'intensa alterazione dei minerali primari con conseguente rimozione della silice dal suolo e arricchimento in posto di ossidi e idrossidi di ferro e di alluminio.

Dilavamento: termine generale indicante l'allontanamento in soluzione di sali solubili dal *solum*. Il dilavamento interessa soprattutto il calcio, il magnesio, il sodio e il potassio sotto forma di cationi e di sali formati in presenza di acido carbonico, nitrico, citrico, lattico ecc. I metalli pesanti sono interessati solo marginalmente, così come l'alluminio. Se nel suolo sono presenti sostanze colloidalì queste agiscono nel senso di ridurre le perdite. Il dilavamento delle basi con conseguente acidificazione rappresenta la condizione preparatoria per innescare la lisciviazione.

Eluviazione: mobilizzazione e conseguente traslocazione di materiale da una parte all'altra all'interno del profilo (come nell'orizzonte *albico*).



Ferruginazione: processo caratteristico dei climi tropicali, caratterizzati da una lisciviazione non eccessiva e da un'alterazione spinta dei materiali di partenza. Ciò provoca una liberazione degli ossidi di ferro, che non venendo asportati si cristallizzano rapidamente, formando ematite rossa. Il suolo assume quindi un colore rossastro. Il processo avviene più facilmente in assenza o scarsità di sostanza organica, in presenza di alta saturazione basica e in presenza di cicli di inumidimento e asciugatura. Quando aumentano le precipitazioni, si passa al processo di ferrallitizzazione.

Ferrallitizzazione: in ambiente maggiormente lisciviante e più acido rispetto a quello in cui avviene la Ferruginazione, si ha rottura dei minerali argillosi e liberazione della silice, con accumulo di ossidi di ferro ed alluminio e formazione di minerali argillosi a reticolo 1:1 (prevalentemente caolinite). Si forma così un orizzonte di accumulo degli ossidi, caratterizzato da colore rossastro.

Fonte: *Illustrated Guide to Soil Taxonomy, 2015*

Fersiallitizzazione: Il processo è simile a quello della Ferrallitizzazione, ma, essendo in ambiente mediterraneo (meno dilavante rispetto a quello in cui avviene il primo), l'alterazione dei minerali è parziale e la perdita di silice per lisciviazione non è così elevata. La silice residua, presente in discreta quantità, va a generare argille di neoformazione (sia di tipo 1:1 che di tipo 2:1) assieme al ferro e alluminio derivati dai sesquiossidi; inoltre, parte del ferro, disidratandosi, si lega stabilmente all'argilla conferendo il caratteristico colore rossastro al suolo. L'argilla migra successivamente verso il basso, formando al di sotto un orizzonte argillico

Gleyficazione: riduzione del ferro in condizioni anaerobiche di suoli completamente saturati d'acqua, con produzione di colori che vanno dal blu grigio al blu-verdastro e con presenza, quando l'idromorfia è temporanea, di screziature gialle, brune e nere, e di concrezione di ferro e manganese (pseudogley).

Humificazione: trasformazione di materiale organico grezzo in humus.

Illuviazione: traslocazione di materiale in una porzione di profilo del suolo, come nell'orizzonte *argillico* o *spodico*. Consiste nel movimento di sostanze diverse attraverso il profilo pedologico, da un orizzonte soprastante, che ne risulta impoverito, ad uno sottostante, che ne viene arricchito. Segue il processo di Eluviazione.

Laterizzazione: processo caratteristico delle regioni intertropicali con clima equatoriale, caratterizzato dall'accumulo di idrossidi amorfi di ferro e alluminio (ematite, boehmite, gibbsite) entro l'orizzonte B (oxico), con limitata diffusione di fenomeni di illuviazione delle argille di neoformazione.

Leucinizzazione: schiarimento del suolo per asportazione dei materiali organici superficiali per la loro trasformazione in materiali di colore chiaro (ossidazione).

Lisciviazione: trasporto in sospensione, a opera dell'acqua, di argilla fine, argilla grossolana e limo e nel loro accumulo in un orizzonte illuviale (Bt). In tale orizzonte i micropori e i mesopori sono riempiti di argilla, i macropori hanno deposizioni argillose sulle pareti e gli aggregati strutturali sono ricoperti di veli di materiale argilloso. La lisciviazione trova le sue condizioni ottimali nei suoli ben strutturati, con humus di tipo mull, poco acidi, biologicamente attivi e in clima temperato umido, anche se può avvenire in altri climi. In questi ambienti durante il periodo piovoso le argille fini, il cui trasporto è facilitato dall'esistenza di pori grossolani che permettono la circolazione dell'acqua gravitazionale, subiscono un rallentamento nella loro discesa per la presenza di orizzonti B più compatti a causa dell'avvenuta scomparsa della maggior parte dei macropori. Si verifica di conseguenza una deposizione sulla superficie dei poliedri dando origine all'orizzonte Bt con *ferr-argillans* di colore ocra.

Melanizzazione: inscurimento del suolo per mescolamento con la sostanza organica (tipico dell' *epipedon mollico*), causato dalla produzione di polimeri piuttosto stabili (melanina) per decomposizione della stessa sostanza organica.

Mineralizzazione: liberazione degli ossidi tramite la decomposizione di sostanza organica.

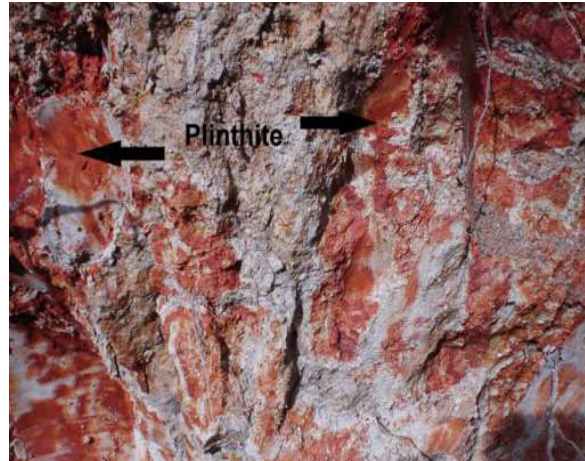
Paludizzazione: accumulo di sostanza organica in sedimenti profondi (>30 cm), come avviene in ambienti mal drenati quali le paludi, che costituiscono il substrato per la formazione degli Histosuoli.



Fonte: *Illustrated Guide to Soil Taxonomy, 2015*

Pedoturbazione o pedoturbamento: Rimescolamento e/o riciclo biologico e/o fisico (cicli di gelo-disgelo e di umido-secco) di materiali del suolo. Il risultato consiste in un'omogeneizzazione del suolo a diversi gradi.

Plinthite: dal greco Plinthos, laterizio. Il termine plinthite è stato coniato in sostituzione del vecchio nome "laterite" che aveva assunto significati troppo diversi da indurre confusione. La plinthite è un materiale ricco di ferro e povero di sostanza organica che include minerali argillosi (generalmente caolinite), quarzo ed altri minerali molto resistenti. Il ferro è irregolarmente distribuito nella massa, che presenta reticolature, screziature, ammassi di concrezioni, noduli, ecc. Una plinthite non ha struttura, allo stato umido si può tagliare facilmente, ma ha scarsa porosità ed è difficilmente penetrabile dalle radici delle piante. Esposta a ripetuti cicli di disseccamento si indurisce irreversibilmente. Si forma in presenza di una falda di notevole spessore, in climi caldi. In Toscana è riscontrabile nei paleosuoli delle Cerbaie, su depositi fluvio-lacustri del Pleistocene, formati in condizioni climatiche molto diverse rispetto a quelle attuali.



Fonte: *Illustrated Guide to Soil Taxonomy, 2015*

Podzolizzazione: processo pedogenetico risultato dalla forte azione acidificante e complessante esercitata sugli orizzonti superficiali dalla grande quantità di acidi carbossilici e fenolici solubili, che derivano dall'iniziale e grezza umificazione della sostanza organica, in ambiente umido e freddo. La podzolizzazione si manifesta con la migrazione chimica dell'alluminio, del ferro, e/o della sostanza organica, che causa la concentrazione residuale di silice negli strati eluviati. Gli elementi tendono a migrare verso il basso legati alla sostanza organica come composti complessi solubili (chelati) organo-minerali, in genere assai più resistenti alla decomposizione operata dai microrganismi del suolo. Per fenomeni di ossidazione e polimerizzazione negli orizzonti profondi i complessi organici vengono progressivamente insolubilizzati, il ferro precipita sotto forma di idrossido (che tende spesso a formare minutissime concrezioni rossastre), l'alluminio ed il silicio precipitano assieme, generando una argilla colloidale detta allofane, mentre le argille vengono distrutte ad opera degli acidi organici durante il processo di trascinamento verso il basso.

Rubefazione: Processo di lisciviazione, seguito da ossidazione, disidratazione e precipitazione dei composti del ferro che si verifica in concomitanza di un alternarsi di stagioni secche e umide, con differenza di umidità ben marcata e temperatura media annua sufficientemente alta. La precipitazione, idratazione e disidratazione di idrossidi di ferro (che determinano la formazione di goethite ed ematite) conferiscono ai suoli di queste regioni una caratteristica colorazione rossastra.

Salinizzazione: accumulazione di sali solubili, quali i solfati e i cloruri di calcio, magnesio, sodio e potassio in orizzonti ricchi di sali (salici). La salinizzazione è un processo tipico degli ambienti dove il clima è caratterizzato da evapotraspirazione superiore alle precipitazioni e dove sussistono le seguenti condizioni: 1) falda freatica salina da cui i sali risalgono per capillarità formando eventuali croste; 2) Complesso di scambio in cui lo ione sodio è minoritario rispetto agli altri cationi (quantità di sodio di scambio < 15% della capacità di scambio totale).

La salinizzazione determina un innalzamento del pH (che rimane comunque inferiore a 8,5) e una scarsa strutturazione del suolo.



In Toscana il processo di salinizzazione non è particolarmente spinto. Esistono comunque suoli con connotazioni saline: i suoli **Squartapaglia**, variante salino-sodica (SQP2), **Sodic Haploxererts, fine/ Hyposodic Vertisols** della piana di Grosseto o i suoli **Stagno** (STG1), **Halic Endoaquerts, very-fine/ Endosalic Vertisols** presenti nella piana di Pisa, nei pressi di Coltano. Vertisuoli entrambi con valori di EC (mS/cm 1:2,5) intorno a 2-2,5 nel topsoil e 4,5-5,5 nel subsoil.

Fonte: Moscardini, 2003

Vertisolizzazione: Processo di rimescolamento fisico di materiali del suolo generato da un continuo alternarsi di fenomeni di contrazione e rigonfiamento della frazione argillosa del suolo. Tale processo tende a manifestarsi in zone climatiche caratterizzate da forti contrasti stagionali (cicli di gelo-disgelo e di inumidimento-essiccazione) ed in suoli contenenti argille di tipo espandibile (smectite in particolare). La vertisolizzazione è contraddistinta dalla formazione di profonde e ampie fessure verticali ed a una precipitazione dentro a queste di sostanza organica ed altro materiale superficiale, che vengono così inglobati e rimescolati negli orizzonti profondi del suolo. Il periodico fenomeno di contrazione e rigonfiamento causa inoltre la formazione sugli aggregati di visibili facce di pressione e di scivolamento e la presenza di una micromorfologia superficiale a piccoli dossi.



Slickensides in un Vertisuolo. Fonte: Illustrated Guide to Soil Taxonomy, 2015