



Agris

Agenzia Regionale per la ricerca scientifica
e l'innovazione in agricoltura

Laore

Agenzia regionale
per lo sviluppo in agricoltura



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA

AGRIS SARDEGNA

LAORE SARDEGNA

UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI CAGLIARI

UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI SASSARI



Carta delle unità delle terre e della capacità d'uso dei suoli - 1° lotto

RELAZIONE METODOLOGICA

MARZO 2014

a cura di:

AGRIS SARDEGNA

Agenzia regionale per la ricerca e l'innovazione in agricoltura

LAORE SARDEGNA

Agenzia regionale per l'attuazione dei programmi in campo agricolo e lo sviluppo rurale

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI

Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI

Dipartimento di Agraria, sezione Ingegneria del Territorio

GRUPPO DI LAVORO

AGRIS SARDEGNA

Dipartimento per la ricerca nelle produzioni vegetali - **Settore Pedologia**

Dott.ssa Rita Puddu	<i>Coordinamento scientifico e amministrativo del progetto, responsabilità tecnica delle attività, referente del CTS, elaborazione dati e cartografia, popolamento del Data Base Pedologico DBSS, elaborazione legenda UdT amministrazione locale del Data Base Pedologico DBSS</i>
Dott.ssa Stefania Fanni	<i>Rilevamento pedologico area Muravera-Castiadas, elaborazione dati e cartografia, popolamento del Data Base Pedologico DBSS, elaborazioni grafiche ed editing finale, componente del CTS per: realizzazione del Data Base Pedologico DBSS, elaborazione tematismo di base "uso e copertura del suolo", elaborazione schema di Capacità d'uso regionale dei suoli, realizzazione Manuale di rilevamento, elaborazione legenda UdT</i>
Dott. Stefano Loddo	<i>Responsabile del Sistema Informativo Territoriale, Analisi GIS, rilevamento pedologico area Muravera-Castiadas, elaborazione dati e cartografia, popolamento del Data Base Pedologico DBSS, elaborazioni grafiche ed editing finale, componente del CTS per: realizzazione del Data Base Pedologico DBSS e del GeoDBT, elaborazione legenda UdT, elaborazione tematismo di base "unità fisiografiche"</i>
Dott. Gianluca Serra	<i>Rilevamento pedologico area Muravera-Castiadas, elaborazione dati e cartografia, popolamento del Data Base Pedologico DBSS, analisi delle relazioni suolo-vegetazione e suolo-utilizzazioni agronomiche, elaborazioni grafiche ed editing finale, componente del CTS per: elaborazione legenda UdT</i>
Dott. Marcello Verona	<i>Sviluppo, amministrazione centrale e manutenzione dell'applicazione e del Data Base Pedologico DBSS</i>
Per. Agr. Daniele Manca	<i>Collaborazione al rilevamento pedologico area Muravera-Castiadas, elaborazione dati, popolamento del Data Base Pedologico DBSS, amministrazione locale del Data Base Pedologico DBSS, componente del CTS per: realizzazione del Data Base Pedologico DBSS, realizzazione scheda di campagna</i>
Sig. Piergiorgio Lai	<i>Collaborazione al rilevamento pedologico area Muravera-Castiadas, popolamento del Data Base Pedologico DBSS, analisi fisiche dei suoli</i>
Per. Ch. Massimo Melis	<i>Collaborazione al rilevamento pedologico area Muravera-Castiadas, elaborazione dati, analisi fisiche dei suoli, popolamento del Data Base Pedologico DBSS, gestione archivio fotografico del Data Base Pedologico DBSS</i>
Per. Agr. Lorenzo Zucca	<i>Collaborazione al rilevamento pedologico area Muravera-Castiadas, elaborazione dati, popolamento del Data Base Pedologico DBSS, assistenza tecnica server del Data Base Pedologico DBSS</i>
Collaborazioni specifiche	<i>Per. Ch. Francesco Sanna (Responsabile Laboratorio analisi fisico-chimiche); Rag. Renata Marini (Referente amministrativo)</i>

LAORE SARDEGNA

Servizio Colture Arboree e Ortofrutticole - *Settore Pedologia e Risorse Idriche*

Servizio Affari Generali e Sistemi Informativi

Dott.ssa Clelia Tore	<i>Coordinamento scientifico e amministrativo del progetto, responsabilità tecnica e amministrativa delle attività, referente del CTS, definizione dei requisiti prestazionali del geoDB pedologico, rilevamento pedologico area Arzana e area Nurra sud.</i>
Dott.ssa Francesca Fantola	<i>Rilevamento pedologico area Arzana e area Nurra sud, elaborazione dati e cartografia, popolamento del Data Base Pedologico DBSS, componente del CTS per: realizzazione del Data Base Pedologico DBSS, elaborazione dello schema di Capacità d'uso regionale dei suoli, elaborazione legenda UdT</i>
Dott.ssa Maria Rita Puddu	<i>Collaborazione al rilevamento pedologico area Arzana e area Nurra sud, elaborazione dati e cartografia, definizione dei requisiti prestazionali del geoDB pedologico, popolamento del Data Base Pedologico DBSS, componente del CTS per: tematiche geomorfologiche, reperimento e fornitura strati informativi di base</i>
Geom. Paolo Schirru	<i>Collaborazione al rilevamento e amministratore del Sistema Informativo Territoriale (GeoDBT), definizione dei requisiti prestazionali del geoDB pedologico, analisi GIS, rilevamento pedologico area Arzana e area Nurra sud, elaborazione dati e cartografia, componente del CTS per: realizzazione del GeoDBT, vestizioni cartografiche ed elaborazioni grafiche</i>
Dott.ssa Caterina Visani	<i>Collaborazione al rilevamento pedologico area Nurra sud, rilevamento ed analisi delle tecniche gestionali agronomiche e sistemi colturali, componente del CTS per: tematiche agronomiche, elaborazione e realizzazione dello schema di Capacità d'uso regionale dei suoli</i>
Dott. Serafino Urru	<i>Collaborazione al rilevamento pedologico area Arzana e Nurra sud, elaborazione dati</i>
Sig. Gianluca Speranza	<i>Elaborazioni grafiche e tipografiche</i>
Dott. Stefano Loddo	<i>Elaborazione dati e cartografia, realizzazione del GeoDBT, elaborazioni grafiche</i>
Dott. Claudio Mazzi	<i>Sviluppo e amministrazione GeoDBT, elaborazione modello logico</i>
Dott.ssa Irma Fundarò	<i>Sviluppo e amministrazione GeoDBT, elaborazione modello logico</i>
Dott. Vittorio Alessandro Marrone	<i>Fotointerpretazione e elaborazione tematismo roccia affiorante, analisi GIS, elaborazione dati e cartografia</i>
Collaborazioni specifiche	<i>Dott.ssa Maria Pia Geddo Lehman e Dott.ssa Lorena Dessi (Collaborazioni per attività amministrative)</i>

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

Dipartimento Di Scienze Chimiche e Geologiche

Dott. Andrea Vacca	<i>Coordinamento scientifico e amministrativo del progetto, responsabilità tecnica delle attività, referente del CTS, rilevamento pedologico area Pula-Capoterra, elaborazione dati e cartografia, popolamento del Data Base Pedologico DBSS, elaborazione legendaUdT</i>
Dott. Antonio Funedda	<i>Coordinamento scientifico per l'attività di raggruppamento ragionato delle litologie per l'intera regione</i>
Dott. Vittorio Alessandro Marrone	<i>Responsabile del Sistema Informativo Territoriale, analisi GIS, rilevamento pedologico area Pula-Capoterra, elaborazione dati e cartografia, popolamento del Data Base Pedologico DBSS, elaborazioni grafiche ed editing finale, componente del CTS per: elaborazione tematismo di base "unità fisiografiche"</i>
Dott.ssa Maria Teresa Melis	<i>Individuazione delle unità fisiografiche negli ambiti costieri, definizione delle unità di uso e copertura del suolo per l'intera regione</i>
Dott. Sandro Pasci	<i>Raggruppamento ragionato delle litologie per l'intera regione</i>

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI SASSARI

Dipartimento Di Agraria, Sezione Ingegneria del Territorio

Prof. Salvatore Madrau	<i>Referente del CTS, rilevamento pedologico area Nurra nord e Nurra sud, elaborazione dati e cartografia, popolamento del Data Base Pedologico DBSS, elaborazione schema di Capacità d'uso regionale dei suoli,</i>
Dott. Claudio Zucca	<i>Rilevamento pedologico, area Nurra nord e Nurra sud, elaborazione dati e cartografia, popolamento del Data Base Pedologico DBSS, componente del CTS per: realizzazione dello schema di Capacità d'uso regionale dei suoli ed elaborazione legende</i>
Per. Ch. Mario Deroma	<i>Responsabile del laboratorio analisi fisiche e chimiche dei suoli, elaborazione dati analisi fisico-chimiche dei suoli, raccolta dati pedologici di base.</i>
Dott.ssa Valeria Fiori	<i>Collaborazione al rilevamento pedologico area Nurra nord e Nurra sud, popolamento del Data Base Pedologico DBSS, collaborazione alle analisi fisico-chimiche dei suoli ed elaborazione dei dati</i>
Dott.ssa Gianna Melas	<i>Collaborazione al rilevamento pedologico area Nurra nord e Nurra sud, popolamento del Data Base Pedologico DBSS, collaborazione alle analisi fisico-chimiche dei suoli ed elaborazione dei dati</i>
Dott. SamehShaddad	<i>Collaborazione alle analisi fisico-chimiche dei suoli ed elaborazione dei dati</i>

INDICE

1 - PREMESSE E OBIETTIVI GENERALI DEL PROGETTO	3
1.1 CRONISTORIA	3
1.2 OBIETTIVI GENERALI	4
1.3 STRUTTURA E SCHEMA LOGICO DEL PROGETTO	5
1.4 AREE CAMPIONE DEL PRIMO LOTTO DI LAVORI	8
1.5 STRUTTURA ORGANIZZATIVA E OPERATIVA	15
1.6 ATTIVITÀ DI AVVIO PROGETTO E COSTITUZIONE DEL COMITATO TECNICO SCIENTIFICO (CTS)	16
2 - SCHEMA METODOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DELLA CARTA	18
2.1 ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO	18
2.2 OBIETTIVI PER FASI DI LAVORO	20
3 - RISULTATI ATTIVITÀ 3: ELABORAZIONE TEMATISMI DI BASE	25
3.1 IL PARADIGMA SUOLO - PAESAGGIO	25
3.2 DATI UTILIZZATI	25
3.3 RAGGRUPPAMENTO RAGIONATO DELLE LITOLOGIE ED ELABORAZIONE DELLA CARTA DEI SUBSTRATI PEDOGENETICI	27
3.4 ELABORAZIONE DELLA CARTA DELLE UNITÀ FIOGRAFICHE	29
3.5 RAGGRUPPAMENTO RAGIONATO DELLE CLASSI DI COPERTURA DEL SUOLO ED ELABORAZIONE DELLA CARTA DELLA COPERTURA DEL SUOLO	30
3.6 PRINCIPI DELLA CLASSIFICAZIONE DELLA CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI	30
3.7 LO SCHEMA REGIONALE DI CLASSIFICAZIONE DELLA CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI	34
4 - RISULTATI ATTIVITÀ 4: REALIZZAZIONE DELLA BANCA DATI PEDOLOGICA	38
4.1 PREMESSA	38
4.2 IL DATA BASE DEI SUOLI DELLA SARDEGNA (DBSS)	39
5 - RISULTATI ATTIVITÀ 5 E 6: PROGETTAZIONE E AVVIO DEL POPOLAMENTO DELLA BANCA DATI GEOGRAFICA TEMATICA (GEODBT) REALIZZAZIONE DELLA BOZZA DELLA CARTA DELLE UNITÀ DELLE TERRE E DI CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI NELLE AREE CAMPIONE RAPPRESENTATIVE	42
5.1 IL GEODBT	42
5.2 POPOLAMENTO DEL GEODBT	44
5.3 REALIZZAZIONE DELLA BOZZA DELLA CARTA DELLE UNITÀ DELLE TERRE E DI LCC	44
6 - RISULTATI ATTIVITÀ 7: RILEVAMENTI DI CAMPAGNA, ANALISI CHIMICO-FISCHE, AGGIORNAMENTO DEL DB PEDOLOGICO	47
6.1 PRINCIPI DEL RILEVAMENTO PEDOLOGICO	47
6.2 STANDARD UTILIZZATI	50
6.2.1 – <i>La scala di rilevamento</i>	50
6.2.2 – <i>La densità delle osservazioni</i>	50
6.2.3 – <i>Il rilevamento in campagna</i>	51
6.2.4 – <i>Le analisi di laboratorio</i>	52
6.2.5 – <i>La classificazione tassonomica</i>	53
6.3 STRUMENTAZIONE, EQUIPAGGIAMENTO ED INNOVAZIONI TECNOLOGICHE INTRODOTTE COL PROGETTO	53
6.4 AGGIORNAMENTO DEL DATA BASE PEDOLOGICO	57
7 - RISULTATI ATTIVITÀ 8 E 9: REVISIONE BOZZA E CARTA UDT E LCC FINALI REALIZZAZIONE DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI FINALI E CONFERIMENTO DEL PRODOTTO NEL DB UNICO DEL SITR	62
7.1 REVISIONE BOZZA CARTA UNITA' DELLE TERRE	62

<i>7.1.1 Modifiche relative alla fisiometria</i>	62
<i>7.1.2 Modifiche relative ai substrati pedogenetici</i>	64
<i>7.1.3 Modifiche relative al livello Uso e copertura del suolo</i>	66
7.2 LA CARTA DELLE UNITÀ DELLE TERRE FINALE	66
7.3 PECULIARITA' RILEVATE	67
7.4 LA CARTA DI CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI	69
7.5 RESTITUZIONE CARTOGRAFICA FINALE IN SCALA 1:50.000 E ATTIVAZIONE DELLE INFORMAZIONI PEDOLOGICHE NEL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE	69
8 - RISULTATI ATTIVITÀ 10: PUBBLICAZIONE DEI RISULTATI	71
8.1 DIVULGAZIONE DEI RISULTATI	71
<i>8.1.1 Partecipazione a convegni scientifici</i>	71
<i>8.1.2 Lavori scientifici pubblicati su riviste internazionali</i>	72
<i>8.1.3 Lavori scientifici pubblicati su atti di convegni internazionali</i>	72
<i>8.1.4 Lavori scientifici pubblicati su atti di convegni nazionali</i>	72
<i>8.1.5 Lavori scientifici accettati per presentazione in convegni internazionali</i>	72
GLOSSARIO	73
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	101

1 - PREMESSE E OBIETTIVI GENERALI DEL PROGETTO

1.1 CRONISTORIA

Con la nascita del Piano Paesaggistico Regionale (PPR) si consolidò la necessità per l'amministrazione regionale (RAS) di dotarsi di uno strumento cartografico di supporto alla pianificazione territoriale che fornisse appropriate conoscenze sulla risorsa *suolo*, a scala regionale adeguata.

Vennero quindi individuate nell'Agencia Regionale per la ricerca e l'innovazione in agricoltura della Regione Autonoma della Sardegna (AGRIS), nell'Agencia Regionale per l'attuazione dei Programmi in Campo Agricolo e lo Sviluppo Rurale della Regione Autonoma della Sardegna (LAORE), nella Università degli studi di Cagliari – Dipartimento di Scienze della Terra e Università degli studi di Sassari – Dipartimento di Ingegneria del Territorio, le istituzioni pubbliche sarde che disponevano di un congruo patrimonio di dati, di conoscenze e di professionalità nel campo pedologico.

Con specifico protocollo d'intesa (1 dicembre 2008) venne formato un gruppo di lavoro costituito dai referenti delle suddette amministrazioni, che ebbe l'incarico di redigere il *“Progetto di fattibilità della cartografia delle Unità delle Terre e di capacità d'uso dei suoli relativamente alle aree di ambito costiero del PPR”* - 1° parte - 31.12.2008 e l' *“Archivio dei dati disponibili per l'attuazione del progetto cartografico. Prima struttura della banca dati di raccolta e gestione degli stessi”*- 2° parte - 17.03.2009.

Dal progetto emerse che scala e contenuti di tale cartografia dovevano costituire un adeguato supporto alla pianificazione territoriale secondo gli obiettivi indicati nelle “Linee guida per l'adeguamento dei piani urbanistici comunali al PPR e al PAI”. Per tali “Linee guida”, appropriate conoscenze sulla risorsa suolo sono fondamentali sia per il riconoscimento delle sue funzioni ecologiche, ecosistemiche, ambientali e culturali, sia per la caratterizzazione delle sue funzioni produttive, sia agricole che forestali, che protettive. L'ottica generale delle “Linee guida” è quella di una conservazione ed utilizzazione razionale di tale risorsa.

Sulla base dello studio di fattibilità redatto dal gruppo di lavoro in accordo con la Direzione Generale della Pianificazione Urbanistica Territoriale e della Vigilanza Edilizia, la Giunta Regionale, giusta deliberazione n. 56/36 del 29.12.2009, avente ad oggetto *“L.R. 3/2009 art 5, comma 2 – Indirizzi applicativi per la definizione del programma regionale finalizzato alla informatizzazione dei catasti”*, segnalò la necessità che venisse realizzata la “Carta delle unità delle terre e Capacità d'uso dei suoli”; nella stessa delibera venne stabilito che

la Direzione Generale della Pianificazione Urbanistica Territoriale e della Vigilanza Edilizia stipulasse uno specifico accordo con le Agenzie LAORE Sardegna e AGRIS Sardegna, identificate per la loro competenza specifica, quest'ultima anche con il coinvolgimento delle Università sarde, quali soggetti attuatori della realizzazione della "Carta delle Unità delle terre e Capacità d'uso dei suoli", relativamente al primo lotto, per una cifra pari ad euro 1.100.000.

In attuazione della succitata delibera fu sottoscritto, in data 29 dicembre 2009, dalla Direzione Generale della Pianificazione Urbanistica Territoriale e della Vigilanza Edilizia, dall'Agenzia LAORE Sardegna e dall'Agenzia AGRIS Sardegna "l'Accordo per lo sviluppo di azioni congiunte volte alla predisposizione della "cartografia delle unità delle terre e di capacità d'uso dei suoli - primo lotto"; in data 20 ottobre 2010 fu sottoscritto dall'Assessorato degli Enti locali, Finanze e Urbanistica, dall'Agenzia LAORE Sardegna e dall'Agenzia AGRIS Sardegna un atto integrativo all'Accordo di collaborazione sopra citato.

Successivamente, in data 26 ottobre 2010, così come previsto dall'art. 4 dell'Accordo, venne presentato dalle Agenzie AGRIS Sardegna e LAORE Sardegna il Piano Operativo (di seguito P.O.) ed il cronoprogramma delle attività, approvato con determinazione n. 2934/SITR del 29 novembre 2010. La realizzazione dei lavori iniziò e proseguì fino a che le operazioni di rilievi nel territorio, necessarie alla predisposizione della cartografia, vennero considerevolmente rallentate dalle imprevedibili e avverse condizioni meteorologiche.

Pertanto si stipulò tra le parti un nuovo Atto integrativo, in data 11 luglio 2013, che stabilì la prosecuzione della collaborazione per ulteriori dodici mesi decorrenti dalla data di approvazione del P.O. aggiornato, regolarmente consegnato dalle Agenzie LAORE e AGRISil 29 luglio 2013, e approvato in data 1 agosto 2013 dalla Direzione generale della pianificazione urbanistica territoriale e della vigilanza edilizia.

1.2 OBIETTIVI GENERALI

Obiettivo cardine del Progetto è stato quello di realizzare uno strumento coerente, omogeneo ed efficace ai fini pianificatori e programmatori regionali di scala adeguata, conforme alle specifiche tecniche nazionali ed internazionali in materia pedologica.

Alla luce della quantità e disomogeneità territoriale dei dati a disposizione, si è ritenuto che la scala di rilievo 1:50.000 fosse la più idonea per ottenere un dettaglio informativo

appropriato allo scopo e tale da costituire una base conoscitiva propedeutica all'acquisizione di ulteriori dati pedologici di dettaglio per finalità specifiche.

Un'ulteriore importante obiettivo del Progetto è consistito nel capitalizzare il valore dei dati esistenti tramite la loro razionalizzazione e informatizzazione secondo le più recenti metodiche, in apposite banche dati dedicate (DBSS e GeoDBT).

Specifico sforzo è stato dedicato a creare un'apposita metodologia *GIS oriented* per abbattere i costi del rilevamento pedologico e della realizzazione della cartografia tematica. Parte rilevante del lavoro ha mirato alla creazione di uno standard comune per riorganizzare vecchi e nuovi dati e orientare funzionalmente i prossimi rilevamenti pedologici di approfondimento e infittimento delle osservazioni secondo un solco già tracciato utilizzabile a livello regionale.

L'utilizzo e il confronto di hardware e software di varia natura, sia proprietari che open, hanno costituito un punto saliente della verifica e taratura dei prodotti telematici e informatici attualmente disponibili sul mercato, o appositamente realizzati, più confacenti alla realizzazione del Progetto, tramite la valutazione di potenzialità, performance in campo, capacità di interazione tra i vari sistemi in remoto, fruibilità, interrogabilità, popolamento, analisi, sintesi e costi.

La taratura in campo di quanto metodologicamente postulato, è stato il necessario banco di prova, fondamentale per verificare la risposta del territorio allo schema di lavoro e conseguentemente prevederne l'estensione agli altri contesti regionali.

La creazione di un prototipo *funzionante* consentirà di estendere i lavori della "*Carta delle Unità delle Terre e della Capacità d'Uso dei suoli*", non solo agli altri ambiti costieri, ma anche alle aree interne, con l'obiettivo, quindi di avere una cartografia estesa all'intera regione sarda.

Infine, ma non ultimo, un intento complementare dei lavori è stato quello di organizzare le conoscenze derivate dal Progetto, in modo tale da consentire elaborazioni tematiche applicative dell'informazione pedologica, quali carte dell'erosività dei suoli, della permeabilità dei suoli, di attitudine ad usi agro-forestali, ecc.

1.3 STRUTTURA E SCHEMA LOGICO DEL PROGETTO

Per la realizzazione della cartografia prevista dal progetto si è deciso di seguire una strada con forte sincretismo tra contenuti legati alle metodologie tradizionali pedologiche, che si basano sul paradigma suolo-paesaggio, cioè sulla ripetizione nello spazio di associazioni

di suoli di origine analoga, e contenuti di derivazione o con forte supporto digitale, di cui si tratterà approfonditamente nel capitolo metodologico.

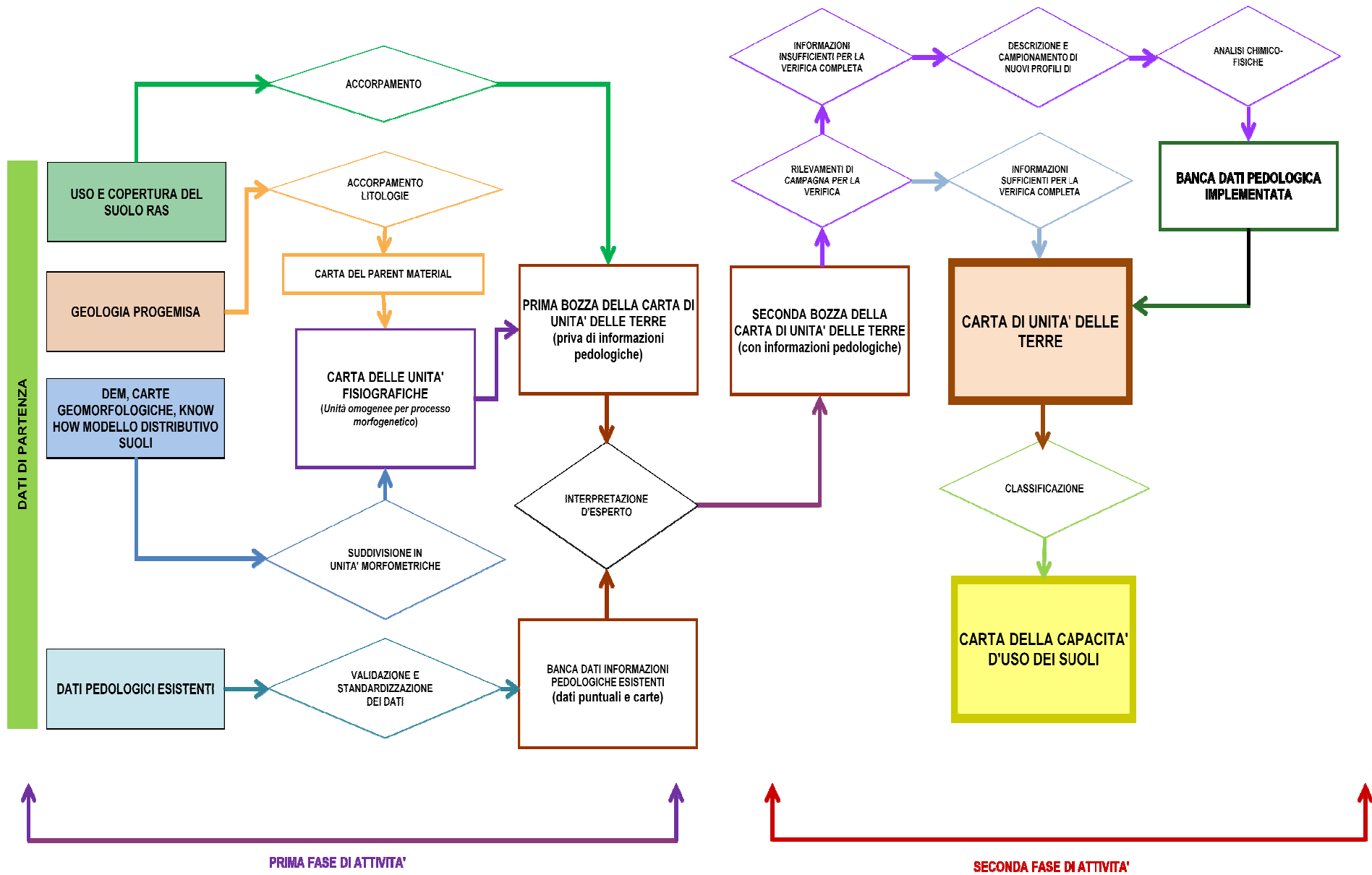
Con l'ausilio di svariati programmi informatici (GIS, DB, ecc.) si è creato un ordito di dati geografici tra loro intimamente interconnessi, su cui sono stati inseriti, come trame, i dati provenienti dai vecchi e dai nuovi infittimenti di osservazioni pedologiche, necessari per arrivare a un dettaglio sufficiente per realizzare la “Carta delle Unità delle Terre e della Capacità d’uso dei suoli”, alla scala predetta.

Lo schema logico che descrive la struttura del Progetto, nel suo intero sviluppo, ha previsto due fasi di attività (Figura 1.1).

Nella prima sono stati raccolti tutti i dati pedologici in possesso dei partner, standardizzati e qualificati, e inseriti in una Banca Dati appositamente creata. Contestualmente sono stati acquisiti e rielaborati, secondo le finalità del Progetto, tutti i dati cartografici di proprietà regionale necessari per le sovrapposizioni tematiche utili a creare la prima bozza di Carta di Unità di Terre, in un ambiente GeoDBT dedicato, anch'esso appositamente creato, nonché gli schemi di Land Capability Classification validi per l'isola.

Nella seconda fase, l'intervento esperto del pedologo ha integrato con nuove osservazioni in campo gli areali carenti, quindi modificato, popolato e analizzato le banche dati geografiche. Infine sono state realizzate le Carte delle Unità delle Terre e della Capacità d’uso dei Suoli, visualizzabili nel GeoDBT o in un apposito Atlante in scala 1:50.000.

Figura 1.1 – Schema logico del Progetto



1.4 AREE CAMPIONE DEL PRIMO LOTTO DI LAVORI

Per disporre di un'ampia casistica dei pedopaesaggi sardi su cui tarare la metodologia del progetto, si è deciso di selezionare all'interno delle aree di ambito costiero del PPR, **quattro aree pilota** (aree campione), rappresentative della grande variabilità di substrati pedogenetici, di tipologie di uso del suolo e di forme del territorio isolano, nonché di problematiche antropiche specifiche. Esse forniranno informazioni che verranno utilizzate in seguito nelle altre zone della Sardegna che presentano caratteristiche simili.

Le aree scelte sono state: Pula-Capoterra, Muravera-Castiadas, Arzana e la Nurra, per un **totale di circa 184.000 ettari**, pari al 18,33 % degli ambiti costieri.

Il primo areale (**Pula-Capoterra**) è il più meridionale dei quattro ed è costituito da rilievi cristallini risalenti al Paleozoico (granitoidi e metamorfiti intersecati da complessi filoniani) per lo più arrotondati, a tratti con versanti ripidi e aspri, rivestiti da boschi di leccio, macchia mediterranea e prati pascolo. Alla base dei rilievi, a formare le ondulate piane che degradano verso il mare, si estendono coltri detritiche e alluvionali utilizzate per l'agricoltura intensiva (orti e vigne) e per il pascolo. Localmente, affiorano bruscamente dalla pianura rilievi di rocce vulcaniche risalenti al Terziario. A Ovest le colmate alluvionali si intersecano con i sedimenti delle saline e dello stagno di Cagliari. La linea di costa alterna spiagge sabbiose e ciottolose a basse scogliere. La riforma agraria degli anni '50 ridisegnò geometricamente le forme naturali di alcune piane (Santa Margherita di Pula), imprimendo al paesaggio agricolo il segno del suo passaggio. Nel 2008 una violenta precipitazione causò nell'area di Capoterra una catastrofica alluvione, trascinando a valle una vera e propria valanga di fango, alimentata sostanzialmente dai suoli esposti all'erosione, che si riversò tragicamente sulle aree edificate delle sponde del Rio San Girolamo.

Il secondo (**Muravera-Castiadas**) si affaccia verso oriente. Anch'esso è costituito da aspri rilievi granitico metamorfici e cortei filoniani del Paleozoico sovrastati a nord ovest dai tavolati di sedimenti eocenici, che disegnano gli altopiani del Salto di Quirra. I rilievi alternano macchia mediterranea e pascoli spesso molto degradati, solo a tratti intervallati da boschi naturali residuali e rimboschimenti artificiali. Tre fiumi (Flumendosa, Rio di Quirra e Rio Picocca), con i loro affluenti, hanno inciso i rilievi e accumulato a più riprese, dal Quaternario antico ad oggi, detriti, ciottoli, sabbie e limi a formare le attuali piane agricole, ricche soprattutto dei tipici e pregiati agrumeti. Anche nell'area meridionale di questa zona negli anni '50 vi fu un forte intervento della riforma agraria, che consentì di utilizzare vaste aree di pianura prima evitate a causa della malaria e delle ricorrenti

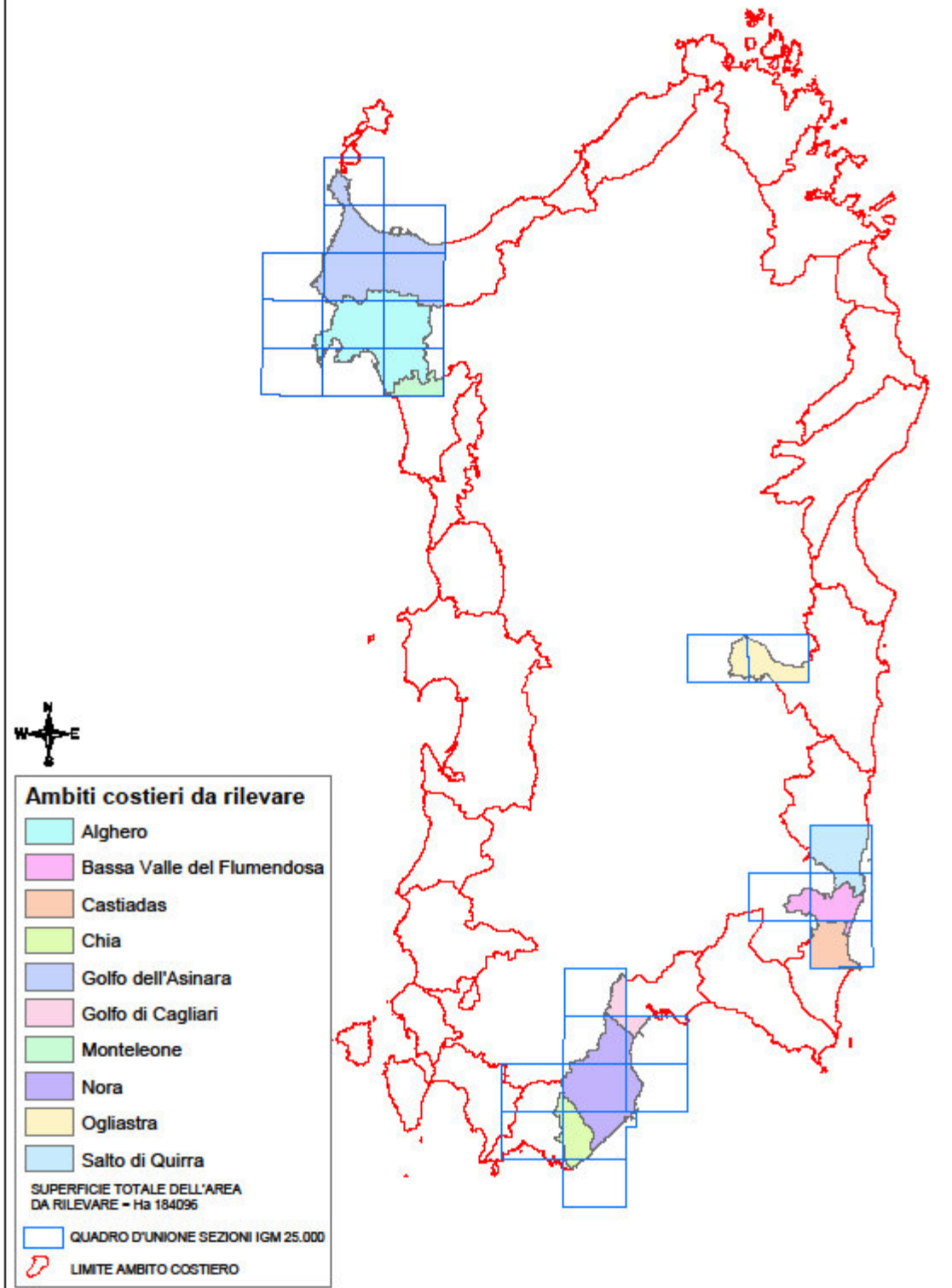
disastrose alluvioni. Ancora oggi l'area è indicata tra quelle a maggior rischio idrogeologico dell'isola. Negli anni trascorsi l'intensificazione delle attività agricole, con prelievo spinto delle acque di falda a scopi irrigui, ha determinato lungo le fasce litorali l'ingressione del cuneo salino marino nelle falde e la salinizzazione di terreni altrimenti fertili.

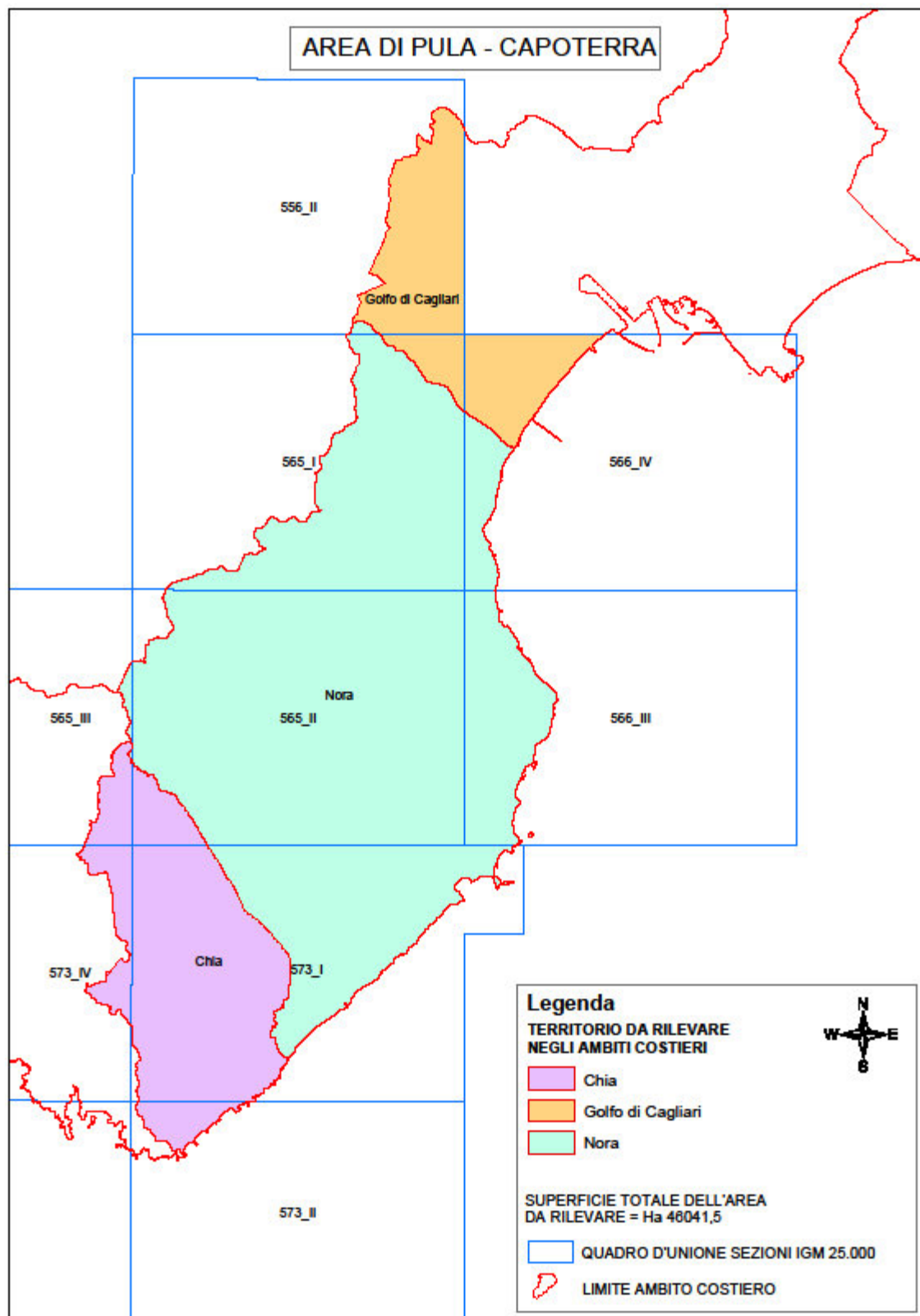
L'areale di **Arzana** è stato selezionato perché rappresentativo dei pedoambienti montani sardi. Il territorio oggetto di studio si estende dai circa 600 m dei meandri incassati del Flumendosa fino alla cima del Gennargentu (Punta la Marmora con i suoi 1834m di quota). Il basamento granitico metamorfico, con il corteo filoniano ercinico e le vulcaniti permiane, costituisce l'ossatura del massiccio del Gennargentu; aspri e ripidi versanti si alternano a pianori risalenti alla peneplanazione ercinica. Piccoli *tacchi* carbonatici del Mesozoico affiorano localmente (Perda Liana). Benché non si abbiano dati meteorologici di queste zone, le associazioni vegetali della gariga montana e le forme impresse nelle rocce da tipici processi di crio e termoclastismo, costituiscono un indicatore preciso del particolare ambiente pedogenetico locale. Nell'area si alternano foreste, rimboschimenti e pascoli intensamente utilizzati.

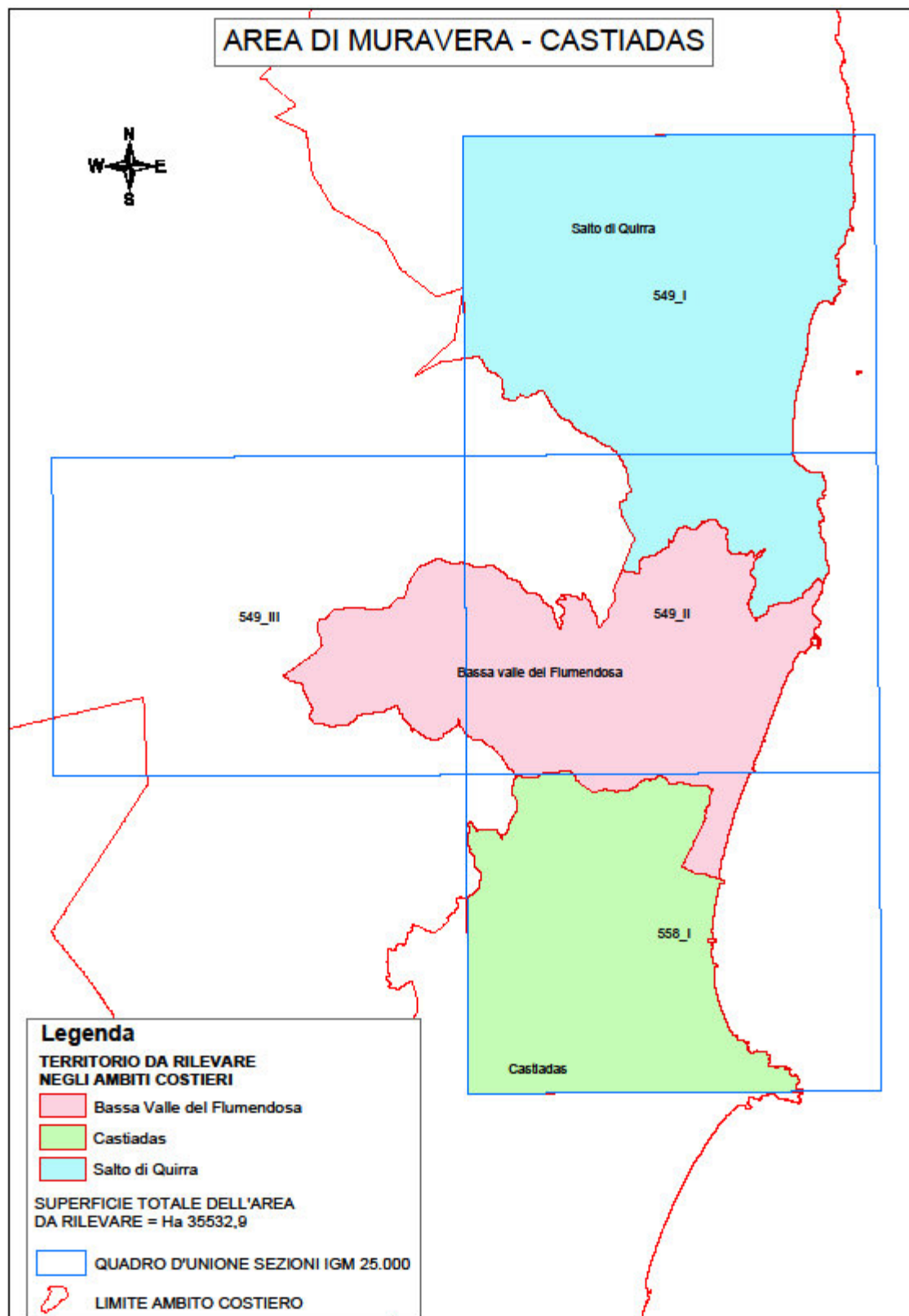
La **Nurra** costituisce un mosaico di pedopaesaggi estremamente complesso, che si evolve su substrati che datano dal Paleozoico ad oggi, lasciando in questa regione testimoni di rocce e forme estremamente diversificate e composite. Nell'area si alternano rilievi dolci e aspri, altopiani, pianure di origine alluvionale, eolica, deltizia e di retrospiaggia, falesie stagni e spiagge. A ciò si somma una grande variabilità delle associazioni vegetali naturali (gariga, macchia e rimboschimenti) e dell'attività agricola sia intensiva (vigneti DOC, oliveti, orti) che estensiva (seminativi). Anche in questo contesto è evidente l'impatto notevole della Riforma agraria e dei miglioramenti fondiari anche sui suoli, che sono stati mutati radicalmente nella loro natura originale.

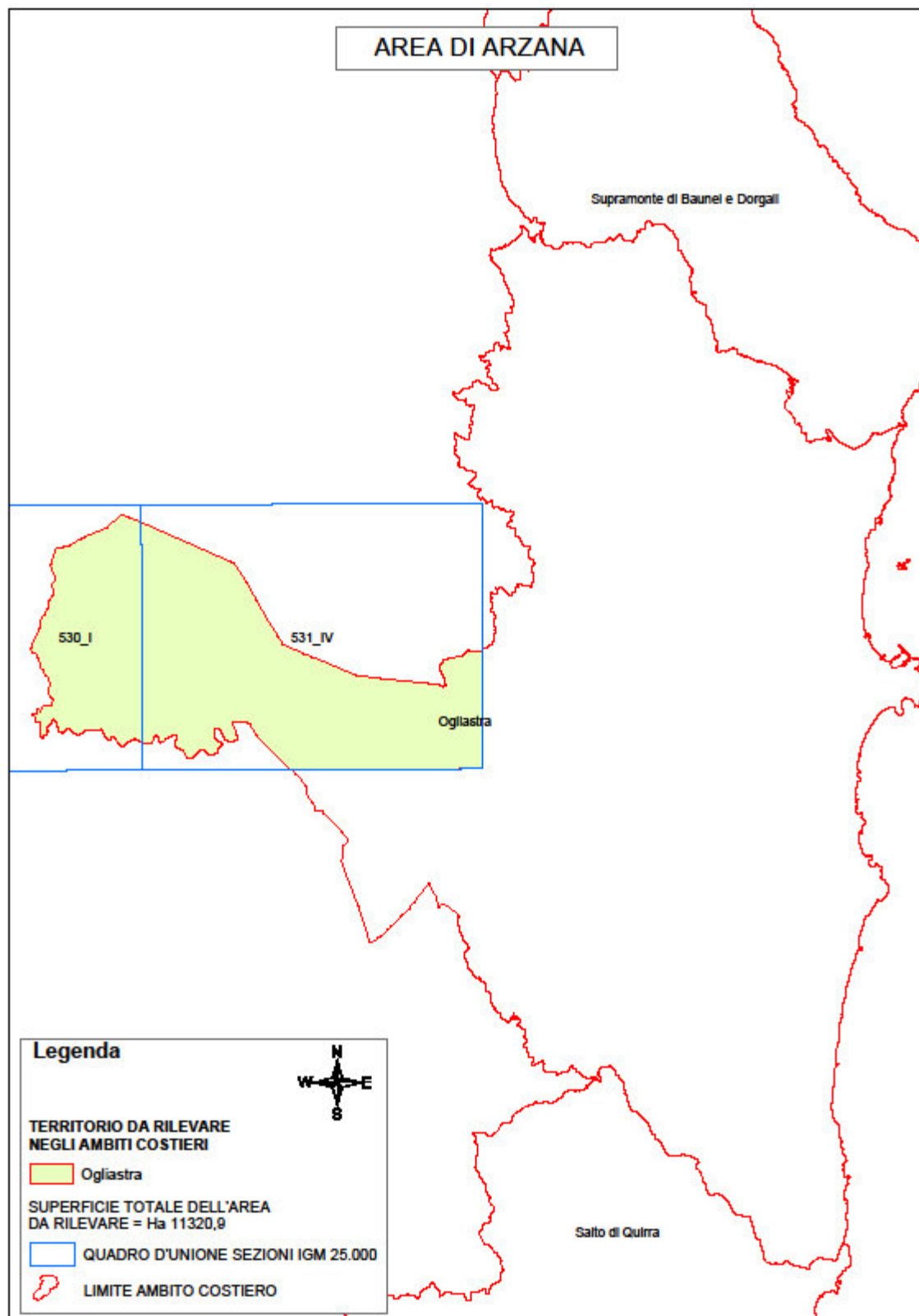
Di seguito si riporta una visione d'insieme delle aree studiate a livello regionale e un inquadramento di maggior dettaglio per ciascuna area oggetto di rilevamento.

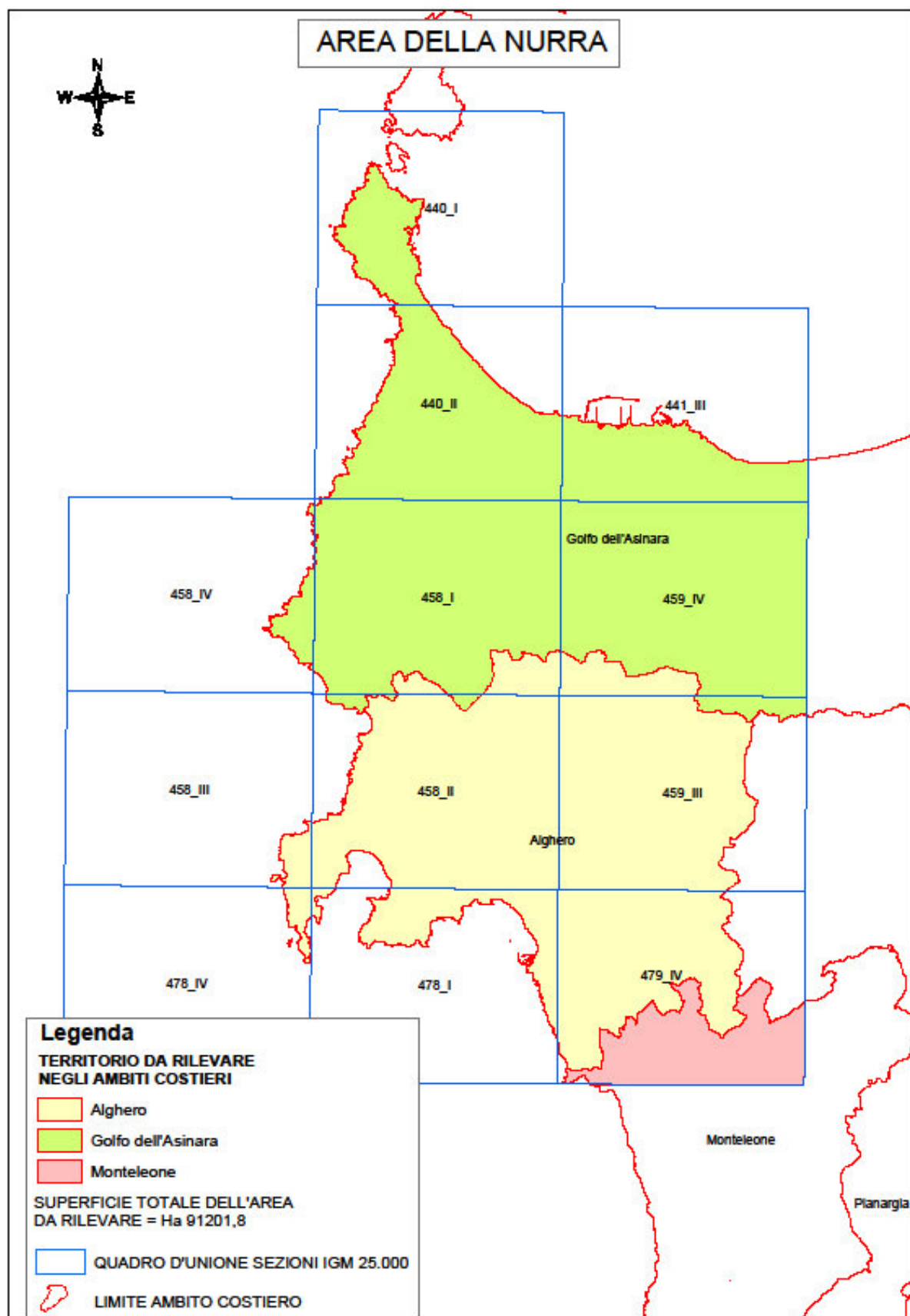
PROGETTO "CARTA DELLE UNITA' DELLE TERRE E DELLA CAPACITA' D'USO DEI SUOLI "
1° LOTTO - INQUADRAMENTO GENERALE DELLE AREE DA RILEVARE











1.5 STRUTTURA ORGANIZZATIVA E OPERATIVA

Le Agenzie LAORE e AGRIS sono stati i **Soggetti Responsabili** e **Attuatori** del progetto e hanno coordinato specifici gruppi di lavoro, costituiti sia da personale interno che esterno, opportunamente selezionato. L'AGRIS, inoltre, si è avvalso della collaborazione dell'Università di Cagliari (UNICA), Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche (ex DISTER) e dell'Università di Sassari (UNISS), Dipartimento di Agraria, Sezione Ingegneria del Territorio (ex DIT), a loro volta supportati da gruppi di lavoro, e indicati anch'essi come Soggetti Attuatori di alcune attività del P.O.

Per lo svolgimento del progetto il P.O. ha previsto due organi di riferimento.

Il **Comitato Tecnico Scientifico (CTS)**, costituito da 4 componenti, uno per ciascun Soggetto Attuatore, con compiti di indirizzo e coordinamento scientifico e metodologico del progetto.

il **Tavolo di coordinamento**, costituito da 3 componenti (uno per gli EE.LL., uno per LAORE e uno per AGRIS) individuati tra il personale dirigenziale di ciascuna Istituzione, con funzione di coordinamento e di gestione delle attività del progetto, per garantire il razionale impiego delle risorse e il riutilizzo di eventuali economie al fine del raggiungimento degli obiettivi previsti.

A ciascuna Istituzione sono state attribuite specifiche competenze e funzioni.

Le attività sono state distinte tra quelle funzionali unicamente alla esecuzione del 1° lotto della Carta delle Unità delle Terre e di Capacità d'Uso in scala 1:50.000 e quelle da considerarsi propedeutiche alla realizzazione degli stralci successivi al primo lotto (completamento degli ambiti costieri e prosecuzione della cartografia per l'intero territorio regionale).

In particolare, a ciascun Soggetto Attuatore è stata affidata la responsabilità del rilevamento pedologico di un'area campione tenuto conto delle conoscenze ed esperienze specifiche su quei territori, oltre che di un'equa ripartizione delle superfici da rilevare.

Le aree di rilevamento sono state così ripartite:

Area di Pula-Capoterra: **UNICA**

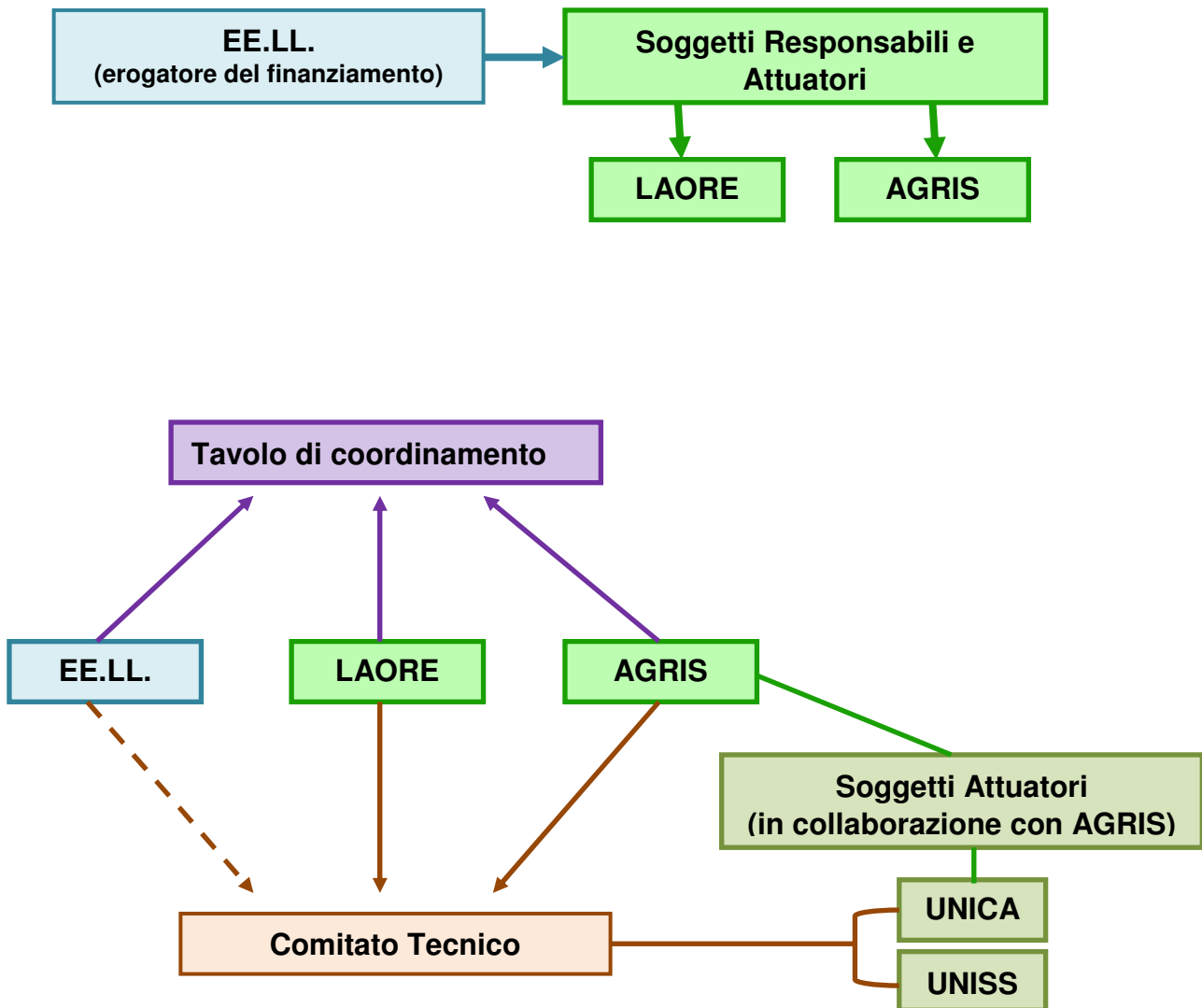
Area di Muravera-Castiadas: **AGRIS**

Area di Arzana: **LAORE**

Area della Nurra: **LAORE e UNISS**

Nello schema sottostante vengono indicate le istituzioni coinvolte nell'attuazione del Progetto e l'articolazione delle loro relazioni (Figura 1.2).

Figura 1.2 – Struttura e funzioni del partenariato



1.6 ATTIVITÀ DI AVVIO PROGETTO E COSTITUZIONE DEL COMITATO TECNICO SCIENTIFICO (CTS)

Le prime due attività che sono state realizzate hanno mirato a creare i presupposti amministrativo procedurali e tecnico scientifici necessari per dare lo start up ai lavori previsti.

Una prima attività si è concretizzata quindi nella formalizzazione dei rapporti tra i partner sotto forma di specifici accordi (AGRIS, LAORE e Assessorato EE.LL) e convenzioni (AGRIS e Università). A questi passaggi hanno fatto seguito i procedimenti di selezione del personale esterno e gli acquisti della strumentazione necessaria per la realizzazione del progetto.

Una seconda attività ha visto la costituzione del motore metodologico del Progetto: il **Comitato Tecnico Scientifico**. Il **CTS** ha avuto compiti di indirizzo e coordinamento

scientifico e metodologico, nel rispetto degli standard qualitativi nazionali e internazionali in materia di cartografia pedologica.

Il **CTS** è stato formato dai 4 referenti principali di LAORE, AGRIS, UNICA e UNISS, con la partecipazione di un componente dell'Assessorato EE.LL. per specifiche attività; è stato inoltre costantemente supportato dal proprio personale tecnico e ricercatore, dando vita a gruppi di lavoro multidisciplinari per distinte competenze tematiche.

Il CTS ha avuto il compito di elaborare gli "indirizzi metodologici" per la raccolta e standardizzazione di tutti i dati delle schede di rilevamento e dei parametri per la classificazione della capacità d'uso dei suoli, nonché di tutte le metodologie e informazioni esistenti e funzionali al progetto (omologazione delle legende dei vari tematismi, definizione degli standard cartografici) secondo specifiche omogenee.

Inoltre ha coordinato la redazione del manuale di rilevamento e delle specifiche tecniche per la realizzazione della banca dati pedologica mediante l'adattamento della DB Access (CNCP) in PostgreSQL. Ha coordinato l'elaborazione delle specifiche tecniche e di conferimento per la realizzazione della Carta delle Unità delle Terre in formato di banca dati. L'adozione dei su elencati documenti tecnici-operativi è stata decisa collegialmente dal CTS. Il CTS ha accompagnato costantemente l'intero arco di sviluppo dei lavori, con incontri frequenti e produttivi.

2 - SCHEMA METODOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DELLA CARTA

2.1 ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO

Complessivamente il Progetto è stato suddiviso in **10 attività principali e 17 sottoattività**. I soggetti fruitori del finanziamento, rappresentati dalle Agenzie AGRIS e LAORE, sono stati individuati anche come i principali Soggetti Responsabili e Attuatori del Progetto, e hanno avuto pertanto compiti di indirizzo e di coordinamento della maggior parte delle attività, interagendo costantemente con l'Assessorato agli EE.LL., Finanza e Urbanistica in qualità di Soggetto Finanziatore. Le due Università di Cagliari e di Sassari, a loro volta, hanno condiviso la responsabilità e l'attuazione di attività comuni, oltre ad avere avuto la diretta responsabilità dei rilevamenti nelle proprie aree di competenza e di attuare specifiche sottoattività.

Un sommario della strutturazione delle attività, con le relative funzioni del partenariato, è schematizzato nella tabella 2.1.

Tabella 2.1 – Riepilogo della attività e sottoattività di Progetto e funzioni del Partenariato

	DESCRIZIONE		Soggetti Responsabili	Soggetti Attuatori
ATTIVITÀ 1	Attività di avvio progetto, attivazione convenzioni, selezione personale esterno, acquisto attrezzature			
	Sottoattività 1a	Attivazione convenzioni con le Università	Agris	Agris
	Sottoattività 1b	Selezione personale esterno e acquisto attrezzatura e materiale di consumo	Agris, Laore	Agris, Laore, UNICA, UNISS
ATTIVITÀ 2	Costituzione del Comitato Tecnico Scientifico (CTS)			
	Compiti di indirizzo e coordinamento scientifico e metodologico per l'intera durata del progetto		Agris, Laore, UNICA, UNISS	Agris, Laore, UNICA, UNISS
ATTIVITÀ 3	Elaborazione dei tematismi di base			
	Sottoattività 3a	Raggruppamento ragionato delle litologie per l'intera regione	Agris, Laore	UNICA, Laore
	Sottoattività 3b	Individuazione delle unità fisiografiche negli ambiti costieri	Agris, Laore	UNICA, Laore
	Sottoattività 3c	Definizione delle unità di uso e copertura del suolo per l'intera regione	Agris, Laore	UNICA, Laore
	Sottoattività 3d	Elaborazione dello schema regionale della Capacità d'uso	Agris, Laore	UNISS, Laore

ATTIVITÀ 4	Realizzazione della Banca Dati pedologica			
	Sottoattività 4a	Applicazione DB pedologico su server AGRIS, revisione e adattamento della banca dati	Agris	Agris
	Sottoattività 4b	Standardizzazione e qualificazione dati archivio storico	Agris	Agris
	Sottoattività 4c	Popolamento DB con i dati di archivio storico delle aree campione rappresentative	Agris	Agris, Laore, UNICA, UNISS
	Sottoattività 4d	Verifica DB archivio storico delle aree campione rappresentative	Agris	Agris
ATTIVITÀ 5	Progettazione e avvio del popolamento della Banca Dati Geografica Tematica (GeoDBT)			
	Sottoattività 5a	Acquisizione dei livelli informativi derivati dall'attività 3	Laore	Laore, UNICA
	Sottoattività 5b	Acquisizione del DB pedologico derivato dall'attività 4	Laore	Laore, Agris
ATTIVITÀ 6	Realizzazione della bozza della Carta delle unità di terre e di capacità d'uso dei suoli nelle aree campione rappresentative			
	Sovrapposizione strati informativi e realizzazione primaversione della Carta delle Unità di Terre e di Capacità d'uso delle quattro aree campione rappresentative		Laore	Agris, Laore, UNICA, UNISS
ATTIVITÀ 7	Rilevamenti di campagna, analisi chimico-fisiche, aggiornamento del DB pedologico			
	Sottoattività 7a	Rilevamento di campagna	Agris, Laore	Agris, Laore, UNICA, UNISS
	Sottoattività 7b	Esecuzione analisi di laboratorio	Agris	Agris, UNISS
	Sottoattività 7c	Aggiornamento del DBSS	Agris, Laore	Agris, Laore, UNICA, UNISS
ATTIVITÀ 8	Revisione e definizione della "Carta di unità delle terre e di capacità d'uso dei suoli" nelle quattro aree campione rappresentative			
	Sottoattività 8a	Revisione della bozza e delineazione della Carta delle Unità di Terre definitiva	Laore, Agris	Agris, Laore, UNICA, UNISS
	Sottoattività 8b	Determinazione delle classi di capacità d'uso, definizione della legenda finale	Laore, Agris	Agris, Laore, UNICA, UNISS
ATTIVITÀ 9	Realizzazione degli elaborati cartografici finali e conferimento del prodotto nel DB unico del SITR			
	Restituzione cartografica finale in scala 1:50.000 e attivazione delle informazioni pedologiche nel Sistema Informativo Territoriale Regionale		Laore	Agris, Laore, UNICA, UNISS
ATTIVITÀ 10	Pubblicazione dei risultati			
	Note tecniche, sotto forma di relazioni, schede e allegati cartografici; convegni e seminari tematici		Agris, Laore	Agris, Laore, UNICA, UNISS

2.2 OBIETTIVI PER FASI DI LAVORO

Nelle dieci attività presentate con il P.O. sono state valutate tutte le azioni necessarie per realizzare il 1° Lotto della Carta delle Unità di Terre e della Capacità d'uso dei suoli e sono stati ricompresi, per tale motivo, anche gli atti burocratici e amministrativi che si sono resi necessari per avviare e assicurare una buona esecuzione del Progetto nell'intero periodo. Alcune attività, inoltre, sono state formulate come funzionali solamente al 1° Lotto, mentre le altre sono state considerate propedeutiche alla realizzazione degli stralci successivi, nell'ottica di un completamento degli ambiti costieri e della prosecuzione della cartografia per l'intero territorio regionale. Con attività propedeutiche si intende anche l'acquisto di materiali e strumentazione inventariabile opportunamente dedicata al progetto, quali hardware, software e attrezzatura per il rilevamento, il cui utilizzo andrà necessariamente esteso anche ai lotti successivi, così come sono da intendersi propedeutiche tutte le attività che hanno prodotto documentazione valevole anche per i rilevamenti futuri (data base pedologico, GeoDBT, manuale e scheda di rilevamento, cartografie tematiche di base).

A ciascuna attività sono corrisposte differenti fasi di lavoro (o sottoattività) contraddistinte da precise tempistiche, alcune delle quali concomitanti, definite dal P.O.. L'indicazione dei tempi che si sono resi necessari per l'esecuzione dell'intero progetto è schematizzata nel cronoprogramma di Figura 2.1, in cui sono evidenziati anche i vincoli temporali occorrenti tra un'attività e/o sottoattività e le successive.

Un elenco sintetico degli obiettivi generali delle 10 attività principali è riportato di seguito, mentre nei capitoli successivi viene data la sintesi dei risultati ottenuti per le attività strettamente operative (dall'Attività 3 all'Attività 10) e l'indicazione dei corrispondenti allegati tecnici, a cui si rimanda per gli approfondimenti.

ATTIVITÀ 1

ATTIVITÀ DI AVVIO PROGETTO, ATTIVAZIONE CONVENZIONI E SELEZIONE PERSONALE ESTERNO, ACQUISTO ATTREZZATURE

- Adozione del P.O. da parte del Comitato di cui all'Art. 3 punto 2 dell'Accordo di collaborazione tra AGRIS, LAORE e Assessorato EE.LL.
- Redazione dei bandi di selezione per il personale esterno, avvio dei procedimenti amministrativi per l'attivazione delle convenzioni, avvio delle procedure di acquisto del materiale di consumo e delle attrezzature per le attività del progetto.

- Formalizzazione dei rapporti di collaborazione tra i Soggetti Attuatori del Progetto e, in particolare, tra le due istituzioni universitarie e l'Agenzia AGRIS, istituzionalmente preposta all'attivazione di partenariati scientifici con le Università.

ATTIVITÀ 2

COSTITUZIONE E ATTIVITÀ DEL COMITATO TECNICO SCIENTIFICO (CTS)

- Individuazione e nomina dei quattro componenti principali del CTS (1 per ogni istituzione partner) e dei referenti dei gruppi di lavoro a supporto del CTS, in base alle specifiche competenze tecniche nelle diverse aree tematiche.
- Elaborazione da parte del CTS degli indirizzi metodologici di progetto e redazione di specifiche tecniche omogenee per:
 1. la raccolta e la standardizzazione dei dati storici e dei parametri per la classificazione della capacità d'uso dei suoli;
 2. la realizzazione della banca dati pedologica e del GeoDBT;
 3. la definizione degli standard di rilevamento e cartografici;
 4. l'omologazione delle legende dei vari tematismi;
 5. il conferimento dei dati.

ATTIVITÀ 3

ELABORAZIONE DEI TEMATISMI DI BASE

- Raggruppamento ragionato delle litologie per l'intera regione e creazione del tematismo delle unità litologiche (o dei materiali parentali) omogenee per comportamento chimico-fisico ai fini pedogenetici.
- Individuazione delle unità fisiografiche negli ambiti costieri, loro validazione sul campo nelle aree campione rappresentative e creazione del tematismo di unità fisiografiche omogenee per processo morfogenetico dominante.
- Definizione delle unità di uso e copertura del suolo per l'intera regione e creazione del tematismo di unità omogenee per utilizzazione del suolo e copertura vegetale.
- Elaborazione e definizione dello schema regionale della Capacità d'uso adeguato al territorio della Sardegna.

ATTIVITÀ 4

REALIZZAZIONE DELLA BANCA DATI PEDOLOGICA

- Progettazione e organizzazione del software di archiviazione e gestione dei dati pedologici.
- Inserimento, previa validazione e standardizzazione, dei dati pedologici in possesso dei soggetti partecipanti, e di quelli di nuova acquisizione nelle aree campione rappresentative.

ATTIVITÀ 5

PROGETTAZIONE E AVVIO DEL POPOLAMENTO DELLA BANCA DATI GEOGRAFICA TEMATICA (GEODBT)

- Creazione del GeoDBT dedicato al progetto in ambiente ArcGIS 9.3/ARCEdit, comprendente i livelli informativi propedeutici alla realizzazione della Carta delle Unità di Terre e Capacità d'uso dei suoli.
- Allineamento dei dati geografici acquisiti dalla RAS e dei tematismi derivati dalle attività precedenti alle specifiche tecniche del progetto.

ATTIVITÀ 6

REALIZZAZIONE DELLA BOZZA DELLA CARTA DELLE UNITÀ DI TERRE E DI CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI NELLE AREE CAMPIONE RAPPRESENTATIVE

- Creazione della Carta delle Unità delle Terre in versione di bozza, data dalla sovrapposizione dei tre strati informativi – unità Litologiche, unità Fisiografiche e Unità d'Uso del suolo e copertura - e dalla loro associazione con le informazioni pedologiche archiviate nel DBSS.
- Delineazione delle Unità delle Terre (UDT) provvisorie da validare e definire con l'attività di rilevamento in campagna.

ATTIVITÀ 7

RILEVAMENTI DI CAMPAGNA, ANALISI CHIMICO-FISICHE, AGGIORNAMENTO DEL DB PEDOLOGICO

- Verifica della bozza della Carta delle unità delle terre attraverso osservazioni sul campo nelle quattro aree campione rappresentative.
- Campagna di rilevamento per l'acquisizione di nuovi dati attraverso l'esecuzione di trivellate, profili e minipit, con descrizione e campionamento dei suoli.

- Esecuzione delle analisi di laboratorio sui campioni di suolo.
- Classificazione dei suoli.
- Aggiornamento e popolamento del data base pedologico con i dati di nuova acquisizione.

ATTIVITÀ 8

REVISIONE E DEFINIZIONE DELLA CARTA DI UNITÀ DELLE TERRE E DI CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI NELLE QUATTRO AREE CAMPIONE RAPPRESENTATIVE

- Revisione della bozza della Carta delle Unità di Terre, delimitazione definitiva dei limiti cartografici in ciascuna area campione e redazione delle relative legende.
- Assegnazione delle Classi di capacità d'uso alle unità cartografiche di terre definitive.

ATTIVITÀ 9

REALIZZAZIONE DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI FINALI E CONFERIMENTO DEL PRODOTTO NEL DB UNICO DEL SITR

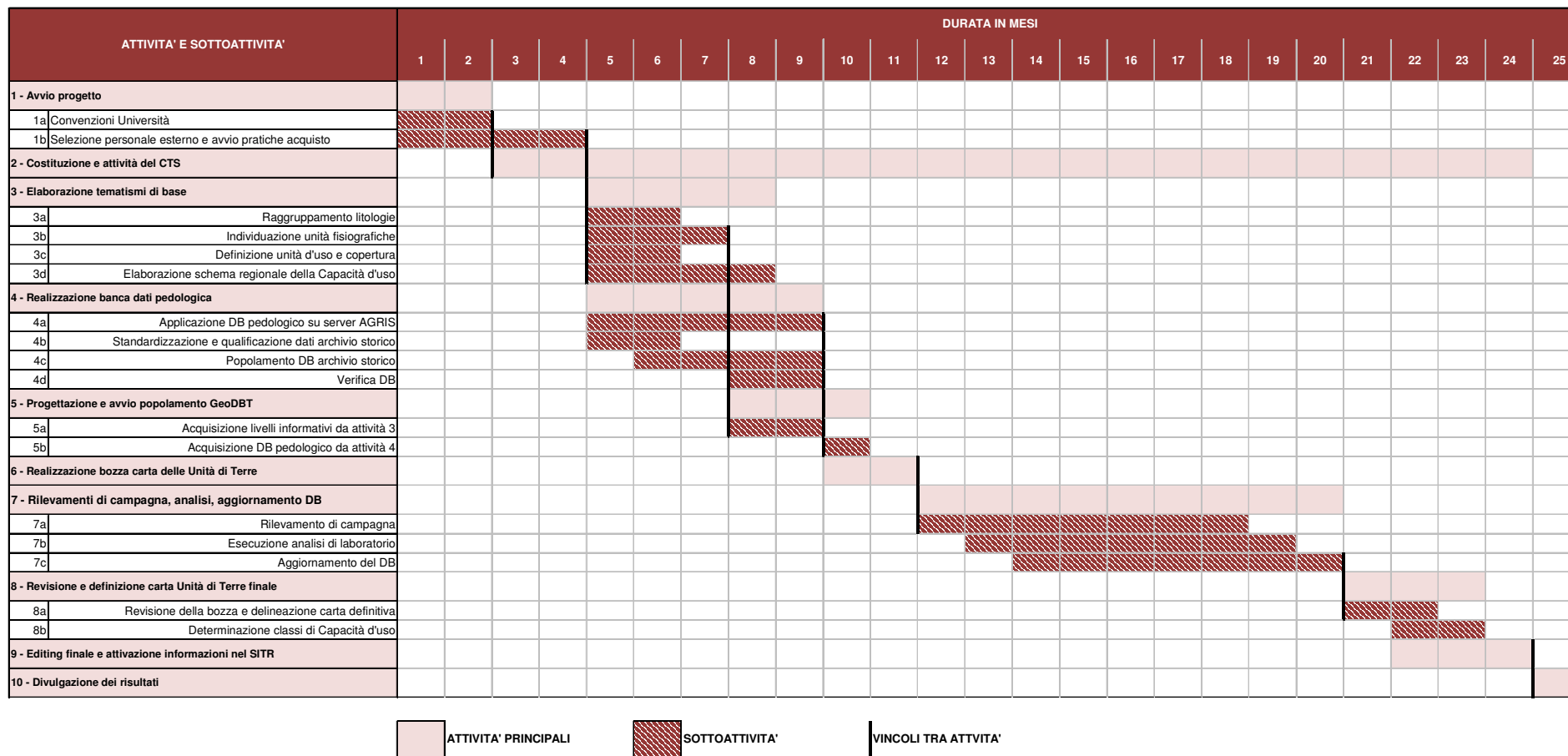
- Realizzazione degli elaborati cartografici.
- Attivazione delle informazioni pedologiche nel Sistema Informativo Territoriale Regionale.

ATTIVITÀ 10

PUBBLICAZIONE DEI RISULTATI

- Divulgazione dei risultati del progetto, rivolta sia all'interno dell'amministrazione regionale che verso l'esterno (utenti, amministrazioni comunali, ecc.), attraverso la pubblicazione dei dati in rete.
- Organizzazione di incontri per la diffusione dei risultati attraverso convegni e/o seminari.

Figura 2.1 - Schema dei tempi (in mesi effettivi) necessari per la realizzazione delle attività e sottoattività di progetto



3 - RISULTATI ATTIVITÀ 3: ELABORAZIONE TEMATISMI DI BASE

3.1 IL PARADIGMA SUOLO - PAESAGGIO

Tutto il progetto si basa sul paradigma suolo-paesaggio, cioè sulla possibilità di prevedere alcune delle caratteristiche del suolo attraverso l'esame del paesaggio e delle sue singole componenti. I suoli si formano infatti attraverso un'interazione descritta tradizionalmente da cinque fattori: substrato pedogenetico, topografia, tempo, clima ed organismi viventi (Jenny, 1941). Le complesse interazioni tra questi fattori avvengono seguendo modelli ripetitivi che possono essere osservati a scale differenti, conducendo alla formazione di combinazioni pedologiche assimilabili. Questa è la base per la definizione, identificazione e mappatura dei suoli (Soil Survey Division Staff, 1993). In effetti, nella maggior parte dei casi, laddove i cinque fattori della pedogenesi sono gli stessi, i suoli presentano gli stessi caratteri. Di conseguenza, in ambienti simili, anche se localizzati in posti diversi, i suoli sono analoghi. Questa regolarità permette la predizione della localizzazione di una gran varietà di tipologie pedologiche. In questi termini, i modelli locali di topografia o rilievo, substrato pedogenetico e tempo, insieme alle loro relazioni con la vegetazione ed il microclima, possono essere utilizzati per predire le tipologie pedologiche in aree ristrette (Soil Survey Division Staff, 1993). Il paradigma suolo-paesaggio può essere utilizzato per predire classi di suolo e la loro distribuzione spaziale o per predire proprietà del suolo, basandosi sugli elementi del paesaggio (Hudson, 1992). Sulla base di questi principi, durante la prima fase del progetto, i dati esistenti relativi ai fattori fondamentali della formazione del suolo sono stati acquisiti ed utilizzati per produrre una prima bozza della Carta di Unità di Terre della Sardegna, priva di informazioni pedologiche.

3.2 DATI UTILIZZATI

La Regione Autonoma della Sardegna (RAS) possiede un'ampia collezione cartografica, sia in formato digitale che cartaceo. Molti di questi dati sono distribuiti gratuitamente tramite il suo portale internet (<http://www.sardegnageoportale.it>). In accordo con l'approccio GIS del progetto, sono stati utilizzati solo i dati digitali di seguito elencati:

- La Carta della copertura del suolo della Sardegna, realizzata nel 2008 utilizzando la legenda di V livello del CORINE Land Cover. Questa carta è in formato ESRI shapefile ed è composta da 224.061 poligoni con 71 valori univoci. Rappresenta un

aggiornamento delle precedenti carte della copertura del suolo realizzate a partire dal 1996 nell'ambito del CORINE EU Project (<http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>). La classificazione è basata sulla foto interpretazione di foto aeree acquisite nel 2006, di immagini da satellite IKONOS acquisite nel 2005 e nel 2006, e subordinatamente di dati topografici e tematici disponibili.

- La Carta geologica della Sardegna in scala 1:25.000, realizzata nel 2008 dalla PROGEMISA. Questa carta può essere considerata come il dato cartografico geologico più avanzato attualmente disponibile per l'intera isola. La carta, reperibile solo via Web (<http://www.sardegnageoportale.it/index.php?xsl=1598&s=141554&v=2&c=8831&t=1>) (copie cartacee ufficiali non ne sono state stampate), è stata realizzata con lo scopo di fornire un'informazione geologica omogenea ai comuni sardi nell'ambito della pianificazione urbanistica e territoriale. Per la sua realizzazione sono state utilizzate tutte le carte geologiche di base disponibili per l'intera Sardegna, definendo una legenda comune (con oltre 600 formazioni ed altre unità litostratigrafiche di secondo ordine), e sono stati effettuati nuovi rilevamenti sui depositi quaternari (basati su rilievi di campagna ed interpretazione geologica di foto aeree). In particolare, le fonti cartografiche sono state: i) le carte geologiche recenti realizzate negli ultimi 15 anni durante il progetto di cartografia geologica CARG alla scala 1:50.000, basate sulla scala di rilevamento 1:10.000 e ii) numerosi rilevamenti geologici eseguiti dalla PROGEMISA approssimativamente negli ultimi 30 anni, per scopi diversi ed a varie scale. Nella Carta geologica vengono distinti sia i substrati geologici che i depositi superficiali quaternari. Le rocce sono distinte utilizzando criteri litostratigrafici. Ci sono quindi formazioni, unità magmatiche intrusive e complessi metamorfici. Generalmente, i depositi quaternari sono cartografati come unità UBSU (Unconformity Bounded Stratigraphic Units) quando il loro spessore supera in media 1-2 m nello stesso affioramento. I depositi alluvionali, prescindere dalla loro età (Pleistocene o Olocene), sono tutti cartografati. Viceversa, gli affioramenti di depositi, generalmente dovuti all'azione della gravità (colluvi, pietraie e depositi ghiaiosi, depositi di versante, ecc.), con spessore inferiore a 1-2 m non sono stati cartografati. Tutti i dati sono riportati in un GeoDBT dedicato. Il dato è però distribuito in formato ESRI shapefile. Il DBSS contiene 60.171 poligoni rappresentanti 895 valori univoci (es., le unità litostratigrafiche). Sono disponibili separatamente anche gli elementi lineari e puntuali, non utilizzati in questo progetto.
- Un DEM, anno 2011, distribuito in formato ESRI GRID, con passo del pixel di 10 m ed una accuratezza verticale ed orizzontale di 2,5 m. È un Modello Digitale del Terreno

(DTM) generato dalla RAS utilizzando le estensioni 3D Analyst e Spatial Analyst di ArcGIS 10.0 (ESRI, Redmond, USA). Come dati sorgente sono stati analizzati gli strati CURVE_LIVELLO e PUNTI_QUOTATI del DBSS geografico alla scala 1:10.000 (GeoDB 10k) della RAS. È stato inizialmente generato un Triangulated Irregular Network (TIN) successivamente trasformato in un raster con formato ESRI GRID. Ai pixel ricadenti in mare è stato assegnato un valore NoData. Il DTM è georeferenziato secondo il dato WGS84 (EPSG code: 32632) ed il sistema di proiezione UTM.

- Ortofoto, derivate da numerosi voli effettuati in periodi diversi ed a risoluzioni spaziali differenti. Conversione di coordinate di ciascun mosaico di ortofoto in accordo col dato WGS84 (EPSG code: 32632) ed il sistema di proiezione UTM.
- DB multi precisione 10K
- Cartografia IGM alla scala 1:50000 e 1:25000 - raster in coordinate WGS84 (EPSG code: 32632) ed il sistema di proiezione UTM
- Vari livelli shp del PPR quali: delimitazione aree d'ambito costiere, perimetrazione e nomi delle regioni storiche, limite del sistema di bonifica di importanza storica
- Piano di assetto idrogeologico (PAI)
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)

Inoltre, sono stati utilizzati anche numerosi dati pedologici, sia puntuali che cartografici, disponibili presso gli uffici dei partner di progetto.

3.3 RAGGRUPPAMENTO RAGIONATO DELLE LITOLOGIE ED ELABORAZIONE DELLA CARTA DEI SUBSTRATI PEDOGENETICI

Partendo dalla Carta geologica della Sardegna in scala 1:25.000, è stata realizzata una Carta dei substrati pedogenetici con 58 nuove unità in funzione della loro influenza sui processi di alterazione e sulle proprietà del suolo. La litologia è stato il principale criterio utilizzato per il raggruppamento ragionato, ma, in alcuni casi, sono stati utilizzati anche caratteri genetici, tessitura, struttura, composizione ed età (Birkeland, 1999; Brady e Weil, 2008; Sierra *et al.*, 2009; Buol *et al.*, 2011).

I criteri genetici sono stati utilizzati ad un primo livello per differenziare l'intera legenda in rocce appartenenti al basamento metamorfico paleozoico, al complesso magmatico tardo-varisico, alle successioni vulcaniche post-varisiche ed alle successioni sedimentarie post-varisiche. Oltre alla litologia, gli altri criteri sono stati utilizzati all'interno di questi ampi gruppi. Nelle unità magmatiche intrusive, la litologia è facilmente deducibile grazie alla loro

generale omogeneità compositiva. Nelle successioni sedimentarie e vulcaniche, le singole unità non necessariamente sono composte da rocce dello stesso litotipo. In molti casi, litotipi diversi sono presenti in unità litostratigrafiche minori (es., membri), spesso in *litofacies* (es. “metacalcari” negli scisti neri siluriani affioranti nel basamento varisico).

Il criterio compositivo è stato largamente utilizzato per distinguere le rocce nelle successioni vulcaniche, in aggiunta a quelle contenute nel basamento metamorfico paleozoico (es. riolite verso andesite).

Il criterio tessiturale è stato applicato in modi diversi, in quanto questo carattere è spesso, anche se non sempre, legato alla composizione. Ad esempio, le quarziti dell’Ordoviciano superiore sono state distinte dalle metarenarie quarzitiche della stessa età in quanto le prime sono più resistenti all’alterazione rispetto alle seconde, influenzando quindi diversamente i processi di alterazione. La tessitura della roccia è stata spesso utilizzata come criterio secondario nelle rocce magmatiche (es., foliazione nelle plutoniti da acide ad intermedie o dimensione dei granuli nei granitoidi acidi).

In aggiunta, l’ambiente deposizionale è un criterio utile per superare alcune ambiguità non risolte dal criterio litologico in quanto esso può suggerire differenze in composizione e tessitura all’interno dello stesso litotipo (Prothero, 1990; Miall, 1997). Ad esempio, le arenarie eoliche differiscono in composizione e tessitura dalle arenite litorali.

Il criterio età è stato utilizzato, insieme agli altri criteri, nel raggruppamento dei depositi quaternari a causa del suo ruolo primario nello sviluppo del suolo e nella sua evoluzione (Carboni *et al.*, 2006). È importante sottolineare che considerazioni diverse possono essere applicate in funzione del tipo di deposito. Il contributo allo sviluppo pedogenetico dato dai depositi alluvionali, a prescindere dalla loro età, non è collegato al substrato geologico e di conseguenza tali depositi possono essere considerati come unità litostratigrafiche. Al contrario, colluvi, depositi di versante, ed altri depositi simili variano la loro litologia e composizione in accordo col substrato geologico che ricoprono. Di conseguenza, questi depositi devono essere differenziati in accordo con questo carattere.

Il raggruppamento ragionato delle litologie è stato verificato utilizzando i dati pedologici storici disponibili (**Allegato 1a**). Successivamente al raggruppamento ragionato delle litologie, la Carta geologica della Sardegna è stata sottoposta ad una generalizzazione basata sulla fusione per similitudine degli attributi (funzione *merge* nel processo GIS). Il prodotto finale è una Carta dei substrati pedogenetici, in formato ESRI shapefile, composta da 60.171 poligoni classificati in 58 valori univoci (**Allegato 1b**).

3.4 ELABORAZIONE DELLA CARTA DELLE UNITÀ FISIOGRAFICHE

La topografia è stata classificata in tipologie di rilievo sulla base di due indici morfometrici: pendenza e curvature (*sensu* Zevenbergen e Thorne, 1987). Il metodo considera questi due parametri morfometrici in quanto possono indicare, particolarmente la curvatura, se una porzione di territorio è soggetta ad accumulare acqua (Shary *et al.*, 2002; MacMilland and Shary, 2009). In questo contesto la curvatura può quindi assumere un ruolo importante nel descrivere e delineare le aree con accumulo potenziale di sedimenti e possibile sviluppo pedogenetico e quelle potenzialmente soggette a processi erosivi. La metodologia utilizzata semplifica quelle proposte da Iwahashi e Pike (2007) e da Gorini (2009) per la classificazione delle forme. Come già precisato, nella classificazione sono state considerate solo pendenza e curvatura. I parametri esposizione, rugosità superficiale e quota sul livello del mare non sono stati considerati in quanto influenzano fortemente la copertura del suolo (Solon *et al.*, 2012; Wondie *et al.*, 2012) e, conseguentemente, la loro influenza sul suolo è già considerata, indirettamente, nella Carta della copertura del suolo. Il loro eventuale utilizzo in questa fase è quindi stato ritenuto ridondante. Per quanto concerne la pendenza sono state utilizzate 4 classi, derivate dal modello regionale di distribuzione dei suoli (Arangino *et al.*, 1986; Aru *et al.*, 1990; Madrau *et al.*, 2006; Marrone *et al.*, 2008) e dalla classificazione di capacità d'uso: classe 0 per le aree con pendenze inferiori a 2,5 %, classe 1 per le aree con pendenze comprese tra 2,5 e 15 %, classe 2 per le aree con pendenze comprese tra 15 e 35 % e classe 3 per le aree con pendenze superiori al 35 %. Le classi da 1 a 3 sono state ulteriormente suddivise in funzione della curvatura (segno – per le aree concave e segno + per quelle convesse).

La metodologia è stata applicata al dataset in formato raster. Inizialmente, sono state estratte dal DEM due carte morfometriche: carta della pendenza e carta della curvatura. I dataset risultanti sono stati riclassificati secondo la legenda prodotta precedentemente. Successivamente, è stata applicata una moltiplicazione Map Algebra ai dataset risultanti ($M = S * C$, dove M è la carta fisiografica, S è quella dell'acclività e C quella della curvatura). Il prodotto di questa espressione aritmetica è una carta che rappresenta, per ciascun pixel, l'attribuzione di 1 delle 8 classi: 4 positive e 4 negative, con pendenza crescente. L'ultimo passaggio è stato quello di riclassificare i pixel con valore -1 e +1 in una classe con valore 0. Questa classe rappresenta le aree pianeggianti e sub pianeggianti sia concave che convesse. Il prodotto finale è quindi una Carta delle unità fisiografiche articolata in 7 classi comprese tra -3 (aree concave con pendenze elevate) e +3 (aree convesse con pendenze elevate) con 0 come valore centrale (aree concave e

convesse da pianeggianti a sub pianeggianti). Per ciascuna classe è stata fornita una descrizione geomorfologica generale (**Allegato 2**).

3.5 RAGGRUPPAMENTO RAGIONATO DELLE CLASSI DI COPERTURA DEL SUOLO ED ELABORAZIONE DELLA CARTA DELLA COPERTURA DEL SUOLO

Relativamente alla copertura del suolo, le 71 classi della legenda V livello della CORINNE Land Cover sono state ridotte a 37 classi (**Allegato 3**) in funzione della loro influenza sui processi pedogenetici, principalmente con riferimento alla distribuzione ed alla fornitura di nutrienti alterando direttamente le proprietà del suolo ed influenzando le trasformazioni biologiche nella zona di approfondimento degli apparati radicali, al contenuto di sostanza organica ed azoto nell'orizzonte superficiale, alla densità apparente, alla porosità, alla stabilità strutturale ed all'erosione del suolo (Vacca, 2000; Khresat *et al.*, 2008; Kocyigit e Demirci, 2012; Muñoz-Rojas *et al.*, 2012). Sono stati utilizzati diversi livelli della legenda CORINNE: il I livello per 1 classe, il II livello per 3 classi, il III livello per 21 classi, il IV livello per 9 classi ed il V livello per 3 classi. In un caso, sia per il IV che per il V livello, due diverse classi della legenda CORINNE sono state raggruppate insieme. Successivamente, la Carta della copertura del suolo della Sardegna è stata sottoposta ad una generalizzazione basata sulla fusione per similitudine degli attributi (*merge*). La nuova Carta della copertura del suolo, in formato ESRI shapefile, è composta da 137.735 elementi classificati in 37 valori univoci. Ciascuna unità di questa carta rappresenta classi di copertura del suolo che hanno una influenza simile sul suolo.

3.6 PRINCIPI DELLA CLASSIFICAZIONE DELLA CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI

Le capacità produttive dipendono dalle qualità del territorio, che spesso sono lontane dall'essere le condizioni ideali. Lo scostamento dalle condizioni ideali - suscettività all'erosione, scarso drenaggio, eccessive pendenze, salinità, debole profondità del suolo, tessiture grossolane o compatte, scarsa dotazione di elementi nutritivi, clima ostile - sono considerate come le limitazioni imposte dal suolo e dall'ambiente alla produttività generale, e determinano il tipo di interventi correttivi e l'intensità con cui usare un territorio. La classificazione è quindi una categorizzazione della capacità d'uso del suolo che scaturisce dalla valutazione di quelle limitazioni fisiche che possono diminuire la versatilità per un uso sostenibile, e fornisce al tempo stesso l'elemento tecnico per assicurare decisioni di pianificazione corrette e trasparenti nella gestione del bene pubblico "suolo", dal quale dipendono sia la produzione di cibo che la biodiversità.

Per tale motivo, questa procedura di valutazione risulta essere, a livello internazionale, la metodologia più affidabile per assicurare l'uso sostenibile del territorio.

Un primo modello di capacità d'uso categoriale fu elaborato nel 1943 dal Soil Conservation Service del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti e fu poi perfezionato nel 1961 con la pubblicazione del manuale *Land Capability Classification LCC* (Klingebiel e Montgomery, 1961). In questo lavoro, il potenziale delle terre è stato classificato ai fini agricoli attraverso la identificazione delle terre coltivabili e la determinazione del livello di pratiche gestionali che potevano essere applicate senza causare il degrado del suolo.

Il sistema LCC organizza i suoli in categorie gerarchiche che permettono di raggruppare, in un numero ridotto e definito, porzioni di territorio omogenee nella loro possibile intensità d'uso. I territori attribuiti al livello più elevato di capacità d'uso (Classe 1[^]) risultano essere i più versatili e consentono pertanto la più ampia scelta di colture e usi.

Nelle classi successive, in funzione della natura e della gravità delle limitazioni presenti, si riduce progressivamente la scelta delle alternative colturali, dei sistemi irrigui e la gamma operazioni agronomiche meccanizzabili.

L'ultima classe di capacità d'uso registra restrizioni tali da precludere qualsiasi attività agricola e da riservare le aree alla copertura forestale con funzione di conservazione e protezione del suolo, di regimazione dei deflussi dei bacini idrografici, di salvaguardia degli ecosistemi e di funzioni paesaggistiche.

Nella LCC il giudizio è articolato in tre livelli:

- *Classe*, categorizza gerarchicamente la gravità delle limitazioni,
- *Sottoclasse*, qualifica la natura delle limitazioni.
- *Unità di LCC*, dettano le limitazioni e gli interventi da adottare per unità cartografiche che richiedono medesime pratiche di gestione.

La semplicità del modello lo rende adattabile alle diverse situazioni territoriali con la variazione del numero delle classi e sottoclassi costruite con la logica della griglia di valutazione. Gli elementi considerati sono unicamente le proprietà fisiche del suolo e del territorio condizionanti l'uso. Non vengono considerati fattori socioeconomici o ecologici che influenzano le decisioni finali sull'area anche se in alcuni casi l'uso più auspicabile potrebbe essere comunque la conservazione di ecosistemi naturali rispetto agli investimenti produttivi.

La classificazione colloca i suoli in una delle otto classi in funzione della severità delle limitazioni, assumendo un livello moderatamente elevato di gestione agrotecnica con una logica negativa: più i suoli si allontanano dalle condizioni ottimali più decadono come

classe per cui l'attribuzione del suolo ad una classe è determinata dalla limitazione più severa condizionante il generico uso agricolo. Parallelamente, all'aumento delle limitazioni e alla diminuzione della versatilità all'uso avviene il discrimine tra usi intensivi, estensivi e di conservazione. La prima classe consente tutti i prevedibili usi agricoli e qualsiasi ordinamento colturale, mentre le classi successive, essendo affette da limitazioni via via più condizionanti impongono restrizioni agli usi agricoli e alle alternative colturali. Vengono così distinti i suoli "arabili" adatti alle colture agricole intensive (I-IV classe), i suoli "non arabili" adatti per foraggicoltura, pascolo, forestazione produttiva (V-VIII classe) e i suoli il cui uso è compatibile unicamente con finalità conservative (VIII classe).

La natura delle limitazioni viene qualificata con 4 sottoclassi indicate dalle lettere minuscole 'e', 'w', 's', 'c' che sinteticamente attribuiscono la limitazione a fenomeni erosivi, eccesso di acqua, sfavorevoli proprietà del suolo, avverse condizioni climatiche.

Nelle scale a maggior dettaglio è possibile classificare - con numeri apposti alla sottoclasse- le unità di LCC, ovvero aree che presentano medesime problematiche di gestione.

La LCC esprime pertanto i requisiti necessari per i diversi livelli di intensità d'uso. Pratiche agricole ad impatto elevato richiedono buone qualità del suolo ed elevate capacità mentre suoli poveri con limitate capacità possono sostenere gestioni a basso impatto. Questi concetti di base prescrivono l'uso delle terre entro i limiti di capacità per evitare impatti più ampi nell'ambiente con degradazione del suolo per effetti erosivi sulle superfici, per perdita di fertilità e di sostanza organica, e per il manifestarsi di fenomeni legati allo scadimento della risorsa.

Le limitazioni più severe delle classi più elevate richiedono pertanto maggiori abilità tecniche, più elevati livelli di fattori produttivi e maggiori investimenti per mantenere inalterata la sostenibilità. Ad esempio, un suolo mal drenato in classe IV pone serie limitazioni alle piantagioni a causa delle non favorevoli condizioni edafiche per le radici, ma la appropriata scelta delle colture, le opportune sistemazioni e opere di drenaggio possono rendere il suolo ospitale per colture di pregio anche economicamente importanti. Alcune limitazione possono pertanto essere controllate e mitigate con adeguati investimenti e input tecnologici, ma questa opzione risulta realistica solo per gli usi più remunerativi (es. vigneti di Alghero), in quanto le agrotecniche da impiegare, i costi di esercizio, e la manutenzione costante, rendono economicamente svantaggiose le altre soluzioni tecniche e colturali.

La figura 3.1 riassume le classi di LC in funzione dell'adattabilità dei suoli agli usi agro-silvo-pastorali con l'incremento delle limitazioni e il decremento della versatilità all'uso.

Figura 3.1 - Incremento delle limitazioni d'uso e decremento della versatilità d'uso dalla classe I alla classe VIII di Capacità d'Uso dei suoli

Incremento delle limitazioni di uso	Classi di Capacità d'uso	Adattabilità alle colture arabili	Adattabilità agli usi pastorali	Adattabilità alle produzioni forestali	Adattabilità generale	Decremento della versatilità di uso
	I	Alta ↓ Bassa	Alta ↓ ↓ Bassa	Alta ↓ ↓ Bassa	Usi Multipli	
	II					
	III					
	IV					
	V	Inadatta	Bassa ↓ Inadatta	Bassa ↓ Inadatta	Forestazione o usi pastorali	
	VI					
	VII					
	VIII				Finalità di conservazione	

Fonte: Land Use Capability Survey Handbook, A New Zealand handbook for the classification of land, 3rd edition, 2009

3.7 LO SCHEMA REGIONALE DI CLASSIFICAZIONE DELLA CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI

Il modello di valutazione del territorio regionale è stato formulato sulla base di preesistenti valutazioni della capacità d'uso della Sardegna realizzate a scala di riconoscimento (Aru *et al.*, 1967, Aru *et al.*, 1991) integrando rinnovate competenze multidisciplinari e confrontando analoghe esperienze e modelli nazionali e internazionali (**Allegato 4**).

E' stato così elaborato il modello LCC con otto classi, simili all'originale, raggruppando in categorie unità pedologiche che presentano la medesima capacità produttiva nei confronti degli ordinari ordinamenti colturali. Il modello di classificazione combina le caratteristiche fisiche del suolo e del paesaggio per derivare una griglia di valutazione condizionante gli usi e fornisce indicazioni generali della capacità delle terre per i prevedibili usi considerando il potenziale impatto che questi usi possono determinare sul suolo e nell'ambiente.

La figura 3.2 illustra gli usi aggregati in funzione del loro impatto sul suolo considerati per l'elaborazione del modello in Sardegna.

Figura 3.2 - Potenziale impatto sul suolo determinato dagli usi e dalle tecniche di gestione

Uso del suolo e pratiche di gestione	Impatto
Parchi regionali, aree naturali turistico-ricreative	molto basso
Pascolamento occasionale, taglio occasionale di alberi per legna	basso
Lavorazione occasionale del suolo, forestazione produttiva, pascolamento di media intensità a lungo termine	moderato
Rimozione della copertura del suolo per le coltivazioni, il pascolamento intensivo a lungo termine, frequenti lavorazioni profonde con l'uso di dischi ed erpici, trasformazioni irrigue	alto

Lo schema riportato nella tabella 3.1 considera congiuntamente le condizionanti limitazioni fisiche con il probabile effetto di degradazione derivante dal crescente livello di severità dei fattori critici. L'attribuzione delle criticità alle classi d'uso viene determinata dai valori soglia stabiliti per le limitazioni.

Concordemente con la propria capacità di produrre in modo sostenibile, ciascun suolo è categorizzato nella classe con una logica di valutazione che va da una condizione migliore alla peggiore per le comuni produzioni agricole.

Classi LCC	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Parametri	Suoli adatti agli usi agricoli				Suoli adatti al pascolo e alla forestazione			Suoli inadatti ad usi agro-silvo-pastorali
Pendenza (%)	≤ 2,5	> 2,5 – ≤ 8	> 8 – ≤ 15	> 15 – ≤ 25	≤ 2,5	> 25 – ≤ 35	> 25 – ≤ 35	>35
Quota m s.l.m.	≤ 600	≤ 600	≤ 600	>600 - ≤ 900	>600 - ≤ 900	>900 - ≤ 1300	>900 - ≤ 1300	>1.300
Pietrosità superficiale (%) A: ciottoli grandi (15-25 cm) B: pietre (>25 cm)	assente	A ≤ 2	A >2 - ≤ 5	A >5 - ≤ 15	A>15 - ≤ 25 B= 1 - ≤ 3	A>25 - ≤ 40 B >3 - ≤ 10	A>40 - ≤ 80 B>10 - ≤ 40	A>80 B>40
Rocciosità affiorante (%)	assente	assente	≤ 2	>2 - ≤ 5	>5 - ≤ 10	>10 - ≤ 25	>25 - ≤ 50	>50
Erosione in atto	assente	assente	Erosione idrica laminare e/o eolica, debole Area 0 - 5%	Erosione idrica laminare e/o a rigagnoli e/o eolica, moderata Area 5 -10%	Erosione idrica laminare e/o eolica, debole Area 0 - 5%	Erosione idrica laminare e/o a rigagnoli severa Area 10 - 25%	Erosione idrica, laminare e/o a rigagnoli o a fossi o movimenti di massa, severa Area 10 - 50%	Erosione idrica laminare e/o a rigagnoli o a fossi o movimenti di massa, estrema Area >50%
Profondità del suolo utile per le radici (cm)	>100	>100	> 50 – ≤ 100	> 25 – ≤ 50	> 50 – ≤ 100	> 25 – ≤ 50	> 10 – ≤ 25	≤ 10
Tessitura orizzonte superficiale ¹	S, SF, FS, F, FA	L, FL, FAS, FAL, AS, A	AL	----	----	----	----	----
Scheletro orizzonte superficiale ² (%)	<5	≥ 5 - ≤ 15	>15 - ≤ 35	>35 - ≤ 70	>70 Pendenza ≤ 2,5%	>70	>70	>70
Salinità (mS cm ⁻¹)	≤ 2 nei primi 100 cm	>2 - ≤4 nei primi 40 cm e/o >4 - ≤ 8 tra 50 e 100 cm	>4 - ≤8 nei primi 40 cm e/o >8 tra 50 e 100 cm	>8 nei primi 100 cm	Qualsiasi			
Acqua disponibile (AWC) fino alla profondità utile ³ (mm)	>100		> 50 – ≤ 100	> 25 – ≤ 50	> 50 – ≤ 100	> 25 – ≤ 50		≤ 25
Drenaggio interno	Ben drenato	Moderatamente ben drenato	Piuttosto mal drenato o eccessivamente drenato	Mal drenato o Eccessivamente drenato	Molto mal drenato	Qualsiasi drenaggio		

¹Si considera come orizzonte superficiale lo spessore di 40 cm che corrisponde al valore medio di un orizzonte Ap o di un generico epipedon

²Idem

³Riferita al 1° metro di suolo o alla profondità utile se inferiore a 1 m

La griglia di classificazione prevede:

-*Classi da I a IV*, adatte agli usi agricoli intensivi con limitazioni crescenti,

-*Classi da V a VII*, adatte a usi agricoli estensivi rappresentati da colture foraggere, pascolo e forestazione produttiva.

-*Classe VIII*, non adatta agli usi agricoli anche estensivi, ma compatibile con il rimboschimento finalizzato alla protezione del suolo, ripristino e tutela della copertura vegetale naturale preesistente (macchia, gariga, bosco) e per finalità estetiche.

Le classi vengono ulteriormente categorizzate in sottoclassi in funzione delle limitazioni dominanti adattate alle situazioni regionali:

- *Sottoclasse s*, limitazioni dovute alle caratteristiche intrinseche del suolo, quali la pietrosità superficiale, la rocciosità affiorante, la scarsa profondità utile per le radici, lo scheletro o salinità eccessive, le tessiture grossolane o compatte, il drenaggio interno eccessivo o troppo lento.

- *Sottoclasse e* limitazioni dovute a processi erosivi. Sono comprese aree dalle pendenze elevate soggette a rischi di erosione idrica e dove è elevato il rischio di ribaltamento dei mezzi meccanici, ostacolo per le operazioni colturali. Frequentemente è associata una scarsa copertura vegetale derivante talora da errate pratiche agricole o dal passaggio del fuoco.

- *Sottoclasse w*, limitazioni dovute all'eccesso di acqua nel suolo che ostacola lo sviluppo e funzionalità degli apparati radicali e interferisce con la lavorabilità. Le aree interessate presentano difficoltà di sgrondo interno delle acque e richiedono il ricorso a interventi di drenaggio di varia entità. Sono comprese anche le aree frequentemente inondabili dai corsi d'acqua.

- *Sottoclasse c*, limitazioni dovute a sfavorevoli condizioni climatiche, anche associate ad elevate altitudini.

Infine, per futuri rilevamenti a scale di maggior dettaglio, ogni sottoclasse può essere differenziata in unità di LCC, come previsto nel modello originale.

La Land Capability Classification LCC è quindi un prodotto derivato dalla carta delle Unità di Terre per rappresentarne i livelli di potenzialità permettendo di definire l'intensità d'uso e le pratiche agricole ottimali. E' un prodotto finale dal quale non è possibile derivare altri prodotti e dove limiti delle classi vanno comunque letti in combinazione con le informazioni di base dei suoli. Il dettaglio della cartografia prodotta, in scala 1:50.000, ha reso necessario che nelle unità di mappa fossero ammesse e riportate più classi di capacità d'uso rispetto a quelle dominanti indicate in legenda.

Negli anni recenti le tecniche innovative e le politiche agricole comunitarie hanno profondamente modificato le ordinarie gestioni agro-zootecniche. Si sono diffuse metodiche di coltivazione a basso impatto, quali la semina diretta, la gestione delle stoppie, la lavorazione minima, il pascolamento controllato con essenze perenni, e altre simili metodiche.

4 - RISULTATI ATTIVITÀ 4: REALIZZAZIONE DELLA BANCA DATI PEDOLOGICA

4.1 PREMESSA

Sin dalle attività preliminari al Progetto, ossia dalla stesura del “*Progetto di fattibilità della cartografia delle unità di terre e di capacità d’uso dei suoli relativamente alle aree di ambito costiero del PPR*”, redatto e consegnato all’Assessorato EE.LL., Finanza e Urbanistica nell’anno 2008, la realizzazione della Banca Dati Pedologica ha costituito uno dei punti fondanti del progetto stesso, in quanto ritenuta uno strumento indispensabile per valorizzare e utilizzare in maniera armonica il grande patrimonio conoscitivo sui suoli acquisito nel corso degli anni da parte dei partner.

Uno dei motivi per cui si è sofferto nel passato della scarsità di dati pedologici a livello regionale non è stata, infatti, una reale mancanza di informazioni sui suoli, bensì la loro scarsa fruibilità in quanto informazioni molto eterogenee, disseminate nei vari uffici ed esistenti prevalentemente in formato cartaceo.

I tre obiettivi primari e irrinunciabili che ci si è posti per poter realizzare la Carta delle unità delle terre alla scala 1:50.000, sono stati pertanto:

- 1) ***censire e confrontare i dati già esistenti*** presso gli archivi dei soggetti partner, attraverso una ricognizione e selezione di quelli utili al progetto in termini di completezza e attendibilità;
- 2) ***progettare un software di archiviazione dei dati pedologici*** per l’inserimento e la gestione sia di quelli già in possesso dei soggetti partecipanti (dati degli archivi storici), sia dei dati di nuova acquisizione per il progetto Carta delle unità di terre;
- 3) ***organizzare e omologare tutti i dati*** in base a requisiti qualitativi prefissati, che fossero in linea con norme metodologiche e analitiche di descrizione dei suoli ampiamente riconosciute a livello nazionale e internazionale.

Il primo obiettivo è stato raggiunto con la redazione dello stesso progetto di fattibilità, con cui è stata svolta un’analisi approfondita dello stato dell’arte dei dati pedologici disponibili presso le quattro istituzioni regionali e universitarie coinvolte. Dall’analisi emerse che i dati pedologici esistenti in Sardegna (con la relativa cartografia), pur risultando numerosi¹,

¹ Circa 3000 osservazioni nelle sole aree di ambito costiero del PPR, per un totale di un milione di ettari di suoli rilevati. Col termine “osservazioni” si fa qui riferimento a tutte le informazioni catalogate come *profili pedologici e trivellate*.

rivelavano un'alta disomogeneità, ascrivibile soprattutto ai differenti scopi e alle differenti scale di rilevamento adottate.

Gli altri due obiettivi hanno invece costituito il programma prioritario del progetto “*Carta delle Unità di Terre e di Capacità d'uso dei suoli - 1° Lotto*”, come esposto nei paragrafi successivi e nei relativi allegati.

4.2 IL DATA BASE DEI SUOLI DELLA SARDEGNA (DBSS)

Secondo il P.O. presentato all'Assessorato EE.LL. nel 2010, la progettazione e l'organizzazione della banca dati dei suoli della Sardegna sarebbe dovuta avvenire in conformità con il software di archiviazione e gestione dei dati pedologici CNCP (Centro Nazionale Cartografico Pedologico) sviluppato a Firenze dai ricercatori del CRA-ISSDS, che costituiva, sino ad allora, uno dei Data Base più completi e articolati a livello nazionale.

Il DB_CNCP, tuttavia, già al momento della stesura del Piano, presentava alcuni limiti dovuti al fatto di essere un sistema operante in MS Access (che implica l'utilizzo di un DBSS *file-based* in una macchina locale o in una piccola rete locale), mentre per la realizzazione del nostro progetto si rendeva necessario poter popolare il DB da differenti postazioni dislocate nel territorio. Era necessario, cioè, rendere accessibile via web la banca dati a tutti i partner di progetto.

A tale scopo è stato programmato di modificare lo schema logico dell'applicazione CNCP mediante il *porting* dello stesso DB all'interno di un server web residente presso AGRIS, individuato nel DB open source PostgreSQL, in modo da centralizzare i dati in un unico server, renderli accessibili dal browser web mediante autenticazione e permetterne l'utilizzo congiunto e simultaneo da parte di più operatori.

Prima di eseguire il *porting* si rendeva tuttavia necessario effettuare importanti modifiche alle tabelle parametriche del CNCP per facilitare l'inserimento di dati specificatamente riferibili al nostro contesto regionale (es. unità litologiche e del materiale parentale), così come era necessario aggiornare ed allineare i numerosi parametri stazionali e descrittivi dei suoli agli standard internazionali dettati dalla FAO e dall'USDA.

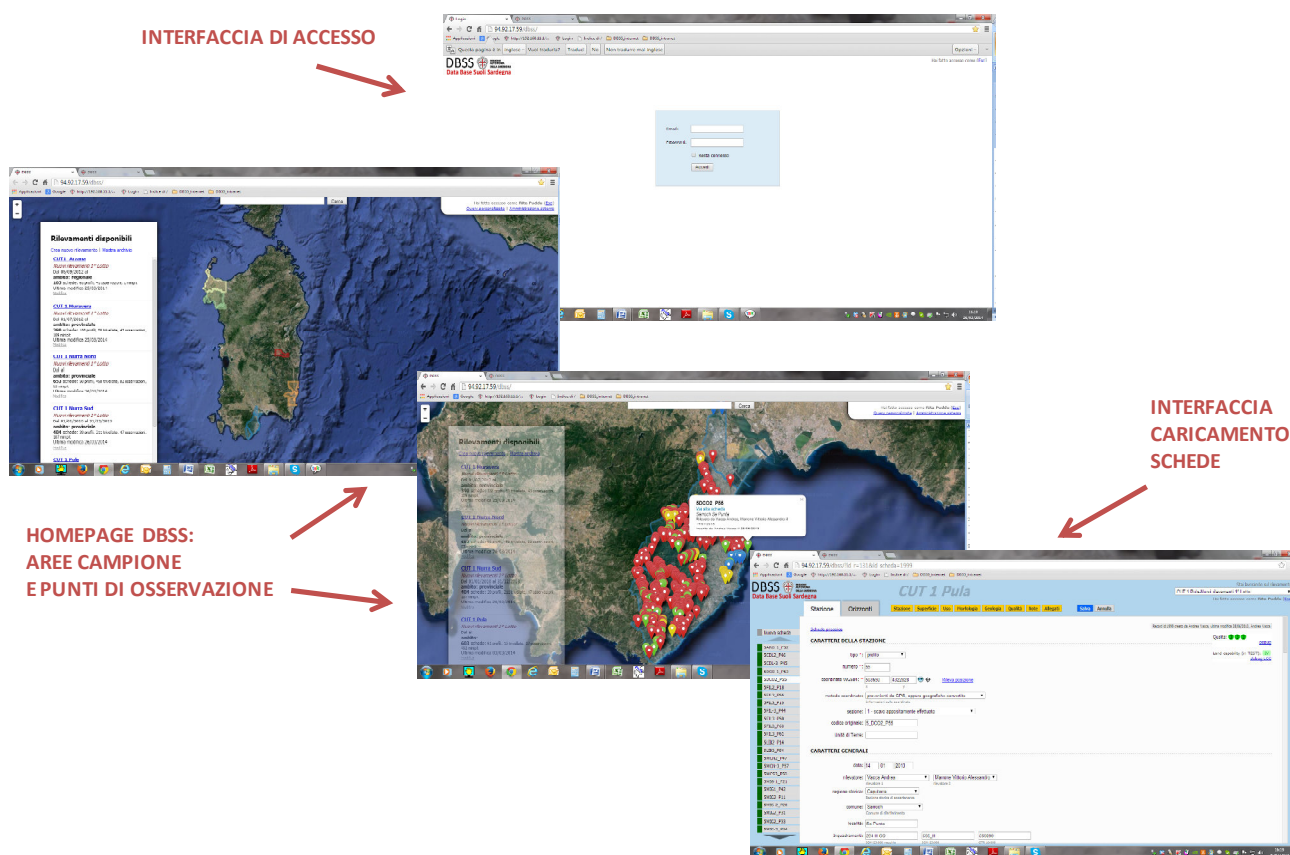
I passaggi effettuati per l'adattamento e la modifica delle strutture tabellari del software CNCP sono riportati nell'**Allegato 5a**.

Con il procedere del lavoro di revisione e adattamento del CNCP, sono state progressivamente introdotte numerose innovazioni (sia nelle maschere che nelle tabelle collegate) e inserite nuove codifiche strettamente pertinenti la realtà sarda, cosicché lo schema logico del nascente Data Base dei Suoli della Sardegna ha subito sostanziali

modifiche rispetto alle previsioni originarie, pur continuando a basarsi sul modello del software CNCP per quanto attiene gli aspetti di organizzazione delle voci/parametri nelle tre sezioni *Stazione – Orizzonti - Analisi di laboratorio*. In sintesi, l'intero Data Base è stato riconcepito *ex novo* nelle parti di interfaccia e dei contenuti tabellari come esaurientemente riferito nell'**Allegato 5b**.

Il software di archiviazione realizzato, denominato DBSS (Data Base dei Suoli della Sardegna), è un'applicazione web che permette di gestire i dati pedologici a supporto del progetto *Carta delle unità di terre e di capacità d'uso dei suoli* attraverso l'accesso remoto da parte di una multiutenza, previa registrazione di un account e autenticazione con password (Figura 4.1). L'applicazione ed il database risiedono in un server di proprietà dell'AGRIS ed è raggiungibile all'indirizzo <http://94.92.17.59/dbss/>.

Figura 4.1 - Alcune schermate di interfaccia del DBSS



Contestualmente alla progettazione del nuovo Data Base, infine, è stato svolto un lavoro di riorganizzazione dei dati degli archivi storici attraverso i seguenti processi:

- i. ***standardizzazione dei dati***: sono state confrontate e uniformate le metodiche di registrazione dei dati in scheda, le unità di misura e l'espressione dei risultati, sia per quanto riguarda i parametri descrittivi dei suoli in campo che delle analisi di laboratorio (**Allegato 5c**);
- ii. ***qualificazione dei dati***: è stata studiata una modalità di classificazione della qualità delle informazioni contenute negli archivi storici, ai fini della loro utilizzabilità per la realizzazione della Carta unità di terre e della capacità d'uso dei suoli (**Allegato 5d**).

5 - RISULTATI ATTIVITÀ 5 e 6:
PROGETTAZIONE E AVVIO DEL POPOLAMENTO DELLA BANCA DATI
GEOGRAFICA TEMATICA (GEODBT)
REALIZZAZIONE DELLA BOZZA DELLA CARTA DELLE UNITÀ DELLE TERRE E
DI CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI NELLE AREE CAMPIONE RAPPRESENTATIVE

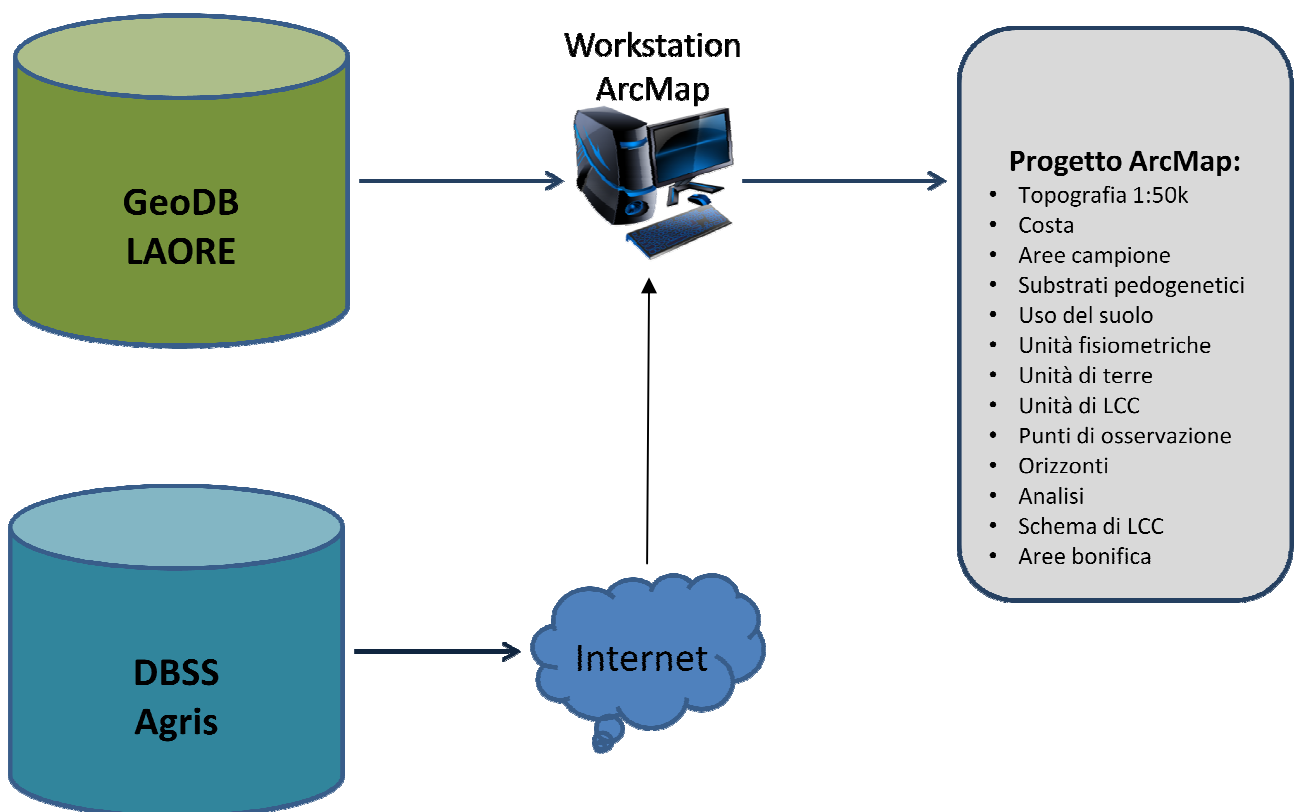
5.1 Il GeoDBT

L'intera mole dei dati geografici digitali di base o elaborati specificatamente per questo progetto, comprensivi degli attributi descrittivi, sono confluiti in un GeoDBT, appositamente creato, che è stato ritenuto lo strumento più congeniale alla gestione di una quantità imponente di contenuti.

Al fine di garantire la massima interoperabilità per la gestione delle informazioni geografiche, ovvero la possibilità di accedere ai dati dalla più ampia varietà di sistemi e di piattaforme, si è optato per l'utilizzo di un database relazionale con supporto geografico. La scelta è ricaduta sulla piattaforma PostgreSQL, che attraverso l'estensione PostGIS (versione 1.5) consente di coniugare la potenza e la flessibilità del più diffuso sistema di gestione di grandi quantità di dati alfanumerici, con un supporto geografico potente e ormai pienamente sviluppato. Oltre a ciò, trattandosi di una piattaforma *open-source*, da un lato consente un notevole risparmio economico da parte dell'Amministrazione (il prodotto commerciale più vicino come prestazioni e potenza è la piattaforma Oracle, del costo di diverse decine di migliaia di euro), dall'altro, grazie alla sua diffusione ed all'esistenza di centinaia di comunità di utenti e di sviluppatori nel mondo, sono disponibili frequenti aggiornamenti e soluzioni per le più diverse operazioni, in modo del tutto gratuito. Proprio per la sua grande diffusione per il trattamento di consistenti moli di dati, tale che molte Amministrazioni e Istituzioni mondiali lo utilizzano per la gestione delle proprie informazioni, anche le grandi *software-house* produttrici di sistemi GIS (ESRI, Intergraph, ecc.) hanno ormai adeguato le proprie piattaforme per potersi interfacciare con il sistema PostgreSQL/PostGIS. Sono inoltre disponibili diversi software GIS *open-source*, o comunque gratuiti, sviluppati proprio per operare con database geografici PostGIS; alcuni di essi, come ad esempio Quantum GIS, utilizzato anche in questo contesto, hanno un'ampia diffusione e godono del supporto di comunità di utenti e sviluppatori. PostgreSQL/PostGIS seguono gli standard dell'Open Geospatial Consortium (OGC). L'uso di PostGIS ha consentito di collegare dinamicamente ed integrare nel sistema banche dati

geografiche esterne, tramite collegamento web dedicato, il DBSS gestito all'interno dei server AGRIS, in modo da poterle utilizzare direttamente evitando così una duplicazione dei dati. Il GeoDBT è stato progettato secondo uno specifico modello logico che è presente nell'**Allegato 6**.

Al fine di realizzare le analisi GIS e di predisporre gli elaborati di stampa, che presentano una notevole complessità sia nella restituzione grafica della parte cartografica che nella gestione delle legende, si è utilizzato prevalentemente il software ArcGIS/ArcEDITOR 10.2 e ArcGIS/ArcView 10.0 e 10.1 della ESRI. Questo programma presenta uno dei migliori sistemi di composizione grafica attualmente disponibili, oltre ad avere un ottimo supporto per le stampe di grande formato (operazioni queste dove i software *open-source* risultano ancora carenti), inoltre garantisce il pieno accesso a tutti i formati dati utilizzati nell'ambito del Progetto, sia di tipo vettoriale che raster.



5.2 Popolamento del GeoDBT

I dati geografici di base e tematici che hanno popolato il GeoDBT hanno seguito le prescrizioni tecniche della Direttiva INSPIRE e del SITR. Come detto la cartografia è stata georeferenziata secondo il dato WGS84 ed il sistema di proiezione UTM.

La cartografia informatizzata ha seguito il ciclo di vita dei dati geografici già indicato nel piano di fattibilità.

Nella fase di *analisi* sono state identificate le necessità dei diversi utenti del GeoDBT, in modo da renderlo idoneo ai diversi usi secondo una base informativa organica e standardizzata. Sono state individuate le proprietà caratterizzanti dei dati geografici esistenti e derivati, nonché relazioni, funzionalità e tipologia di attributi, necessari a costruire le unità delle terre e le unità di capacità d'uso.

La fase di *acquisizione, modifica e aggiornamento* è avvenuta con diverse modalità: digitalizzazione, scannerizzazione, importazione da altri formati, creazione di nuovi livelli informativi come risultato di operazioni di overlay spaziale, ecc.

La fase di *verifica* dell'informazione acquisita, modificata o aggiornata, è stata fondamentale per garantire la correttezza e la qualità del dato stesso e la coerenza delle relazioni (connettività, adiacenza, intersezione, contenimento, ecc.). Infatti, l'uso di un dato non corretto o di non buona qualità, può inficiare qualunque processo decisionale che si basi sull'utilizzo di questo tipo di informazione.

5.3 Realizzazione della bozza della Carta delle Unità delle Terre e di LCC

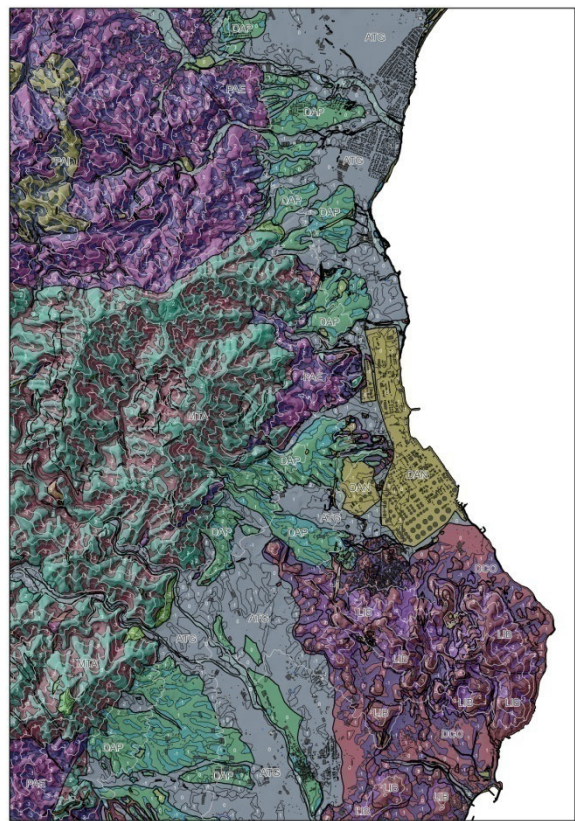
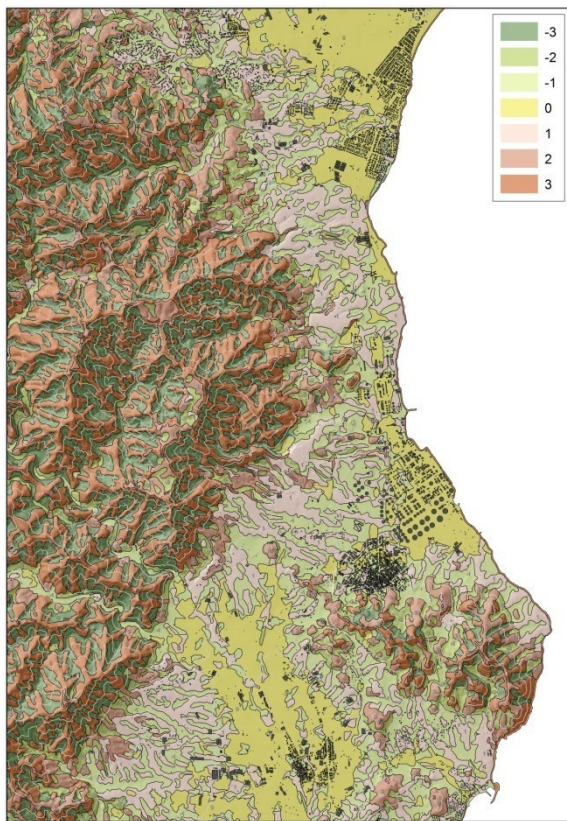
Il passo successivo (Attività 6 del P.O.) è consistito nella realizzazione della bozza della Carta delle Unità delle Terre e di LCC, data dalla sovrapposizione dei tre layer informativi – unità Litologiche, unità Fisiometriche e unità d'Uso e copertura del suolo - e dalla loro associazione con le informazioni pedologiche archiviate nel DBSS.

Per le quattro aree campione sono state editate specifiche carte di UdT e di LCC, che sono state distribuite sia in formato digitale che in forma di Atlanti in scala 1:25:000 (con base topografica costituita dalle tavolette IGM 1:25.000) ai pedologi rilevatori.

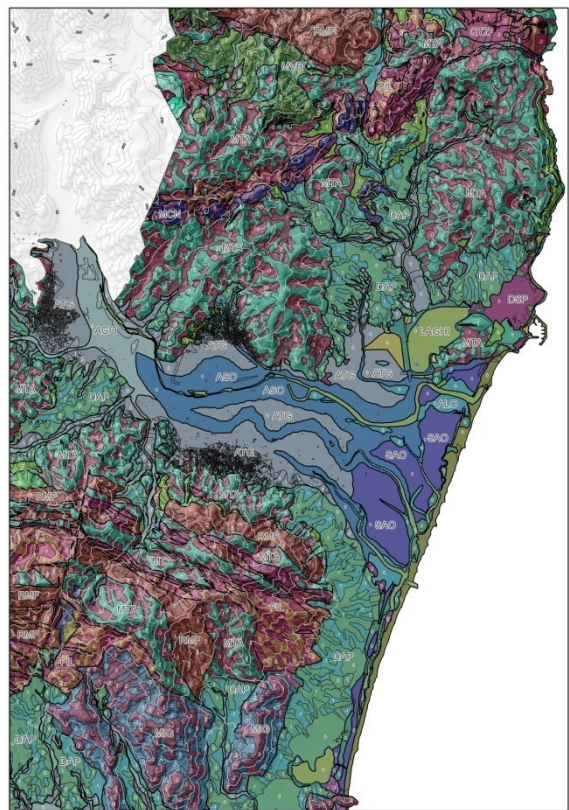
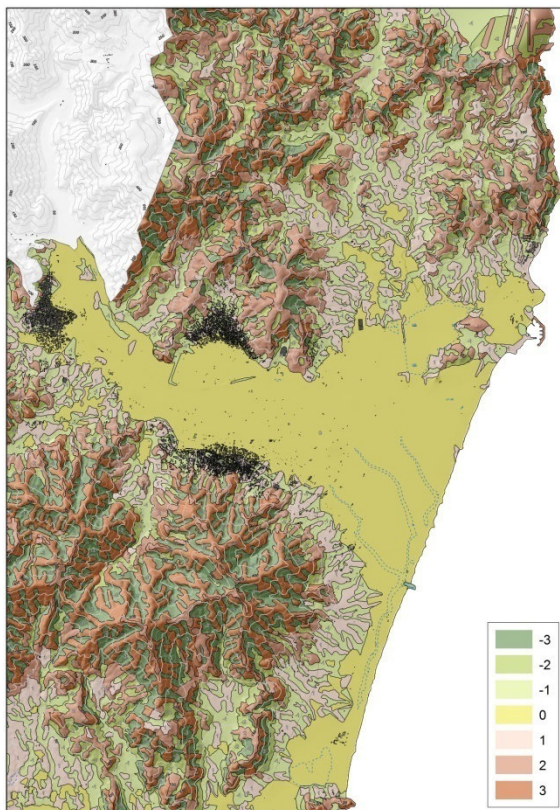
Le delineazioni presenti nelle bozze suddette sono state oggetto di verifica e validazione nelle successive attività di rilevamento in campo.

Di seguito si mostrano alcuni stralci di elaborazioni fisiometriche e di mappe di UdT per le aree di Pula-Capoterra, Muravera-Castiadas, Arzana e infine per la Nurra.

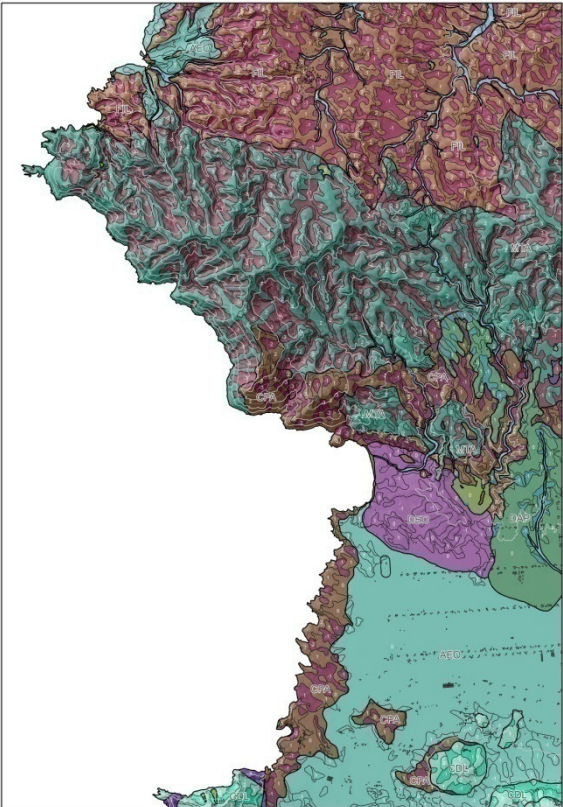
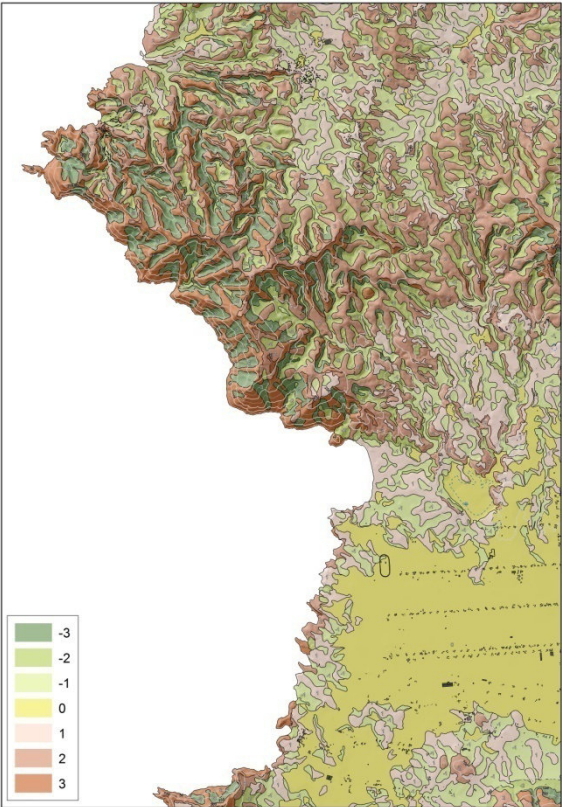
Areale di Pula Capoterra



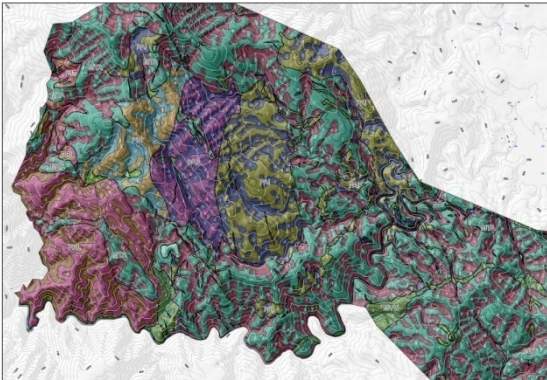
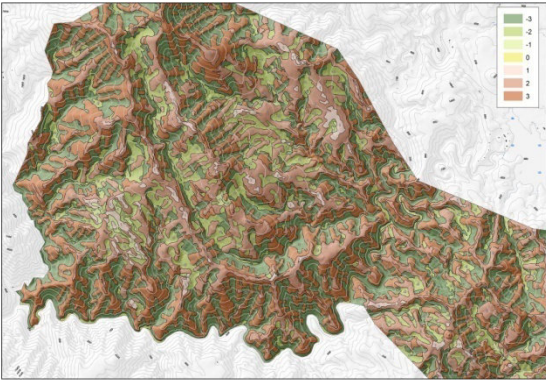
Areale di Muravera-Castiadas



Areale della Nurra



Areale di Arzana



6 - RISULTATI ATTIVITÀ 7: RILEVAMENTI DI CAMPAGNA, ANALISI CHIMICO-FISICHE, AGGIORNAMENTO DEL DB PEDOLOGICO

6.1 PRINCIPI DEL RILEVAMENTO PEDOLOGICO

Una carta delle Unità delle Terre è una carta designata a rappresentare i pedopaesaggi presenti in una data porzione della superficie terrestre, ossia a mostrare la distribuzione dei suoli che intervengono a caratterizzare il paesaggio di quello specifico territorio.

La sua realizzazione è conseguente ad una successione di operazioni che culminano col rilevamento delle proprietà e caratteristiche dei suoli, prima sul campo e poi in laboratorio.

Per quanto detto in premessa, l'approccio *GIS oriented* basato sull'utilizzo delle banche dati geografiche fa in modo che il rilevamento abbia lo specifico scopo di dare un significato pedologico alla bozza della carta redatta durante l'analisi GIS, in cui è stata ipotizzata una combinazione di ambienti a comportamento simile in relazione alle componenti territoriali morfologia – litologia – uso e copertura del suolo. La raccolta dei dati *in situ* pertanto non va limitata alla sola porzione profonda del suolo ma finalizzata anche alla verifica delle informazioni stazionali preliminarmente postulate.

Convenzionalmente le carte di Unità delle Terre, o le carte pedologiche nel senso più generale, vengono suddivise in base alla **scala ed agli obiettivi** in:

<p>CARTE A PICCOLA SCALA (da 1:1.000.000 a 1:250.000)</p>	<p>dette anche esplorative e di riconoscimento. In esse vengono rappresentati interi territori nazionali o intere regioni. Vengono redatte per scopi prettamente scientifici e didattici o per piani generali di programmazione territoriale. In esse le unità pedologiche evidenziate sono correlate ai fattori principali della pedogenesi (clima, rocce, vegetazione)</p>
<p>CARTE A MEDIA SCALA (da 1:200.000 a 1:50.000)</p>	<p>dette di medio dettaglio o semi-dettaglio. Quasi tutte mettono in evidenza, oltre alla natura dei suoli, anche la capacità di un territorio ad ospitare le coltivazioni, i pascoli, gli insediamenti umani. I fattori locali della pedogenesi acquistano una maggior rilevanza: il microclima, l'esposizione dei versanti e le loro pendenze, la geomorfologia, le proprietà fisico-chimiche delle rocce madri, gli avvicendamenti storici nell'uso del suolo. Queste carte trovano la loro utilizzazione ideale nei piani e progetti di pianificazione territoriale, nella programmazione zonale agricola e forestale, nella gestione dello sviluppo delle aree urbanizzate</p>
<p>CARTE A GRANDE SCALA (da 1:25.000 a 1: 1.000)</p>	<p>dette di dettaglio o grande dettaglio. Sono i documenti contenenti il maggior numero di dati e informazioni territoriali e ambientali, per lo più destinati a specifici progetti: irrigazione e bonifica, riconversioni colturali, forestazione e arboricoltura, infrastrutture e viabilità, ecologia, urbanistica, ecc. Vi vengono rappresentati singoli pedotipi, geneticamente legati a fattori "stazionali" della pedogenesi (topografia, acque sotterranee, microclima, ecc.)</p>

Dalla scala di rilevamento dipendono diversi parametri di stima tra cui il calcolo del numero delle osservazioni e dei campionamenti da effettuare per unità di superficie.

La densità delle osservazioni è uno standard qualitativo molto importante in quanto consente di valutare l'attendibilità e le possibilità applicative di una carta delle unità di terre, ossia il livello informativo contenuto nell'elaborato cartografico. Esistono precisi standard di correlazione tra scala di rilevamento e numero di osservazioni da effettuare (FAO, 1979); questi vanno necessariamente rispettati affinché le informazioni contenute nella carta diano un'esatta approssimazione della realtà territoriale (Tabella 6.1)

Tabella 6.1 - Standard di riferimento per la densità delle osservazioni in relazione alla scala (da F.A.O., 1979 - modificata)

Scala di pubblicazione della carta	Categoria generale della carta	Numero approssimativo di osservazioni per 0,5 cm ² di carta
da 1.1000.000 a 1:500.000	Riconoscimento – esplorativa	—
1:250.000	Riconoscimento – generalizzata	1 ogni 13,5 Km ²
1:100.000	Riconoscimento – dettagliata	1 ogni 2 Km ²
1:50.000	Semidettagliata	1 ogni 50 Ha
1:25.000	Dettagliata	1 ogni 12,5 Ha
1:10.000	Molto dettagliata	1 ogni 2 Ha

E' importante considerare, tuttavia, che la densità media ideale delle osservazioni è relativa alla maggiore o minore disponibilità di informazioni sull'area di studio, all'esistenza di una buona cartografia di base, alle difficoltà interpretative dettate da un'elevata variabilità dei suoli e, infine, alle possibili difficoltà logistiche e organizzative al momento del rilevamento. Il numero ideale di osservazioni, pertanto, può essere talvolta ridotto o aumentato e si può passare da una "densità ideale" a una effettivamente "necessaria", sino a una densità "reale" determinata, a fine rilevamento, da condizioni estranee alle condizioni ambientali o alle valutazioni tecniche preliminarmente svolte.

In base agli standard del rilevamento pedologico, la **descrizione e il campionamento** dei suoli avvengono principalmente attraverso l'esecuzione di trivellate e di profili pedologici (scavati manualmente o con escavatore meccanico). Nel primo caso il prelievo di suolo avviene con una trivella manuale a punta elicoidale e la massima profondità di carotaggio è generalmente di 100 cm. All'estrazione della carota segue la descrizione del suolo mediante la compilazione di schede opportunamente predisposte, in cui vengono riportate

i principali caratteri del suolo riconoscibili in campo. Per la descrizione e il campionamento attraverso l'esecuzione di scavi manuali vengono in genere sfruttate sezioni già esistenti, quali tagli stradali, alvei fluviali, rotture di pendio naturali. La sezione di scavo viene ripulita allo scopo di evidenziare i diversi orizzonti pedologici, che vengono quindi descritti nei loro caratteri visibili in campo. Analogamente, il rilevamento effettuato con l'ausilio di un escavatore meccanico prevede che le operazioni di descrizione e campionamento avvengano entro uno scavo profondo circa 180-200 cm (o sino alla roccia madre da cui si origina il suolo), dopo la ripulitura della parete esposta al sole con piccone e pala. Dopo la compilazione delle schede si procede al campionamento mediante il prelievo di un'adeguata quantità di suolo (circa 1 Kg) alle diverse profondità di stratificazione riconosciute. I campioni di suolo vengono infine portati in laboratorio per l'esecuzione delle **analisi chimico-fisiche** in apposite buste di materiale plastico.

La determinazione delle proprietà fisiche e chimiche dei suoli in laboratorio completa il bagaglio conoscitivo necessario per la caratterizzazione pedologica dell'area rilevata. Tale caratterizzazione sarà tanto più approfondita quanti più parametri vengono analizzati, tuttavia un set analitico minimo essenziale per i lavori di cartografia pedologica dovrebbe includere almeno le seguenti analisi: granulometria (% di sabbia, limo e argilla), pH (H₂O), pH (KCl), contenuto in carbonio organico, azoto totale, basi di scambio, capacità di scambio cationico, calcare totale.

La **classificazione tassonomica**, infine, costituisce la finale e necessaria schematizzazione e denominazione dei diversi suoli rilevati, permettendo di dare ad essi un preciso ordinamento sistematico al pari di quanto viene fatto per i corpi naturali o ecosistemi di altre discipline naturalistiche quali, per esempio, la botanica e la zoologia.

Esistono numerosi sistemi di classificazione, elaborati e sviluppati autonomamente dalle singole nazioni sin dall'affermarsi, nella seconda metà del XIX secolo, delle discipline pedologiche e più in generale della Scienza del Suolo. Alcune di queste classificazioni risentono tuttavia di un eccessivo "localismo" e limiti di applicazione a livello mondiale (es. classificazioni russa e francese), limiti che sono stati superati grazie all'evoluzione e alla diffusione internazionale della classificazione del Servizio del Suolo americano (*USDA Soil Taxonomy*, prima approssimazione del 1951 e successive approssimazioni). La Soil Taxonomy ha il pregio di essere stato il primo sistema tassonomico a consentire la classificazione di tutti i suoli esistenti a livello mondiale, sebbene per molto aspetti risulti un sistema rigido e complicato, non sempre ben accolto dal mondo scientifico e accademico internazionale. Per tale motivo a partire dagli anni '70 ha trovato ampia

diffusione anche il sistema della FAO-UNESCO, presentato con la Legenda alla Carta Mondiale dei Suoli alla scala 1:5.000.000, che ha conciliato le innovazioni introdotte dall'USDA Soil Taxonomy con alcuni concetti e termini ormai accettati a livello mondiale dalla maggior parte dei pedologi. Le revisioni successive alla legenda della FAO hanno portato, perciò, al *World Reference Base for Soil Resources (WRB)*, presentato nel 1998 dalla FAO, dall'International Union of Soil Science (IUSS) e dall'International Soil Reference and Information Centre (ISRIC). Tale sistema di classificazione fornisce un linguaggio pedologico comune a livello mondiale e, soprattutto, la migliore correlazione tra i sistemi nazionali esistenti.

6.2 STANDARD UTILIZZATI

6.2.1 – La scala di rilevamento

Poiché la finalità principale del progetto è stata quella di realizzare una cartografia di supporto alla pianificazione territoriale, specificatamente adeguata in prima istanza alla pianificazione delle aree di ambito costiero del Piano Paesaggistico Regionale, la scelta della scala di rilevamento è ricaduta sulla **scala di semi-dettaglio 1:50.000**, che bene assomma tutte le esigenze di sintesi informativa utile ai processi pianificatori del territorio. Data la distribuzione disomogenea dei dati storici nelle quattro aree campione, tale scala è risultata inoltre la più idonea a quantificare congruamente, in relazione ai tempi e alle risorse disponibili per il 1° lotto, il numero di osservazioni da acquisire ex novo nelle aree prive di dati.

6.2.2 – La densità delle osservazioni

Secondo le indicazioni dettate dalla FAO, e tenendo conto della distribuzione dei dati storici esistenti, è stato pianificato un rilevamento che mantenesse lo standard di **1 osservazione ogni 50 ettari**.

In linea di massima tale standard è stato rispettato in tutte le aree campione e gli scostamenti dalla media evidenziati nella Tabella 6.2 sono motivati da caratteristiche peculiari dei singoli territori che hanno diminuito, in totale, la densità del rilevamento di poco meno dell'1% delle osservazioni necessarie. Più precisamente:

- nell'area campione Muravera-Castiadas l'impossibilità di accesso, per alcuni tratti, entro il perimetro dei Poligoni Militari di Quirra e Santo Stefano, ha determinato un'ulteriore riduzione delle aree rilevabili di circa 1000 ettari. Il numero di osservazioni utili è risultato comunque compensato dall'esistenza di 188 campionamenti di suolo superficiale (0-40

cm) su cui sono state effettuate le analisi chimiche dei parametri di salinità, che hanno permesso di tracciare con un'ottima approssimazione il limite delle fasi saline dei suoli alluvionali;

- nell'area campione di Arzana l'elevata omogeneità litologica dei paesaggi montani, unitamente alla presenza di estese aree di roccia affiorante, hanno ugualmente determinato la possibilità di ridurre il numero di osservazioni utili alla redazione della Carta senza inficiarne l'attendibilità del contenuto.

Tabella 6.2 - Schema riepilogativo delle osservazioni utilizzate per il 1° Lotto

AREA CAMPIONE (CODICE DBSS)	Superficie totale LORDA in Ha	Superficie delle tare * in Ha	Superficie totale NETTA rilevabile in Ha	N. di osservazioni necessarie al NETTO delle tare per la scala 1:50.000	Totale osservazioni utilizzate	Scostamenti dallo standard
ARZANA (n. 1)	11.320	1.900	9.420	188	168	-20
MURAVERA-CASTIADAS (n. 2)	35.532	9.431	26.101	522	478	-44**
NURRA (n. 3-4)	91.197	9.625	81.572	1631	1.659	28
PULA-CAPOTERRA (n. 5)	46.040	8.755	37.285	746	758	12
TOTALI	184.091	29.711	154.378	3.088	3.063	-25

* Roccia affiorante con tasche di suolo + aree di non suolo come da CORINE (aree urbanizzate, specchi d'acqua, etc.)

** Esclusi i 188 campionamenti superficiali effettuati per sole analisi di salinità, utilizzati per definire le fasi saline delle Unità di Terre ASO e ATS

6.2.3 – Il rilevamento in campagna

La descrizione delle diverse osservazioni (trivellate, profili, minipit) è stata eseguita in accordo con le metodiche descritte nelle **Guidelines for soil description** della **FAO** (2006) e dal **Field Book for Describing and Sampling Soils** dell'**USDA** (Schoeneberger et al., 2012), entrambe riconosciute a livello internazionale.

Affinché tutte le squadre di rilevamento effettuassero le descrizioni e i campionamenti dei suoli secondo criteri comuni e omogenei, le procedure di descrizione tratte dai due manuali FAO e USDA sono state riportate e omologate in un unico "Manuale di rilevamento" (**Allegato 7a**) e nella relativa "Scheda di campagna" (**Allegato 7b**), appositamente realizzati per il 1° Lotto.

Le strutture del manuale e della scheda sono state studiate in modo da rispettare l'ordine dei parametri descrittivi presenti nel DBSS e rendere, così, più agevole sia le operazioni di descrizione in campo sia l'inserimento dei dati nel DB a rilevamento concluso.

In particolare, la scheda di campagna è stata ideata nella forma più estesa e completa possibile, ossia comprensiva di tutte i parametri descrivibili in un profilo pedologico, secondo l'ordine delle voci riportate nei menù a tendina del DB.

Nella stessa scheda è stata data inoltre evidenziazione, con un colore grigio, del più limitato set di parametri descrivibili attraverso osservazioni parziali quali trivellate e minipit.

Da segnalare infine, come innovazione nel rilevamento pedologico (sperimentata nelle piane della Nurra) l'utilizzo di una trivella meccanica portata da trattore meccanica, che si è rivelata un'ottima alternativa alle trivellazioni manuali, consentendo di effettuare un maggior numero di rilevazioni sulle carote di suolo, rispetto a quelle possibili sulle carote prelevate con la trivella tradizionale.

6.2.4 – Le analisi di laboratorio

Le analisi di laboratorio sono state realizzate, all'interno del partenariato, dal Laboratorio di analisi fisico-chimiche del Dipartimento per la Ricerca nelle Produzioni Vegetali di AGRIS, e dal Laboratorio di Analisi dei suoli della Sezione di Ingegneria del territorio della Facoltà di Agraria dell'Università di Sassari.

Le determinazioni hanno riguardato numerosi parametri di interesse agronomico e applicativo, oltre i parametri standard comunemente analizzati nei lavori pedologici, come riportato nella Tabella 6.3.

Tabella 6.3 – Lista dei parametri analizzati nel 1° Lotto

Set analitico standard (analisi di routine)	Parametri aggiuntivi analizzati
<ol style="list-style-type: none"> 1. Granulometria (<i>Argilla, Limo fine, Limo grosso, Sabbia grossa, Sabbia fine</i>) 2. pH in acqua e pH in KCl 3. Calcare totale e Calcare attivo 4. Carbonio organico e Sostanza organica 5. Azoto totale e rapporto C/N 6. Basi di scambio (<i>Calcio, Magnesio, Sodio e Potassio</i>) 7. Tasso di Saturazione in Basi (TSB) 8. Capacità di Scambio Cationico (CSC) 	<ol style="list-style-type: none"> 9. Rapporto Ca/Mg, Rapporto Mg/K 10. Somma basi di scambio 11. Acidità complessiva 12. Fosforo assimilabile, Potassio assimilabile 13. Boro solubile 14. Indice di disponibilità dei metalli Manganese, Ferro, Rame e Zinco 15. Capacità di campo (pF 2,5) 16. Punto di appassimento (pF 4,2) 17. Conducibilità (estr. 2:1) 18. E.S.P 19. Sodio, Fosforo e Potassio totali 20. Scheletro

In totale sono stati analizzati:

- **290 campioni presso AGRIS**, relativi ai suoli delle tre aree campione *Arzana, Muravera-Castiadas e Pula-Capoterra* (tutti i parametri della Tabella 6.3);
- **146 campioni presso UNISS**, relativi ai suoli dell'area campione *Nurra* (solo analisi di routine).

Tutte le determinazioni analitiche sono state eseguite secondo le metodiche riportate nel **Decreto Ministeriale 13/09/1999** "Approvazione dei Metodi di analisi chimica del suolo" pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n°248 del 21/10/1999 suppl. ordinario n°185. Per quanto riguarda invece la "Determinazione della capacità di campo" e la "Determinazione del punto di appassimento" la metodologia impiegata ha rispettato il **Decreto Ministeriale 01/08/1997** "Approvazione dei metodi fisici di analisi del suolo" pubblicato su Gazzetta Ufficiale n°204 del 02/09/1997 suppl. ordinario n°173.

Inoltre, poiché il laboratorio dell'AGRIS nel luglio 2009 ha ottenuto la certificazione secondo la norma ISO 9011:2008 (certificazione Certiquality n°14039), in questo laboratorio sono state effettuate anche 30 analisi di controllo su suoli già analizzati dall'Università di Sassari, allo scopo verificare la congruità dei risultati tra tutte le aree campione e l'allineamento dei due laboratori con le metodiche ufficiali.

6.2.5 – La classificazione tassonomica

Per la classificazione dei suoli sono stati adottati i due sistemi maggiormente riconosciuti a livello internazionale, ovvero la **Soil Taxonomy** dell'USDA (Soil Survey Staff, 2010) e la **WRB** della FAO, IUSS e ISRIC (IUSS Working Group WRB, 2007).

I suoli sono stati classificati sino al livello di Sottogruppo, relativamente alla Soil Taxonomy, e sino al secondo livello gerarchico nel caso della WRB.

6.3 STRUMENTAZIONE, EQUIPAGGIAMENTO ED INNOVAZIONI TECNOLOGICHE INTRODOTTE COL PROGETTO

L'equipaggiamento tecnico di campagna di una equipe pedologica standard è tipicamente composta, oltre che dalla irrinunciabile attrezzatura necessaria allo scavo del profilo e alla sua pulitura per la migliore presentazione fotografica, anche dal materiale deputato alla corretta ubicazione del profilo e alla descrizione delle caratteristiche del suolo e della stazione nella quale il profilo si trova. Si tratta di materiale cartaceo quale schede di rilevamento (e quindi penne e matite a corredo), di cartografie di appoggio a varia scala, di manualistica varia come il Manuale di rilevamento, le chiavi della Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2010) e di ogni altra documentazione tecnica che si possa rendere

necessaria in campagna, nonché di materiale non cartaceo come una fotocamera digitale e gli strumenti per il posizionamento geografico (GPS portatile, altimetro, etc.).

E' una notevole mole di materiale che pesa molto, occupa molto spazio e spesso è di difficile utilizzo. Si pensi alle difficoltà di dispiegare una mappa di grandi dimensioni nelle giornate ventose, oppure al pericolo che voli via o che si rovini irrimediabilmente la scheda di campagna, l'unico documento che certifica la descrizione del profilo pedologico, o che si deteriori il materiale cartaceo durante le giornate di pioggia.

In occasione di questo Progetto si è voluto sfruttare il salto tecnologico che adesso il DBSS offre rispetto al recente passato, e soprattutto la possibilità di un suo accesso *on-line* direttamente dalla campagna. Compatibilmente con la ricezione del segnale delle reti mobili, ancora talvolta piuttosto difficoltosa, si è pensato, in via del tutto sperimentale, di mettere a punto una procedura tecnologica volta a ottimizzare i modi e i tempi di esecuzione del rilievo pedologico.

Tramite le periferiche di nuova generazione (ad esempio tablet o smartphone) è adesso possibile popolare il DBSS e, contemporaneamente, controllare la cartografia e consultare la manualistica direttamente dal campo. A questo proposito alcune squadre di rilevatori sono state attrezzate con tablet (iPad® con Wi-Fi + 4 G 32 GB -3^ generazione, dotati di schermi da 10" ad alta risoluzione o Nexus 7®, dotati di schermi da 7" ad alta risoluzione, pc Acer portatili con pennina per trasmissione dati) con lo scopo di testare alcune funzionalità implementate nel DBSS specificatamente per l'uso in campo.

L'interfaccia grafica del DBSS, pur se evidentemente progettata per l'utilizzo con PC si è rilevata particolarmente adatta anche per l'uso con dispositivi *touch-screen*. La disposizione dello schedario dei profili, il suo scorrimento e selezione, le schede selettive in alto hanno risposto molto bene anche alle interrogazioni effettuate con le dita (*tapping*), senza molte difficoltà. Tutte le periferiche sperimentate hanno dimostrato sufficiente luminosità del display, anche in condizioni di pieno sole, ma l'IPad grazie al display retina antiriflesso e alta definizione è stato quello con migliori prestazioni.

Sono state inoltre implementate alcune funzionalità *ad hoc* per l'uso in campagna, quali la funzione "*Rileva posizione*" che interroga il modulo GPS integrato nella periferica, qualunque esso sia, estraendovi i valori delle coordinate in formato UTM WGS84 o, in sua assenza, che estrae le coordinate utilizzando la posizione della periferica ricavata tramite triangolazione con i ripetitori telefonici.

La finestra di feedback riporta i valori delle coordinate e la stima della diluizione, in metri. Premendo il tasto OK i valori delle coordinate riempiono automaticamente i campi

corrispondenti. In questo modo è possibile utilizzare le funzionalità del GeoDBT integrato nel DBSS per compilare automaticamente i campi collegati (v. Allegato 4b).

Con l'app gratuita Commander Compass Lite per iPad sono state integrate al GPS le funzionalità bussola e inclinometro, utilissime per il rilevamento delle pendenze della stazione di rilevamento.

Anche la fotocamera integrata nella periferica si è rilevata utilissima per effettuare le fotografie della stazione e del profilo, inserendole immediatamente e velocemente all'interno del DBSS stesso. Pertanto molte delle schede inserite nel DBSS sono state compilate direttamente in campagna.



I tablet, e specificatamente i Nexus 7 che utilizzano Android® come sistema operativo, sono stati utilizzati anche per ottimizzare le procedure di avvicinamento al profilo. La strategia di rilevamento si basava sulla descrizione di unità cartografiche vuote, le Unità di Terre senza contenuto pedologico, che pertanto necessitavano di essere raggiunte e descritte. A questo scopo, basandosi sulla rete viaria, si era deciso in ufficio, a priori, il posizionamento dei punti di osservazione, fossero essi profili, trivellate o minipit.

Le unità di terre da investigare e da caratterizzare dal punto di vista pedologico, però, sono spesso molto frammentate e di piccole dimensioni. Inoltre, in campagna, la loro individuazione è risultata talvolta difficoltosa in quanto non sempre dette unità di terre possiedono dei caratteri macroscopici che le identificano con certezza agli occhi del rilevatore, confermandogli l'effettivo raggiungimento del punto di osservazione prefissato. Per esempio, prima del sistematico uso del tablet da parte delle squadre di rilevamento AGRIS, la percentuale di unità di terre non effettivamente raggiunte e comunque erroneamente descritte è risultata piuttosto elevata, superiore al 10% dei punti totali,

costringendo quindi gli operatori a procedere, in un secondo momento, alla correzione nel DBSS del nome di queste osservazioni e di alcuni dei parametri in esse inserite (ad esempio l'unità cartografica) perdendo, di conseguenza, ulteriore tempo nel post processing in studio.

Si è dovuto pertanto migliorare la strategia di rilevamento e, nella fattispecie, l'avvicinamento ai punti prefissati. Si è cercato un software che potesse visualizzare a video la carta delle unità delle terre, correttamente georiferita, la posizione istantanea della squadra di rilevamento e la cartografia di appoggio, quale la topografia e le foto aeree (Figura 6.1).

Figura 6.1 – Esempio di procedura di avvicinamento al punto di campionamento



I tablet, per loro natura, possiedono scarsa memoria RAM e non è possibile installarci software con funzionalità GIS che siano in grado di trattare shapefile. Si rendeva pertanto necessario l'uso di un applicativo software versatile e leggero con qualche funzionalità GIS. E' stato individuata una *app* gratuita, Locus free[®] (<http://www.locusmap.eu/>), in grado di lavorare offline nel caso in cui ci fosse assenza del segnale Internet e dove fosse possibile caricare la cartografia proprietaria (ad esempio la carta delle Unità delle Terre),

convertita allo scopo in formato KMZ. Locus permette inoltre alcune funzionalità tipiche del GIS, quali l'*identify*. Il software si è rivelato completo, affidabile, modulare ed estremamente aggiornato. Da segnalare il notevole incremento nel consumo delle batterie a causa dell'uso praticamente continuo del GPS, risolto con l'utilizzo di cavetti di alimentazione per auto. I Tablet/iPad invece hanno mostrato una durata delle batterie sufficiente a coprire l'intera giornata in campo. Dal momento in cui si è cominciato ad adoperare questo sistema la percentuale dei punti raggiunti con successo ha sfiorato il 100% e di conseguenza la qualità del dato rilevato.

Si è rivelata inoltre molto utile la possibilità di scrivere note, di inviare e ricevere dati e/o pareri in tempo reale e, non ultimo, di realizzare brevi video illustrativi di peculiarità o dinamiche locali.

6.4 AGGIORNAMENTO DEL DATA BASE PEDOLOGICO

Il popolamento del DBSS ha avuto inizio con il caricamento delle schede degli archivi storici in possesso delle quattro istituzioni partner, dopo essere state rese conformi ai nuovi standard descrittivi e classificate in termini di qualità delle informazioni contenute.

Con l'inserimento dei dati storici è stata quindi avviata anche la fase di test del sistema di archiviazione appena creato (DBSS versione Beta) e, contestualmente, ne sono stati perfezionati i comandi e le funzioni.

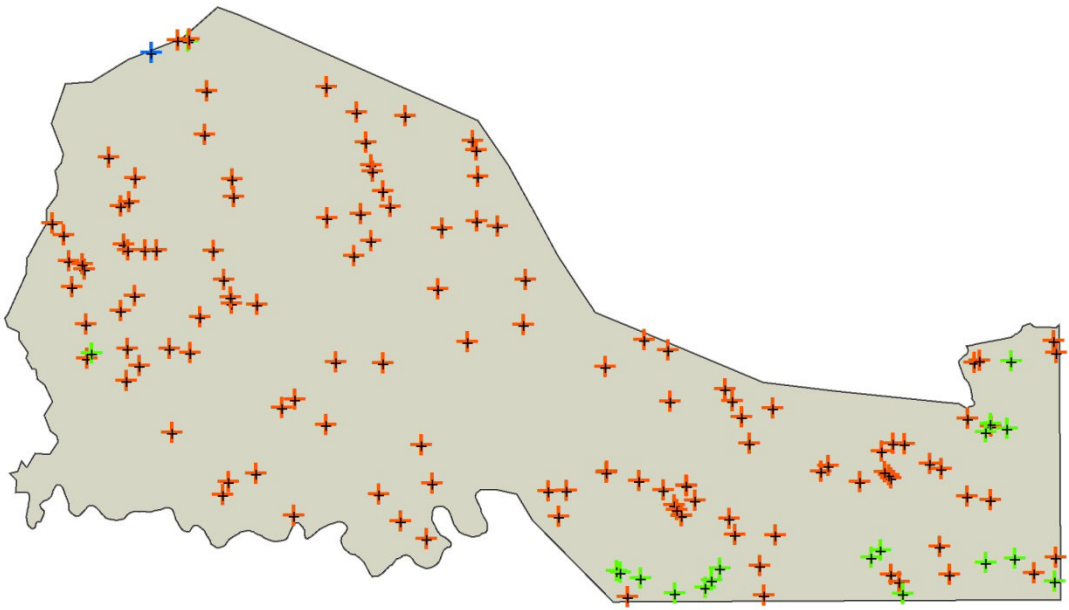
Al termine del caricamento dei dati storici, e prima della campagna dei nuovi rilevamenti, nel DBSS risultavano inserite **1712 osservazioni storiche** (tra profili, trivellate, minipit e campionamenti vari), di cui poco oltre il 65% ricomprese all'interno delle quattro aree campione. Con la campagna di rilevamento sono state acquisite, e quindi registrate nel DBSS, altre **2124 nuove osservazioni**, variamente ripartite nelle quattro aree campione come riportato nella Tabella 6.4 e nelle figure successive.

Tabella 6.4 – Ripartizione nelle quattro aree campione dei dati utilizzati per la realizzazione della Carta

	ARZANA	MURAVERA CASTIADAS	PULA CAPOTERRA	NURRA
nuovi dati	105	390	603	1026
<i>profili</i>	63	188	61	89
<i>minipit</i>	1	109	492	170
<i>trivellate</i>	-	50	13	609
<i>osservazioni</i>	41	43	37	158
dati storici	63	88 +188 campionam.	155	633

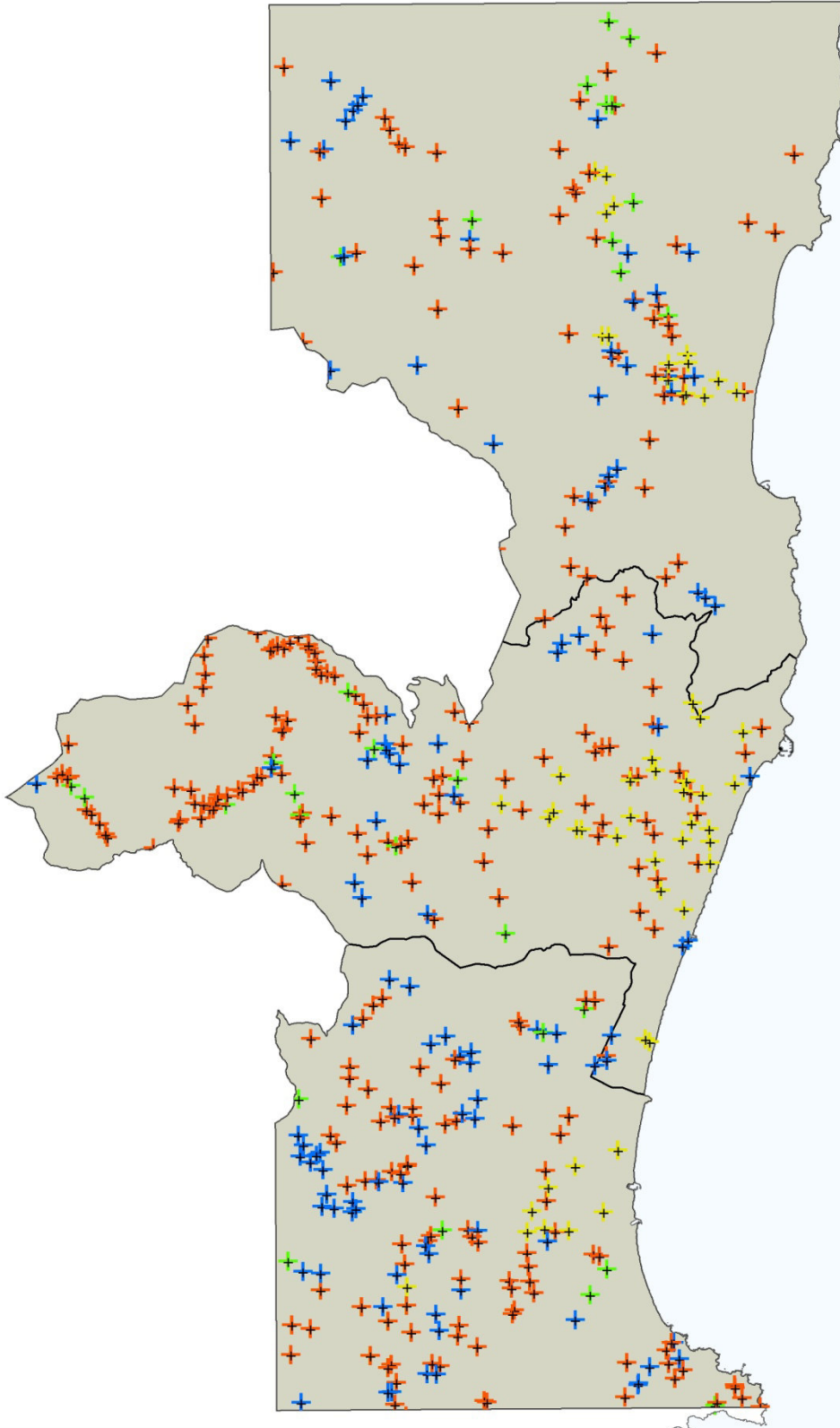
AREA CAMPIONE ARZANA

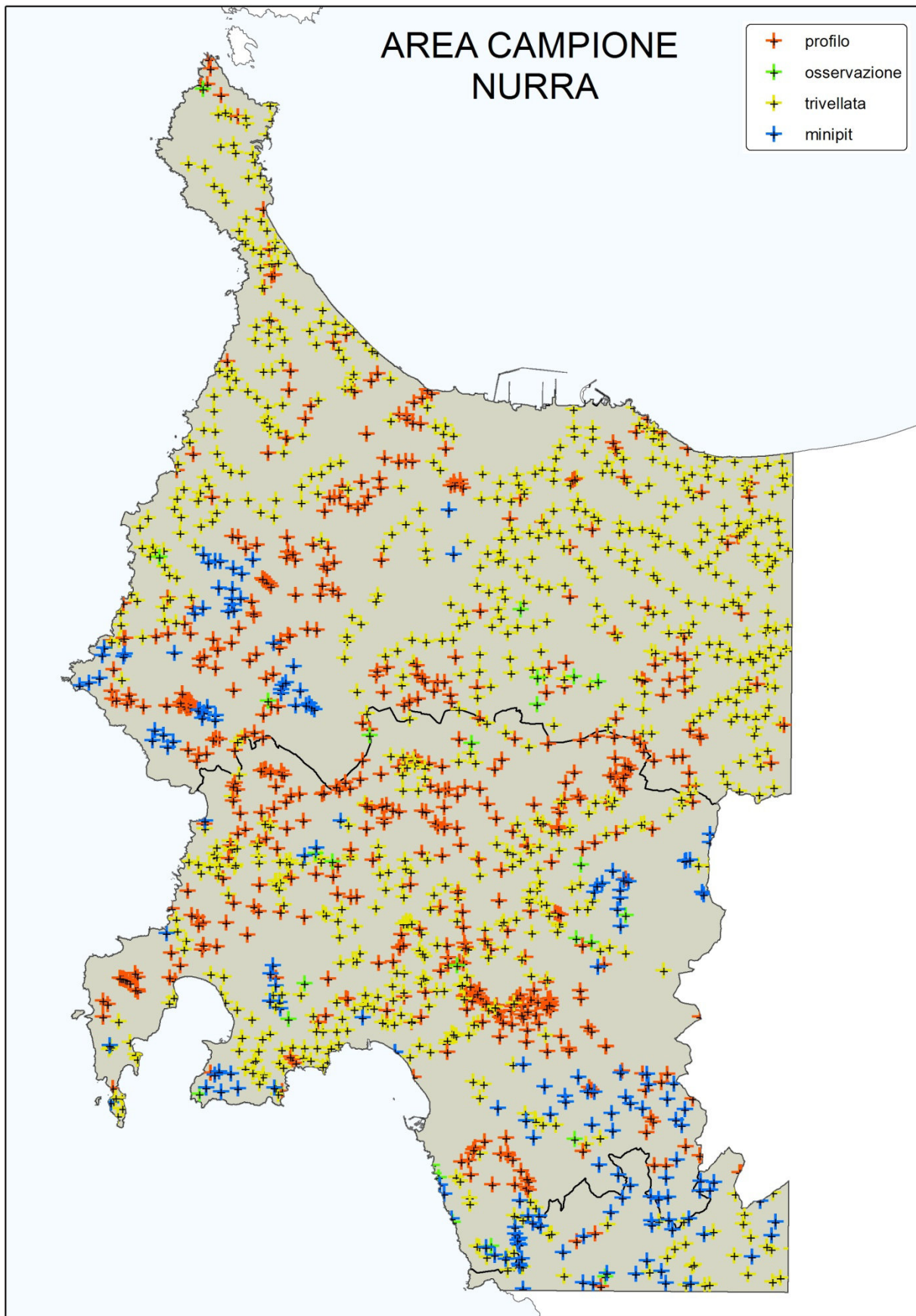
- + profilo
- + osservazione
- + trivellata
- + minipit



AREA CAMPIONE MURAVERA - CASTIADAS

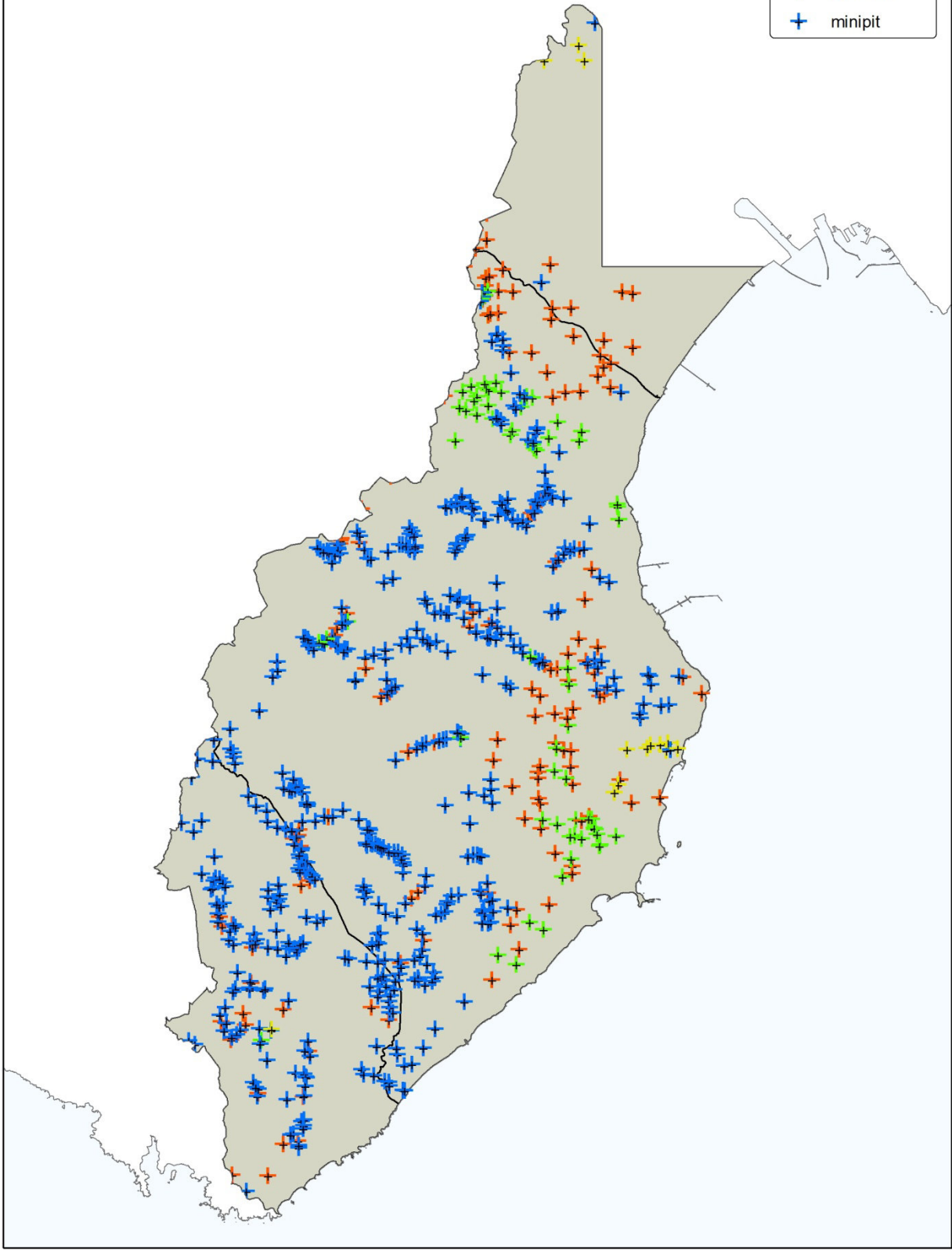
- + profilo
- + osservazione
- + trivellata
- + minipit





AREA CAMPIONE PULA - CAPOTERRA

- + profilo
- + osservazione
- + trivellata
- + minipit



**7 - RISULTATI ATTIVITÀ 8 E 9:
REVISIONE BOZZA E CARTA UDT E LCC FINALI
REALIZZAZIONE DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI FINALI E CONFERIMENTO
DEL PRODOTTO NEL DB UNICO DEL SITR**

7.1 REVISIONE BOZZA CARTA UNITA' DELLE TERRE

Durante questa attività, che in base al P.O. prevedeva l'aggiornamento del GeoDBT con le nuove osservazioni pedologiche ed il loro collegamento con le unità areali delle Unità di Terre, è stata operata una generale revisione e reinterpretazione delle delimitazioni cartografiche e dei contenuti descrittivi della bozza della Carta delle UdT utilizzata per i rilevamenti nelle quattro aree campione.

La fase di reinterpretazione, basata sulla verifica delle tipologie pedologiche presenti all'interno dei poligoni definiti dalla Carta in bozza, è stata svolta da ciascun ente partner per la propria area di competenza e ha portato, nella maggior parte dei casi, a:

- 1) un aggiornamento dei limiti cartografici della Carta delle unità dei materiali parentali;
- 2) alla ridenominazione di alcune unità dei materiali parentali del Quaternario;
- 3) all'accorpamento di poligoni relativi ad unità di materiali parentali che si comportano in modo molto simile tra di loro in termini di pedogenesi (es: litologie granitiche, metamorfiche, filoniane, ecc.). Di seguito una sintesi delle revisioni operate.

7.1.1 Modifiche relative alla fisiometria

Modifiche operate nei casi in cui:

- a) le variazioni morfometriche non sono state tenute in considerazione perché non influenti per la differenziazione dei caratteri pedologici
- b) il codice fisiometrico è stato variato in funzione della pendenza rilevata effettivamente in campo

AREA CAMPIONE ARZANA	
CARTA UDT IN BOZZA	CARTA REVISIONATA
Unità CDL+3, CDL+2, CDL-3, CDL-2	confluite in unica unità CDL
Unità CPA-3, CPA+1	confluite in unica unità CPA
tutte le unità DVO (varie morfometrie tra -1,0 e +1)	confluite in un'unica unità DVO (senza distinzione fisiometrica)
tutte le unità DFO X (varie morfometrie tra -1,0 e +1)	confluite in un'unica unità DFOX (senza distinzione fisiometrica)
Unità LRD-3, LRD+2, LRD+3	confluite in un'unica unità LRD (senza distinzione fisiometrica)

Unità PLU 0	confluita in PLU -1
Unità PRL0	confluita in PRL-3
AREA CAMPIONE MURAVERA - CASTIADAS	
CARTA UDT IN BOZZA	CARTA REVISIONATA
tutte le unità (varie morfometrie tra +1,0,-1): AGO, ALO, ASO, ATG, SLO e DSP	confluite in unica unità senza distinzione di morfometria con medesima denominazione delle rispettive unità di partenza
Unità DCO (tutte le morfometrie)	confluite in unica unità DCO (senza distinzione fisiometrica)
Unità DVP (tutte le morfometrie)	confluite in unica unità DVP (senza distinzione fisiometrica)
Unità DAP-3, DAP+3	confluite nell'unità DVP
AREA CAMPIONE NURRA	
CARTA UDT IN BOZZA	CARTA REVISIONATA
Unità AEO+3	confluita in AEO+2
Unità ATN+3	confluita in ATN+2
Unità CAO-1	confluita in CAO+1
Unità CPA-3, CPA+3	confluite rispettivamente in CPA-2 e CPA+2
Unità CTN-3, CTN+3	confluite rispettivamente in CTN-2 e CTN+2
Unità DAP-2, DAP+2	confluite rispettivamente in DAP-1 e DAP+1
Unità DCO -1, DCO 0, DCO _p -1, DCO _p 0, DCO _p 1	Confluite in unica unità DCO
Unità DSP 0, DSP3, DSP-1, DSP+1	confluite in unica unità DSP
Unità DVO 0, DVO +1, DVO +2, DVO +3, DVO -1, DVO -2, DVO X+3, DVOX -3	confluite in unica unità DVO
Unità LIB 0, LIB +1, LIB +2, LIB +3, LIB -1, LIB -2	confluite in unica unità LIB
Unità MAN 0, MAN -1	confluite in unica unità MAN
Unità MRN+3	confluita in MRN+2
Unità MRN-3, MRN-2	confluite rispettivamente MRN-1
Unità MFI +1, MFI +2, MFI +3, MFI -1, MFI -2, MFI-3	confluite in unica unità MFI
SAO-1	confluita in SAO+1
AREA CAMPIONE PULA-CAPOTERRA	
CARTA UDT IN BOZZA	CARTA REVISIONATA
tutte le unità (varie morfometrie, principalmente tra +1, 0, -1): AGO, ALO, ASO, ATG, SLO, DCO _μ , DCO _γ , CPA, MRM, MCS, SPI e MFI	Confluite in unica unità senza distinzione di morfometria con medesima denominazione delle rispettive unità di partenza

7.1.2 Modifiche relative ai substrati pedogenetici

Ridenominazioni dei poligoni delle unità dei materiali parentali e dei substrati litologici dovute a:

- a) confluenze di unità di materiale parentale in altre unità
- b) accorpamenti di unità litologiche con caratteri simili, non condizionanti la differenziazione di caratteri pedologici
- c) reinterpretazione dei substrati litologici relativi all'era quaternaria
- d) modifiche dei limiti dei poligoni
- e) creazione di nuovi poligoni (RAF e NSU)

TUTTE LE AREE	
Creazione di una unità di Roccia Affiorante denominata RAF (da fotointerpretazione e validazione in campo)	
Creazione di una unità NSU (non suolo) comprendente aree urbanizzate, infrastrutture, aree umide, depositi antropici, ecc. (v. Allegato 3)	
AREA CAMPIONE ARZANA	
CARTA UDT IN BOZZA	CARTA REVISIONATA
tutte le unità DCO	confluite in DVO (senza simbolo di fisiometria e di litologia)
substrati FIL+3, FIL+2, FIL 0, FIL-1, FIL-2, FIL-3	Accorpati in un'unica unità di substrato MET (metamorfiti) di nuova denominazione
Unità LIB-3	Confluita in CPA
AREA CAMPIONE MURAVERA-CASTIADAS	
CARTA UDT IN BOZZA	CARTA REVISIONATA
variazioni nei limiti del Quaternario nelle aree di Muravera, Castiadas, S. Vito, Villaputzu e loc. Quirra	
substrato ATG	scorporato in 2 unità di substrato: ATG e ATS
substrati ASO, ATS, SAO, AGO, ALO, ATG, SLO e DSP	suddivisi in due fasi: ASOa, ATSa, SAOa, AGOa, ALOa, ATGa, SLOa e DSPa (fasi non saline) e ASOb, AT Sb, SAOb, AGOb, ALOb, ATGb, SLOb e DSPb (fasi saline)
substrati DCO e DVO caratterizzati, in funzione dell'origine dei materiali, rispettivamente in	DCO _γ e DVO _μ
alcuni poligoni DVO nell'area di Quirra	ribattezzati DVP
substrati LIO, DEO	accorpati in un'unica unità di substrato SPI (depositi eolici olocenici e sabbie litorali oloceniche) di nuova denominazione
substrato DAN	confluito nell'unità NSU (non suolo)
substrati PAE, PAI, MIG, RMF, PLF e PIB	accorpati in un'unica unità di substrato PLU (plutoniti) di nuova denominazione
substrati MTA, MVA, MVB e MCG	accorpati in un'unica unità di substrato MET (metamorfiti) di nuova denominazione

substrati FAP e QTZ	accorpati in un'unica unità di substrato MFI (manifestazioni filoniane) di nuova denominazione
substrato CAO	confluita in parte in CPA e in parte in AMC
AREA CAMPIONE NURRA	
CARTA UDT IN BOZZA	CARTA REVISIONATA
substrato ARO	confluito nel substrato ASO
tutto il substrato BXT (tutte le fisiometrie -3,-2,-1, 0, +1, +2)	confluite nel substrato CDL
Tutto il substrato CQL (tutte le fisiometrie (fisiometrie -2,-1,+1,+2)	confluite nel substrato CDL
substrato MCS	confluito nell'unità MET (metamorfiti) di nuova denominazione
AREA CAMPIONE PULA-CAPOTERRA	
CARTA UDT IN BOZZA	CARTA REVISIONATA
variazioni nei limiti del Quaternario nelle aree di Assemmini, Capoterra, Sarroch e Pula;	
substrato ATO	diventato ATG
substrato ARO	diventato AGO
substrato DAN	confluito nell'unità NSU (non suolo)
alcuni poligoni ASO nell'area di	ribattezzati ALO
alcuni poligoni AGO nell'area di Sarroch	ribattezzati DAP
substrato SAO nell'area di Assemmini	diventato in parte SPI ed in parte NSU (non suolo)
diversi poligoni DAP nelle aree di Assemmini, Capoterra e Sarroch	ribattezzati ATG
diversi poligoni ATG nelle aree di Assemmini, Capoterra, Sarroch e Pula	ribattezzati DAP
diversi poligoni ATO nell'area di Pula	ribattezzati DAP
substrato DCO suddiviso, in funzione dell'origine dei materiali, in:	DCO α , DCO γ , DCO χ e DCO μ
substrato DVO suddiviso, in funzione dell'origine dei materiali, in:	DVO γ e DVO μ
substrati LIO, DEO e DSP	Accorpati in un'unica unità di substrato SPI (depositi eolici olocenici e sabbie litorali oloceniche) di nuova denominazione
substrati PAE, PAI, MIG, RMF, PLF e PIB	Accorpati in un'unica unità di substrato PLU (plutoniti) di nuova denominazione
substrati FAP e QTZ	Accorpati in un'unica unità di substrato MFI (manifestazioni filoniane) di nuova denominazione
substrati MTA, MVA, MVB e MCG	Accorpati in un'unica unità di substrato MET (metamorfiti) di nuova denominazione

7.1.3 Modifiche relative al livello Uso e copertura del suolo

Per quanto riguarda il livello informativo Uso e copertura del suolo si è osservato che soprattutto nelle piane agricole, come è ovvio, le colture hanno subito modifiche significative, che sono state puntualmente annotate dai rilevatori pedologi nelle descrizioni in campo della stazione. Si ritiene pertanto doveroso segnalare la necessità che si proceda quanto prima ad un nuovo aggiornamento sistematico di questo fondamentale livello tematico.

7.2 LA CARTA DELLE UNITÀ DELLE TERRE FINALE

In ambiente GeoDBT (**Allegato 8**), dopo aver operato tutte le modifiche precedentemente esposte sui layer dei tematismi di base, si è proceduto a sovrapporre nuovamente gli strati informativi – unità Litologiche, unità Fisiometriche e unità d'Uso e copertura del suolo e ad associarvi le informazioni pedologiche archiviate nel DBSS. Tramite l'analisi guidata del pedologo, le nuove delimitazioni di UdT ottenute sono state compilate con contenuti sintetici di significato pedologico riassunti schematicamente nelle Legende esplicative correlate alla Carta. In questo modo si è realizzata la Carta delle Unità delle Terre finale.

Le legende descrittive delle UdT sono state divise in tre blocchi principali verticali:

- DESCRIZIONE UNITÀ DI TERRE
- DESCRIZIONE DEL SUOLO
- CAPACITÀ D'USO

a cui si affianca una colonna con il codice identificativo dell'Unità Cartografica.

Ogni blocco è suddiviso a sua volta in tre colonne, nel primo si distinguono:

Substrato litologico e materiale parentale del suolo;

Morfologia e fisiografia;

Uso del suolo e copertura vegetale prevalente.

Il secondo blocco comprende:

Principali caratteri morfologici e proprietà chimico-fisiche dei suoli,

Classificazione dei suoli U.S.D.A. 2010 a Livello di Sottogruppo;

Classificazione dei suoli W.R.B. 2007 Secondo livello.

Nel terzo si trovano:

Land Capability Classification (sottoclasse);

Principali limitazioni d'uso;

Indirizzi per la tutela e conservazione del suolo.

In orizzontale si susseguono le descrizioni delle diverse UdT rilevate.

Alla luce dei risultati raggiunti e di quanto osservato sulla variabilità dei suoli all'interno di UdT analoghe appartenenti alle diverse quattro aree campione, il CTS ha deciso unanimemente di privilegiare la soluzione di mantenere quattro legende distinte per le quattro aree campione. Tale soluzione permetterà di integrare più facilmente e più compiutamente le UdT che sicuramente possono derivare dall'estensione dei rilevamenti a quei pedopaesaggi non ricompresi nel primo lotto. Infatti per quanto rappresentative della variabilità regionale, le quattro aree campione coprono solo circa il 70% della mutevolezza dei suoli sardi. Si rende quindi necessario estendere ulteriormente il lavoro per poter arrivare a definire una Legenda unica di valenza regionale per la Carta delle Unità delle Terre.

7.3 PECULIARITA' RILEVATE

Per l'analisi sistematica della variabilità delle UdT nelle quattro aree campione si rimanda alla lettura dell'Atlante corredato delle Legende descrittive, mentre in questo paragrafo si vogliono dare brevi cenni su alcune peculiarità riscontrate in campo.

Nell'areale della Nurra si è deciso di inserire il limite aggiornato delle bonifiche storiche del PPR, in quanto costituisce un confine che delimita una zona che è stata profondamente modificata dalle pratiche estremamente invasive della riforma fondiaria che ha interessato la zona a partire dalla prima metà del secolo scorso. La composizione naturale del pedopaesaggio originario vedeva l'emersione dalla piana di testate rocciose di varia natura, prevalentemente di calcari cristallini mesozoici e di calcareniti eoliche del quaternario. Inoltre a poca profondità, 50-80 cm dalla superficie del terreno, era spesso presente un crostone eterogeneo che *disturbava* l'impianto di vigneti e frutteti, limitando l'approfondimento radicale o creando ristagni idrici nocivi per le piante. Pertanto venne iniziato un vero e proprio smantellamento e la rimozione degli strati rocciosi con mezzi meccanici e mine, un po' a macchia di leopardo nell'area e pertanto non cartografabili alla scala di progetto, che naturalmente comportò come minimo il rivoltamento totale degli orizzonti pedologici, se non un vero e proprio rimescolio tra i suoli superficiali e quelli antichi sottostanti gli strati rocciosi. Ancora oggi, prevalentemente nelle aree viticole, si continuano a seguire queste "pratiche di riordino fondiario" così invasive sui suoli, anche in zone che sconfinano rispetto all'area della bonifica. Meriterebbe una trattazione a parte la valutazione della ripercussione sulla qualità delle produzioni agricole dell'utilizzo di questa pratica di conduzione del suolo.

Un'altro punto riguarda lo stato di abbandono di larghi tratti delle rete di deflusso delle acque dei canali della bonifica, puntualmente notificato alle istituzioni competenti. La mancanza di manutenzione ha comportato in diverse aree osservate il ripristinarsi di condizioni di scarso o insufficiente drenaggio nei suoli con conseguenti ripercussioni sulle produzioni locali, oltre a costituire un prerequisito per l'aumento del rischio idrogeologico nell'area.



muro di strati rocciosi smantellati



canale di sgrondo ostruito

Nell'areale di Arzana la peculiarità è data dall'ambiente montano, che si riflette nei suoli con l'accumulo di sostanza organica negli orizzonti superficiali, fenomeno non altrettanto diffuso a quote inferiori se non sotto foresta. I suoli locali però risentono pesantemente dell'eccessivo carico di bestiame. A causa della consuetudine dell'utilizzo collettivo delle terre (Usi civici estesi alla maggior parte dell'area campione) è estremamente difficile contenere o controllare la pressione zootecnica. Anche i vari tentativi di condivisione del territorio tra usi pastorali e necessità di ripristino della flora naturale (forestazioni conservative), sono assoggettati a una quotidiana rinegoziazione degli spazi disponibili.



Pascolo brado



Forestazione con gabbie di protezione dal pascolo

7.4 LA CARTA DI CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI

Per ognuno dei suoli appartenenti a ciascuna Unità delle Terre (UdT) precedentemente delineate è stato applicato lo schema di Capacità d'uso dei suoli (Land Capability Classification) sviluppato nell'Attività 3. L'algoritmo basato sullo schema impostato nel DBSS ha consentito l'attribuzione delle classi e delle sottoclassi ai suoli che soddisfacevano i requisiti minimi richiesti dal DBSS per il calcolo. Tramite l'analisi assistita del pedologo, le query di verifica e le validazioni di affinamento progressive, è stato identificato un insieme di suoli (classificati anche per classi e sottoclassi di LCC) che nella Legenda descrittiva concorrono a raffigurare le singole delineazioni delle diverse Unità di Terre. La maggior ricorrenza di una determinata classe di LCC ha portato a definire la classe, o l'insieme di classi e relative sottoclassi, di ciascuna UdT. A queste si affiancano le sottoclassi incluse, che rappresentano porzioni di territorio con suoli non cartografabili alla scala del progetto, ma con caratteristiche di potenzialità d'uso diverse rispetto alle principali.

Per ogni UdT delle quattro aree campione sono state indicate le principali limitazioni d'uso (legate principalmente a caratteri limitanti riscontrati nei suoli, o dovuti alla pendenza e alla quota) e gli indirizzi per la tutela e conservazione del suolo relativamente agli utilizzi agro-silvo-naturali.

L'unione di UdT con sottoclassi di LCC omogenee ha portato alla creazione della Carta di capacità d'uso dei suoli e della relativa Legenda descrittiva(**v. Atlante cartografico**).

7.5 RESTITUZIONE CARTOGRAFICA FINALE IN SCALA 1:50.000 E ATTIVAZIONE DELLE INFORMAZIONI PEDOLOGICHE NEL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE

La Carta delle Unità delle Terre e la Carta della Capacità d'uso dei suoli in scala 1:50.000 comprensiva delle rispettive Legende illustrative è stata assemblata in un Atlante cartografico.

Per la rappresentazione grafica delle quattro aree campione investigate si è scelto il formato A2, che ha ritagliato complessivamente il territorio in 9 mappe descrittive, per ciascuna Carta. Le legende di UdT sono state corredate di mappe d'inquadramento, immagini descrittive dei pedopaesaggi e dei suoli, grafici raffiguranti la distribuzione dei substrati pedogenetici e la ripartizione delle relative UdT.

Il GeoDBT e il correlato DBSS, completi dei dati spaziali e dei dati pedologici relativi alle aree campione, nonché i files complementari (metadati, codici sorgente, relazioni illustrative comprensive di allegati) verranno consegnati su supporto digitale. Sarà subito disponibile la loro attivazione nel SITR della RAS, tramite l'implementazione dei dati di consegna nell'architettura del Sistema Geografico Territoriale regionale, avendo avuto cura fin dai primi passi del progetto, di allineare tutta la produzione informatica agli standard della RAS.

8 - RISULTATI ATTIVITÀ 10: PUBBLICAZIONE DEI RISULTATI

8.1 DIVULGAZIONE DEI RISULTATI

Come da P.O., uno spazio significativo del progetto è stato, e sarà, dedicato alla divulgazione dei risultati attraverso le forme più consone alle differenti sedi di esposizione, in coerenza con le funzioni istituzionali del partenariato.

Poiché i compiti e gli obiettivi degli enti partner spaziano dal campo della ricerca (per le università e l'agenzia AGRIS) alla divulgazione nel senso più generale del termine (per la stessa agenzia AGRIS e ancor di più per l'agenzia LAORE), gli spazi di diffusione dei risultati riguarderanno sia sedi di convegni e/o di seminari scientifici sia sedi di presentazione del progetto per un'utenza più ampia, rappresentata da "comuni cittadini e portatori di interesse" (Comuni, amministrazioni regionali, associazioni di categoria, etc).

La massima diffusione dei risultati sarà data a conclusione del progetto attraverso l'organizzazione di assemblee pubbliche e seminari divulgativi tuttavia, durante lo svolgimento delle attività, sono stati presentati già alcuni risultati preliminari in sedi scientifiche, ossia in occasione di convegni nazionali e internazionali.

I lavori sinora pubblicati in riviste e atti di convegno, o già accettati per una loro presentazione in convegni in prossimo svolgimento, sono elencati nei paragrafi seguenti.

In tutte le pubblicazioni citate è stata data un'adeguata pubblicizzazione della natura del lavoro e della sua fonte di finanziamento mediante l'inserimento, nel testo, della frase: ***Rilevamento eseguito nell'ambito del Progetto "Carta delle unità delle terre e della capacità d'uso dei suoli - Primo Lotto", finanziato dall' Assessorato EE.LL. Finanze e Urbanistica della R.A.S. con DGR n. 56/36 del 29.12.2009".***

8.1.1 Partecipazione a convegni scientifici

- UGI 2011 Regional Geographic Conference, Santiago, Cile 14-18 Novembre 2011;
- Convegno Nazionale della Società Italiana della Scienza del Suolo "La centralità del suolo nel sistema agrario e forestale", Viterbo 25-28 giugno 2013;
- 17^a Conferenza Nazionale ASITA, Riva del Garda 5-7 novembre 2013;
- European Geosciences Union General Assembly 2014, 27 April – 02 May 2014, Vienna, Austria;
- 20th World Congress of Soil Science, June 8-13 2014, Jeju, Korea.

8.1.2 Lavori scientifici pubblicati su riviste internazionali

Vacca, A., Loddo, S., Melis, M.T., Funedda, A., Puddu, R., Verona, M., Fanni, S., Fantola, F., Madrau, S., Marrone, V.A., Serra, G., Tore, C., Manca, D., Pasci, S., Puddu, M.R., Schirru, P. (2013). A GIS based method for soil mapping in Sardinia, Italy: A geomatic approach. Journal of Environmental Management (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.11.018>

8.1.3 Lavori scientifici pubblicati su atti di convegni internazionali

Vacca, A., Fanni, S., Fantola, F., Loddo, S., Madrau, S., Marrone, V.A., Puddu, R., Serra, G., Tore, C. (2011). The “Land Unit and Soil Capability Map of Sardinia (Italy)” (1:50,000 scale): the GIS oriented methodological approach. Conference Proceedings, UGI 2011 Regional Geographic Conference, 14th – 18th November 2011, Santiago, Chile, 2 p.

Vacca, A., Loddo, S., Marrone, V.A. (2014). The “Land Unit and Soil Capability Map of Sardinia” at a 1:50,000 scale, a new tool for land use planning in Sardinia (Italy) - The pilot area of Pula-Capoterra (southwestern Sardinia). GeophysicalResearchAbstracts Vol. 16, EGU2014-2909-2, 2014, EGU General Assembly 2014.

8.1.4 Lavori scientifici pubblicati su atti di convegni nazionali

Madrau, S., Puddu, R., Tore, C., Vacca, A., Deroma, M.A., Fanni, S., Fantola, F., Funedda, A., Loddo, S., Marrone, V.A., Melis, M.T., Pasci, S., Puddu, M.R., Schirru, P., Serra, G., Visani, C., Zucca, C. (2013). La carta pedologica delle aree costiere della Sardegna alla scala 1:50000. Progetto SOILSAR lotto 1 (Nurra): note preliminari. Riassunti Convegno Nazionale della Società Italiana della Scienza del Suolo “La centralità del suolo nel sistema agrario e forestale”, Viterbo 25-28 giugno 2013, p. 76.

Melis, M.T., Loddo, S., Vacca, A., Marrone, V.A., (2013). Applicazione di un metodo di analisi geomorfometrica a supporto della cartografia pedologica in Sardegna. Atti 17a Conferenza Nazionale ASITA, Riva del Garda 5-7 novembre 2013, 993-1000, ISBN 978-88-903132-8-8.

8.1.5 Lavori scientifici accettati per presentazione in convegni internazionali

Vacca, A., Marrone, V.A. The “Land Unit and Soil Capability Map of Sardinia (Italy)” at a 1:50,000 scale: the pilot area of Pula-Capoterra. 20th World Congress of Soil Science, June 8-13 2014, Jeju, Korea.

A

Acidità

Vedi Reazione.

Acidità di scambio

Acidità di un terreno, determinata dai cationi H^+ ed Al^{+++} , che può essere neutralizzata dal calcare o da una soluzione tamponata nell'intervallo di pH tra 7 ed 8.

Acqua capillare

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

Adesività

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

Adsorbimento

Fenomeno per il quale specie molecolari o ioniche sono attratte e trattenute da legami chimici e da forze fisiche sulle superfici delle particelle colloidali del suolo.

Aerazione del suolo

Scambio dell'aria tra suolo ed atmosfera. L'aria in un suolo ben aerato ha composizione simile a quella dell'atmosfera; l'aria in un suolo poco aerato 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.

Aerofotografico

Relativo ad una ripresa fotografica aerea.

Aggregazione

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.

Organizzazione delle particelle elementari del suolo in unità secondarie, caratterizzate e classificate sulla base delle loro dimensioni, forma e grado di distinguibilità. L'organizzazione di tali aggregati costituisce la struttura del suolo.

Alcalinità

Vedi Reazione.

Alfico(aggettivo)

Termine della Soil Taxonomy (vedi) che si riferisce al fenomeno pedogenetico della lisciviazione delle basi e dell'argilla.

Alfisuoli

Ordine di suoli della Soil Taxonomy (vedi) che comprende i suoli caratterizzati da un orizzonte di accumulo di argilla illuviale e da una saturazione in basi (vedi) $\geq 35\%$.

Alluvionale (deposito)

Materiale detritico trasportato da un fiume e deposto nelle aree ad esso circostanti durante le fasi di piena.

Alofita

Pianta che vegeta bene in un suolo ricco di cloruro di sodio.

Alterazione

Trasformazione fisico-chimica di rocce, minerali, sedimenti e suoli che avviene in presenza dell'acqua che trasporta agenti attivi quali ossigeno, acidi organici e anidride carbonica. I minerali originari sono totalmente, o solo in parte, trasformati in minerali secondari, cristallini o amorfi.

Altimetro

Strumento atto alla misura della distanza verticale di un oggetto (quota o altitudine) da una superficie di riferimento, convenzionalmente la superficie del mare.

Alveo

Zona entro cui scorre un corso d'acqua.

app

Neologismo. Abbreviazione di *applicazione*. Con questo termine s'intende definire le applicazioni informatiche dedicate ai dispositivi di tipo mobile, come smartphone e tablet operanti sui sistemi informativi più diffusi, quali Apple iOS, o Android.

Aquico

Termine della Soil Taxonomy (vedi). 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

Termine utilizzato per designare sia i minerali argillosi in senso stretto (caolinite, clorite, illite, montmorillonite, smectite, vermiculite), sia la frazione minerale del suolo costituita da particelle di diametro inferiore a 0,002 mm.

Argillico

Orizzonte illuviale con accumulo di argilla.

Aridico/torrido (deposito)

Termine della Soil Taxonomy (vedi). Indica il regime di umidità del suolo presente normalmente in climi aridi, talora anche in semiaridi.

Vedi anche Regime di umidità (del suolo).

Associazione di suoli

Tipo di Unità cartografica (vedi) pedologica dove due o più tipologie di suolo sono associate geograficamente secondo un modello caratteristico e ripetitivo. I suoli costituenti una associazione possono essere cartografati separatamente ad una scala più dettagliata di 1:25.000. Tipologie di suolo diverse da quelle principali sono ammissibili in misura non superiore al 25% se non limitanti le possibilità d'uso rispetto a quelle principali; se limitanti, le inclusioni non possono superare il 15%.

Attitudine

Capacità del suolo di ospitare con successo un determinato uso.

AWC (Available Water Capacity)

Massima quantità di acqua presente in un suolo che può essere utilizzata dalla maggior parte delle piante. E' data dalla differenza di umidità presente nel suolo alla capacità di campo (vedi) e al punto di appassimento permanente (vedi).

B

Banca dati

Raccolta sistematica di dati, in cui le informazioni siano strutturate e collegate tra loro secondo un modello logico (tipicamente relazionale, cioè con tabelle collegate tra loro) al fine sia di aggiornarne agevolmente il contenuto, sia per estrarne informazioni per mezzo di *query* (interrogazioni, ricerca, inserimento, cancellazione, accodamento, ecc.) effettuate secondo linguaggi standard (ad esempio SQL, Standard Query Language).

Base di dati

Vedi Banca dati.

Basi di scambio

Cationi del suolo (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ e K^+) presenti nel complesso di scambio.

C

Calcare attivo

Frazione finemente suddivisa del calcare totale, suscettibile di solubilizzarsi rapidamente sotto forma di bicarbonato.

Calcare totale

Quantitativo totale di carbonati presenti nella frazione del suolo inferiore a 2 mm.

Calcareo (suolo)

Suolo contenente una quantità di carbonato di calcio tale da dare effervescenza visibile o almeno udibile se trattato con HCl (10%).

Calcico (orizzonte)

Orizzonte di accumulo di carbonati di calcio e magnesio di origine pedogenetica. È indicato con k (per es. Ck).

Cambico(orizzonte)

Orizzonte minerale di alterazione con cambiamenti nella struttura e nel colore del materiale di partenza (vedi). Generalmente è indicato con Bw.

Capacità di campo

massima quantità di acqua che un suolo può trattenere, una volta che sia stata eliminata l'acqua gravitazionale. Corrisponde all'acqua presente nel suolo (pF 2,0) quando esso, dopo essere stato saturato, ha subito la fase di drenaggio rapido, che generalmente dura da uno a tre giorni.

Capacità di scambio cationico (C.S.C.)

Quantità massima di cationi adsorbibili (cationi scambiabili) dai colloidali organici e minerali del suolo, espressa in milliequivalenti per 100 grammi di terra fine o in centimoli per chilogrammo di terra fine.

Capacità d'uso (Land Capability)

Sistema di classificazione delle terre messo a punto dal Soil Conservation Service degli Stati Uniti e basato sulle principali limitazioni d'uso. Con questo approccio si classificano migliori quelle terre che possiedono un ventaglio colturale più ampio.

Capacità in acqua disponibile

Vedi AWC.

Caratteri del suolo

Attributi semplici del suolo che possono rilevarsi mediante valutazione diretta: come la misura della sua profondità o la valutazione del suo colore.

Carbonio organico

Carbonio contenuto nei composti di tipo organico presenti nel suolo, esclusi quelli ad elevata condensazione.

Classe tessiturale

La proporzione relativa delle singole frazioni costituenti la "terra fine" (vedi) (sabbia, limo e argilla) determina la classe tessiturale del suolo. Le classi tessiturali sono 12, elencate dalla più grossolana alla più fine: sabbiosa, sabbioso franca, limosa, franco sabbiosa, franca, franco limosa, franco sabbiosa argillosa, franco argillosa, franco limosa argillosa, argilloso sabbiosa, argilloso limosa, argillosa.

Colluvio

Materiale trasportato da acqua di ruscellamento diffuso, o disceso per gravità, e deposto lungo un versante o al suo piede.

Colore

Importante proprietà la cui variazione verticale all'interno di un suolo è indice dei diversi processi pedogenetici. Il colore è codificato con le "Munsell - Soil Color Charts" che utilizzano tre variabili: HUE (tinta), VALUE (luminosità), CHROMA (saturazione). Ad esempio 10 YR 5/4 un colore con Hue=10 YR, Value=5 e Chroma=4.

Complesso di scambio

Insieme dei cationi adsorbiti dai colloidi: H^+ , Al^{+++} , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , NH_4^+ , le cui proporzioni sono da collegarsi al tipo di pedogenesi caratterizzante il suolo. I cationi H^+ e Al^{+++} sono caratteristici dei terreni acidi, maggiore è la loro presenza più il terreno è acido.

Complesso di suoli

Tipo di Unità cartografica (vedi) pedologica dove due o più tipologie di suolo sono associate geograficamente secondo un modello caratteristico e ripetitivo ma molto intricato o con percentuali così modeste da non rendere possibile la loro rappresentazione separata. I componenti di un complesso non sono cartografabili separatamente alla scala di 1 :25.000 o di maggior dettaglio. Tipologie di suolo diverse da quelle principali sono ammissibili in misura non superiore al 25% se non limitanti le possibilità d'uso rispetto a quelle principali; se limitanti, le inclusioni non possono superare il 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. Le concrezioni possono essere carbonati che, gessose, ferro-manganesifere, ferruginose, saline. Meno frequentemente si producono anche concrezioni di silicati. Vedi anche Concentrazioni.

Concrezione

Corpo coerente, di genesi geologica o pedologica, costituito da sostanze distribuite concentricamente attorno ad un nucleo. Le concrezioni possono essere carbonati che, gessose, ferro-manganesifere, ferruginose, saline. Meno frequentemente si producono anche concrezioni di silicati. Vedi anche Concentrazioni.

Condizioni aquiche

Termine della Soil Taxonomy (vedi). 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 del suolo di trasmettere la corrente elettrica. Viene espressa in $dS\ m^{-1}$ o in $mS\ cm^{-1}$. 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.

Conoide alluvionale

Espressione morfologica di un corpo sedimentario costituito da materiali depositati da un corso d'acqua in corrispondenza di una brusca diminuzione della pendenza di fondo. La

conoide si irradia a ventaglio allo sbocco vallivo del corso d'acqua, raccordandosi alla superficie meno inclinata sottostante.

Cono detritico

Espressione morfologica dove il principale agente di formazione è la gravità.

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. Si delinea in campagna descrivendone la facilità di manipolazione fra le dita e la sensazione che il suolo trasmette attraverso le seguenti valutazioni: resistenza, cementazione, adesività e plasticità.

Consociazione di suoli

Tipo di Unità cartografica (vedi) pedologica costituita, per almeno il 75%, da un solo tipo di suolo e dai suoi suoli simili. Le inclusioni di suoli dissimili non devono superare il 25% se non limitanti, il 15% se limitanti.

D

Database

Vedi Banca dati

Data Base Management System (DBMS)

Sistema Software progettato per consentire la creazione e la manipolazione (da parte di un amministratore) e l'interrogazione efficiente (da parte di uno o più utenti) di database (ovvero di collezioni di dati strutturati) anche da remoto, per questo detto anche "gestore o motore del database", e ospitato su architettura hardware dedicata oppure su semplice computer.

Dato pedologico

Prodotto grezzo dell'attività di un rilevatore pedologo o di un analista pedologo sul territorio. Il dato pedologico è sempre costituito da una componente geografica (coordinate di un punto) e da una componente pedologica (caratteri e proprietà del suolo).

Datum UTM WGS84

Sistema geodetico di riferimento che consente di definire in termini matematici la posizione di punti sulla superficie della Terra. Il datum consente quindi l'operazione di georeferenziazione di luoghi o oggetti. Non essendo la Terra uno sferoide perfetto, il datum di riferimento non può essere univoco. Si possono pertanto definire diversi modelli (datum) in funzione delle esigenze. È quindi sempre necessario associare alle coordinate di un punto il suo datum di riferimento, in quanto lo stesso punto, può avere coordinate diverse a seconda del datum utilizzato. Nel caso del datum utilizzato in questo progetto, il WGS84, esso approssima il geoide nel suo complesso e non solo intorno a un punto di emanazione, e pertanto è ugualmente valido in tutto il mondo. Le coordinate UTM sono rappresentate da una coppia di numeri e sono espresse in metri lineari. La prima (X) rappresenta la distanza del punto da un meridiano di riferimento (il meridiano di Greenwich), la seconda (Y) la distanza dello stesso punto dalla linea dell'equatore.

Decarbonatazione

Dissoluzione chimica dei carbonati negli orizzonti del suolo e/o nelle rocce carbonatiche sottostanti ad esso, per azione di acque meteoriche ricche di anidride carbonica. Il carbonato passa allo stato di bicarbonato solubile e viene rimosso per lisciviazione.

Delineazione

Ogni singola area delimitata sulla carta. Delineazioni diverse ubicate variamente nel territorio indagato appartengono alla medesima unità cartografica se sono simili i suoli contenuti nell'area delineata.

DEM

Acronimo di Digital Elevation Model, in italiano Modello Digitale (o Tridimensionale) di Elevazione. Griglia (raster) di unità minime (pixel) di dimensioni note cui sono associate delle coordinate ed un valore di quota. Il DEM, a differenza del DTM, tiene conto di tutti gli oggetti insistenti sul terreno (vegetazione, edifici, altri manufatti).

Densità del suolo

Vedi Peso specifico reale e Peso specifico apparente.

Densità di osservazione

Numero di osservazioni pedologiche per unità di superficie. Per renderla indipendente dalla scala di rappresentazione può essere espressa come numero di osservazioni per cm² di carta.

Diagnostico (orizzonte, carattere)

Orizzonte, o proprietà chimica, fisica, morfologica (colori, profondità, volumi, densità, ecc.), definito qualitativamente e quantitativamente e ritenuto, nelle classificazioni tassonomiche, essenziale per la identificazione del tipo di suolo.

Dilavamento

Allontanamento di materiali solubili dal suolo.

Diluizione della posizione GPS (DOP)

Stima della precisione geometrica, autocalcolata dal ricevitore GPS stesso. E' un indice della degradazione della accuratezza della posizione del ricevitore in senso tridimensionale. Il miglior modo per ridurre al minimo gli effetti della diluizione consiste nel riuscire ad osservare contemporaneamente il maggior numero di satelliti il più possibile distribuiti nel cielo.

Discontinuità litologica

Cambiamento brusco di granulometria e/o di composizione mineralogica fra due orizzonti, indicante la loro diversa origine geologica e/o la loro differente età.

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, ecc.

Dosso

Zona altimetricamente rilevata rispetto alle aree limitrofe.

Drenaggio (del suolo)

Capacità del suolo di allontanare l'acqua piovana o proveniente da aree adiacenti. Sono distinte diverse classi che esprimono la frequenza e la durata dei periodi di saturazione idrica, anche parziale del suolo.

Drenaggio esterno

Si riferisce allo scorrimento superficiale delle acque.

Drenaggio interno

Si riferisce, invece, alla dinamica dell'acqua all'interno del profilo.

DTM

Acronimo di Digital Terrain Model, in italiano Modello Digitale (o Tridimensionale) del Terreno. Griglia (raster) di unità minime (pixel) di dimensioni note cui sono associate delle coordinate ed un valore di quota. Può essere rappresentato secondo intervalli altimetrici definiti dall'utente o essere ulteriormente elaborato per ottenere i valori di pendenza (slope), esposizione (aspect) e falsa ombreggiatura (shadedrelief).

Dystric (districo)

Termine della Soil Taxonomy (vedi) e del WRB (vedi) che indica un tasso di saturazione in basi inferiore al 50%.

E**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 HCl (concentrazione al 10%) su un frammento di suolo, osservandone l'effervescenza prodotta.

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 ed ossigeno tra quelli ottenibili dall'aria e dall'acqua.

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.

Eluviazione

Migrazione, discendente o obliqua, di sostanze in sospensione o soluzione, all'interno del profilo, con conseguente formazione di un orizzonte eluviale, sovrapposto ad un orizzonte illuviale.

Entisuoli

Ordine di suoli della Soil Taxonomy (vedi) che comprende i suoli caratterizzati da una limitata espressione dei caratteri 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. L'assenza di orizzonti diagnostici può essere dovuta alla mancanza di un tempo sufficientemente lungo per la loro formazione o ad una roccia madre estremamente resistente all'alterazione.

Epipedon

Termine della Soil Taxonomy (vedi), 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 qualora la sostanza organica sia consistentemente presente.

Erosione

Distacco e allontanamento dalla loro sede di particelle di suolo, causato soprattutto dall'acqua corrente (erosione idrica) e dal vento (erosione eolica).

Eutric (eutrico)

Termine della Soil Taxonomy (vedi) e del WRB (vedi) che indica un tasso di saturazione in basi uguale o superiore al 50%.

Evapotraspirazione

Perdita di acqua per evaporazione dalla superficie del suolo e per traspirazione dalle piante.

F

Faccia di pressione

Superficie liscia formatasi per pressione tra aggregati del suolo.

Faccia di scorrimento

Superficie liscia, talvolta con sottili striature, formatasi per pressione e movimento relativo tra porzioni differenti di suolo.

Falda

Si identifica, in un contesto pedologico, con la prima falda libera o falda freatica.

Famiglia

5° livello della classificazione Soil Taxonomy (vedi); raggruppa suoli simili tra loro per tessitura, composizione mineralogica, reazione e regime di temperatura.

Fase

Suddivisione di una qualsiasi categoria tassonomica del suolo, orientata all'uso ed alla gestione; si individuano fasi di pendenza, di erosione, di pietrosità, ecc.

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 agro-forstale, 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.

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.

Fotointerpretazione

Studio del territorio mediante l'utilizzo di fotografie aeree che, se appaiate e visualizzate per mezzo di uno stereoscopio, permettono di esaltarne la tridimensionalità. I fotogrammi sono allineati in strisciate orientate a seconda della direzione di volo ed in lotti di realizzazione.

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.

Vedi anche Tessitura.

G

Genesi del suolo

Vedi Pedogenesi.

Geodatabase (o Database spaziale)

Base di dati, ottimizzata con l'aggiunta di funzionalità spaziali, atta ad archiviare e interrogare dati correlati ad oggetti nello spazio, tra cui, punti, linee, poligoni o strati raster. Nei database spaziali sono integrate quindi delle funzionalità aggiuntive per processare tipi di dati spaziali.

Geomorfologia

Descrizione e interpretazione delle forme del rilievo terrestre attuale, alla luce della sua evoluzione.

Georeferenziato

Elemento corredato di un riferimento, tipicamente una coppia di coordinate o una serie di coppie di coordinate di un sistema di riferimento noto che permettono di localizzarlo in maniera univoca sul territorio.

Georiferito

Vedi georeferenziato.

Ghiaia

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

GIS

In italiano, Sistema Informativo Territoriale (SIT). Tra le molte definizioni di GIS proponiamo questa sintesi: "Sistema di supporto alle decisioni costituito da una banca dati di oggetti spazialmente georeferenziati sulla quale operano una serie di procedure che rispondono ad interrogazioni sulle entità geometriche e non in essa contenute". Quando le informazioni sono finalizzate all'archiviazione di dati pedologici e all'elaborazione di carte dei suoli si può parlare di Sistema Informativo Pedologico.

Gley

Orizzonte di colore grigio-bluastro dovuto alla fluttuazione della falda; la temporanea saturazione determina condizioni di anaerobiosi con conseguente riduzione e liberazione del ferro.

GPS

Sistema di posizionamento e navigazione satellitare civile che, attraverso una rete di satelliti artificiali in orbita, fornisce ad un terminale mobile ricevitore GPS informazioni sulle sue coordinate geografiche e orario, in ogni condizione meteorologica, ovunque sulla Terra o nelle sue immediate vicinanze ove vi sia un contatto privo di ostacoli con almeno quattro satelliti del sistema. La localizzazione avviene tramite la trasmissione di un segnale radio da parte di ciascun satellite e l'elaborazione di questi segnali da parte del ricevitore.

Grande gruppo

3° livello della Soil Taxonomy (vedi); si considera il suolo nella sua interezza, le proprietà significative, i vari orizzonti.

Granulometria

Suddivisione in classi dimensionali della parte minerale del suolo; comprende lo scheletro (vedi) e la terra fine (vedi).
Vedi Tessitura.

Gruppo indifferenziato

Unità cartografica nella quale due o più taxa, che non seguono un modello definito di distribuzione nel paesaggio, vengono cartografati assieme, poiché l'uso e la gestione

agraria li rendono assimilabili. Generalmente tali suoli hanno in comune alcune caratteristiche come pendenza, pietrosità o inondabilità che ne limitano l'uso e la gestione.

H

Hue

Gamma o colore spettrale dominante, di un orizzonte pedologico o di una figura pedogenetica, codificato da un numero associato ad una o due lettere maiuscole.

Vedi anche Colore.

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.

I

Idromorfia

Proprietà del suolo che ne indica la saturazione idrica, permanente o temporanea.

Illuviale

Orizzonte del suolo in cui materiale proveniente da sovrastanti orizzonti è stato precipitato da soluzioni o depositato dalle sospensioni. È uno strato di accumulo.

Illuviazione

Movimento di sostanze diverse attraverso il profilo pedologico, da un orizzonte sovrastante, che ne risulta impoverito, ad uno sottostante, che ne viene arricchito.

Inceptisuoli

Ordine della Soil Taxonomy (vedi) che comprende tutti i suoli che hanno subito alterazioni chimico-fisiche del materiale di partenza tali da differenziare un orizzonte cambico più o meno spesso.

Inclusione

Un suolo entro un'unità cartografica che non è identificato dal suo nome e non rientra tra i suoli simili a quelli che la definiscono. L'inclusione non è costituita da uno dei suoli componenti citati, ma occupa porzioni territoriali troppo ridotte per essere cartografate separatamente, senza creare dettagli eccessivi nella carta o nella legenda, oppure è distribuita troppo occasionalmente per poter essere considerata tra i componenti ordinari. Se le inclusioni hanno proprietà e caratteri funzionali simili a quelle del suolo o dei suoli dominanti l'unità cartografica, sono dissimili ma non limitanti; in caso contrario, dissimili limitanti. Le inclusioni dissimili non limitanti non possono superare in un'unità cartografica la frequenza del 25%, quelle limitanti devono essere inferiori al 15%.

Incoerente (materiale)

Materiale del suolo, privo di struttura, molto friabile, soffice o sciolto.

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.

Informazione pedologica

Dato sintetico dal rilevamento dei suoli. Di norma le informazioni pedologiche sono costituite da una componente geografica (Carta dei suoli o altre rappresentazioni), e da una componente descrittiva, oltre che numerica, che sintetizzano, ai diversi livelli di approfondimento, le conoscenze acquisite sulle caratteristiche e proprietà del suolo. Possono peraltro prodursi informazioni pedologiche senza necessariamente intervenire negli aspetti cartografici (Inventari pedologici).

Inondabilità

Probabilità che una certa unità cartografica o parte di essa, possono 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.

K**K(sat)**

Vedi Conducibilità idraulica satura.

KMZ

Formato di compressione dei file, simile al formato zip, col quale tipicamente si distribuiscono i file geografici con formato KLM (Keyhole Markup Language), creato per gestire dati geospaziali in Google Earth e Google Maps. Il file KML specifica un set di elementi (segnalibri geografici, immagini, poligoni, modelli 3D, descrizioni ed etichette testuali...) da visualizzare in Google Earth, Maps e Mobile. Ogni locazione ha obbligatoriamente una longitudine e una latitudine. Altri dati possono rendere la visualizzazione più specifica, come l'inclinazione, inquadratura e quota del punto di vista che insieme definiscono una vista.

L**Land**

Concetto di origine slavo-germanica, indicante un suolo con il proprio clima, con la sua posizione morfologica e la sua collocazione geologica; l'insieme di questi fattori ha poi influenzato (ed è stato influenzato) lo sviluppo di una ben precisa comunità vegetale ed animale, ed ha permesso certe forme di utilizzazione antropica. Nel concetto di land, sono compresi anche questi fattori, così come i risultati fisici di passati interventi antropici, quali

bonifiche o eliminazione della vegetazione naturale. Per contro, in questa definizione non rientrano le caratteristiche economiche e sociali presenti.

Lavorabilità

Grado di facilità con cui un suolo può essere lavorato senza subire danni alla struttura e senza richiedere un eccessivo dispendio energetico delle trattrici. Si analizzano tre aspetti della lavorabilità di un suolo: resistenza meccanica alle lavorazioni, tempo d'attesa necessario per procedere alle lavorazioni (dopo un evento piovoso che abbia saturato il suolo, in autunno o in primavera), usura degli attrezzi.

Legenda (della Carta pedologica)

Descrizione sintetica delle unità geografiche rappresentate in carta.

Limitazioni all'approfondimento radicale

Costituiscono una limitazione all'approfondimento radicale gli orizzonti o gli strati che riducono a più del 70% il volume di suolo esplorabile dalle radici delle piante. La limitazione può essere dovuta a diverse condizioni come un contatto lithico, una granulometria grossolana (sabbiosa, scheletrico-sabbiosa, frammentale), uno strato massivo o cementato, una scarsa disponibilità d'ossigeno, uno stato chimico (salinità, sodicità, acidità), ecc..

Limo

Frazione minerale di un suolo le cui particelle hanno un diametro compreso tra 0,05 e 0,002 mm. Il limo può venire suddiviso ulteriormente in limo grossolano (0,05-0,02 mm) e limo fine (0,02-0,002 mm).

Lisciviazione

Migrazione meccanica (in sospensione) di piccole particelle minerali (principalmente argilla) dagli orizzonti superficiali eluviali a quelli profondi illuviali con relativo arricchimento (formazione di pellicole di argilla e dell'orizzonte argillico).

Litico (aggettivo)

Indica un suolo con presenza di roccia in posto o abbondanza di scheletro molto superficiali.

Litologia

Lo studio in generale delle rocce (anche sciolte), nei loro aspetti strutturali, fisici e mineralogici.

Tipo di roccia da cui prende origine un suolo.

Litotipo

Tipo di roccia distinto in base a peculiari caratteristiche fisiche macroscopiche.

M

Macropori

Pori del suolo con diametro compreso tra 75 µm and 5 mm.

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 magnesiaci 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. Il rapporto Ca/Mg nella soluzione di un suolo chimicamente equilibrato deve essere circa pari a 5. Viene apportato con fertilizzazioni di calce magnesiaci.

Massa

Accumulo poco o nulla cementato di Fe-Mn, carbonati, silicati, gesso o altri Sali. Si riconosce per l'aspetto soffice.

Vedi anche Concentrazioni.

Massivo

Materiale privo di struttura interna e dotato di coerenza.

Materiale parentale

Roccia o sedimento da cui si è sviluppato il suolo.

Materia organica

Vedi Sostanza organica.

Metalli pesanti

Si definiscono metalli pesanti quei metalli con densità $> 5,0 \text{ g/cm}^3$, che si comportano in genere come cationi, che presentano bassa solubilità dei loro idrati, spiccata attitudine a formare complessi ed affinità verso i solfuri.

Memoria RAM

Memoria ad accesso casuale (Random Access Memory) della tipologia a stato solido, a lettura-scrittura e volatile. Al contrario, altri supporti di memorizzazione dati come hard disk, CD, DVD e nastro magnetico, leggono e scrivono i dati solo in un ordine predeterminato, consecutivamente, a causa delle limitazioni di natura meccanica.

Microelementi assimilabili (in DTPA)

Il DTPA (acido dietilentriamminopentacetico) ha la capacità di rendere solubili e misurabili i microelementi.

Micropori

Pori del suolo con diametro compreso tra 5 e 30 μm .

Mollico

Orizzonte diagnostico superficiale della Soil Taxonomy (vedi) ricco di humus, di colore scuro, soffice, spesso almeno 18 cm e con alta saturazione in basi.

Mollisuoli

Ordine della Soil Taxonomy (vedi). Suoli con epipedonmollico (mollis = soffice) e saturazione in basi del 50% o superiore.

Morfometria

Studio quantitativo delle forme della superficie terrestre, che si basa su misure dirette o su analisi di carte topografiche, foto aeree e immagini da satellite.

N

Nodulo

Corpo di forma tondeggianti, duro o soffice, costituito da carbonati, ferro, manganese, ecc.

Vedi anche Concentrazioni.

O

Ocrico

Orizzonte diagnostico superficiale della Soil Taxonomy (vedi) povero in sostanza organica, di colore chiaro.

Olocene

È l'epoca geologica più recente, quella in cui ci troviamo oggi e che ha avuto il suo inizio convenzionalmente circa 11.700 anni fa.

Open-source

Software i cui autori (più precisamente i detentori dei diritti) ne permettono e favoriscono il libero studio e l'apporto di modifiche da parte di altri programmatori indipendenti. Questo è realizzato mediante l'applicazione di apposite licenze d'uso.

Ordine

1° livello della Soil Taxonomy; la differenziazione tra gli ordini si basa sulla presenza o assenza dei principali orizzonti diagnostici.

Orizzonte

Strato del profilo, generalmente parallelo alla superficie, in cui si evidenziano gli effetti dei processi pedogenetici. Le proprietà di un orizzonte sono dovute, prevalentemente, ai flussi di materia ed energia rispetto all'ambiente esterno e agli orizzonti immediatamente sovrastanti o sottostanti.

Orizzonte profondo

Designa di tutti gli strati compresi fra l'orizzonte superficiale ed il substrato, denominati "B" e distinti mediante suffissi secondo le modalità di genesi.

Orizzonte superficiale

Strato posto a contatto con l'atmosfera; nei suoli coltivati coincide con lo strato interessato dalle normali lavorazioni, denominato "A" e ulteriormente qualificato mediante il suffisso "p" (ploughed = arato).

Orizzonti diagnostici

Sono orizzonti che manifestano i segni dell'avvenuta azione dei diversi fattori pedogenetici. Su di essi si basa la classificazione USDA Soil Taxonomy e quella WRB (vedi).

Ortofoto

Immagine georeferenziata derivante dal raddrizzamento differenziale di un'immagine aerofotogrammetria che la rende sovrapponibile alla cartografia.

Osservazione pedologica

Descrizione del suolo tramite profilo pedologico, oppure mediante trivellazione.

P

Paesaggio

Indica un tratto di superficie terrestre che ha un certo significato pedogenetico, individuabile da un insieme di condizioni climatiche, litologiche, morfologiche, di uso del suolo e di vegetazione che potrebbero aver dato luogo ad un suolo, o ad una distribuzione di suoli caratteristica. L'interpretazione delle relazioni suolo-paesaggio sta alla base della realizzazione di una carta pedologica.

Paleoalveo

Area in cui scorreva anticamente un corso d'acqua, abbandonata in seguito a vari fenomeni di tipo morfologico e/o tettonico.

Paleosuolo

Suolo di origine molto antica, evoluto in condizioni di clima e vegetazione diverse dalle attuali. Può presentarsi sepolto 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 (vedi) 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, ecc.; tale attribuzione non è tuttavia univoca con la presenza di un vero paleosuolo.

Paradigma "suolo-paesaggio"

Espressione che indica come sia possibile prevedere alcune delle caratteristiche del suolo attraverso l'esame del paesaggio. Principio che si fonda sulla constatazione che i fattori della pedogenesi sono gli stessi, eccetto per le forze endogene, a quelli della morfogenesi.

Pedoambiente

Descrizione dell'ambiente e delle sue relazioni con il suolo.

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 (detti fattori pedogenetici: clima, morfologia, roccia, esseri viventi, tempo).

Pedon

Rappresenta l'unità minima di riferimento della pedologia, come minimo volume che può essere definito "suolo". È un'entità tridimensionale, tale da consentire l'osservazione di tutti gli orizzonti presenti; la sua dimensione generalmente varia tra uno e dieci metri quadrati, in relazione alla variabilità del suolo.

Pedopaesaggio

Termine generico che si applica a qualunque livello gerarchico nella classificazione dei paesaggi pedologici. Indica un tratto di superficie terrestre che ha un certo significato pedologico, cioè raccoglie suoli che hanno in comune una o più caratteristiche, proprietà o processi. È individuabile da un insieme di condizioni climatiche, litologiche, morfologiche, pedologiche, di uso del suolo e di vegetazione caratteristiche.

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 pellicole di argilla, di sabbia e limo, di sesquiossidi, ferromanganesifere, di sostanza organica, di carbonati.

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.

Permeabilità

Vedi Conducibilità idraulica satura.

pF

Logaritmo in base 10 della tensione (pressione negativa) dell'acqua espressa in cm di acqua (es.: 20 kPa = 0,2 bar = 204 cm H₂O = 2,3 unità di pF). Misura la forza con cui l'acqua è trattenuta dal terreno.

pH

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

Vedi anche Reazione.

Pianura alluvionale

Estesa area pianeggiante costituitasi attraverso processi legati al trasporto, al rimaneggiamento e alla deposizione di materiali da parte di acque correnti.

Pietrosità

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

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.

Pleistocene

È la prima delle due epoche in cui è suddiviso il periodo Quaternario. È compreso tra 2,58 milioni di anni fa e 11.700 anni fa.

Poligono

Termine del linguaggio della geografia informatica, per indicare un'area di cui sono state memorizzate informazioni; equivale al termine "delineazione" del linguaggio pedologico tradizionale.

Porosità

Rapporto tra il volume degli spazi non occupati da componenti solide ed il volume complessivo del suolo. Di solito si misurano i cosiddetti macropori, i vuoti che dipendono dall'attività biologica. La macroporosità si esprime come percentuale del volume totale, oppure come numero per unità di superficie.

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.

Processi (pedogenetici)

L'insieme delle trasformazioni chimiche, fisiche e biologiche che trasformano una roccia madre in un suolo per azione dei fattori della pedogenesi.

Profilo

Successione verticale di orizzonti, estesa fino al substrato pedologico, di orizzonti risultanti da trasformazioni o migrazioni, 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 osservare e descrivere la morfologia interna e di prelevare campioni per le analisi di laboratorio.

Profondità utile alle radici

Distanza fra le superfici 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, frangipan, orizzonte petrocalcico e altri orizzonti impenetrabili, falda permanente e gley, materiali esclusivamente scheletrici, orizzonti a granulometria fortemente contrastante rispetto a quella degli orizzonti soprastanti.

Proprietà diagnostiche

Sono proprietà del suolo definite quantitativamente, che riflettono specifiche condizioni pedologiche. Sono usate per la distinzione tra i taxa di una tassonomia.

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.

Q

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

Il Quaternario è il terzo e ultimo dei tre periodi che compongono l'era geologica del Cenozoico. Ha inizio alla fine del Pliocene, l'ultima epoca geologica del Neogene, 2,58 milioni di anni fa ed è tuttora in corso.

Quota

Altezza di un luogo sul livello del mare. L'uso di questo termine deve essere sempre associato all'indicazione di un valore di altitudine espresso in metri.

R

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.

Raster (formato)

Formato di file immagine formato da un insieme di unità minime di forma normalmente quadrata (pixel), ordinate secondo linee e colonne, tali da costituire una matrice. I valori associati ad ogni cella possono esprimere sia informazioni di tipo grafico (colore, tono di grigio, ecc.) sia di tipo descrittivo (temperatura, pendenza, ecc.).

Reazione

Grado d'acidità o d'alcalinità del suolo, espresso quantitativamente dal valore numerico del pH.

Vedi anche pH.

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 Soil Taxonomy (vedi) per accedere ai livelli tassonomici di maggior dettaglio. I regimi di temperatura definiti dalla Soil Taxonomy (vedi) sono: pergelico, criico, frigido, mesico, termico ed ipertermico.

Regime di umidità (del suolo)

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. I regimi di umidità del suolo sono utilizzati dalla Soil Taxonomy (vedi) per accedere ai livelli tassonomici di maggior dettaglio. I regimi di umidità definiti dalla Soil Taxonomy (vedi) sono: aquico, udico, perudico, ustico, xerico, aridico o torrido.

Remote sensing

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

Rete di drenaggio

Insieme dei collettori che raccolgono le acque provenienti dallo stesso bacino idrografico. È composta da un'asta fluviale principale e da un numero più o meno grande di corsi d'acqua tributari.

Rilevamento pedologico di dettaglio

Studio della natura e distribuzione dei suoli nel paesaggio tramite rilievo diretto, effettuato soprattutto in campagna.

Rilevamento pedologico di riconoscimento

Studio della natura e distribuzione dei suoli nel paesaggio, tramite riconoscimento diretto ed indiretto, vale a dire per mezzo dell'individuazione di relazioni tra i suoli ed altri elementi del paesaggio apprezzabili in fotointerpretazione e telerilevamento.

Rischio di deficit idrico

Valutazione della disponibilità di acqua nel suolo durante l'anno.

Rischio di erosione

Vedi Erosione.

Rischio di inondazione

Rischio di temporanea ricopertura della superficie del suolo da parte di acqua di qualunque provenienza. E' valutato sulla base della frequenza e sulla durata media di eventi passati.

Riserva idrica

La massima quantità d'acqua che un suolo può trattenere una volta che sia stata eliminata l'acqua gravitazionale.

Risoluzione

La risoluzione (grafica) indica il grado di qualità di una immagine. Generalmente si usa questo termine riguardo a immagini digitali, ma anche una qualunque fotografia ha una certa risoluzione, così come gli schermi dei monitor digitali. La risoluzione indica la densità

dei punti elementari (pixel) che formano l'immagine rapportata ad una dimensione lineare (ad esempio punti/cm o punti/pollice).

Ristagno idrico

Il permanere dell'acqua nel suolo o sul suolo a causa di un cattivo drenaggio.

Roccia madre

Substrato roccioso dalla cui alterazione, per azione chimica, fisica e biologica esercitata da tutti gli agenti superficiali e dagli organismi presenti su di esso, si sviluppa il suolo.

Rocciosità

Percentuale della superficie del suolo occupata da affioramenti rocciosi, in un raggio di circa 100 m dalla stazione pedologica.

Runoff

Vedi Drenaggio esterno.

S

Sabbia

Frazione minerale di un suolo le cui particelle hanno un diametro che varia da 0,05 a 2,0 mm. Si può ulteriormente suddividere in sabbia molto grossolana (2,0-1,0 mm), sabbia grossolana (1,0-0,5 mm), sabbia media (0,5-0,25 mm), sabbia fine (0,25-0,1 mm) e sabbia molto fine (0,1-0,05 mm).

Salinità

Definisce il contenuto in sali solubili del suolo e la misura in cui essi interferiscono con la crescita delle piante. Per determinarla si può misurare la conducibilità elettrica nell'estratto saturo (ECe) oppure con diversi rapporti terreno-acqua (EC1:2,5=rapporto terreno acqua pari a 1:2,5). Si esprime in deciSiemens/m (dS/m).

Saturazione idrica del suolo

Si determina quando la pressione idrica nel suolo è pari a 0.

Scarpata

Superficie inclinata di una certa estensione che raccorda livelli di terrazzo o di pianura differenti.

Scavo pedologico

Consente l'osservazione fondamentale per un rilevamento pedologico. Può essere eseguito mediante pala meccanica oppure manualmente. Le sue dimensioni dipendono essenzialmente dalla profondità degli orizzonti. Di solito non supera i 200 cm di altezza. La larghezza, per uno scavo routinario, non supera i 200 cm.

Scheletro

Si intendono gli elementi litici presenti nel suolo con diametro > 2 mm.

Screziature

Macchie o sfumature di colore diverso comprese in una matrice di colore dominante; generalmente dovute a processi di ossidoriduzione, si classificano per forma, dimensione e numero. In molti casi sono importanti per individuare la presenza di idromorfia.

Serie

6° livello della Soil Taxonomy; raggruppa suoli all'interno di una famiglia che si differenziano dagli altri appartenenti alla stessa solo per caratteristiche quali la tessitura superficiale o del substrato. Le serie sono istituite per scopi pratici raggruppando suoli che presentano comportamenti simili dal punto di vista gestionale.

Sezione di controllo

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

Smartphone

Telefono cellulare basato su un sistema operativo per dispositivi mobili, con capacità di calcolo e di connessione molto più avanzate rispetto ai normali telefoni cellulari. I primi smartphone combinavano le funzioni di un computer palmare, con quelle di un telefono mobile. I modelli più recenti si sono arricchiti di funzionalità multimediali in grado di acquisire posizioni geografiche, riprodurre musica, scattare foto e girare video. Molti smartphone inoltre sono dotati di funzionalità touch screen ad alta risoluzione e di connettività alla rete Internet.

Sodicità

Si riferisce al contenuto in sodio scambiabile del suolo.

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.

Solum

È la parte superiore e più evoluta del profilo pedologico, soprastante l'orizzonte C, costituita dagli orizzonti A, E e B.

Sostanza organica

Materiale di origine vegetale ed animale, più o meno eterogeneo, presente nel terreno in diversi stati di trasformazione.

Sottogruppo

4° livello della Soil Taxonomy. Esistono tre tipi di sottogruppo: il "tipico" con tutte le caratteristiche proprie del grande gruppo; l'"intergrado", che possiede caratteristiche di transizione tra ordini, sottordini o grandi gruppi diversi; 1' "extragrado", che comprende suoli con caratteristiche genetiche che fuoriescono dal campo di variabilità del grande gruppo, ma che non si evolvono verso suoli di altre categorie.

Sottordine

2° livello della Soil Taxonomy. I diversi sottordini esprimono le variabili più importanti entro i singoli ordini: presenza di orizzonti caratteristici, regime idrico, grado di decomposizione della sostanza organica, etc.

Standard di rilevamento

indici dell'intensità delle informazioni pedologiche raccolte. Variano a seconda della scala del rilevamento, delle sue finalità e della complessità del territorio. Tra i più comuni vi sono: numero di osservazioni per unità di superficie (ad esempio: n/ha), numero di osservazione per unità tipologica di suolo (n/n), numero di osservazioni per unità cartografica o per poligono (n/n).

Stazione di rilevamento (sito)

Intorno del luogo dove è realizzata l'osservazione, di dimensione variabile nell'ordine delle decine o alcune centinaia di metri quadri.

Struttura (del suolo)

Organizzazione spaziale delle singole particelle minerali e organo-minerali del suolo in aggregati di maggiori dimensioni. Questi ultimi sono dotati di specifiche forme e dimensioni, con diverso grado di distinguibilità.

Vedi anche Aggregazione

Subsoil

Coincide con l'orizzonte profondo B. Più praticamente, è la parte del suolo sottostante la normale profondità delle lavorazioni.

Substrato pedogenetico

Roccia o sedimento dalla cui alterazione si è formato il suolo.

Subunità

3° livello della classificazione WRB (vedi); rappresenta intergradi tra livelli superiori di classificazione (raggruppamenti principali, unità pedologiche) oppure indica suoli che posseggono caratteristiche particolari non comprese nell'unità'.

Suoli idromorfi

Sono suoli che si sono formati in condizioni di drenaggio molto scarso, fino ad 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.

Suolo

Materiale presente sulla superficie della Terra costituito da componenti minerali ed organiche che si è formato nel tempo per azione del clima e degli organismi viventi a partire da materiali parentali originali. Il suo limite superiore è rappresentato dall'aria e da acqua poco profonda, i suoi margini sono dati dalle acque profonde, dalla roccia e dal ghiaccio, il limite inferiore coincide con la scarsa attività biologica e comunque con quello degli apparati radicali delle piante spontanee perenni. E' il risultato della pedogenesi.

Tablet (computer)

Computer portatile che permette all'utente di interfacciarsi con il sistema direttamente sullo schermo mediante una penna e, ormai sempre più spesso, anche con le dita. Il tablet PC è di fatto un normale Personal Computer portatile con diverse capacità di input.

Tasso di saturazione in basi

Rapporto percentuale tra la somma dei cationi alcalini e alcalino-terrosi (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+), espresso in $\text{cmol}_{(+)} \text{kg}^{-1}$ di suolo, fissati sul complesso di assorbimento, e la capacità di scambio cationico, ugualmente espressa, ossia la quantità massima di cationi che 1 kg di suolo può assorbire.

Telerilevamento

Vedi Remote sensing.

Terra fine

È costituita dall'insieme delle particelle del suolo aventi le dimensioni della sabbia, del limo e dell'argilla.

Terrazzo fluviale

Forma subpianeggiante legata alla dinamica fluviale per incisione e parziale smantellamento di un deposito alluvionale in seguito ad un abbassamento del livello di base. Può avere carattere essenzialmente erosivo oppure di accumulo di materiali alluvionali più recenti. I terrazzi situati a quota più elevata sono più antichi di quelli situati a quota più bassa, ma non esiste una relazione temporale che leghi l'altezza delle scarpate con la durata della fase erosiva. Se non vi è corrispondenza o vi è una grande sproporzione tra le due sponde, i terrazzi si dicono asimmetrici.

Terre

Vedi Land.

Territorio

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

Tessitura

Proporzione relativa delle particelle di suolo con diametro $< 2 \text{ mm}$ (sabbia, limo e argilla) che costituiscono la così detta "terra fine", espressa in percentuale. La misura 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.

Topsoil

Parte superiore del suolo, generalmente più arricchita in sostanza organica ed interessata dalle normali pratiche agricole. Il topsoil può corrispondere all'orizzonte Ap.

Trivellata

Operazione esplorativa o di controllo: permette di osservare e stimare solo alcuni dei caratteri pedologici profondi (tessitura, calcare, idromorfia, reazione). Si esegue a mano con la trivella sulla quale sono montate eliche di diversa forma a seconda del tipo di suolo da penetrare.

U

Udico

Regime di umidità del suolo individuato dalla Soil Taxonomy (vedi) 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.

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 classi: secco, umido, saturo, bagnato.

Unità cartografica

Insieme delle aree caratterizzate dagli stessi tipi di suolo (delineazioni), identificabili in modo univoco sulla carta pedologica.

Unità di paesaggio

Porzione di territorio sufficientemente omogenea per fattori e processi di pedogenesi (caratteri climatici, geolitologici, idrografici, morfologici e vegetazionali), nella quale è molto probabile l'identificazione di suoli simili.

Unità di terre

Termine specifico ad indicare un tratto della copertura pedologica funzionale e cartografabile alla scala di semidettaglio. Si individua tramite riconoscimento dello specifico arrangiamento e della caratteristica configurazione degli elementi territoriali che la costituiscono (geologia, morfologia, uso delle terre, ecc.).

Unità fisiografica

Tratto della superficie terrestre, omogeneo per tipo ed intensità del processo geomorfologico dominante, alla scala di riferimento.

Unità pedologica

2° livello della classificazione WRB (vedi); i suoli sono distinti in base alla presenza o meno di caratteristiche, facilmente osservabili e misurabili, e/o di orizzonti diagnostici.

Unità tassonomica

Unità di campionamento (pedon) classificata secondo la tassonomia adottata.

U.S.D.A.

Dipartimento per l'Agricoltura degli Stati Uniti, che si occupa del settore agricolo e della conservazione del suolo, ha elaborato il sistema di classificazione noto come Soil Taxonomy (vedi).

Uso delle terre

Descrive l'insieme delle attività umane svolte su una certa porzione della superficie terrestre. È l'applicazione del controllo umano, in modo relativamente sistematico, sugli elementi chiave presenti all'interno di ogni ecosistema, al fine di ricavarne benefici. Nell'uso comune, il termine "Uso del suolo" può essere utilizzato come sinonimo.

Ustico

Regime di umidità del suolo individuato dalla Soil Taxonomy (vedi) come intermedio tra l'aridico e l'udico.

UTM WGS84

Vedi Datum geografico.

V

Value

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

Vector (formato)

Un oggetto grafico rappresentato secondo il formato vettoriale è descritto mediante un insieme di primitive geometriche che definiscono punti, linee, curve e poligoni ai quali possono essere associati attributi alfanumerici, anche in notevole quantità. Questo formato occupa molto meno spazio di memoria rispetto al formato raster, ed è inoltre possibile ingrandire gli oggetti indefinitamente, senza che si verifichi una perdita di risoluzione.

Vettoriale (formato)

Vedi Vector (formato)

Vertici (processi o fenomeni)

Elevato contenuto in argille espandibili, fessurazioni e, talvolta, facce di pressione e di scorrimento (vedi), in climi caratterizzati da forti contrasti stagionali.

Vertisuoli

Ordine della Soil Taxonomy (vedi) che comprende suoli con contenuto medio-alto di argilla espandibile e presenza periodica di fessurazioni.

W

WRB (World Reference Base for Soil Resources)

È un metodo di classificazione dei suoli ampiamente utilizzato, in quanto permette di avere un linguaggio comune per tutto il mondo. Rappresenta un ottimo compromesso per soddisfare gli scopi della classificazione dei suoli: è un sistema logico, flessibile e semplice da usare, particolarmente indicato per legende di carte pedologiche a grande scala. Al primo livello viene effettuata una suddivisione in base al principio pedogenetico, si

ottengono così 32 gruppi di suolo, mentre al secondo livello il nome del gruppo viene affiancato da un prefisso qualificatore. Ai livelli successivi si aggiungono aggettivi dopo il nome del gruppo.

X

Xerico

Regime di umidità del suolo utilizzato dalla Soil Taxonomy (vedi), tipico dell'ambiente mediterraneo, con inverni umidi e freddi ed estati calde e secche.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Aru A. et al. 1967.- I suoli della Sardegna con allegati cartografici in scala 1:250.000. Studi Sassaresi, Sez. III, Annali Facoltà d'Agraria. vol. XV, fasc. 2: pag.1-59, Sassari
- Arangino, F., Aru, A., Baldaccini, P., Vacca, S., 1986. I suoli delle aree irrigabili della Sardegna, in scala 1:100.000. Assessorato Regionale alla Programmazione Bilancio ed Assetto del Territorio, Ente Autonomo del Flumendosa, Cagliari.
- Aru, A., Baldaccini, P., Delogu, G., Dessena, M.A., Madrau, S., Melis, R.T., Vacca, A., Vacca, S., 1990. Carta dei suoli della Sardegna, in scala 1:250.000. Dipartimento Scienze della Terra Università di Cagliari, Assessorato Regionale alla Programmazione Bilancio ed Assetto del Territorio, SELCA, Firenze.
- Aru, A., Baldaccini, P., Vacca, A., Delogu, G., Dessena, M.A., Madrau, S., Melis, R.T., Vacca, S., 1991. Nota illustrativa alla Carta dei suoli della Sardegna. Dipartimento Scienze della Terra Università di Cagliari, Assessorato Regionale alla Programmazione Bilancio ed Assetto del Territorio, Cagliari, 83 pp., 1 carta in scala 1:250.000.
- Birkeland, P.W., 1999. Soils and Geomorphology, 3rd Edition. Oxford University Press, New York.
- Brady, N.C., Weil, R.R., 2008. The Nature and Properties of Soils, 14th Edition. Prentice Hall/Pearson Education, Upper Saddle River, New Jersey.
- Buol, S.W., Southard, R.J., Graham, R.C., McDaniel, P.A., 2011. Soil Genesis and Classification, 6th Edition. John Wiley, Chichester, UK.
- Carboni, S., Palomba, M., Vacca, A., Carboni, G., 2006. Paleosols provide sedimentation, relative age, and climatic information about the alluvial fan of the River Tirso (Central-Western Sardinia, Italy). Quaternary International 156-157, 79-96.
- Gorini, M. A. V., 2009. Physiographic Classification of the Ocean Floor: A Multi-Scale Geomorphometric Approach, in: Purves, R., Gruber, S., Straumann, R. (Eds.), Proceedings of Geomorphometry 2009, Zurich, Switzerland, 31 August - 2 September 2009. University of Zurich, Zurich, pp. 98-105.
- FAO, 1979. Soil survey investigations for irrigation. Soil Bulletin No. 42.
- FAO, 2006. Guidelines for soil description. Fourth edition.
- Hudson, B.D., 1992. The soil survey as a paradigm-based science. Soil Science Society of America Journal 56, 836-841.

- IUSS Working Group WRB, 2007. World Reference Base for Soil Resources 2006, first update 2007. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome.
- Iwahashi, J., Pike, R.J., 2007. Automated classifications of topography from DEMs by an unsupervised nested-means algorithm and a three-part geometric signature. *Geomorphology* 86, 409-440.
- Jenny, H., 1941. *Factors of Soil Formation. A System of Quantitative Pedology*. McGraw Hill Book Company, New York, NY.
- Klingebiel A.A., Montgomery P.H., 1961 - Land-capability classification. U.S. Dept. of Agriculture, Agriculture Handbook n. 210, Washington D.C.
- Khresat, S., Al-Bakri, J., Al-Tahhan, R., 2008. Impacts of land use/cover change on soil properties in the Mediterranean region of northwestern Jordan. *Land Degradation and Development* 19 (4), 397–407.
- Kocyigit, R., Demirci, S., 2012. Long-term changes of aggregate-associated and labile soil organic carbon and nitrogen after conversion from forest to grassland and cropland in northern Turkey. *Land Degradation and Development* 23 (5), 475-482.
- MacMilland, R.A., Shary, P.A., 2009. Landforms and landform elements in geomorphometry, in: Hengl, T., Reuter, H.I. (Eds.), *Geomorphometry: Concepts, software, applications*. *Developments in Soil Science* 33, 227-254.
- Madrau, S., Deroma, M., Loj, G., Baldaccini, P., 2006. Carta ecopedologica della Sardegna, in scala 1:250.000. Dipartimento di Ingegneria del Territorio, Università degli Studi di Sassari, Sassari.
- Marrone, V.A., Vacca, A., Vecchio, G., Apollaro, C., Caruso, A.M., Scarciglia, F., Aru, A., De Rosa, R., 2008. Pedopaesaggi e suoli del foglio IGMI 549-Muravera (Sardegna sud-orientale), in: Ottonello, G. (Ed.), *GEOBASI – Il Foglio IGMI N° 549-Muravera*, PaciniEditore, Pisa, pp. 59-85.
- Miall, A.D., 1997. *The Geology of Stratigraphic sequences*. Springer-Verlag, New York.
- Muñoz-Rojas, M., Jordán, A., Zavala, L. M., De la Rosa, D., Abd-elmabod, S. K., Anaya-Romero, M., 2012. Impact of land use and land cover changes on organic carbon stocks in Mediterranean soils (1956–2007). *Land Degradation and Development*, article in press (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ldr.2194/pdf>) DOI: 10.1002/ldr.2194.
- Prothero, D.R., 1990. *Interpreting the stratigraphic record*. W.H. Freeman & Company, New York.

- Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A., Benham, E.C., and Soil Survey Staff, 2012. Field book for describing and sampling soils, Version 3.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
- Shary, P.A., Sharaya, L.S., Mitusov, A.V., 2002. Fundamental quantitative methods of land surface analysis. *Geoderma* 107, 1-32.
- Sierra, M., Martínez, F.J., Sierra, C., Aguila, J., 2009. Correlations between pedological parameters in relation to lithology and soil type in Almería (SE Spain). *Journal of Arid Environments* 73 (4-5), 493-498.
- Soil Survey Division Staff, 1993. Soil Survey Manual. USDA-NRCS Agricultural Handbook No. 18, U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- Soil Survey Staff, 2010. Keys to Soil Taxonomy, 11th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington DC. 338 pp.
- Solon, J., Roo-Zielińska, E., Degórski, M., 2012. Landscape scale of topography-soil-vegetation relationship: influence of land use and land form. *Polish Journal of Ecology* 60 (1), 3-17.
- Vacca, A., 2000. Effect of land use on forest floor and soil of a *Quercus suber* L. forest in Gallura (Sardinia, Italy). *Land Degradation and Development* 11 (2), 167-180.
- Wondie, M., Teketay, D., Melesse, A.M., Schneider, W., 2012. Relationship between topographic variables and land cover in the Simen Mountains National Park, a World Heritage Site in Northern Ethiopia. *International Journal of Remote Sensing Applications* 2 (2), 36-43.
- Zevenbergen, L.W., Thorne, C.R., 1987. Quantitative analysis of the land surface topography. *Earth Surface Processes and Landforms* 12, 47-56.

Altra Bibliografia di riferimento

- Favi, E., Costantini E.A., 1991. Pedologia applicata alla valutazione del territorio. In "Il suolo" a cura di Mauro Cremaschi e Giuliano Rodolfi, La nuova Italia Scientifica 1991, Roma.
- International Institute for land Reclamation and Improvement, 1984. Land evaluation for land-use planning and conservation in sloping areas. Internantional Workshop, Enschede, The Netherlands, publication 40, edited by W. Siderius, The Netherlands
- Lynn IH, Maderson AK, Page MJ, Harmsworth GR, Eyles GO, Douglas GB, Mackay AD, Newsome PJF, 2009. Land Use Capability Survey. A New Zealand handbook for the

classification of land, 3rd edition. Hamilton, Agresearch;Lincoln, Landcare research;
Lower Hutt, Gns Science

Mc Rae S.G. et Burnham C.P.,1981 - Land Evaluation. Claredon Press, Oxford

NSW Government, Office of Environment and Heritage, 2012. The land and soil capability
assessment scheme. Second Approximation, Sidney

Regione Piemonte Direzione Agricoltura, 2010. Manuale operativo per la valutazione delle
Capacità d'uso dei suoli a scala aziendale. Istituto per le piante da legno e l'ambiente
IPLA spa, Torino