



Autorità di Bacino del Fiume Arno

COMITATO NAZIONALE PER LA LOTTA ALLA SICCIÀ E ALLA
DESERTIFICAZIONE

PROGRAMMA DI AZIONE NAZIONALE (PAN)
ACCORDO DI PROGRAMMA 2004-2005 - INTERVENTO N.14

**DEFINIZIONE DEL RAPPORTO TRA TASSO DI EROSIONE DEI
SUOLI E SUBSTRATO LITOLOGICO IN BASE AI RISULTATI
DEL PROGETTO BABI**

Relazione Finale



Aprile 2006

Referenti PAN accordo di programma 2004-2005

Intervento n.14

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio

Direzione Generale per la Difesa del Suolo

Ing. Mauro Luciani – Direttore Generale

Comitato Nazionale per la lotta alla Siccità e alla Desertificazione

Prof. Piero Gagliardo – Presidente

Università degli Studi della Calabria – Dipartimento di Ecologia

Prof.ssa Beatrice Bisonti – Direttore

Autorità di Bacino del Fiume Arno

Prof. Giovanni Menduni – Segretario Generale

Gruppo di Lavoro Intervento n. 14

Attività per rapporto finale

Autorità di Bacino del Fiume Arno

Prof. Giovanni Menduni

Dott. Marcello Brugioni

S.ga Donella Consolati

Dott. Lorenzo Sulli

Dott. Giovanni Montini

Dott. Francesco Consumi

CNR-IRPI Unità Staccata di Firenze

Dott. Lorenzo Borselli

D.ssa Paola Cassi

SOMMARIO

1. La motivazione del progetto.....	4
2. Sviluppo dell'intervento n.14	5
3. Area di studio.....	7
3.1. Lineamenti territoriali del Bilancino.....	7
3.1.1 Clima.....	9
3.1.2 Paesaggio e uso del suolo.....	9
3.1.3 Geologia.....	10
3.1.4 Pedologia.....	11
3.2. Lineamenti territoriali del Bacino del Borro Ponterosso e del Borro del Cesto. 16	
3.2.1 Clima.....	16
3.2.2 Paesaggio e uso del suolo.....	16
3.2.3 Geologia.....	19
3.2.4 Pedologia.....	20
4. WP1 - Stima "rigorosa" del fattore K su base pedologica (K_pedo).....	22
4.1. Inquadramento metodologico.....	22
4.2. Valori di K per l'area in studio.....	25
5. WP2 - Stima qualitativa dell'erosibilità dei suoli su base litologica (K_lito).....	29
5.1. Definizione delle classi litologiche di riferimento	29
5.2. Definizione delle classi dei valori di K.....	32
5.3. Metodologia dell'indagine conoscitiva per la valutazione qualitativa dell'erosibilità su base litologica	33
6. WP3: Analisi dei risultati e confronto tra K "rigoroso " e K "qualitativo".....	35
6.1. Analisi ed esplicitazione dei rapporti tra K "rigoroso" e tipi litologici.....	35
6.2. Analisi ed esplicitazione dei rapporti tra K "qualitativo" e tipi litologici.....	37
6.3. Confronto numerico tra K "rigoroso" e K qualitativo.....	37
7. WP4: discussione critica dei risultati e indicazioni applicative.....	37
8. Bibliografia consultata.....	39
Allegato 1: Legenda carta dei suoli bacino del Bilancino	
Allegato 2: Carta dei suoli del Bilancino	
Allegato 3: Legenda carta dei suoli bacino del borro Ponterosso e borro del Cesto	
Allegato 4: Carta dei suoli del del borro Ponterosso e borro del Cesto	
Allegato 5: Scheda valutazione qualitativa erosibilità	

1. LA MOTIVAZIONE DEL PROGETTO

Il progetto BABI (Programma comune tra Autorità di Bacino del Fiume Arno e CNR-IRPI, Unità staccata di Firenze, e per lo studio della dinamica delle aree sorgenti primarie di sedimento nell'area pilota del Bacino di Bilancino), svoltosi nel periodo luglio 2003 - ottobre 2004, ha raccolto dati fondamentali per una valutazione del tasso di erodibilità dei suoli (fattore K dei modelli tipo USLE):

- rilevamento di campagna e realizzazione di una banca dati geografica finalizzata agli obiettivi del progetto: carta pedologica a scala 1:25.000;
- produzione di una mappa dell'erodibilità dei suoli mediante una metodologia "USLE-TYPE" messa a punto da CNR-IRPI basata su misure sperimentali dell'erodibilità su un set di 334 suoli.

La disponibilità delle informazioni pedologiche, necessarie per una stima scientificamente rigorosa dell'erodibilità, è limitata ad alcune aree del bacino dell'Arno mentre la recente cartografia geologica del progetto CARG permette di avere una banca dati dei tipi litologici aggiornata e completa. In generale la scarsità dei dati pedologici e la disponibilità di dati deducibili dalla geologia porta il ricercatore e il tecnico non pedologo, in assenza di alternative, ad utilizzare il dato litologico come base per la stima del fattore K, soprattutto se finalizzata ad una valutazione "media" su interi bacini o sottobacini idrografici. Nasce così la necessità di uno studio comparato della banca dati dei suoli, dei tassi di erosione associati, dell'uso del suolo e dei tipi litologici, che permetta di determinare eventuali correlazioni significative tra tipi litologici e tasso di erosione ed eventuali casi di assoluta inattendibilità delle correlazioni ipotizzabili.

La conoscenza di questi rapporti è fondamentale per la corretta valutazione e applicazione delle stime di erodibilità su base litologica, stime che sono alla base degli studi estensivi in aree prive di dati pedologici. Questo tipo di stime, fondamentali per la determinazione della perdita di capacità biologica dei suoli, hanno il vantaggio di essere facilmente applicabili con tecniche di tipo GIS con costi limitati e con risposte rapide **ma sono spesso non attendibili per l'assenza di dati di erodibilità dei suoli correlati.**

Oggetto dell'intervento n. 14 è quindi dublice. Come primo obiettivo si pone l'analisi delle correlazioni statistiche tra tassi di erosione rigorosamente calcolati secondo metodologia tipo USLE (fattore K calcolato su dati dei suoli misurati) e tipi litologici. Come secondo obiettivo si ricerca un'analoga analisi statistica tra gli stessi valori di K rigorosamente calcolati e valutazioni strettamente qualitative di erodibilità dei suoli basate sui medesimi tipi litologici.

Per quanto riguarda le ricadute strettamente correlate con l'attività istituzionale, nell'ambito della costruzione e dell'aggiornamento del quadro conoscitivo a supporto della redazione del Piano di Bacino - stralcio "morfodinamica sedimentaria" e in funzione dell'attuazione dell'art.16 ("*Misure di tutela per le aree vulnerabili alla desertificazione*") della normativa del Piano di Bacino stralcio "Assetto Idrogeologico" (PAI), l'Autorità di Bacino Del Fiume Arno è interessata a ottenere una definizione scientificamente corretta dei fenomeni di erosione esistenti sul proprio territorio in accordo con i dettami degli atti d'indirizzo e coordinamento emanati in base alla legge 183\89. A tal fine sono state poste in essere specifiche attività di ricerca, la principale concretizzatasi nel progetto BABI. Parallelamente con l'art. 31 della normativa PAI ("*Acquisizione dello strato informativo*")

'pedologia' per il bacino del fiume Arno") è stata formalizzato l'obiettivo di dotarsi di uno strumento conoscitivo fondamentale per la conoscenza dei processi a carico dei suoli.

Nella consapevolezza dei tempi e dei costi legati ai processi di acquisizione di una banca dati pedologica completa ed omogenea ed in vista della prossima acquisizione di una banca dati geologica omogenea ed aggiornata per l'intero bacino dell'Arno, l'Autorità ritiene di notevole importanza fornirsi di uno strumento di rigorosa valutazione della stima del fattore K su base litologica, strumento che permetta di conoscere i limiti e l'ambito di validità di questa procedura valutativa del fattore K.

Anche se non è stato possibile attivare formalmente una collaborazione specifica, partner tecnico scientifico del progetto è il **CNR - IRPI**, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, - Via Madonna Alta n. 126 06128 Perugia - <http://www.irpi.cnr.it>. Unità Staccata di Firenze : Piazzale delle Cascine 15, 50144 Firenze. Referente scientifico: <http://www.fi.cnr.it/irpi> e-mail borselli@irpi.cnr.it

Il Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di ricerca per la Protezione Idrogeologica (CNR-IRPI) attraverso il suo gruppo di ricerca fiorentino, da due decenni lavora sui vari aspetti sperimentali, applicativi e modellistici dei fenomeni erosivi su versante, svolgendo specifiche ricerche dirette allo studio dei fenomeni erosivi nell'ambiente appenninico e preappenninico e alle sue implicazioni con l'attività umana, pertanto è fortemente interessato allo sviluppo del progetto BABI e a valutare scientificamente le possibili applicazioni dei risultati ottenuti.

2. SVILUPPO DELL'INTERVENTO N.14

Obiettivo principale è analizzare il rapporto tra tasso di erosione dei suoli e substrato litologico al fine di **definire l'attendibilità delle stime di erodibilità effettuate su base litologica.**

Per la prima parte del progetto, in base all'allegato tecnico proposto in fase di convenzione, sono stati impostati operativamente due working package (WP) che presentano alcune differenze nello svolgimento rispetto alle fasi di progetto (fase 1, fase 2 e fase 3) indicate nell'allegato tecnico, tale impostazione si è resa necessaria per motivi strettamente pratici nell'impostazione del lavoro dei tecnici coinvolti.

Il primo WP (WP1) è relativo alla determinazione del fattore K (erodibilità dei suoli nei modelli USLE-TYPE) su base pedologica, procedura di stima del fattore K che definiamo "rigorosa" o anche, sinteticamente, "K_pedo". Parte integrante del WP1, anche se verrà tratta nel capitolo descrittivo dell'area in studio, è stata la fase di acquisizione dei dati pedologici di base per la valutazione del K, fase operativa particolarmente onerosa per quanto riguarda l'economia complessiva del presente lavoro.

Il secondo pacchetto di lavoro (WP2) è relativo all'esecuzione di un'indagine finalizzata alla raccolta di valutazioni sull'erodibilità del suolo, utilizzando informazioni qualitative su base geologica e litologica, effettuate da esperti di medio livello che operano sul territorio (essenzialmente geologi, agronomi e forestali), si tratta di una valutazione del K che chiameremo "qualitativa" su base litologica o anche, sinteticamente, "K_lito".

Tale indagine è impostata sulla compilazione di un questionario da sottoporre ad un campione rappresentativo di tecnici, con lo scopo di ottenere un rating di erodibilità, generato da una valutazione esclusivamente qualitativa, da associare ad alcune delle principali litologie presenti nel bacino del fiume Arno. Nel WP2 vengono esplicitate le caratteristiche del campione utilizzato per l'indagine.

Il terzo pacchetto di lavoro (WP3) sviluppa l'analisi dei rapporti tra K_{pedo} e tipi litologici utilizzando i risultati del WP1, quindi si incentra sull'analisi dei rapporti tra K_{lito} e tipi litologici utilizzando i risultati del WP2, in entrambi i casi verranno esplicitati tali rapporti tramite matrici di corrispondenza. Viene quindi effettuato un confronto numerico tra K_{pedo} e K_{lito} esplicitandone le discrepanze in forma di percentuale.

L'ultimo pacchetto di lavoro (WP4) è destinato alla discussione dei risultati e all'esplicitazione di indicazioni operative sull'applicazione di metodi di stima e correlazione tra fattore K e tipi litologici.

Riassumendo quindi il lavoro prevede:

- WP1: determinazione "rigorosa" del fattore K su base pedologica (K_{pedo});
- WP2: determinazione "qualitativa" del fattore K su base litologica (K_{lito});
- WP3: analisi ed esplicitazione dei rapporti tra K "rigoroso" e tipi litologici, tra K "qualitativo" e tipi litologici e confronto numerico tra K "rigoroso" e K "qualitativo";
- WP4: discussione critica dei risultati e indicazioni applicative.

3. AREA DI STUDIO

Il primo working package (WP1) è focalizzato sull'esecuzione di una stima "rigorosa" del valore del fattore di erodibilità dei suoli (fattore K) partendo da caratteri misurati dei suoli (valore che chiameremo per brevità K_{pedo}).

La metodologia applicata è basata su criteri noti in letteratura per il territorio italiano, verificati nel corso del progetto BABI. L'applicazione di tali stime nel corso di un progetto applicativo in un ambiente rappresentativo per il territorio di riferimento (come lo è il bacino del Bilancino rispetto al bacino dell'Arno) è presupposto fondamentale per ovviare al principale difetto insito nell'applicazione dei vari metodi di stima del fattore K, ovvero quello di essere metodi studiati e testati in ambienti anche molto diversi da quelli propri del territorio toscano (tipicamente gli Stati Uniti).

Operativamente sono stati considerati due aree idograficamente definite ricadenti nel bacino dell'Arno, il il bacino sotteso al lago del Bilancino nel comune di Barberino di Mugello (FI) e il sistema dei sottobacini Borro Ponterosso e Borro del Cesto nel comune di Figline Valdarno (FI)

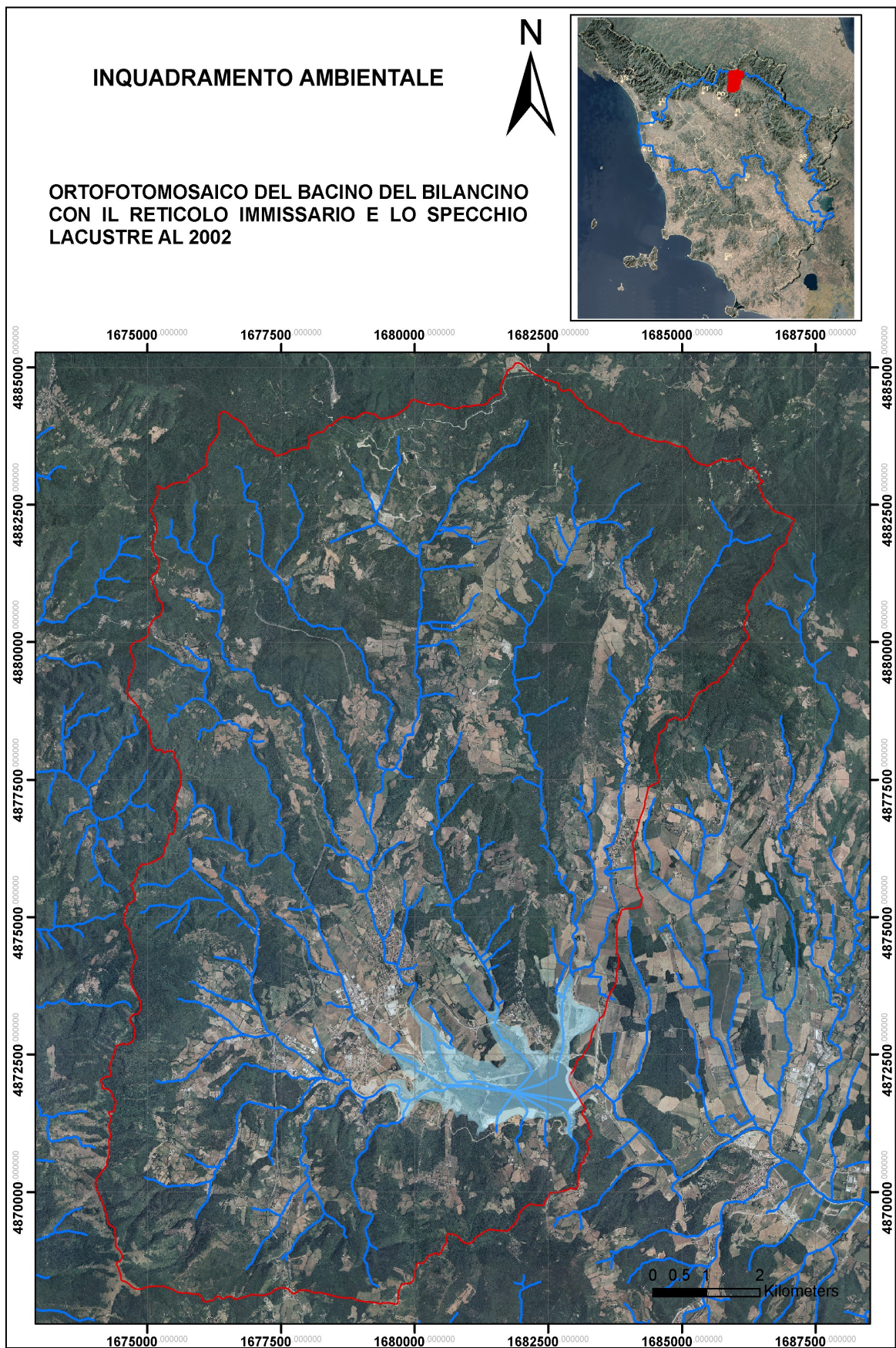
La scelta delle due aree è stata effettuata in base al rapporto tra conoscenza e rappresentatività del territorio. Ovviamente il bacino del Bilancino è stata la scelta naturale conseguente alla recente conclusione di una campagna di studio finalizzata alla conoscenza delle aree sorgenti primarie di sedimento. L'area borro Ponterosso - borro del Cesto rispettava tre requisiti importanti:

- conoscenza pedologica di dettaglio;
- ambiente caratterizzato da fenomeni erosivi diffusi e facilmente riconoscibili;
- presenza di litotipi rappresentativi per il valdarno medio.

Prima di dettagliare il lavoro strettamente connesso alla stima dell'erodibilità si riassumono per sommi capi le caratteristiche degli ambienti indagati, soffermadoci con maggiore dettaglio sulla parte pedologica che ha assorbito i maggiori sforzi di questa prima parte del lavoro e per il quale al momento è stata completata la raccolta dei dati e le relative elaborazioni. Dato che il lavoro sul Bilancino si può considerare completato, particolare attenzione verrà posta nel descriverne le caratteristiche.

3.1. LINEAMENTI TERRITORIALI DEL BILANCINO

Il bacino sotteso alla diga del Bilancino è costituito dalla parte alta del bacino del fiume Sieve (tributario di destra dell'Arno) e dai bacini dei torrenti Lora, Stura, e Tavaiano, tutti immissari diretti del lago del Bilancino. Si presenta come una ampia conca intramontana aperta ad est e chiusa ad ovest, costituendo la propagine occidentale dell'unità fisiografico/culturale conosciuta come Mugello.



Il Bacino ricade per gran parte della sua estensione nel territorio comunale di Barberino di Mugello, interessando in misura variabile porzioni del territorio di Calenzano, Scarperia, San piero a Sieve e Firenzuola (tutti facenti parte della Provincia di Firenze)

La superficie totale del bacino è pari a 149 kmq, di cui 5 kmq costituiti dallo specchio lacustre, distribuiti tra quote comprese tra i 1128 metri del monte Gazzaro (sullo spartiacque tra Arno e Reno, ovvero tra Tirreno e Adriatico) e i 252 metri del livello medio dell'invaso del lago (il fondo lago ha una quota minima, ante opera, di 222 metri).

3.1.1 CLIMA

Climaticamente il bacino rientra in una tipologia definibile come mesotermico umido, con minimo di precipitazione estivo e due picchi di precipitazione autunnale e primaverile. La precipitazione media del periodo 1960-2003 è stata di 1273 mm annui con una forte componente orografica. Il dato relativo all'ultimo decennio (1173 mm di media) e svariate osservazioni (prive però di un quadro organico) sembrano indicare un cambiamento sensibile sia nelle quantità di pioggia che nella loro distribuzione, con la presenza di numerosi eventi a forte impatto.

Varie segnalazioni, anche queste prive ad oggi di studi o analisi dedicate, registrano una variazione microclimatica legata alla presenza dell'Invaso (entrato in esercizio definitivo nell'estate del 2001).

3.1.2 PAESAGGIO E USO DEL SUOLO

Dal punto di vista del paesaggio il bacino è costituito da tre sistemi: Montagna appenninica, Collina pre-appenninica e Pianura intermontana. Nei primi due si concentrano gli ambienti del bosco e del pascolo, nella pianura intermontana si concentrano coltivi e urbanizzato, secondo uno schema tipico dei bacini intemontani appenninici.

Il dettaglio dell'uso del suolo è il seguente:

Classi	Percentuale
BOSCHI	63,78
COLTIVI	17,19
INCOLTI	3,57
LAGO	3,45
PASCOLI	5,59
ROCCE	0,07
SPIAGGIA	0,01
URBANIZZATO	6,33

La pressione antropica sul bacino ha causato negli ultimi anni una evoluzione contrastante, ad un uso agro-pascolare intenso (prolungatosi sino alla metà degli anni 50) è seguita una prolungata fase di abbandono con una forte ed evidente ripresa della superficie boscata e della densità della copertura. Recentemente l'attività selvicolturale ha presentato un evidente ripresa, essenzialmente legata al prelievo per legna da ardere, parallelamente nuovi sviluppi legati all'adeguamento infrastrutturale dell'asse Firenze - Bologna hanno

portato nell'ultimo anno a nuovi ed importanti impatti. L'insieme di questi fattori indica un possibile cambiamento nelle dinamiche dei fenomeni erosivi a carico dei suoli.

3.1.3 GEOLOGIA

Geologicamente l'area è dominata dalla presenza di formazioni di rocce sedimentarie della serie toscana, diffusi ma minoritari sono i terreni di origine fluviale e fluviolacustre, poco più che simbolica la presenza di formazioni del complesso ofiolitico, ascrivibili a tipologie metamorfiche e magmatiche effusive.

Secondo la carta geologica d'Italia (II edizione), riveduta per omogeneità a livello di bacino dell'Arno, con integrazioni derivate dalle più recenti informazioni rilevate con il progetto CARG, le formazioni affioranti nel bacino sono le seguenti:

Formazione	Codice	%	Area (kmq)
"Arenarie del Monte Cervarola" : prevalenza di arenarie turbiditiche quarzoso-feldspatiche a grana fine, alternate a marne, stratificazione da sottile a molto spessa. Aquitaniano-Langhiano superiore (Miocene inferiore)	AC	45,60	68,03
"Complesso caotico" (Sillano, marne di Vicchio, melange tettonico di Barberino): Argille e marne con calcari, calcari marnosi, arenarie e calcareniti intercalate, talora breccie sedimentarie costituite da rocce verdi, diaspri e calcari litografici	CB	21,91	32,68
"Alberese" o formazione di Monte Morello ": calcari a grana fine grigio chiari, calcari marnosi scuri e arenarie calcaree gradate. Paleocene-Eocene medio	ALB	12,27	18,30
Alluvioni terrazzate del Pleistocene Superiore. Ambiente fluviale e fluviolacustre.	AT	8,91	13,29
Intercalazioni frequenti o potenti di marne siltose e siltiti nelle arenarie del Monte Cervarola.	FPAC	4,96	7,40
"Argille di Figline": argille stratificate con intercalazioni sabbiose e lenti di ciottoli arenacei e rari straterelli lignitiferi. Ambiente fluviolacustre del Pleistocene Inferiore	VAG	2,23	3,32
Alluvioni recenti e attuali. Olocene	ALL	1,37	2,05
"Pietraforte": arenarie calcaree alternate ad argilliti	PF	1,13	1,69
"Sabbie del Tasso": sabbie con lenti di ciottoli e sabbie argillose. Fluviolacustre del Pleistocene inferiore	VS	0,92	1,37
Diabasi, diabasi brecciati e diabasi a pillow lavas (complesso ofiolitico)	DD	0,37	0,55
Serpentiniti (complesso ofiolitico)	S	0,13	0,20

Nell'area i rilievi settentrionali più propriamente appenninici sono caratterizzati dalle arenarie e intercalazioni marnose riconducibili alla formazione del Monte Cervarola/Monte Falterona, nonché dalle formazioni riconducibili al complesso "caotico" (Sillano e Marne di Vicchio), queste ultime concorrono anche a costituire i bassi rilievi meridionali pre-appenninici insieme alla formazione di Monte Morello ("alberese") e da sporadici affioramenti di "Pietraforte". Nella Pianura intermontana affiorano le formazioni terrigene più recenti con la presenza non secondaria di depositi fluviolacustri del bacino lacustre del Mugello, depositi che hanno il loro massimo sviluppo a valle dello sbarramento del Bilancino.

3.1.4 PEDOLOGIA

Per la parte pedologia è necessario specificare nel dettaglio le caratteristiche del rilievo effettuato, in quanto la sua "qualità" è alla base di una stima dell'erosibilità dei suoli che può essere considerata "rigorosa" secondo criteri comunemente accettati nella letteratura scientifica e tecnica in materia. Inoltre il rilevamento pedologico del progetto BABI è uno dei contributi originali, anche se sviluppato nell'ambito di un diverso progetto, che hanno portato al presente lavoro.

Per la realizzazione della cartografia pedologica sono state seguite le indicazioni contenute nelle "Norme tecniche per il rilevamento e la descrizione dei suoli" redatta dal settore SIRCA della Regione Campania (versione 1.98 e successive modificazioni) e la "Guida alla descrizione dei suoli in campagna e alla definizione delle loro qualità" redatta dalla regione Toscana (ed. Maggio 2002).

Il lavoro si è svolto secondo 4 fasi principali:

1. Il lavoro di ufficio preliminare: la preparazione del rilevamento
2. Il lavoro di campagna: esecuzione dei rilievi sul terreno
3. Il lavoro di ufficio di sintesi: elaborazione ed interpretazione dei dati
4. Il lavoro di ufficio finale: realizzazione delle legende e delle carte

Per la prima fase, quella preparatoria, sono state effettuate ricerche circa precedenti documenti che consentissero un primo inquadramento delle principali tematiche fisico-ambientali. Quindi, utilizzando alcuni dei dati reperiti e soprattutto sulla base della fotointerpretazione sulle ortofoto digitali a colori in scala 1:10.000 (volo Italia 2000) è stata prodotta una prima bozza della "carta dei sottosistemi di terre".

Sono state reperite le informazioni pedologiche relative al "Progetto Land System" della Regione Toscana. Il progetto, svolto nel corso degli anni '90, prevedeva anche rilevamenti pedologici su celle di forma quadrata della superficie di 16 ha, all'interno delle quali sono state eseguite 8 trivellate e 1 profilo campionato ed analizzato.

All'interno del bacino idrografico di Bilancino sono state rilevate 10 celle, le cui informazioni pedologiche (dati stazionali, tipo di suolo, dati analitici ecc.) sono state inserite in un apposito database.

Oltre ai dati del progetto Land System, sono stati considerati anche rilevamenti di dettaglio eseguiti negli anni passati dall'Università e dal CNR. In particolare sono stati considerati i lavori di Baldaccini (1962) che riporta 13 profili di suolo eseguiti all'interno del bacino, Sanesi (1977) con 45 profili di suolo e Busoni et Al. (1983) con 21 profili. Alcune di queste osservazioni non è stato possibile recuperarle in quanto mancanti di una sicura identificazione geografica.

Una prima fase di osservazioni speditive in campo (trivellate e alcuni profili), oltre alla fotointerpretazione, ha permesso la realizzazione della “*Carta dei sottosistemi pedologici*” che ha consentito la suddivisione del territorio in aree omogenee secondo la suddivisione in *Sistemi* e *Sottosistemi*. Tale suddivisione, basata su caratteri fisiografici, morfologico, di uso del suolo e di litologia superficiale, ha individuato una serie di superfici delimitate dove presumibilmente è possibile ritrovare le stesse tipologie di suolo.

Sulla base del lavoro sopra esposto, si è proceduto a formulare delle ipotesi sulla distribuzione dei suoli nell’area da rilevare, e di conseguenza ad impostare la fase di rilevamento in campagna per verificare la coerenza delle ipotesi con la reale distribuzione dei suoli.

Il lavoro in campagna, realizzato durante l’inverno 2003-2004 ed integrato da rilievi finalizzati al presente lavoro tra gennaio e settembre 2005, ha previsto una serie di indagini, realizzate mediante l’esecuzione di trivellate, volte a verificare la corrispondenza tra paesaggi fisici individuati mediante fotointerpretazione e distribuzione dei suoli e l’apertura di sezioni (profili) per individuare i *pedon* rappresentativi delle unità di paesaggio e per avere una distribuzione omogenea sul territorio delle osservazioni.

Sono state realizzate un numero totale di 190 osservazioni di cui 150 trivellate e 40 profili interamente campionati con una densità di oltre una osservazione ogni 75 ettari di superficie.

I profili, tutti di nuova realizzazione, sono stati scavati e descritti fino alla profondità del substrato inalterato o della falda, o comunque fino alla profondità massima di 1,70 m dal piano di campagna e hanno coperto tutte le unità di terre individuate.

Le osservazioni speditive sono state eseguite con trivella manuale di tipo “Edelman” fino alla profondità di 100-120 cm dove il suolo presentava un contenuto in scheletro inferiore al 35% (limite di utilizzo della trivella).

Per ogni profilo sono state eseguite due fotografie (in formato diapositiva e digitale) e del paesaggio ad essi associati.

I rilievi pedologici hanno permesso di verificare la distribuzione ed i caratteri dei suoli all’interno delle diverse unità di terre definendo delle “unità cartografiche pedologiche”, cioè delle delinearzioni di territorio individuate sia sulla base di caratteri stazionali (morfologia, substrato, uso) che sulla base delle tipologie di suolo esistenti.

Il sistema di riferimento tassonomico principale utilizzato per la classificazione dei suoli è stata la Soil Taxonomy USDA 8ed. (Soil Survey Staff, 1998), mentre il World Reference Base (Spaargaren, 1994; ISSS, ISRIC e FAO, 1998), che rappresenta l’evoluzione del sistema della legenda FAO (1990), è stato impiegato ai fini di correlazione internazionale.

Ogni profilo è stato classificato tassonomicamente fino al massimo livello possibile alla scala di rilevamento adottata. Pertanto per i profili pedologici il livello gerarchico raggiunto è quello di famiglia tessiturale Soil Taxonomy.

Per favorire la lettura e l’interpretazione della carta dei suoli, sono state impiegate le Unità Tassonomiche (UT), che rappresentano il livello di maggiore dettaglio utilizzato nella stesura del rilevamento e che definisce il “pedon-unità di campionamento”, intendendosi per pedon l’unità di campionamento della copertura pedologica. La UT viene solitamente creata in seguito a maggiori specifiche rispetto al livello di famiglia Soil Taxonomy.

L'istituzione di una UT prevede che i suoli abbiano delle caratteristiche pedologiche importanti che influiscono sulla loro gestione e che differiscano significativamente da quelle delle altre Unità Tassonomiche. Prevedono inoltre l'esistenza di almeno un profilo tipico, che corrisponda al concetto centrale dell'Unità.

La UT è contraddistinta da tre caratteri che ricordano il toponimo della località in cui è stato descritto il suolo-tipo e comprende solitamente altri pedon simili, considerati rappresentativi, e/o correlati, simili cioè per gestione ma dissimili a livello tassonomico per uno o più caratteri.

Il collegamento tra suolo e paesaggio, viene realizzato attraverso "l'unità di paesaggio" che permette di correlare la tipologie di suoli rilevate in un certo ambiente, definito da un Sistema e un sottosistema.

Al fine di determinare i caratteri utili alla classificazione dei suoli e alla determinazione del fattore K sono state eseguite le analisi fisico-chimiche complete su 29 dei 40 profili realizzati nell'area rilevata.

Il campionamento degli orizzonti ha compreso quasi sempre la totalità degli orizzonti principali individuati durante la descrizione substrati compresi, raramente escludendo gli orizzonti di transizione più sottili di 15 cm.

Le analisi, realizzate presso il laboratorio del CNR_IRPI Sezione staccata di Firenze, hanno seguito i metodi ufficiali MUACS (1992) e successive modifiche, relative ai seguenti parametri: Tessitura, carbonati totali, pH in H₂O e KCl, carbonio organico, complesso di scambio (CSC, cationi di scambio, TSB).

Come già accennato per la classificazione dei suoli è stata utilizzata la Soil Taxonomy - VIII edizione - (Soil Survey Division Staff, 1998), che rappresenta il sistema di riferimento di questo rilevamento: il livello tassonomico raggiunto è quello della famiglia granulometrica, che permette, alla scala di rilevamento adottata, una discreta caratterizzazione dei principali caratteri e proprietà del suolo, in modo da poter esprimere giudizi a livello gestionale.

Nella tabella che segue sono riassunte le unità tassonomiche, fino al livello di grande gruppo, riscontrate durante il rilevamento, classificate secondo la Soil Taxonomy

Ordine	Sottordine	Grande Gruppo
Entisols	Orthents	Udorthents
	Fluents	Udifluents
Inceptisols	Xerepts	Dystrudepst
		Eutrudepts
Alfisols	Udalfs	Hapludalfs

In estrema sintesi sono stati rilevati suoli relativi a tre ordini tipicamente presenti nei nostri ambienti, con grado di evoluzione da molto basso (entisols) a moderatamente spinto (alfisols).

L'intero lavoro di rilevamento ed elaborazioni dati ha portato alla costruzione di una legenda dei suoli del Bilancino (allegato 1) individuando 29 *Unità Cartografiche*, che hanno

quindi permesso la costruzione della relativa banca dati geografica, elaborata anche nella classica forma cartografica (allegato 2).

Per la corretta lettura della legenda e della banca dati geografica è necessario soffermarsi nel descrivere la modalità di distribuzione dei suoli (ovvero delle Unità Tassonomiche) all'interno delle Unità Cartografiche riconosciute con le varie fasi del rilevamento.

Ogni unità cartografica comprende porzioni di territorio omogenee per quanto riguarda la distribuzione del suolo tipo (o Unità Tassonomiche), o di più suoli tipo se si tratta di una associazione, consociazione o complesso, e che corrispondono alle unità tassonomiche.

Nelle *consociazioni* vi è un suolo dominante associato a suoli simili tassonomicamente, con il suolo dominante che rappresenta almeno la metà della unità cartografica.

Nei *complessi* e nelle *associazioni* si ritrovano due tipi di suolo dissimili tra loro, presenti in tutte le delineazioni, con un grado di variabilità che non è rappresentabile alla scala cartografica adottata nel presente rilevamento. In genere per le associazioni si considerano rappresentabili i diversi tipi di suolo già ad una scala 1.25.000, mentre per i complessi è necessario un maggiore dettaglio.

All'interno di ogni unità cartografica esistono variazioni rispetto al profilo tipo o rappresentativo; tuttavia, tali variazioni rimangono entro intervalli specifici, e viene ammessa la presenza di suoli dissimili che possono anche arrivare a rappresentare il 15% dell'unità cartografica, in relazione al grado di purezza della stessa.

Nell'allegato 1 sono descritte le diverse unità cartografiche che compongono la carta dei suoli, dove ogni unità cartografica prende il nome dall'unità tassonomica che la compone, di una nel caso delle consociazioni, di entrambi i suoli predominanti nel caso delle associazioni o dei complessi, seguite da un numero d'ordine che ne indica la attribuzione ad una fase o meno.

Nella legenda sono indicati anche i pedon tipici, cioè quelli che rappresentano i caratteri centrali dei suoli che compongono l'unità cartografica. I pedon rappresentativi sono invece quelli che hanno gli stessi caratteri dei tipici ma che possono differire in qualche carattere tale da non influenzare né la classificazione né la gestione dei suoli. I suoli correlati sono invece quelli che, pur avendo classificazione simile a livello di grande gruppo, differiscono in uno o più caratteri che ne rendono diversa la classificazione e ne influenzano la gestione (tessitura, idromorfia ecc.). All'interno di ogni unità cartografica sono poi presenti delle inclusioni, suoli cioè completamente diversi da quelli tipici, ma che si ritrovano con distribuzione non cartografabile ed in percentuale non superiore al 15%.

Alcune unità cartografiche rappresentano fasi di altre unità, separate per caratteri diversi quali il clima, la tessitura, la profondità, il contenuto in carbonati, i cui caratteri di distinzione sono indicati in legenda.

Come si può intuire dalla lettura dell'allegato 1 la legenda di una carta pedologica costituisce la sintesi di un elevato numero di informazioni relative al paesaggio, ai suoli, alla loro distribuzione ed al loro inquadramento tassonomico.

La prima parte della legenda è dedicata alla descrizione del paesaggio suddivisi in Unità di Paesaggio (Sistema), Sottosistema, Formazione Geolitologica, Unità Fisiografica ed Elementi Ambientali.

Nella seconda sezione della legenda sono riportate le informazioni relative alle sigle ed al numero delle unità cartografiche di suolo individuate, con numerazione assoluta in riferimento alla sola carta pedologica del bacino di Bilancino.

La siglatura delle unità cartografiche è data da tre caratteri e da un numero, numerazioni superiori ad uno indicano fasi della stessa unità, che si discostano da quella tipica per caratteri ambientali o intrinseci dei suoli (es: ABC1).

Alla sigla dell'unità cartografica segue l'indicazione del pedon che costituisce l'unità di campionamento di riferimento. La descrizione sintetica e completa del pedon di riferimento è sviluppata partendo dal singolo dato secondo l'attribuzione ad una classe convenzionale.

Nella terza parte sono riportati, in sintesi, i principali caratteri dei suoli che compongono l'unità cartografica. La prima colonna contiene una breve descrizione dei caratteri del suolo che, nell'ordine, sono: orizzontazione, profondità, scheletro, tessitura, reazione, carbonatazione, AWC.

Dove vengono espressi due classi per lo stesso carattere compresi tra "da - a" si intende evidenziare una variazione del carattere con la profondità. Quando i due valori della classe sono collegati da una "e" si intende che il carattere varia tra i diversi suoli che compongono l'unità cartografica. Segue quindi la classificazione secondo la Soil Taxonomy e WRB.

Analizzando per grandi linee la distribuzione relativa delle unità cartografiche e delle relative unità tassonomiche è possibile rilevare la diffusione di suoli sottili o moderatamente profondi (PRA1, GAV1 e MAN1) in relazione e in accordo alla diffusione dei litotipi propri della formazione del Monte Cervarola in situazioni di versanti pendenti o complessi, tipicamente destinati al bosco o al pascolo. Si noti tuttavia che sulla medesima litologia in condizioni di stabilità morfologica prolungata sono presenti anche suoli molto evoluti e profondi (AGL1), vocati anche per il seminativo o il prato. Ben rappresentati sono anche i suoli moderatamente profondi, mediamente evoluti (inceptisuoli), molto ricchi in scheletro, propri delle aree di affioramento dell' "Alberese" (VAL1). In corrispondenza degli affioramenti di caotico si riscontrano suoli scarsamente evoluti, a tessitura fine con evidenze di condizioni idromorfe quali i suoli delle unità Panna (PNN1 - PNN3), frequenti sulle medesime litologie sono anche suoli più evoluti, a tessitura argilloso-scheletrica (SOD1). Sui litotipi a tessitura fine delle formazioni fluviali e fluviolacustri del pleistocene si riscontrano frequentemente suoli con caratteristiche vertiche, mediamente evoluti (inceptisuoli) e piuttosto profondi, tipicamente destinati al seminativo (FIU1). Pare, infine, ben definito il modello di distribuzione dei suoli per i depositi fluiviali e fluvio-lacustri a tessitura più grossolana, infatti sulle superfici meglio conservate e più antiche si riscontrano consociazioni di suoli evoluti (alfisuoli), molto profondi (i suoli Cavallina, CAV1) mentre sui terrazzi più recenti si rilevano suoli mediamente evoluti (POD1), per poi riscontrare consociazioni di suoli poco evoluti su terrazzi propri delle alluvioni attuali.

Unità	Diffusione%	Unità	Diffusione%
PRA1	12	CMT1	2,11
GAV1	10,43	AGL1	2,04
MAN1	9,53	PIM1	1,9
VAL1	6,96	PAL1/MON1	1,84
PNN1	6,64	CAV1	1,61

Unità	Diffusione%	Unità	Diffusione%
SOD1	4,32	PAL2	1,35
FIU1	4	PNN3	1,25
ERB1	3,69	CAS1	1,24
CST1	3,66	PLB1	1,23
SER1	3,28	PAL1	1,21
PET1	3,13	PAO1	1,05
PNN2	2,94	CAO1	0,91
MIG1	2,85	MTB1	0,79
APP1	2,29	COR1	0,57
POD1	2,12	PLL1	0,42

3.2. LINEAMENTI TERRITORIALI DEL BACINO DEL BORRO PONTEROSSO E DEL BORRO DEL CESTO

I Borri Ponterosso e Cesto nascono dal versante orientale delle colline del chianti e si buttano in Arno in sinistra idrografica dopo ca 10 km di corso. Il loro bacino è interamente compreso nel territorio del comune di Figline Valdarno (provincia di Firenze). Sono sottobacini del valdarno superiore, ovvero di quella porzione del bacino dell'Arno, afferente all'asta principale, compresa tra la confluenza del canale maestro della Chiana e la confluenza del fiume Sieve. La superficie dei due bacini, e dell'intebacino afferente direttamente all'Arno, è pari a 26,64 kmq e si sviluppa da un massimo di 728 metri della zona di Poggio Abetina ai 122 metri della confluenza in Arno.

3.2.1 CLIMA

Climaticamente anche il bacino del borro Ponterosso rientra in una tipologia definibile come mesotermico umido, con minimo di precipitazione estivo e due picchi di precipitazione autunnale e primaverile, tuttavia il valore di precipitazione media del periodo 1960-2003 è sensibilmente inferiore a quella del Bilancino (1273 mm annui) attestandosi a 918 annui con una lieve flessione nell'ultimo decennio (841 mm medi). La siccità estiva è più marcata di quella riscontrabile nel bacino del Bilancino.

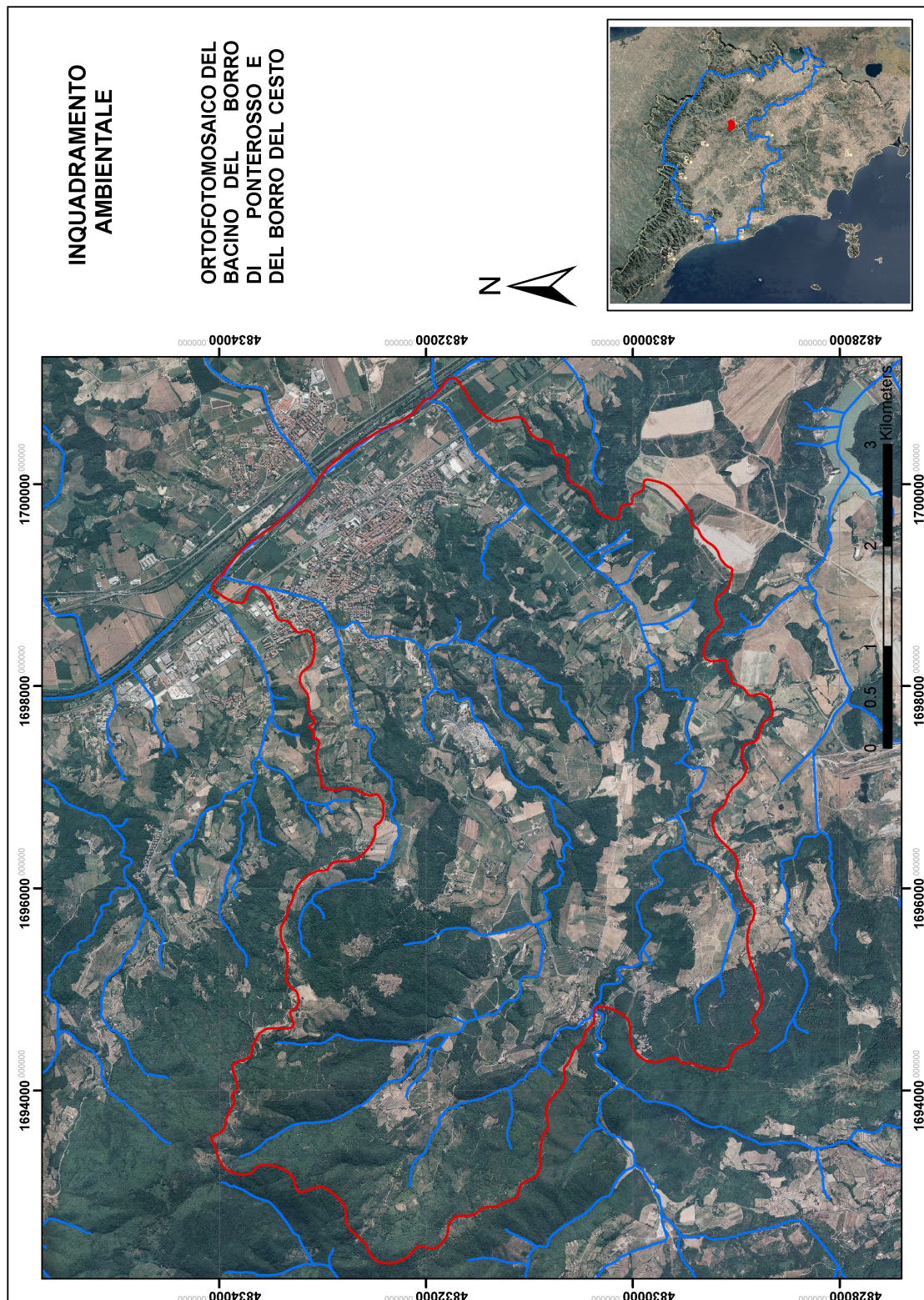
3.2.2 PAESAGGIO E USO DEL SUOLO

Dal punto di vista del paesaggio il bacino è costituito da due sistemi: Collina pre-appenninica e Pianura intermontana. Nel primo si concentrano gli ambienti del bosco e delle colture agrarie arboree, nella pianura intermontana si concentrano seminativi e urbanizzato, secondo uno schema tipico del pre-appennino del Chianti Toscano.

Il dettaglio dell'uso del suolo è il seguente:

Classi	Percentuale
BOSCHI	48,7
COLTIVI	44,5
INCOLTI	4
URBANIZZATO	6,7

La pressione antropica sul bacino è stata relativamente uniforme nel tempo, tuttavia la meccanizzazione agricola (con la diffusione dei vigneti specializzati) ha determinato impatti localmente anche molto intensi, analogamente l'espansione dell'urbanizzazione è stata limitata ma concentrata nella porzione di fondovalle prospiciente il fiume Arno.



3.2.3 GEOLOGIA

Geologicamente l'area è dominata dalla presenza di formazioni di rocce sedimentarie e di terreni di origine fluviale e fluviolacustre presenti in proporzioni analoghe, in particolare i terreni fluviolacustri presenti nel bacino rappresentano in misura significativa l'ambiente del bacino fluviolacustre del valdarno, mentre gli affioramenti definibili come "Macigno" sono un buon esempio di questa tipica formazione del chianti toscano.

Secondo la carta geologica d'Italia (II edizione), riveduta per omogeneità a livello di bacino dell'Arno e in parte integrate con le più recenti informazioni derivate dal rilevamento CARG, il nuovo rilevamento ha infatti profondamente rivisto l'inquadramento delle unità riconducibili all'ambiente fluviolacustre pleistocenico.

le formazioni affioranti nel bacino sono quindi riassumibili secondo il seguente schema:

Formazione	Codice	%	Kmq
"Macigno": arenarie quarzoso-felspatiche alternate a sottili interstrati di argilliti e siltiti; nella parte superiore olistostromi di "caotico" . Oligocene medio-sup.	MG	36,39	10,78
"Sabbie di Bucine": sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi con intercalazioni di limi argillosi e argille torbose o lenti ghiaose ad elementi arenacei (Sabbie di La Loccaia, Limi di latereto e Pian di Togna del CARG). Pleistocene medio	SB	17,51	5,19
"Sabbie di palazzetto" e "Sabbie di Borro Cave": sabbie, sabbie limose e limi sabbioso-argillosi. Terreni più grossolani all'interno delle "Argille di Figline" (VAG) della Carta Geologica d'Italia, Ambiente fluviolacustre del Pliocene superiore - Pleistocene Inferiore	SPA-SBC	16,41	4,81
Alluvioni recenti e attuali. Olocene	ALL	15,17	4,5
"Ciottoli e sabbie di Casa la Querce": Ciottoli prevalentemente calcarei, con alternanze sabbiose. Ambiente fluviolacustre del Pleistocene inferiore	VCG	5,06	1,5
"Olistostromi": complesso a struttura caotica con argille, marne e arenarie all'interno della formazione del "Macigno"	OL	3,46	1,02
"Argilliti di Fiumalbo - marne di Le Piastre": argilliti varicolori, siltiti e marne grigie. Oligocene superiore	FP1	2,19	0,65
"Alberese" o "formazione di Monte Morello ": calcari a grana fine grigio chiari, calcari marnosi scuri e arenarie calcaree gradate. Paleocene-Eocene medio	ALB	1,27	0,38

La geologia del bacino è facilmente leggibile sul territorio, la parte di monte a maggior pendenza e a prevalenza di copertura boschiva è dominata dagli affioramenti del "Macigno" oligocenico, la porzione centrale coincide con l'ambiente a più alta energia dell'antico bacino fluviolacustre del valdarno, presentando una prevalenza di affioramenti di terreni prevalentemente sabbiosi con intercalazioni ghiaiose a clasti derivati dall'erosione del rilievo arenaceo dello stesso "Macigno". Andando verso la porzione più centrale dell'antico ambiente di deposizione si riscontrano frazioni granulometriche più fini proprie delle "Sabbie di palazzetto" e "Sabbie di Borro Cave", anche se non mancano depositi prevalentemente ghiaiosi propri di condizioni geomorfologiche a più alta energia. La dinamica geomorfologica recente determina la presenza dei depositi alluvionali sabbiosi nel fondovalle e l'affioramento di porzioni del substrato del Macigno anche al di sotto dei terreni di origine fluviolacustre.

3.2.4 PEDOLOGIA

La pedologia dell'area borro di Ponterosso - borro del Cesto è stata acquisita dal lavoro di U. Galligani et al. ("La carta dei suoli del comune di Figline Valdarno", 1992). Questo lavoro presenta uno standard di rilevamento ad una scala con dettaglio superiore a quello del Bilancino, già di per sé di ottimo livello, tuttavia gli standard di classificazione delle unità tassonomiche per i due lavori sono relativi a due edizioni diverse della Soil Taxonomy (rispettivamente 1975 e 1998), questo fatto, unitamente a diversi riferimenti sullo standard di rilevamento, hanno imposto un processo di confronto delle unità cartografiche e dei dati di base rilevati finalizzato alla creazione di base dati omogenee. Tale processo è stato alla base di una fase di elaborazione ed analisi unica e coerente per il bacino del Bilancino e i bacini del borro Ponterosso e borro del Cesto.

Questi sono stati acquisiti tramite ben 83 profili di suolo descritti e analizzati, 24 descritti e non analizzati e più di 600 trivellate, le analisi hanno interessato 350 campioni, fornendo quindi una robusta base dati per l'applicazione degli algoritmi di calcolo del K "rigoroso" in forma del tutto analoga a quella applicata nel progetto BABI (si rimanda al capitolo 4 per i dettagli).

Il materiale cartaceo originale (cartografia e legenda, allegati 3 e 4) è stato acquisito in forma vettoriale digitale tramite un processo standard di vettorializzazione dei dati geografici, processo che ha portato a produrre una banca dati geografica relativa all'intero comune di Figline. Al fine di questo lavoro, in seguito a valutazioni legate a fattori di continuità e omogeneità fisiografica dell'ambiente indagato, è stato deciso di limitare le elaborazioni al sistema idrografico costituito dal bacino del borro Ponterosso, dal bacino del borro del Cesto e dal loro interbacino afferente direttamente all'Arno.

Il forte dettaglio del lavoro ha permesso di distinguere 23 unità cartografiche in ca 23 kmq di territorio con presenza di suolo, lo stesso dettaglio ha determinato la definizione di un buon numero di consociazioni in cui è ben definito un suolo dominante, associazioni e complessi riflettono la distribuzione di suoli in ambienti con notevole variabilità geomorfologica e ambientale.

L'identificazione delle unità è data da un indice numerico. Le Unità da 1 a 5 occupano i depositi alluvionali olocenici lungo il corso dell'Arno, del Cesto e di qualche affluente minore, si tratta di suoli scarsamente evoluti (entisuoli) nelle aree di più recente evoluzione geomorfologica, si riscontrano inceptisuoli ben sviluppati nelle aree più distali e meglio conservate dei fondovalle. Le unità dalla 6 alla 14 rappresentano i suoli sviluppati sui sedimenti plestocenici di origine fluvio-lacustre. Sono in generale suoli caratterizzati da una

marcata evoluzione pedogenetica, segnata dalla forte diffusione di alisuoli, alcuni ad evoluzione molto spinta (unità 10: presenza di Ultic Hapludalf). Dalla 15 alla 18 sono unità cartografiche contenenti suoli da rocce carbonatiche, ovvero da quei litotipi a prevalente componente carbonatica quali calcari, marne e formazioni caotiche ed indifferenziate legate agli affioramenti marnosi propri dell'"olistostroma" all'interno del macigno. I suoli di queste unità sono poco diffusi in accordo con il substrato di riferimento. L'evoluzione pedogenetica è mediamente sviluppata (inceptisuoli) ed appare favorita dall'incoerenza e dall'alterabilità del substrato. Le Unità dalla 20 alla 26 comprendono i suoli derivanti da rocce arenacee della formazione del "Macigno". La notevole alterabilità dei litotipi arenacei della formazione del Macigno determina la buona diffusione di suoli mediamente evoluti da mediamente profondi a molto profondi anche in condizioni di forte pendenza, generalmente sotto copertura boschiva ovvero in presenza di bassa pressione antropica e di elementi stabilizzanti nel suolo (struttura e presenza di s.o.), dove questi elementi vengono meno, e l'intensità dei processi erosivi si fa più evidente, si rilevano suoli più sottili anche se sempre con un buon grado di evoluzione. Le unità 4, 16 e 19 non sono state rilevate nell'area considerata.

GRUPPO	Unità	Distribuzione percentuale della superficie
Suoli da sedimenti fluviali recenti	1-5	8,58
Suoli da sedimenti fluviolacustri	6-14	41,34
Suoli da rocce carbonatiche	15-18	8,61
Suoli da rocce arenacee	20-26	41,46

4. WP1 - STIMA "RIGOROSA" DEL FATTORE **K** SU BASE PEDOLOGICA (**K_PEDO**)

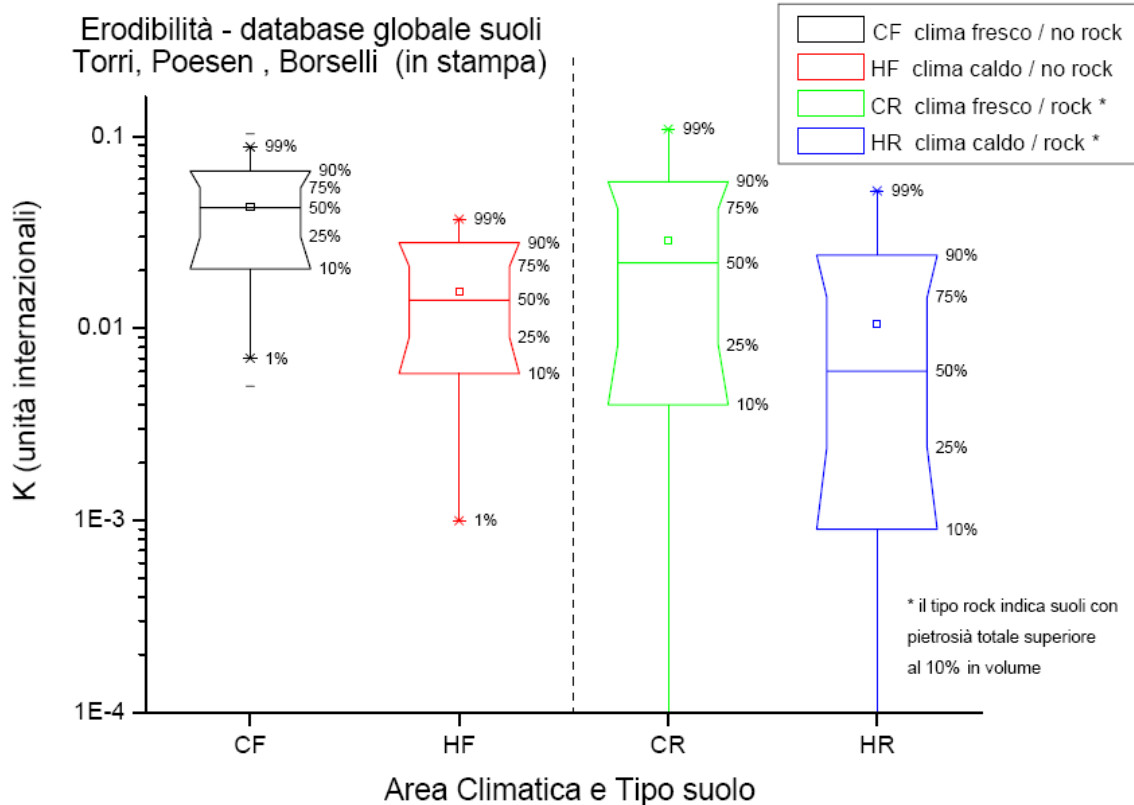
4.1. INQUADRAMENTO METODOLOGICO

L'erosività è la suscettibilità di un suolo al distacco e al trasporto a opera dell'azione battente della pioggia e del deflusso superficiale ed è quindi strettamente legata alle caratteristiche chimiche e fisiche del suolo stesso. Nella USLE il fattore K viene definito come il tasso di perdita di suolo, misurata in t ha⁻¹, per pioggia di erosività unitaria, in una parcella standard. La parcella standard è lunga 22,13 m, ha una pendenza del 9% ed è mantenuta priva di vegetazione con lavorazioni a rittochino, ovvero nel senso della massima pendenza (WISCHMEIER, SMITH, 1978).

Vari autori indicano che il fattore K è strettamente correlato alle proprietà fisiche strutturali e chimiche del suolo: tessitura del terreno, contenuto di sostanza organica, struttura, permeabilità e drenaggio. In origine la valutazione di K veniva effettuata con un semplice nomogramma (WISCHMEIER, SMITH, 1978). RENARD et al. (1997), autori del manuale della RUSLE2 (Revised Universal Soil Loss Equation), hanno apportato delle modifiche alla formula per la stima di K. Le formulazioni, sono state ottenute attraverso misure sperimentali dell'erosività su un set di 225 suoli, suddivisi in classi tessiturali e sottoposti sia ad eventi di pioggia naturali che artificiali.

TORRI et al. (1997) hanno proposto un'altra formula, analizzando un dataset di valori di K stimati per 239 suoli; secondo gli autori, la tessitura e il contenuto di sostanza organica del terreno sono i parametri più facilmente reperibili e, soprattutto, sono quelli maggiormente correlati all'erosività del suolo. Recentemente gli stessi autori (Torri, Poesen e Borselli, in stampa) hanno esteso l'analisi del database globale anche ai suoli con pietrosità totale >10% in volume. L'insieme dei valori è stato analizzato utilizzando vari metodi statistici. Tuttavia la maggiore segmentazione di dati si ottiene considerando la loro provenienza geografica e il gruppo climatico (classificazione koppen) di appartenenza. Questi due ultimi algoritmi sono stati utilizzati per la realizzazione della carta della erosività dei suoli dell'area di studio. Per la costruzione della carta sono stati utilizzati i risultati del rilevamento pedologico. Per ogni unità cartografica pedologica sono state definite le caratteristiche tessiturali medie degli orizzonti superficiali e il loro contenuto di sostanza organica. Tali caratteristiche sono gli input base per la stima delle caratteristiche di erosività dei suoli. La maggior dipendenza è sostanzialmente su base climatica e sull'abbondanza di elementi litici (scheletro + pietrosità + rocciosità).

Nella figura successiva sono indicati i raggruppamenti climatici/elementi litici propri dei nostri ambienti e si evidenzia la differenza delle varie popolazioni statistiche dei valori di K presenti nel dataset utilizzato. In particolare i dati misurati di erosività dei suoli italiani si associano al gruppo indicato come HF.



Valori di K per combinazioni Area climatica/Pietrosità

Sulla base delle esperienze sopra richiamate il dott. Borselli del CNR-IRPI di Firenze ha sviluppato un software specifico (KQUERY versione 1.2) che permette, conoscendo il raggruppamento climatico, la pietrosità totale (R%), il contenuto di sostanza organica (om%) e il logaritmo del diametro medio geometrico della distribuzione tessiturale del suolo (Dg), di interrogare il database e ottenere la distribuzione dei valori di K per valori di input simili.

Di seguito è presentato l'output del programma KQUERY 1.2 in formato tabellare e in formato grafico per la unità 2 cartografata nel Bacino di Bilancino:

KQUERY 1.2 (2004,2005) - by L. Borselli CNR-IRPI (Florence,IT)
borselli@irpi.cnr.it

Condition choosen for Query K database: hot/temperate soil
with rock fragment <10

Dg value: -1.700

Om (%) value: 6.000

Sg value: 1.122

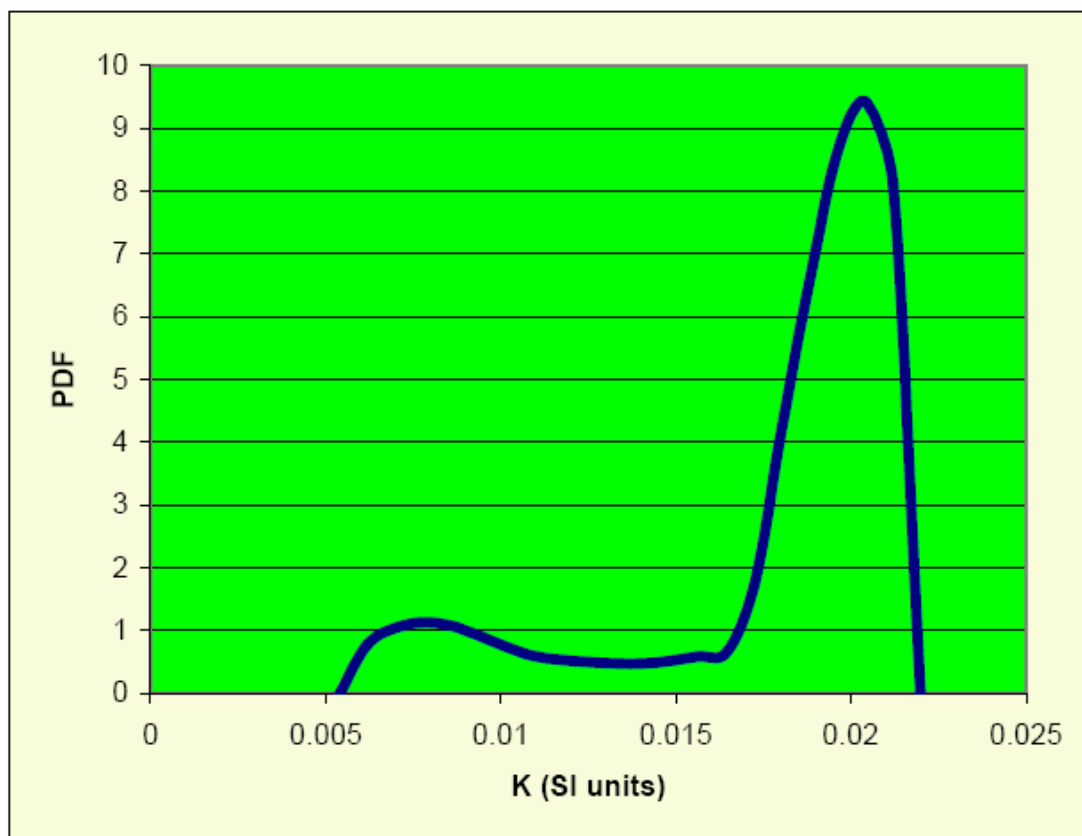
Derived K statistic from computed population:

mean K 0.01859

std dev K 0.00349

modal K 0.01974

minimum K	0.00595
K $q=0.10$	0.01189
K $q=0.25$	0.01906
K $q=0.50$	0.01981
K $q=0.75$	0.0206
K $q=0.90$	0.021
maximum K	0.02127



L'applicazione del modello KUERY è stata eseguita e verificata sul bacino del Bilancino e ha permesso di effettuare una stima del valore K per ogni unità pedologica della banca dati del Bilancino e dell'Area dei sottobacini Ponterosso - Cesto e di associare, ad ogni unità cartografica, un valore di riferimento.

I valori di K utilizzati sono quelli mediani, fanno eccezione i casi in cui si riscontrano potenziali condizioni di instabilità di struttura (legati ad un alta concentrazione di sodio scambiabile - ESP: *exchangeable-sodium percentage*), quando il modello verifica tali condizioni il valore K di output è quello corrispondente al 90 percentile.

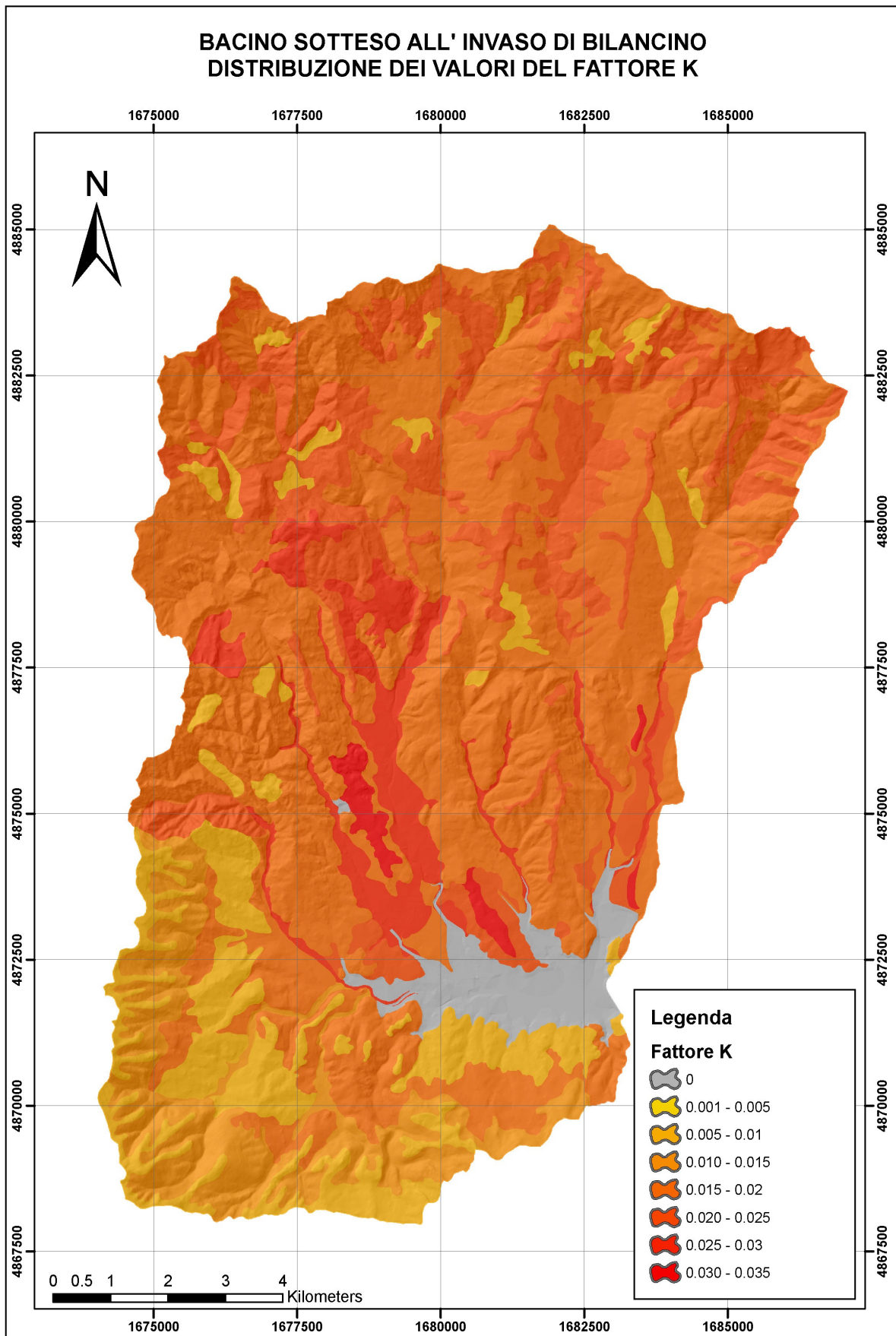
4.2. VALORI DI K PER L'AREA IN STUDIO

La tabella di corrispondenza tra unità cartografiche e valori del fattore K e la rappresentazione geografica degli stessi per il Bilancino sono riportati nelle pagine seguenti .

Gruppo R<10%	Unità Cartografica	Dg	S.O. %	R%	K stimato
	unit2 (MAN1)	-1.7	6		0.021
	unit4 (PLL1)	-1.265	4		0.02119
	unit5 (PNN1)	-2.33	3		0.01551
	unit6 (PNN2)	-2.3	2		0.02128
	unit7 (SER1)	-2.54	2.9		0.01578
	unit8 (MIG1)	-1.655	7		0.01662
	unit10 (APP1)	-2.48	6		0.01983
	unit11 (AGL1)	-1.715	2.5		0.02526
	unit12 (CST1)	-1.7	0.3		0.02266
	unit15 (GAV1)	-2.135	2.5		0.01684
	unit16 (PAL1)	-2.045	1.3		0.01769
	unit17 (PAL2)	-2.015	1.9		0.01767
	unit20 (PIM1)	-2.075	3.6		0.01935
	unit22 (FIU1)	-2.315	1.5		0.01543
	unit23 (PAO1)	-1.505	1.5		0.03161
	unit24 (CAV1)	-2.06	2.4		0.02342
	unit25 (CA01)	-1.7	1.35		0.02352
	unit26 (POD1)	-1.295	1.8		0.02978
	unit28 (CMT1)	-1.565	1.75		0.02702

Gruppo R>10%	Unità Cartografica	Dg	S.O. %	R%	K stimato
	unit1 (PRA1)		2	20	0.01542
	unit3 (PLB1)		5	20	0.01917
	unit9 (VAL1)		6	35	0.01401
	unit13 (PET1)		3.5	35	0.0051
	unit14 (ERB1)		1.3	40	0.0073
	unit18 (SOD1)		2.9	32	0.00743
	unit19 (PNN3)		2.5	22	0.01547
	unit21 (MTB1)		1.5	22	0.00691
	unit27 (CAS1)		3.2	53	0.01701
	unit29 (COR1)		3.1	35	0.01447

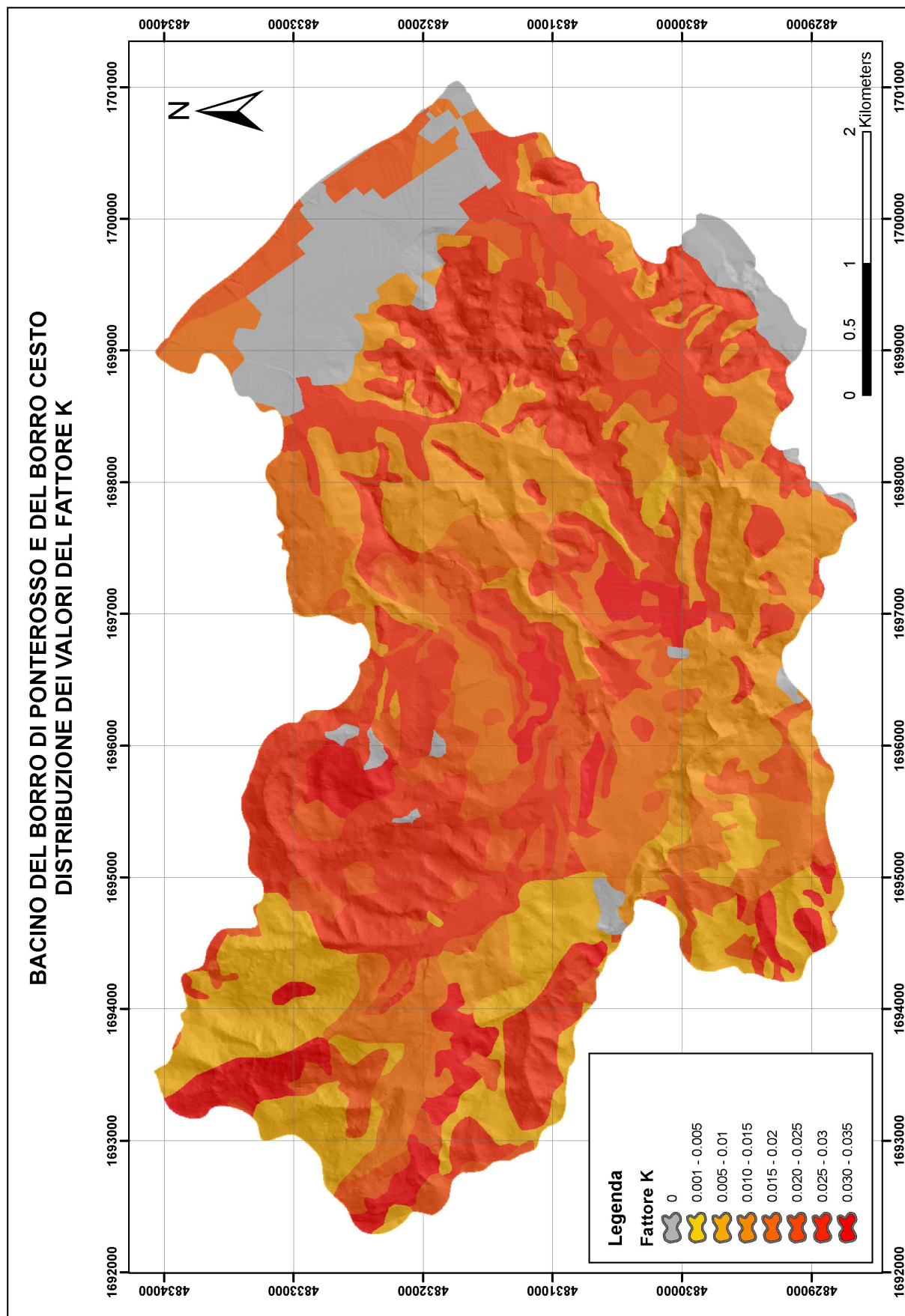
Tabella di corrispondenza tra unità cartografiche pedologiche e valori di K. Sono indicati anche i valori di ingresso per l'applicazione del modello KUERY, ovvero la pietrosità totale (R%), il contenuto di sostanza organica (SO%) e il logaritmo del diametro medio geometrico della distribuzione tessiturale del suolo (Dg) per suoli con R < 10%.



Per l'area dei bacino borro Ponterosso - borro del Cesto tabella di corrispondenza tra unità cartografiche e valori del fattore K e la rappresentazione geografica degli stessi sono le seguenti:

Gruppo R<10%	Unità Cartografica	Dg	S.O. %	R%	K stimato
	1	1.0265	1.8		0.02592
	2	1.91	1.8		0.02049
	3	1.925	1.8		0.01865
	5	n.d.	n.d.		0.028005
	6	1.5755	1		0.02425
	7	1.6115	1.9		0.03176
	8	2.2025	1.7		0.01953
	9	1.5185	2.4		0.02904
	10	1.895	1.4		0.0258
	11	1.7045	1.2		0.02367
	12	1.8845	7.6		0.015
	13	1.925	6		0.01971
	14	1.514	5		0.02739
	20	0.977	0.5		0.02039
	21	0.977	0.5		0.02039
	22	1.292	3.1		0.029
	23	1.4675	4.6		0.0302
	25	0.8765	0.7		0.0293
	26	1.544	11		0.01491

Gruppo R>10%	Unità Cartografica	Dg	S.O. %	R%	K stimato
	15		1.4	10	0.01598
	17		1.9	10	0.01561
	19		1.5	17	0.01622
	18		2.1	20	0.00722
	24		4.9	27	0.00615



5. WP2 - STIMA QUALITATIVA DELL'ERODIBILITÀ DEI SUOLI SU BASE LITOLOGICA (K_LITO)

Il secondo pacchetto di lavoro (WP2) è stato incentrato sull'esecuzione di un'indagine finalizzata alla raccolta di valutazioni sull'erosibilità del suolo, utilizzando informazioni qualitative su base geologica e litologica, effettuate da esperti di medio livello che operano sul territorio (essenzialmente geologi, agronomi e forestali). Tale indagine è impostata sulla compilazione di un questionario da sottoporre ad un campione rappresentativo di tecnici, con lo scopo di ottenere un rating di erodibilità, generato da una valutazione esclusivamente qualitativa, da associare ad alcune delle principali litologie presenti nel bacino del fiume Arno.

5.1. DEFINIZIONE DELLE CLASSI LITOLOGICHE DI RIFERIMENTO

Processo formalmente molto semplice, ma operativamente capace di notevoli complicazioni, è quello che porta ad associare alle varie formazioni geologiche desumibili dalla cartografia geologica dei bacini considerati un litotipo di riferimento.

Le problematiche da considerare sono essenzialmente le seguenti:

- cartografia geologica sviluppata secondo criteri formazionali talvolta privi di omogeneità dei litotipi;
- definizione dei litotipi all'interno delle formazioni secondo criteri talvolta non completamente esplicitati (es. mancanza di una chiara suddivisione granulometrica tra argille, limi e sabbie);
- definizione dei litotipi in considerazione di fattori strettamente litologici o con elementi litotecnici (ad es. Competenza, consistenza).

Inoltre il lavoro in questione presenta anche problemi connessi alla base dati geologica, infatti ad oggi è necessario valutare i possibili compromessi tra:

- dettaglio della base geologica;
- aggiornamento del rilevamento;
- omogeneità e continuità cartografica delle formazioni geologiche mappate.

Per i bacini considerati la situazione è molto ricca ma estremamente disomogenea. Al punto che, per rispettare l'indispensabile continuità cartografica della banca dati geologica, è stato necessario avvalersi della geografia della banca dati geologica elaborata dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno derivata dalla carta geologica d'Italia II edizione (rilevamento e restituzione cartografica databile a metà degli anni '60). Tale elaborazione ha permesso di superare i ben noti problemi di discontinuità tra diversi fogli (particolarmente evidenti tra i fogli interessanti il bacino del Bilancino) e di riferire ad un'unica formazione unità analoghe per caratteristiche geologiche. Sulla base di tale banca dati è stato effettuato un confronto con i contenuti e la geografia della cartografia prodotta nell'ambito del CARG nazionale e regionale. La qualità dei contenuti di tale rilevamento è risultata molto alta e la libera diffusione degli stessi (tramite il sito web delle Regione Toscana) ha permesso di acquisire facilmente i vari stati di avanzamento, tuttavia anche in questo caso il livello di continuità e completezza tra fogli contigui è risultato insufficiente ai nostri scopi. In particolare anche per il nuovo CARG non risulta superato il problema della discontinuità tra fogli contigui.

Una volta definita la banca dati geografica geologica di riferimento è stata elaborata una prima proposta di suddivisione dei litotipi, definiti da una prevalente caratterizzazione litotecnica. Tale scelta si è basata su un lavoro inedito effettuato per l'Autorità di Bacino nel

corso della predisposizione del "Piano Straordinario" ex dl 180/98 (Carmignani et al., 1999 in stampa), lavoro che ha dato buona prova nell'ambito della costruzione del quadro conoscitivo del Piano di bacino, Stralcio "Assetto Idrogeologico", in riferimento al comportamento delle diverse formazioni rispetto al complesso dei dissesti geomorfologici di versante.

Tabella di corrispondenza tra litotipi e formazioni geologiche della banca dati geologica del bacino dell'Arno (su base carta geologica d'Italia II serie e integrazioni CARG)

Cod. litotipo	Descrizione litotipi	Cod. geologia	Formazione geologica	Area totale(kmq)
51	Rocce arenacee con interstrati pelitici	AC	"Arenarie di Monte Cervarola": prevalenza di arenarie turbiditiche quarzoso-feldspatiche a grana fine, alternate a marne, stratificazione da sottile a molto spessa. Aquitaniano-Langhiano superiore (Miocene inferiore)	80,8
		MG	"Macigno": arenarie quarzoso-feldspatiche alternate a sottili interstrati di argilliti e siltiti; nella parte superiore olistostromi (ol) di "caotico" . Oligocene medio-superiore	
		PF	"Pietraforte": arenarie calcaree alternate ad argilliti. Cretaceo superiore-Eocene inf.	
62	Complessi a struttura caotica a prevalente componente pelitica	CB	"Complesso caotico" (Sillano, marne di Vicchio, melange tettonico di Barberino): Argille e marne con calcari, calcari marnosi, arenarie e calcareniti intercalate, talora brecce sedimentarie costituite da rocce verdi, diaspri e calcari litografici.	33,7

Cod. litotipo	Descrizione litotipi	Cod. geologia	Formazione geologica	Area totale(kmq)
22	Depositi sabbiosi moderatamente addensati	AT	Alluvioni terrazzate del Pleistocene Superiore. Ambiente fluviale e fluviolacustre	22,87
		SB	"Sabbie di Bucine": sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi con intercalazioni di limi argillosi e argille torbose o lenti ghiaiose ad elementi arenacei (Sabbie di La Loccaia, Limi di latereto e Pian di Togna del CARG). Ambiente fluviolacustre del Pleistocene medio	
		VS	"Sabbie del Tasso": sabbie con lenti di ciottoli e sabbie argillose. Ambiente fluviolacustre del Pleistocene inferiore	
		SPA-SBC	"Sabbie di palazzetto" e "Sabbie di Borro Cave": sabbie, sabbie limose e limi sabbioso-argillosi. Terreni più grossolani all'interno delle "Argille di Figline" (VAG) della Carta Geologica d'Italia, Ambiente fluviolacustre del Pliocene superiore - Pleistocene Inferiore	
54	Rocce carbonatiche alternate a rocce pelitiche	ALB	"Alberese" o "formazione di Monte Morello ": calcari a grana fine grigio chiari, calcari marnosi scuri e arenarie calcaree gradate. Paleocene-Eocene medio	18,68
61	Rocce pelitiche con intercalazioni lapidee	FPAC	Intercalazioni frequenti o potenti di marne siltose e siltiti nelle arenarie del Monte Cervarola.	8,2
25	Depositi superficiali incoerenti a granulometria variabile a prevalente comportamento granulare	ALL	Alluvioni recenti e attuali. Olocene	6,58

Cod. litotipo	Descrizione litotipi	Cod. geologia	Formazione geologica	Area totale(kmq)
12	Depositi limoso-argillosi moderatamente consistenti	VAG	"Argille di Figline": argille stratificate con intercalazioni sabbiose e lenti di ciottoli arenacei e rari straterelli lignitiferi. Ambiente fluviolacustre del Pleistocene Inferiore	5,47

La descrizione dei litotipi è rivolta a tecnici con una conoscenza della terminologia geotecnica e litologica di medio livello, di fatto la figura professionale di riferimento è necessariamente il geologo.

5.2. DEFINIZIONE DELLE CLASSI DEI VALORI DI K

La valutazione empirica dell'erosibilità su base litologica richiede di definire delle classi di riferimento che abbiano una corrispondenza ad un intervallo di valori e che siano denominate mediante descrizioni semplici ma evocative di una chiara scala relativa: (erosibilità) *nulla o molto bassa, bassa (o moderata), media, elevata, molto elevata*. Alla descrizione può essere associata una scala di valori puramente numerica per una migliore gestione dei dati.

Le classi non possono essere né troppo numerose né troppo poche, pena il rischio di forzare il valutatore verso poche scelte non condivise dallo stesso o, al contrario, pena la dispersione delle valutazioni e la conseguente necessità di elaborare ulteriormente i dati.

La scelta è caduta su 5 classi così descritte:

Classe	Erosibilità
0	Nulla
1	Bassa
2	Media
3	Elevata
4	Molto Elevata

Una volta definito il numero di classi ritenute più efficaci per la valutazione empirica dell'erosibilità dei suoli, si pone il problema di definire a quali intervalli di valori corrispondono le varie classi. I criteri da noi valutati sono stati essenzialmente di due tipi:

- A) scelta di valori statistici descrittivi della popolazione di valori di k relativi ad una condizione "relativa" ovvero propri di un range di valori dell'ambiente indagato;
- B) scelta di valori statistici descrittivi della popolazione di valori di k relativi ad una condizione "assoluta" ovvero propri di un range di valori globale.

La prima ipotesi è stata valutata positivamente in prima battuta. Infatti si riteneva più adatta ad un confronto omogeneo tra valori di K "rigorosi" calcolati negli ambienti descritti nei paragrafi precedenti e stime qualitative di erosibilità effettuate da tecnici abituati a

lavorare nell'ambito toscano. Si assumeva di fatto una sensibilità di valutazione strettamente relativa ad un ambito locale. L'indagine statistica ha invece dimostrato che l'applicazione della scala di erodibilità bassa / media / elevata / molto elevata è di fatto utilizzata come scala assoluta e non tarata al solo ambiente oggetto del lavoro. Si è quindi optato per l'ipotesi B facendo riferimento all'esperienza di Torri et al. (1997) come range di valori di K e come limiti tra classi di valori.

Per le classi di erodibilità sono quindi proposti i seguenti intervalli di valori.

Classe	Erodibilità	Intervallo valori di k (Mg ha h ha ⁻¹ MJ ⁻¹ mm ⁻¹)	Valore di K assegnato come centroide
0	Nulla	< 0.001	0.001
1	Bassa	0.001-0.01	0.01
2	Media	0.01 - 0.03	0.02
3	Elevata	0.03 - 0.05	0.04
4	Molto Elevata	>0.05	0.06

5.3. METODOLOGIA DELL'INDAGINE CONOSCITIVA PER LA VALUTAZIONE QUALITATIVA DELL'ERODIBILITÀ SU BASE LITOLOGICA

Al fine di ottenere una valutazione qualitativa sull'erodibilità dei suoli associati ai principali litotipi presenti nelle due aree campione, è stata predisposta una scheda di valutazione dell'erodibilità intitolata "Indagine conoscitiva per la valutazione qualitativa dell'erodibilità su base litologica", scheda predisposta per l'invio diretto ad un campione rappresentativo di professionisti e pubblici dipendenti con esperienza nel settore della valutazione territoriale in generale.

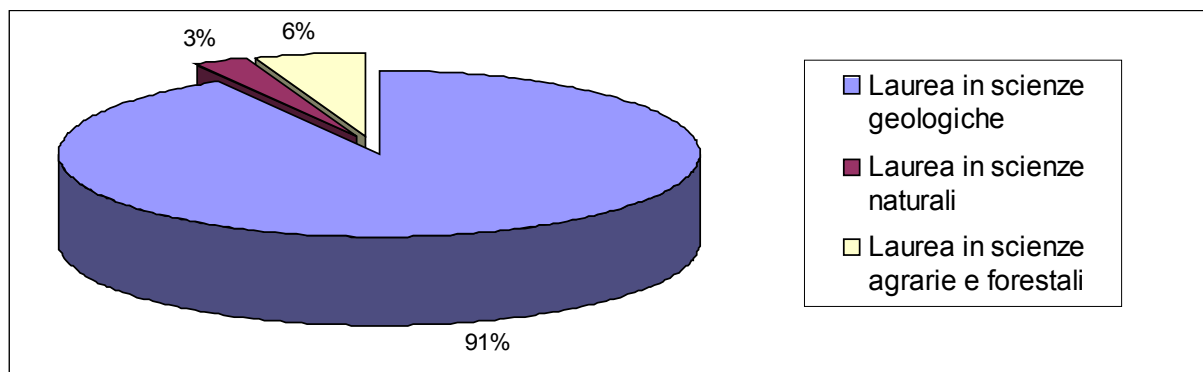
Tale scheda, riportata integralmente in allegato 5, è stata predisposta in formato PDF, con campi riempiabili direttamente dall'utente, utilizzando il programma Adobe Designer ® che permette di creare moduli interattivi distribuibili appunto sotto forma di documenti pdf, dal quale l'utente trasmette via e-mail i dati secondo il formato XML. Nella prima pagina della scheda sono riportate tutte le indicazioni necessarie per sua corretta compilazione e trasmissione tramite posta elettronica in modo completamente anonimo.

La scelta del campione per l'indagine statistica è stata effettuata in modo da escludere personale con esperienza troppo approfondita nell'applicazione della metodologia USLE o neel problematiche di erodibilità dei suoli, infatti il fine del lavoro è stato proprio quello di verificare le corrispondenze tra valutazione puramente qualitativa dell'erodibilità da parte di un addetto ai lavori di media esperienza, effettuata unicamente su base litologica, e la sua definizione quantitativa associabile al valore del fattore K calcolato in forma rigorosa su basi pedologiche.

Da una prima indagine conoscitiva effettuata nell'ambito delle principali categorie professionali operanti nel settore della difesa del suolo (Ingegneri, Geologi, Naturalisti, Agronomi e Forestali) è risultato che i Geologi possedevano le caratteristiche più idonee per il fine del lavoro. Infatti, oltre ad avere in genere una minore esperienza nell'applicazione rigorosa della modellistica USLE (fatto che ad esempio ha portato ad escludere numerosi candidati agronomi e forestali dell'ambito della ricerca), presentano anche la necessaria

conoscenza delle formazioni geologiche che concorrono alla definizione dei litotipi individuati nella scheda di riferimento, nonché la capacità di valutare i rapporti tra possibili tipi di copertura (suoli) e il substrato litologico.

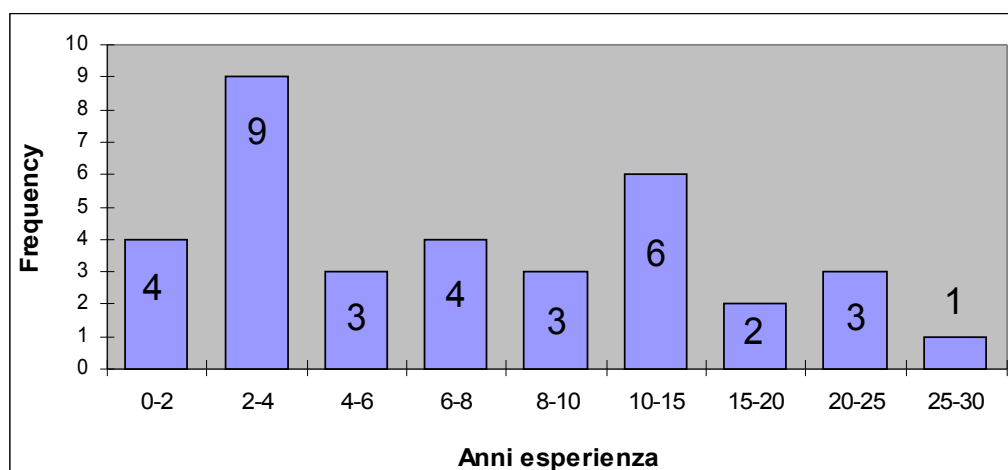
Per tale motivo il campione inizialmente individuato per lo svolgimento dell'indagine statistica, composto da 60 professionisti e pubblici dipendenti operanti nel settore della difesa del suolo, è stato costituito per circa il 70% da Geologi e per il restante 30% dalle altre figure professionali. Le risposte pervenute sono state 37, di cui la quasi totalità da parte di Geologi (34) e le restanti 3 da Agronomi (1), Naturalisti (1) e Forestali (1).



Distribuzione per tipo di laurea campione intervistati

I dati acquisiti sono stati quindi trasferiti in un database relazionale sotto Microsoft Access al fine di estrarre tutte le informazioni utili per lo svolgimento del lavoro tramite semplici query sql.

La scheda è stata predisposta in forma anonima, anche se la metodologia di raccolta del dato permette di risalire in parte ai compilatori i dati sono stati trattati tutti in tale forma. Nella scheda è stato richiesto di indicare gli anni di esperienza maturati nel settore della valutazione territoriale, intesa nella sua accezione più ampia, valutando che le procedure logiche di valutazione qualitative di caratteristiche del territorio derivabili da elementi fisici (geologia, morfometria, etc.) abbiano una matrice comune.



Frequenza nel campione intervistati per anni di esperienza

Come è possibile facilmente valutare il campione ha una distribuzione abbastanza omogenea con una buona componente "giovane" dal punto di vista dell'esperienza.

6. WP3: ANALISI DEI RISULTATI E CONFRONTO TRA K "RIGOROSO" E K "QUALITATIVO".

6.1. ANALISI ED ESPLICITAZIONE DEI RAPPORTI TRA K "RIGOROSO" E TIPI LITOLOGICI

L'analisi trattata in questo capitolo ha lo scopo di individuare la variazione della distribuzione delle classi e dei valori di K_{pedo} all'interno di uno stesso litotipo e quindi tentare di esplicitare il livello di correlazione tra K_{pedo} e tipi litologici, effettuando alcune prime valutazioni specifiche a supporto della discussione generale effettuata nel WP4.

Le elaborazioni sono state eseguite sfruttando le funzionalità di analisi geografica (*geoprocessing*) di ArcGis 9.x e ArcView 3.x, in particolare le funzioni *Zonal Statistics* e *Tabulate Areas* disponibili nei due software. I risultati sono stati rielaborati con foglio di calcolo per il calcolo di alcuni indici statistici e al fine di una migliore gestione a stampa e presentazione.

Tutti i dati sono relativi ai valori di K e ai tipi litologici delle due aree in studio, Bilancino e bacini borro Ponterosso e borro del Cesto. Il lavoro di confronto ed omogeneizzazione illustrato nel paragrafo 3.2.4 permette di trattare unitariamente le due aree geografiche.

Sono state effettuate due elaborazioni distinte:

- I. distribuzione delle classi dei valori di K_{pedo} in relazione ai litotipi, distribuzione espressa in percentuale della superficie totale del litotipo;
- II. distribuzione dei valori di K_{pedo} in relazione ai litotipi, distribuzione espressa in percentuale della superficie totale del litotipo;

La prima elaborazione è indirizzata a valutare la variabilità delle classi di K_{pedo} all'interno dei litotipi utilizzando i limiti e le classi definiti nei paragrafi precedenti.

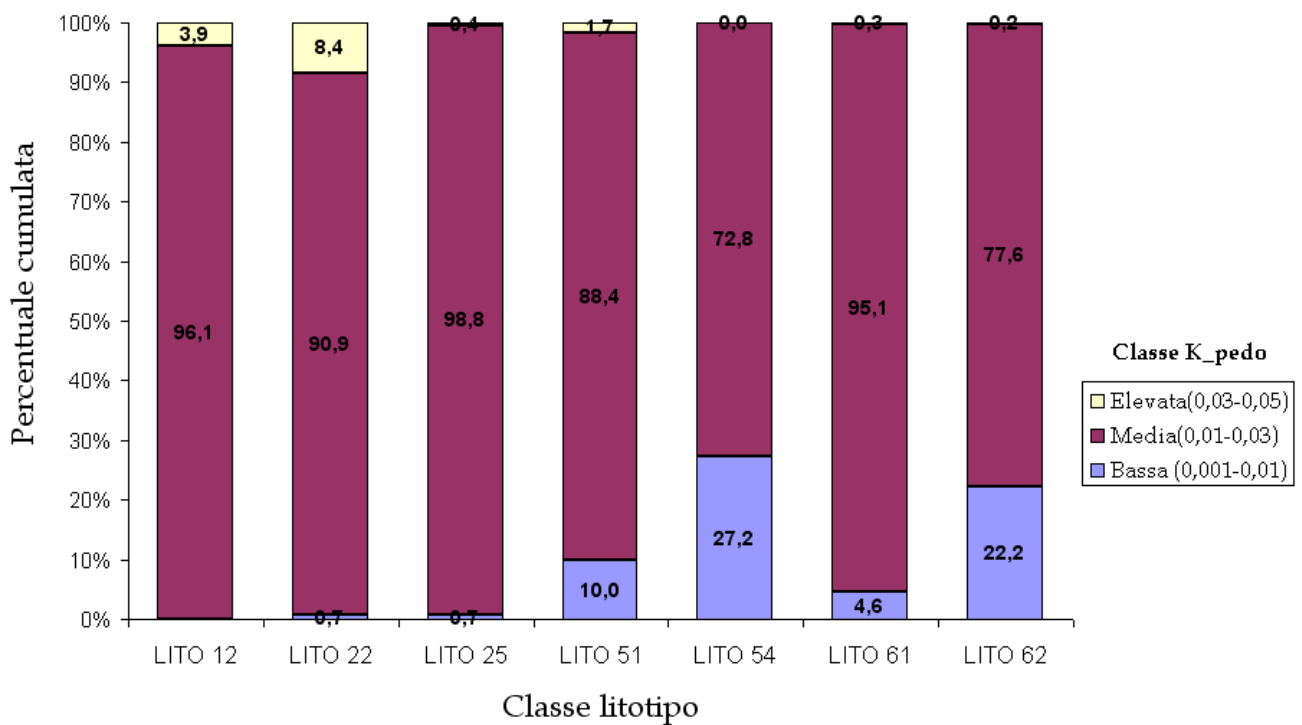
La seconda elaborazione vuole invece fornire indici statistici strettamente legati alla variabilità dei valori numerici di K_{pedo} all'interno dei tipi litologici.

Le elaborazioni sono state effettuate escludendo dall'analisi geografica le aree prive di valori di K (no data), si consideri inoltre che le classi K_{pedo} "Molto Bassa" e "Molto Elevata" non sono rappresentate nell'area considerata ovvero non sono stati rilevati suoli con $K < 0,001$ o $K > 0,05$.

In relazione al primo caso si consideri tabella e grafico seguenti:

Classe K	LITO 12	LITO 22	LITO 25	LITO 51	LITO 54	LITO 61	LITO 62
Molto Bassa (<0,001)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bassa (0,001-0,01)	0,0	0,7	0,7	10,0	27,2	4,6	22,2
Media(0,01-0,03)	96,1	90,9	98,8	88,4	72,8	95,1	77,6
Elevata(0,03-0,05)	3,9	8,4	0,4	1,7	0,0	0,3	0,2
Molto Elevata (> 0,05)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabella della distribuzione delle classi di K_pedo per tipi litologici
(percentuale della superficie totale del tipo litologico)



Istogramma della distribuzione classi K_pedo per tipi litologici
(percentuale della superficie totale del tipo litologico)

Dalla tabella e dal relativo istogramma si può notare una forte omogeneità della classe K_pedo in relazione ai litotipi, per tutti i litotipi indicati prevalgono valori di K compresi tra 0,01 e 0,03.

Per valutare la variabilità del K_pedo in relazione ai litotipi risulta evidente la necessità di un'analisi basata sulla determinazione statistico descrittiva dell'insieme dei valori di K_pedo e non delle classi ad essi associate. Da ciò lo svolgimento della seconda elaborazione sopra richiamata, ovvero l'analisi della distribuzione dei valori di K_pedo in relazione ai litotipi, distribuzione espressa in percentuale della superficie totale dei litotipi.

Si consideri infatti tabella e relativo grafico sottostanti:

Classe Lito	Valori K_pedo						
	Media	Deviazione standard	Coefficiente di variazione %	Mediana	Moda	Minimo	Massimo
12	0,0196	0,0053	27,3	0,01540	0,01540	0,0072	0,0316
22	0,0229	0,0061	26,8	0,02350	0,01540	0,0072	0,0318
25	0,0221	0,0049	22,0	0,02420	0,02590	0,0072	0,0316
51	0,0178	0,0053	29,5	0,01680	0,01540	0,0051	0,0318
54	0,0126	0,0048	38,2	0,01400	0,01400	0,0051	0,0290
61	0,0178	0,0037	20,8	0,01680	0,01540	0,0051	0,0302
62	0,0152	0,0049	32,0	0,01550	0,01550	0,0051	0,0302

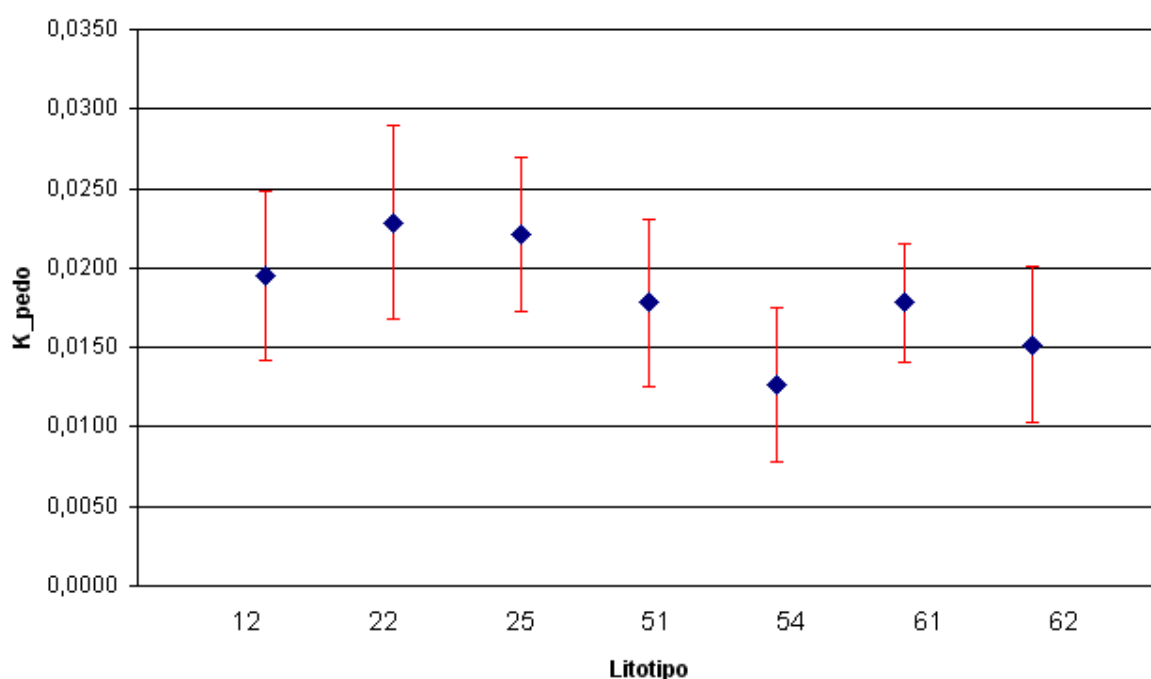


Tabella degli indici statistici e grafico della media e deviazione standard dei valori di K_pedo per i singoli tipi litologici

Dall'analisi della tabella e del grafico si rileva che i singoli litotipi presentano sensibili sovrapposizioni dei valori di K , ma tuttavia i dati medi e mediani risultano, per alcuni litotipi, ben distinti tra di loro e tutti i litotipi presentano, in generale, un accettabile coefficiente di variazione del valore K_pedo.

6.2. ANALISI ED ESPLICITAZIONE DEI RAPPORTI TRA K "QUALITATIVO" E TIPI LITOLOGICI

L'analisi trattata in questo capitolo ha lo scopo di individuare la variazione della distribuzione delle classi di K_lito (ovvero delle classi del K valutato qualitativamente in funzione dei tipi litologici) all'interno di uno stesso litotipo e quindi di estrapolare dei valori di K-lito per tentare di esplicitare il livello di correlazione tra K_lito e tipi litologici, effettuando alcune prime valutazioni specifiche a supporto della discussione generale effettuata nel WP4.

Le elaborazioni sono state eseguite con tramite foglio di calcolo (Excel di Microsoft e Calc di Open Office) partendo dalla banca dati costruita secondo le specifiche del capitolo 5.3.

Sono state effettuate tre elaborazioni distinte che hanno permesso di eseguire un'analisi analoga a quella effettuata per K_pedo:

- I. distribuzione delle classi dei valori di K_lito in relazione ai litotipi, distribuzione espressa in percentuale della superficie totale del litotipo;
- II. attribuzione di un valore numerico di K rappresentativo delle classi K_lito attribuite qualitativamente;
- III. distribuzione dei valori di K_lito in relazione ai litotipi, distribuzione espressa in percentuale della superficie totale del litotipo.

La prima elaborazione è indirizzata a valutare la variabilità delle classi di K_lito all'interno dei litotipi.

La seconda elaborazione vuole invece estrapolare dei valori numerici di K dalle classi K_lito, per poter quindi dare seguito sia al confronto numerico tra K "rigoroso" e K "qualitativo" del prossimo capitolo sia alla terza elaborazione richiamata sopra. Questa è finalizzata a fornire indici statistici descrittivi della variabilità della valutazione qualitativa di K (K_lito) all'interno dei tipi litologici.

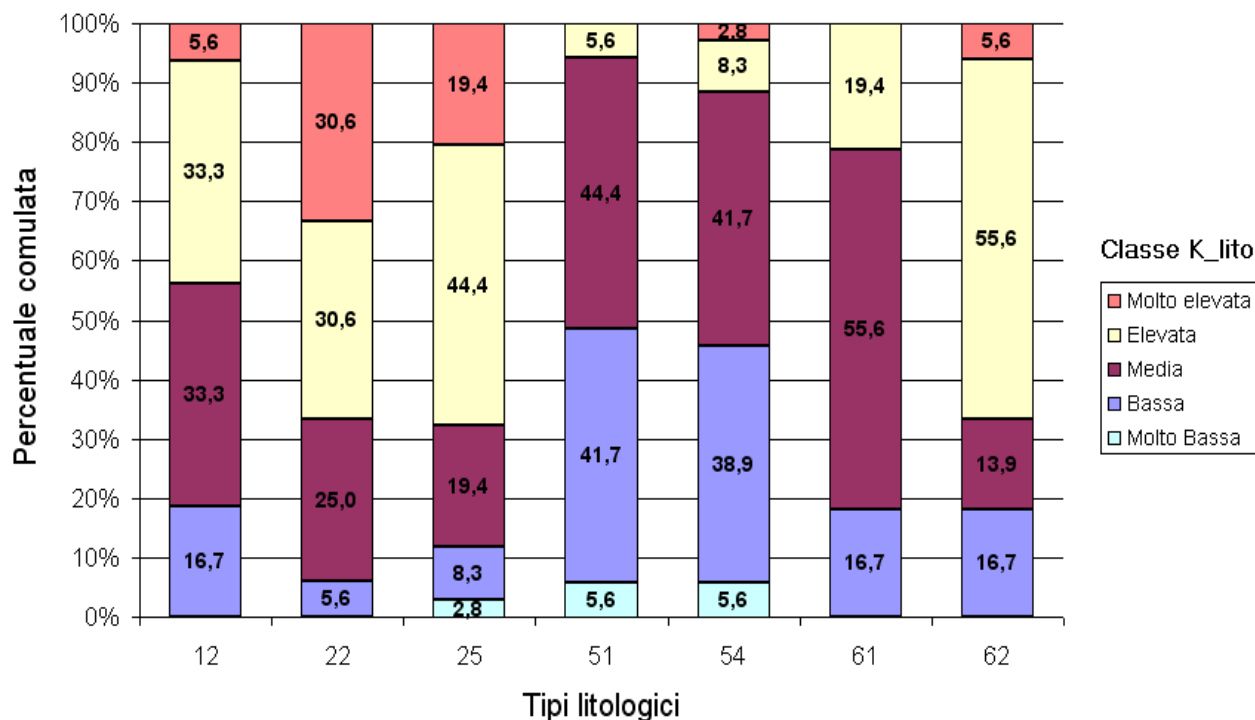
Le elaborazioni sono state effettuate escludendo dall'analisi geografica le aree prive di valori di K (no data), si consideri che in questo caso i valutatori hanno utilizzato anche le classi K_lito "Molto Bassa" e "Molto Elevata".

In relazione al primo caso si consideri tabella e grafico seguenti:

		Tipi Litologici						
		12	22	25	51	54	61	62
Classe K_lito	Molto Bassa	0,0	0,0	2,8	5,6	5,6	0,0	0,0
	Bassa	16,7	5,6	8,3	44,4	41,7	16,7	19,4
	Media	36,1	27,8	22,2	44,4	41,7	61,1	16,7
	Elevata	36,1	33,3	47,2	5,6	8,3	22,2	55,6
	Molto elevata	11,1	33,3	19,4	0,0	2,8	0,0	8,3
		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabella della distribuzione delle classi di K_lito per tipi litologici

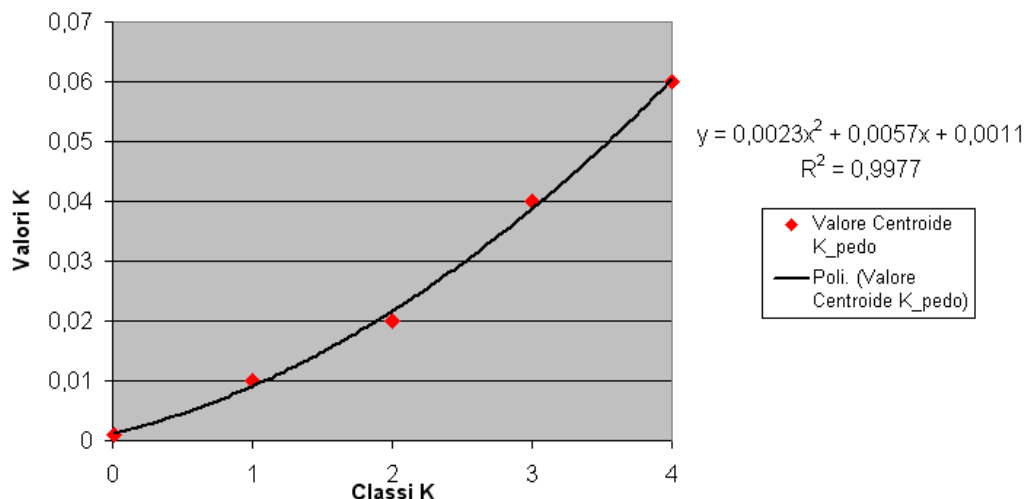
(percentuale della superficie totale del tipo litologico)



Istogramma della distribuzione delle classi K_lito per tipo litologico
(percentuale sulla superficie totale del tipo litologico)

Dalla tabella e dal relativo istogramma si può notare una forte eterogeneità della distribuzione delle classi K_lito in relazione ai litotipi, si nota inoltre la marginalità della classe "Molto Bassa" per tutti i tipi litologici considerati e la presenza significativa di quella "Molto Elevata" solo per i tipi litologici 22 e 25. Evidente è comunque una generale difformità con l'istogramma di pagina 35.

Per estrapolare dei valori numerici di K dalle classi K_lito ad ogni classe di erodibilità è stato attribuito un valore di K, ricavato dall'interpolazione dei valori assegnati come centroidi delle classi K (vedi tabella a pagina 32).



Polinomiale interpolazione dei valori centroidi delle classi K_pedo

L'interpolazione dei dati ha permesso di individuare una polinomiale ipoteticamente esplicativa della relazione dei valori di K con le classi K, polinomiale che è stata applicata alle relative classi K_lito ottenendo quindi per ogni classe un valore di K. Tale valore rappresenta quindi il valore K ricavabile dalla curva che descrive la variazione ipotetica dell'insieme dei valori di K all'interno delle classi K_lito.

L'operazione appena descritta ha quindi permesso di effettuare, in analogia a quanto già esguito con K_pedo, l'analisi della distribuzione dei valori di K_pedo in relazione ai litotipi, distribuzione espressa in percentuale della superficie totale del litotipi.

Si consideri tabella e relativo grafico sottostanti:

		Valore K			
		Media	Deviazione Standard	Coefficiente di Variazione %	Mediana
Tipo litologico	12	0,0301	0,0154	51,1	0,02
	22	0,0397	0,0172	43,4	0,04
	25	0,0358	0,0164	45,9	0,04
	51	0,0159	0,0089	56,0	0,02
	54	0,0178	0,0121	67,7	0,02
	61	0,0234	0,0096	40,9	0,02
	62	0,0321	0,0149	46,4	0,04

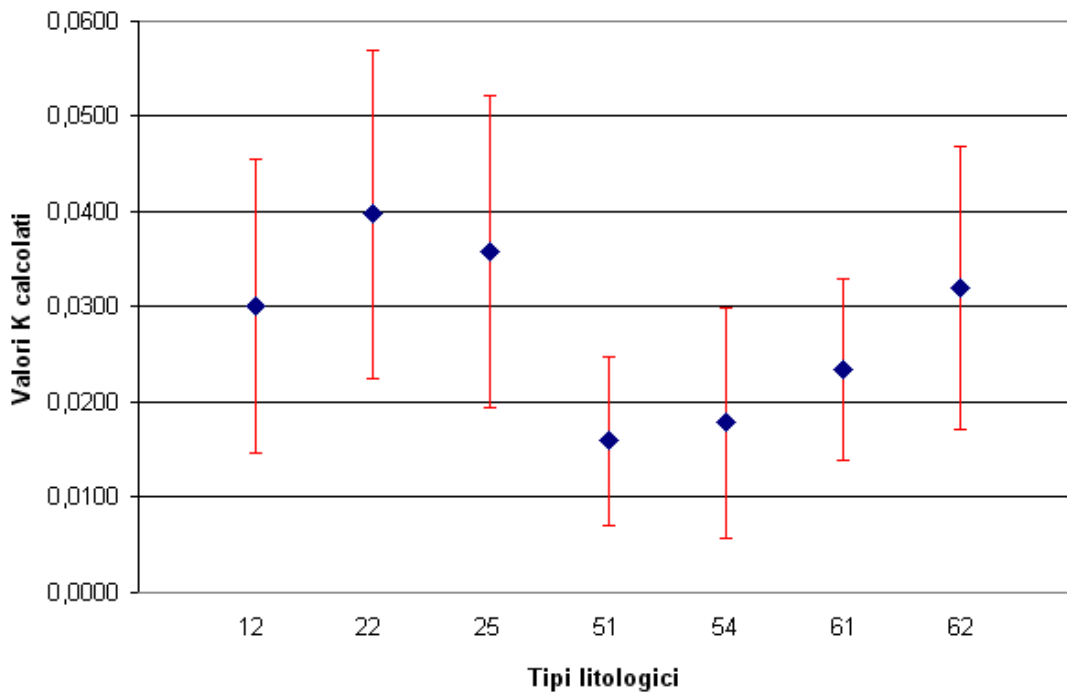


Tabella degli indici statistici e grafico della media e deviazione standard dei valori di K, calcolati per le classi K_lito, per i singoli tipi litologici

Si nota che le elaborazioni proposte pongono in ulteriore risalto la generale variabilità del valore K "qualitativo" in relazione ai tipi litologici considerati. I valori della deviazione standard e, in particolare, del coefficiente di variazione, confermano una notevole eterogeneità delle classi di K assegnate dai valutatori. Tabella e grafico sovrastanti inoltre permettono un primo rapido confronto con quanto esplicitato al capitolo 6.1. Dall'analisi della tabella si noti inoltre di come i valutatori tendono in generale a sovrastimare i valori di K_lito rispetto ai corrispettivi valori di K_pedo a parità di classe, tuttavia i valori limite alla della suddivisione proposta a pagina 32, risultano sostanzialmente corretti a conferma che i valutatori hanno effettuato un astima basandosi su classi "assolute" e non relative agli ambienti considerati.

Si tenga in considerazione che la tabella sovrastante è la matrice di assegnazione dei valori di K ai tipi litologici per il confronto numerico tra K "rigoroso" e K "qualitativo" sviluppato nel capitolo seguente.

6.3. CONFRONTO NUMERICO TRA K “RIGOROSO” E K “QUALITATIVO”

Le elaborazioni sviluppate nei capitoli precedenti hanno quindi permesso di avere due banche dati geografiche omogenee e confrontabili. La prima è derivata dalle banche dati pedologiche del Bilancino e del bacino borro Ponterosso e borro del Cesto, dalle quali è stato possibile calcolare in forma rigorosa il valore di K e assegnarlo ad ogni unità cartografica pedologia. La seconda banca dati geografica è invece un'elaborazione della carta dei tipi litologici ai quali sono stati assegnati i valori di K secondo la matrice proposta a pagina 39, secondo i criteri esplicitati nel capitolo precedente.

Risulta ora praticabile un confronto geografico delle due banche dati dei valori di K, tale confronto è stato eseguito sfruttando la matematica delle matrici disponibile sotto Arcview 3.x e ArcGis 9.x, ovvero ponendo a confronto due grid dei valori di K_lito e K_pedo e calcolando pixel per pixel la differenza, in percentuale, dei due valori di K.

Tale confronto sintetizza le discrepanze dovute sia alle differenze intrinseche nella valutazione K_lito rispetto al calcolo di K_pedo, ma anche le discrepanze dovute alla differente geografia tra la cartografia dei suoli e la cartografia dei tipi litologici.

Come criterio di valutazione delle differenze tra i valori K_pedo e K_lito è stata proposta la seguente matrice:

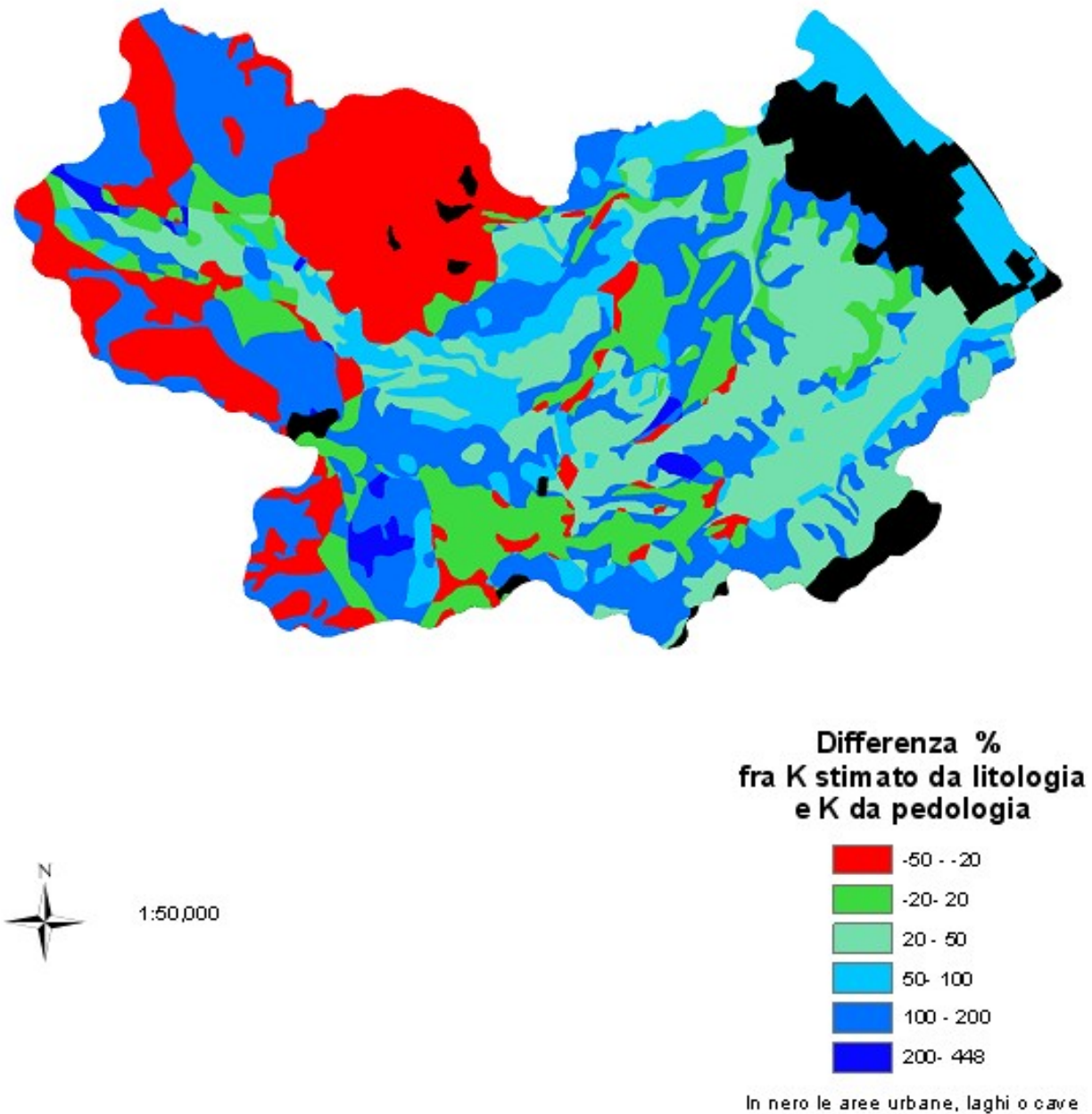
Differenza percentuale tra K_lito rispetto a K_pedo	Classe di Stima
< -20	Sottostima critica
da -20 a +20	Stima accettabile
da 21 a 50	Sovrastima non critica
da 51 a 100	Sovrastima critica
da 101 a 200	Sovrastima molto critica
> 200	Sovrastima estremamente critica

La sottostima superiore al 20% è da intendersi sempre un elemento critico, in quanto può occultare aree potenzialmente pericolose per fenomeni erosivi anche intensi. Diversamente la sovrastima dell'erodibilità è considerata critica, molto critica o estremamente critica per variazioni percentuali superiori al 50% come elemento proporzionalmente negativo nella valutazione delle limitazioni d'uso dei suoli.

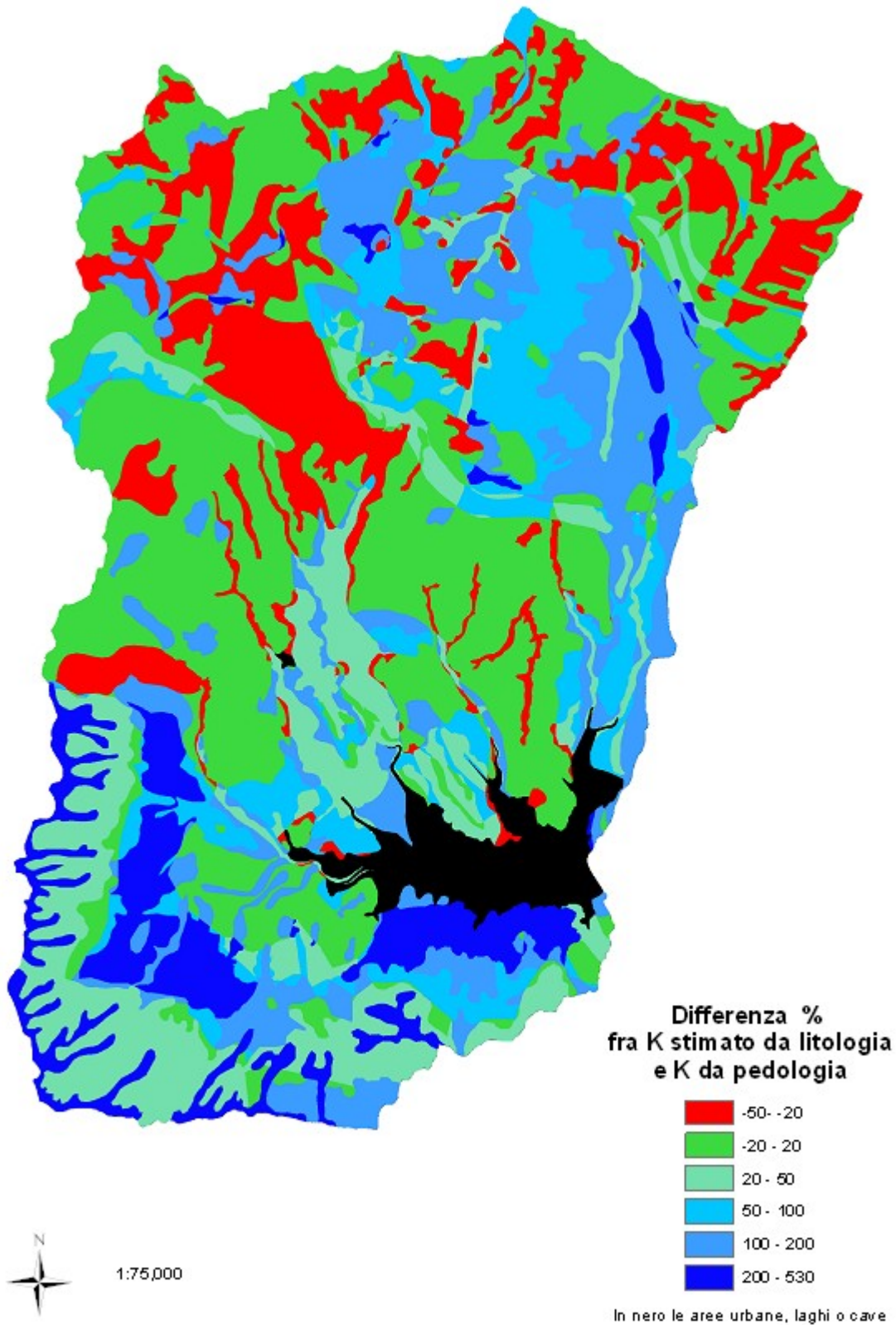
Dall'analisi geografica sono state elaborate due cartografie sintetiche esplicative per il Bilancino e l'area Ponterosso-Cesto e quindi una tabella riassuntiva della distribuzione percentuale delle diverse classi di giudizio rispetto al totale dell'area.

Successivamente, per una migliore analisi dei rapporti con i tipi litologici, è stata analizzata la distribuzione delle classi di stima rispetto agli stessi tipi litologici tramite la funzionalità "Tabulate Area" di ArcView 3.x.

Si consideri la cartografia relativa ai sottobacino borro Ponterosso - borro del Cesto, con riportata la differenza in percentuale fra valori di K "qualitativo" e valori di K "rigoroso", differenza classificata secondo la matrice proposta sopra:



Si consideri poi la cartografia relativa al bacino del Bilancino, con riportata la differenza in percentuale fra valori di K "qualitativo" e valori di K "rigoroso", anche questa classificata secondo la matrice proposta sopra:



Si consideri quindi la tabella riassuntiva della distribuzione percentuale delle classi di stima rispetto al totale dell'area indagata:

Differenza percentuale tra K_lito rispetto a K_pedo	Classe di Stima	Percentuale sul totale dell'area indagata
< -20	Sottostima critica	15,9
da -20 a +20	Stima accettabile	30,55
da 21 a 50	Sovrastima non critica	15,5
da 51 a 100	Sovrastima critica	10,99
da 101 a 200	Sovrastima molto critica	19,91
> 200	Sovrastima estremamente critica	7,14

Meno di 1/3 della superficie totale risulta avere una stima accettabile del valore di K_lito rispetto a valori di K "rigorosi", poco meno del 50% della superficie è interessata da sovrastime considerate da critiche ad estremamente critiche, ca il 16% del totale è invece interessata da una sottostima critica dei valori di K.

Analizzando la distribuzione delle classi di stima per litotipi si notano alcuni elementi di ulteriore criticità. Il litotipo 51, a fronte di una buona percentuale di valori stimati "accettabili" presenta una forte diffusione dei valori sottostimati, il litotipo 62 presenta meno del 5% dei valori stimati come "non critici" o "accettabili". Analogamente al litotipo 51, il litotipo 54 presenta una buona distribuzione di valori stimati "non critici" o "accettabili" ma a fronte di una marcata presenza di valori estremamente sovrastimati. Solo per il litotipo 61 si può considerare una stima generalmente accettabile con tendenza alla sovrastima non critica.

	Tipo litologico						
	12	22	25	51	54	61	62
Sottostima critica	0,01	0,04	0,06	32,99	4,13	0,61	0,01
Stima accettabile	18,42	0,07	3,24	57	16,21	29,96	0,35
Sovrastima non critica	19,09	40,11	47,14	0,01	52,41	42,88	4,23
Sovrastima critica	42,06	19,56	25,93	0,02	0,01	21,96	28,78
Sovrastima molto critica	20,37	39,56	22,9	9,61	6,14	0,04	44,4
Sovrastima estremamente critica	0,05	0,66	0,73	0,38	21,11	4,54	22,23
	100	100	100	100	100	100	100

7. WP4: DISCUSSIONE CRITICA DEI RISULTATI E INDICAZIONI APPLICATIVE

L'analisi riportata nei paragrafi precedenti, considerando le basi dati utilizzate e i limiti del presente lavoro, porta a individuare, a giudizio degli autori, i seguenti punti qualificanti in relazione ad una generale discussione sull'attribuzione di valori di K a tipi litologici:

1. La variabilità, per singoli tipi litologici, del valore di K_{pedo} , calcolato rigorosamente su dati pedologici qualitativamente completi e quantitativamente sufficienti (cfr. 6.1), rientra in percentuali accettabili (coefficiente di variazione 20-25%) solo in rari casi e per quei tipi litologici ben caratterizzati dal punto di vista granulometrico.
2. L'uso di attribuire classi di valori K ai tipi litologici tende ad eliminare le differenze reali, seppur limitate, tra i valori medi di K_{pedo} (Vedi istogramma a pag 35). Tale fatto, di per sé ovvio, cambia marginalmente al variare nel numero di classi e nel limite delle stesse.
3. Parte della variabilità dei valori di K_{pedo} in relazione ai tipi litologici sembra dipendere, per una frazione non nota, dalla differenza di geografia degli stessi tipi litologici rispetto alla geografia delle unità cartografiche pedologiche. Alcune prove di carattere empirico effettuate in questo lavoro, e non riportate nel testo per mancanza di basi conoscitive sufficienti, confermano quanto suggerisce l'esperienza dei rilevatori pedologici.
4. La stima qualitativa del K su base litologica è caratterizzata da una variabilità difficilmente governabile, si hanno infatti coefficienti di variazione (estrapolati secondo il metodo descritto nel paragrafo 6.2) sempre superiori al 40%. L'omogeneità del campione, dal punto di vista professionale, non sembra indicare grandi spazi di miglioramento con l'aumentare della popolazione campionaria.
5. Il confronto tra K_{pedo} e K_{lito} (paragrafo 6.3) non sembra dare spazio a margini d'incertezza particolari: la valutazione qualitativa è generalmente fortemente differenziata dal valore K calcolato rigorosamente su base pedologica, a livelli tali da non permettere di discriminare eventuali valutazioni accettabili anche solo per singoli litotipi.
6. Generalmente la valutazione qualitativa risulta sovrastimata che in non di rado è una sovrastima da critica ad estremamente critica, Si noti infatti che i valori di K possono variare dal doppio al quadruplo di quanto effettivamente calcolato in forma rigorosa. Minoritarie sono le valutazioni sottostimate, tuttavia la loro presenza non è marginale e rappresenta un elemento di grave criticità.

Operativamente le risultanze del presente lavoro portano a concludere che:

Valutazioni qualitative del fattore K su base litologica sono da considerarsi nella loro generalità non attendibili e quindi non applicabili se non per mero esercizio.

Una matrice di corrispondenza tra valori K e tipi litologici può essere ipotizzata, con le dovute cautele, solo come strumento di valutazione di prima approssimazione propedeutico alla realizzazione di indagini e valutazioni più approfondite secondo le metodiche "rigorose" esposte in questo lavoro.

Volendo quindi utilizzare la matrice proposta a pagina 36, si dovrà comunque valutare attentamente la corrispondenza degli ambienti geomorfologici e geologici, evitando attentamente di effettuare correlazioni tra litotipi simili o tra analoghi litotipi in ambienti con dinamiche geomorfologiche diverse.

8. BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

AA.VV. Regione Emilia Romagna 1993 - Manuale per la gestione e l'utilizzazione agronomica dei reflui zootecnici, Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia-Romagna.

AFES, 1995 - Referentiel Pedologique. INRA editions, Paris

Bagarello V., D'Asaro F. 1994 - Estimating single storm erosion index. Transaction of The ASAE 37(3), 785-791.

Baldaccini P, 1962 - Pedogenesi e difesa del suolo nel Mugello occidentale (Firenze). Annali Acc. It. Sc. Forestali, vol. XI, 1962.

Borselli, L. et al., 2004 - Relazione finale del programma comune per lo studio della dinamica delle aree sorgenti primarie di sedimento nell'area pilota del bacino di bilancino - (BABI). Autorità di Bacino del Fiume Arno, CNR-IRPI unità staccata di Firenze.

Braun J. and Sambridge M. 1995 - A numerical method for solving partial differential equations on highly irregular evolving grids. Nature, 376:655-660, 1995.

Bridges E.M. e Davidson D.A. 1982 - Principles and applications of soil geography, Longman, New York.

Buol S.W., Hole F.D. e McCracken R.J. 1989 - Soil Genesis and Classification, Iowa State University Press, Ames.

Busoni E., Costantini E., Desideri A., Dimase A.C., Sanesi G., 1983 - Risultati sperimentali per la valutazione dei suoli agricoli e forestali in Toscana. CNR, PF Conservazione del suolo, pubbl. 86, 104, 151 1 152.

Calzolari C., Bartolini D., Borselli L., Salvador Sanchiz P, Torri D., Ungaro F. , 2001 - Applicazione in ambiente collinare e montano dell'Emilia Romagna di metodologie per la stima dell'erosione del suolo e della potenzialità alla generazione del deflusso: III Caratterizzazione delle principali unità di suolo presenti nel territorio di collina in termini di rischio di erosione: la definizione del parametro R, erosività delle piogge, per il modello RUSLE2, Rapporto n. 3.3- Regione Emilia Romagna, Ufficio Pedologico

Calzolari C., Bartolini D., Borselli L., Salvador P., Torri D., Ungaro F., 2001 - Metodi Curve Numbers e RUSLE: applicazione in ambiente collinare e montano dell'Emilia Romagna e prime valutazioni su alcune unità tipologiche di suoli. Rapporto 1.1, luglio 2001, Convenzione: "Definizione ed utilizzo di strumenti di analisi, elaborazione e previsione di fenomeni erosivi in ambienti collinari e montani e della dotazione di materia organica in ambienti di pianura dell'Emilia Romagna"

Calzolari C., Torri D., Borselli L., Ungaro F., Bartolini D, De Alba S., 2003 - Definizione ed utilizzo di modellistica dei processi erosivi in ambiente collinare e montano della regione Emilia Romagna. (in stampa)

CARG e Carta Geologica Regionale, 2004-2005. bozze pubblicate sezioni fogli 252, 263 e 276 scala 1:10.000 e 1.25.000. Sito web Regione Toscana, http://www.rete.toscana.it/sett/pta/cartografia_sit/sit/geologia/index.htm

Carmignani L., a cura di, 1999 - Studio Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico per problemi di stabilità dei versanti secondo quanto previsto dal D.L. 11/6/98, n. 180, convertito in legge 3/8/98, n. 267 e dall'atto di indirizzo e coordinamento della predetta legge, Autorità di Bacino del Fiume Arno, in stampa.

Carta Geologica d'Italia - scala 1:100.000, 1956-1964. Fogli 106, 113 e 114. Poligrafico dello stato

Castiglioni G.B., Biancotti A., Bondensan M., Castaldini D., Ciabatti M., Cremaschi M. e Favero V., 1986 - Criteri informativi del progetto di una carta geomorfologica della pianura padana. Materiali del Dipartimento di Geografia, Università di Padova, 7, Padova.

Cebecauer T., Hofierka J., Suri M., 2002 - Processing digital terrain models by regularized spline with tension: tuning interpolation parameters for different input datasets. Proceedings of the Open Source GIS-GRASS users conference Trento, Italy, 11-13 September 2002.

Chiumenti R., De Borso F. e Guercini S., 1993 - Guida tecnica per la gestione delle deiezioni zootecniche. Provincia di Padova.

Ciavatta C. e Vianello G., 1989 - Bilancio idrico dei suoli: applicazioni tassonomiche, climatiche e cartografiche. C.L.U.E.B., Bologna.

Cremaschi M. e Rodolfi G., 1991 - Il suolo. la Nuova Italia Scientifica,.

D'Asaro F. and Santoro M., 1983. Aggressività della pioggia nello studio dell'erosione idrica del territorio siciliano. Arti Grafiche Siciliane, Palermo, 28 pages + 1 map.

Duchaufour P., 1977 - Pédogenèse et classification. Ed. Masson, Paris.

FAO-UNESCO, 1994 - Soil map of the world. Revised legend with corrections. Technical Paper, 20, ISRIC, Wageningen,.

FERRO V., PORTO P., 2000 - Sediment delivery distributed (SEDD) model. Journal of Hydrologic Engineering October; 411-422.

Galligani, U. Et al, 1992 - La carta dei suoli del comune di Figline Valdarno. Quaderni di Scienza del Suolo, suppl. Vol. IV, Firenze.

Gasperi, G., 1995 - Geologia Regionale. Pitagora Editrice, Bologna.

Giordano, A., 1999 - Pedologia. Utet, Torino.

Gumbel E.J., 1958 - Statistics of extremes. Columbia University Press. Irvington N.Y.

Hodgson, J.M. (a cura di), 1997 - Soil survey field handbook. Soil survey Technical monograph No. 5, Silsoe (United Kingdom).

ISSDS, a cura di L. Gardin, 1998 - Manuale per il Rilevamento del Suolo. SSDS

Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Firenze ISSS, ISRIC & FAO, 1998 - World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Report, 84. FAO, Roma

Magazzini, P, 2004 - I suoli del bacino di Bilancino (Mugello, Firenze), Programma comune per lo studio della dinamica delle aree sorgenti primarie di sedimento nell'area pilota del bacino di bilancino - (BABI). Autorità di Bacino del Fiume Arno, CNR-IRPI unità staccata di Firenze.

McLaren, R.G. E K.C. Cameron, 1996 - Soil Science, Sustainable production and environmental protection, second edition. Oxford Univesity Press, Auckland (New zealand).

Osservatorio nazionale pedologico e per la qualità del suolo, 1994 - Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo, con commenti e interpretazioni. MURST, Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, Roma

Previtali F. , 1994 - Glossario pedologico. E.R.S.A.L., Milano 1994.

Regione Campania, Assessorato all'Agricoltura - Se.S.I.R.C.A., 1996 - Norme tecniche per il rilevamento e la descrizione dei suoli. Versione 1.98 e successivi aggiornamenti

Regione Toscana, a cura di E. Favi et al., 1992 - I sistemi territoriali della Comunità Montana Alto Mugello-Mugello-Val di Sieve. Regione Toscana, Dip. Agricoltura e Foreste.

Regione Toscana, a cura di L. Gardin et al., 1992 - Guida alla descrizione dei suoli in campagna e alla definizione delle loro qualità. Ed. Maggio 1992.

Renard K. Foster G. R., Weessies G. A., MC Cool D. K. ,Yodler D. C., 1997 - Predicting soil erosion by water - a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). U.S. D.A.- A.R.S., Handbook No 703; (384 pp.).

Renard, K.G. and Freimund, J.R., 1994 - Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE. *Journal of Hydrology*, 157, 287-306.

Richardson C., W., Foster, G., R., Wright, D., A., 1983 - Estimation of rainfall index from daily rainfall amount. *Transactions of the ASAE*, 153-160.

Rompaey A.J.J, Verstraeten G., Van Oost K., Govers G., Poesen J., 2001 - Modelling mean annual sediment yield using a distributed approach. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26, 1221-1236.

Rose, C.W. , 2004 - an introduction on the environmental physics of soil, water, and watersheds. Cambridge University Press.

Sanchez P.A., Couto W., Buol S.W. , 1982 - The fertility capability soil classification system: interpretation, applicability and modification, *Geoderma*, 21, 283-309.

Sanesi G., 1965 - Geologia e morfologia dell'antico bacino lacustre del Mugello - Firenze. *Boll. Soc. geol. It.* vol. LXXXIV 1965, fasc. 3.

Sanesi G., 1977 - Il suoli del bacino dei Torrenti Diaterna e lineamenti pedologici del Mugello e dell'alta valle del Santerno (Firenze). CNR - PF conservazione del suolo, pubbl. n. 12.

Sibson R. 1981 - A brief description of natural neighbor interpolation. In V. Barnett, editor, *Interpreting Multivariate Data*. Pages 21-36, Chichester, John Wiley

Soil Survey Division Staff, 1993 - Soil Survey Manual. USDA Handbook n. 18, United States Department of Agriculture, Washington

Soil Survey Division Staff, 1998 - Keys to Soil Taxonomy, 8th edition. Soil Conservation Service, United States Department of Agriculture, Washington

Sun, G. and S. McNulty. 1998 - Modeling soil erosion and transport on forest landscape. In *Proceedings of Conference 29, International Erosion Control Association*, February 16-20, 1998, Reno, Nevada, 187-198.

Torri D., Borselli L., Guzzetti F., Calzolari C., Bazzoffi P., Ungaro F. and Bartolini D.. (in Stampa). Soil Erosion in Italy: an overview. In "Soil Erosion In Europe" . J. Boardmann & J. Poesen (eds). John Wiley editor.

Torri D., Poesen J., Borselli L., 1997. Predictability and uncertainty of the soil erodibility factor using a global dataset. CATENA; 31, 1-22.

Torri D., Poesen J., Borselli L., (in stampa). Climat effect on soil erodibility.

USDA-NRCS, 1983 - Sediment sources, yields, and delivery ratios. Chapter 6 in National Engineering Handbook, Section 3, Sedimentation. US Department Agriculture, Natural Resources Conservation Service (USDA-NRCS) formerly Soil Conservation Service (SCS), pp. 6.2-6.19. Washington, D.C.: USDA, Government Printing Office.

Van Wambeke A., 1991 - Newhall Simulation Model, a Basic Program for the IBM PC. Department of Soil, Crop and Atmospheric Sciences, Cornell University, Ithaca, New York.

Vandaele K, Poesen J, Marques Da Silva JR, Desmet P. 1996 - Rates and predictability of ephemeral gully erosion in two contrasting environments. *Geomorphologie: Relief, Processus, Environment* 2: 83-96.

Verstraeten G., Poesen J., 1999 - The nature of small-scale flooding, muddy floods and retention pond sedimentation in central Belgium . *Geomorphology* 29:275-292

Verstraeten G., Poesen J., 2001 - Modelling long-term sediment trap efficiency of small ponds. *Hydrological processes*. 40: 123-144

Verstraeten G., Poesen J., 2001 - Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. *Geomorphology* 40 123-144

Watson D. F., 1992 - *Contouring: A Guide to the Analysis and Display of Spatial Data*. Pergamon Press, Oxford, 1992.

Whishmeier W.H., Smith D. D., 1978 - Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning. U.S. department of Agriculture; 537

Williams, R.G. and Sheridan, J.M., 1991 - Effect of rainfall measurement time and depth resolution on E_i calculation. *Transactions of the ASAE*, 34(2), 403-406.

Yagow, E.R., V.O. Shanholtz, B.A. Julian and J.M. Flagg. 1988 - A water quality module for CAMPS. Paper presented at the 1988 International Winter Meeting of ASAE, December 13-16, 1988, Chicago, Illinois.

Allegato 1
Carta dei suoli del bacino di Bilancino (1:50.000)
Legenda
(versione 2.0 - Luglio 2004)

Unità di paesaggio	Paesaggio			SUOLI			Classificazione			
	Sottosistema	Formazione geolitologica	Unità fisiografica ed elementi ambientali	Unità cartografica			Suoli	USDA (8 th ed. 1998)	WRB '98	
				N.	Nome	Sigla				
SISTEMA: MAP – Montagna appenninica	Sottosistema 1: Rilievi di alta montagna ad alta pendenza con drenaggio subparallelo o angolato	Alternanze arenaceo-pelittiche in strati gradati da potenti a medi con base da arenitica da fine a grossolana fino a microconglomeratica. Subordinatamente siltiti marnose a stratificazione sottile molto evidente.	Versanti prevalentemente rettilinei con pendenze elevate, superiori al 40%, esposizione prevalente sud e sud-est, drenaggio subparallelo e subordinatamente angolato ben sviluppato, sporadicamente roccia affiorante. Utilizzati prevalentemente a bosco ceduo con sporadici rimboschimenti a pino nero o silvestre.	1	Poggio delle Prata 41	PRA1	Consociazione di suoli poco profondi, profondità utile alle radici scarsa, limitata da orizzonti ricchi in scheletro o da roccia, tessitura media, scheletro da frequente ad abbondante con la profondità, reazione moderatamente acida, non calcarei, AWC molto bassa (31.7 mm).	Lithic Udorthents loamy skeletal, mixed, mesic	Lepti-Dystric Regosols	
			Versanti prevalentemente rettilinei o debolmente convessi, pendenze comprese tra il 30 ed il 50% e drenaggio subparallelo o angolato da poco a mediamente sviluppato. Utilizzati a bosco ceduo con superfici di accumulo detritico o eluviali in versante utilizzate per lo più a pascolo o coltivi in genere abbandonati.	2	Poggio alla Mandria 1	MAN1	Consociazione di suoli moderatamente profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata dal substrato roccioso, tessitura media, scheletro da assente ad abbondante con la profondità, reazione estremamente acida, non calcarei, AWC bassa (68 mm).	Humic Dystrudepts fine loamy, mixed, mesic	Leptic Phaeozems	
	Sottosistema 2: Rilievi di alta montagna ad alta pendenza, con drenaggio da angolato a disordinato	Materiale eterogeneo ed eterometrico accumulato lungo i versanti per gravità e ruscellamento	Versanti complessi, convessi o concavi con ondulazioni pronunciate, su detrito arenaceo stabile, pendenze da moderate ad elevate, non superiori al 40%, drenaggio da angolato a disordinato. Utilizzati a prato permanente e bosco ceduo.	3	Palobecco 38	PLB1	Consociazione di suoli moderatamente profondi, profondità utile alle radici scarsa, limitata da orizzonti ricchi in scheletro e dal substrato roccioso, tessitura media, scheletro da frequente ad abbondante, reazione molto fortemente acida, non calcarei, AWC bassa (50.6 mm)	Humic Dystrudepts loamy skeletal, mixed, mesic	Lepti-Skeletal Phaeozems	
			Lembi di serpentiniti intensamente tettonizzate e gabbri tettonizzati ed alterati, a tratti brecce poligeniche ad elementi ofiolitici.	Rilievi isolati, a morfologia aspra e dirupata, con frane di roccia, su substrato costituito da ofioliti o oficalci. Utilizzato prevalentemente a bosco ceduo e solitamente oggetto di escavazione per estrazione di inerti.	4	Pallereto 3	PLL1	Consociazione di suoli moderatamente profondi, profondità utile alle radici scarsa, limitata da orizzonti ricchi in scheletro, tessitura moderatamente grossolana, scheletro abbondante, reazione molto fortemente acida, non calcarei, AWC molto bassa (16.1 mm).	Typic Udorthents loamy skeletal, mixed, mesic	Dystric-skeletal Regosols

Sottosistema 3: Rilievi di media ed alta montagna a media pendenza, con drenaggio contorto o angolato e forme di degradazione diffuse	Peliti e siltiti fogliettate, intercalate a calcari, spesso silicei, e calcari marnosi a grana fine e finissima, in strati da sottili a molto spessi. Accumuli gravitativi di materiale eterogeneo ed eterometrico privo di movimenti recenti.	Versanti complessi, con ondulazioni e contropendenze pronunciate, movimenti di massa attivi e inattivi diffusi. Drenaggio angolato o contorto, talvolta disordinato, pendenze moderate, inferiori al 20%. Utilizzati a prato permanente e pascolo, sporadico il bosco ceduo o il rimboschimento.	5	Panna 42	PNN1	Consociazione di suoli moderatamente profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata da orizzonti idromorfi e ricchi in scheletro, tessitura fine, scheletro da comune a frequente, reazione moderatamente alcalina, da moderatamente calcarei a calcarei con la profondità, AWC moderata (11.3 mm).	Aquic Udorthents fine, mixed, mesic	Gleyi-calcari Regosols
		Versanti complessi, contropendenze pronunciate, con movimenti di massa poco diffusi. Drenaggio angolato o contorto, talvolta disordinato, pendenze elevate, superiori al 20%. Utilizzati a bosco ceduo, sporadicamente a pascolo e prato permanente.	6	Panna 6	PNN2	Fase di pendenza dei suoli PNN0, con suoli moderatamente profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata da orizzonti idromorfi, tessitura da fine a media con la profondità, scheletro scarso, reazione moderatamente alcalina, calcarei, AWC moderata (127.2 mm).	Aquic Udorthents fine, mixed, mesic	Gleyi-calcari Regosols
		Versanti con pendenze basse o moderate, non superiori al 20%, poco ondulati, con drenaggio subparallelo, privi o quasi di movimenti di massa. Utilizzati a bosco ceduo (macchia di Panna) e, subordinatamente, a pascolo.	7	Il Sergente 29	SER1	Consociazione di suoli poco profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata da orizzonti ricchi in scheletro e con accumuli di carbonati, tessitura fine, scheletro comune, abbondante in profondità, reazione da debolmente a moderatamente alcalina con la profondità, da scarsamente a molto calcarei, AWC moderata (135.6 mm).	Typic Udorthents fine, mixed, mesic	Eutric Regosols
		Versanti debolmente ondulati con frequenti ripiani in versante. Pendenze da moderate a basse e drenaggio da angolato a contorto. Forme di degradazione superficiali diffuse. Utilizzati a seminativo avvicendato e prato permanente.	8	Migliari 9	MIG1	Consociazione di suoli moderatamente profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata da orizzonti ricchi in scheletro o dal substrato marnoso, tessitura media, scheletro da comune ad abbondante con la profondità, reazione moderatamente alcalina, molto calcarei, AWC bassa (69.2 mm)	Typic Eutrudepts fine loamy, mixed, mesic	Lepti-Eutric Cambisols
	Calcari e calcilutiti gradati, passanti a calcari marnosi e marne biancastre, in strati da medi a molto spessi, localmente areniti.	Versanti rettilinei o convessi, molto ripidi, con pendenze superiori al 40%, con profonde incisioni torrentizie a V subparallele, substrato calcareo-marnoso. Utilizzati a bosco ceduo. Frequente roccia affiorante.	9	Valirosi 14	VAL1	Consociazione di suoli moderatamente profondi, profondità utile alle radici scarsa, limitata da orizzonti ricchi in scheletro o dal substrato, tessitura moderatamente fine, scheletro da comune ad abbondante con la profondità, reazione moderatamente alcalina, molto calcarei, AWC bassa (70.6 mm).	Humic Eutrudepts clayey skeletal, mixed, mesic	Molli-leptic Cambisols

Sottosistema 4: Forme di spianamento e crinali arrotondati	<p>Alternanze arenaceo-pelittiche in strati gradati da potenti a medi con base da arenitica da fine a grossolana fino a microconglomeratica. Subordinatamente materiale eterogeneo ed eterometrico accumulato lungo i versanti per gravità e ruscellamento e breccie poligeniche in matrice argillosa.</p>	<p>Crinali appenninici arrotondati e forme di spianamento subsommitali, a quote superiori ai 700 m slm, pianeggianti o poco inclinati, sporadicamente con depositi detritici. Drenaggio poco sviluppato ed utilizzati a bosco ceduo o denudati, con roccia affiorante argillitica diffusa, sporadicamente diffuso il pascolo.</p>	10	L'Apparita 39	APP1	<p>Consociazione di suoli poco profondi, profondità utile alle radici scarsa, limitata da orizzonti ricchi in scheletro o dal substrato siltoso o marnoso, tessitura fine, scheletro da comune ad abbondante con la profondità, reazione debolmente alcalina, calcarei, AWC molto bassa (43.2 mm).</p>	Typic Udortherents fine, mixed, mesic	Mollic Regosols
		<p>Superfici residuali subpianeggianti o con basse pendenze, sulla sommità di rilievi a morfologia massiccia o su versanti convessi. Drenaggio divergente o subparallelo su substrato arenaceo o detritico. Utilizzato prevalentemente a bosco ceduo, subordinatamente a seminativo avvicendato o prato permanente.</p>	11	Aglio Est 10	AGL1	<p>Consociazione di suoli profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata da orizzonti ricchi in scheletro, tessitura da media a moderatamente fine con la profondità, scheletro da comune ad abbondante con la profondità, reazione da fortemente a moderatamente acida, non calcarei, AWC moderata (130.8 mm).</p>	Ultic Hapludalfs fine loamy, mixed, mesic	Haplic Acrisols
	<p>Calcarei e calcilutiti gradati, passanti a calcari marnosi e marne biancastre, in strati da medi a molto spessi, localmente areniti. Misti a peliti e siltiti fogliettate, intercalate a calcari, spesso silicei, e calcari marnosi a grana fine e finissima, in strati da sottili a molto spessi.</p>	<p>Lunghe dorsali e crinali allungati, spianati sulla sommità, con pendenze moderate su versanti ripidi, ondulati, con movimenti di massa diffusi. Utilizzati a prato permanente, pascolo o urbanizzati.</p>	12	Castagneto 5	CST1	<p>Consociazione di suoli profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata da orizzonti ricchi in scheletro, tessitura da media a moderatamente fine, scheletro da scarso ad abbondante con la profondità, reazione da neutra a debolmente acida, non calcarei, AWC moderata (125.6 mm).</p>	Typic Hapludalfs fine loamy, mixed, mesic	Haplic Luvisols
	<p>Calcarei e calcilutiti gradati, passanti a calcari marnosi e marne biancastre, in strati da medi a molto spessi, localmente areniti.</p>	<p>Crinali e dorsali montuose principali e secondarie, allungate ed a morfologia arrotondata. Con pendenze da basse a moderate, inferiori al 30%, su substrato calcareo-marnoso. Utilizzati a bosco ceduo degradato, denudati o pascolati.</p>	13	Petroio 27	PET1	<p>Consociazione di suoli poco profondi, profondità utile alle radici scarsa, limitata da orizzonti ricchi in scheletro, tessitura da media a moderatamente fine, scheletro da comune ad abbondante con la profondità, reazione da debolmente a moderatamente alcalina, da calcarei a molto scarsamente calcarei, AWC bassa (83.1 mm).</p>	Typic Eutrudepts loamy skeletal, mixed, mesic	Eutri-skeletal Cambisols
	<p>Materiale eterogeneo ed eterometrico accumulato lungo i versanti per gravità e ruscellamento</p>	<p>Superfici subpianeggianti o poco inclinate in versante, ondulate e a quote diverse. Su superfici scompagnate da movimenti di massa attuali o antichi. Utilizzati a prato permanente, pascolo e seminativo avvicendato.</p>	14	Villa Erbaia 32	ERB1	<p>Consociazione di suoli poco profondi, profondità utile alle radici scarsa, limitata da orizzonti ricchi in scheletro, tessitura fine, scheletro da frequente ad abbondante con la profondità, reazione moderatamente alcalina, scarsamente calcarei, AWC bassa (55.2 mm).</p>	Typic Udortherents clayey skeletal, mixed, mesic	Lepti-skeletal Regosols

Sistema: CAP – Collina preappenninica	Sottosistema 5: Rilievi di alta collina a media ed alta pendenza, con drenaggio da subdendritico a subparallelo, dominati da fenomeni degradativi	Alternanze pelitico arenacee in strati gradati da sottili a medi e, subordinatamente, spessi. Granulometria prevalentemente fine	Versanti brevi, rettilinei o debolmente convessi, drenaggio da subdendritico a subparallelo evidente, pendenze moderatamente elevate. Utilizzati a bosco ceduo, sporadicamente ad oliveto.	15	S. Gavino 33 43 LS9824314	GAV1/ERB2	Complesso di suoli poco profondi, profondità utile alle radici scarsa, limitat da orizzonti ricchi in scheletro o dal substrato, tessitura moderatamente fine, scheletro da comune ad abbondante con la profondità, reazione moderatamente alcalina, calcarei, AWC molto bassa (47.9 mm) e fase fisiografica dei suoli ERB, con suoli poco profondi, profondità utile alle radici scarsa, limitata da orizzonti ricchi in scheletro, tessitura fine, scheletro da frequente ad abbondante con la profondità, reazione moderatamente alcalina, scarsamente calcarei, AWC bassa (55.2 mm).	Lithic Eutrudepts fine loamy, mixed, mesic e Typic Udorhents clayey skeletal, mixed, mesic	Epileptic Cambisols e Skeletal Regosols
	Sottosistema 6: Rilievi di media collina a media pendenza, con drenaggio da subdendritico a subparallelo		Versanti ondulati, tendenzialmente convessi, con drenaggio subparallelo poco evidente, pendenze da moderate a basse, non superiori al 25% e movimenti di massa diffusi (paleofrane?). Utilizzati a prato permanente ed oliveto, con bosco ceduo diffuso lungo i corsi d'acqua o sui versanti più acclivi.	16	Palazzuccio 17d Il Monte 20d	PAL1/MON1	Complesso di suoli moderatamente profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata da orizzonti ricchi in scheletro, tessitura da media a moderatamente fine, scheletro frequente, abbondante oltre i 60 cm, reazione debolmente acida, non calcarei, AWC bassa (100 mm) e suoli poco profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata da orizzonti ricchi in scheletro, tessitura media, scheletro abbondante, reazione debolmente alcalina, moderatamente calcarei, AWC bassa (91.2 mm).	Dystric Eutrudepts fine loamy, mixed, mesic e Typic Udorhents loamy skeletal, mixed, mesic	Dystric Cambisols e Calcariskeletal Regosols
		Alternanze pelitico arenacee in strati gradati da sottili a medi e, subordinatamente, spessi. Granulometria prevalentemente fine, con lenti di materiale eterogeneo ed eterometrico accumulato lungo i versanti per gravità e ruscellamento	Superfici di basso versante ondulate, prevalentemente concave e con pendenze basse, drenaggio superficiale poco evidente, identificabili con paleofrane stabilizzate. Utilizzate a seminativo avvicendato e prato permanente.	17	Palazzuccio 20	PAL2	Fase fisiografica dei suoli PAL, con suoli moderatamente profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata da orizzonti ricchi in scheletro, tessitura da media a moderatamente fine, scheletro da comune ad abbondante in profondità, reazione da neutra a debolmente alcalina, non calarei, AWC moderata (147.3 mm).	Dystric Eutrudepts fine loamy, mixed, mesic	Dystric Cambisols

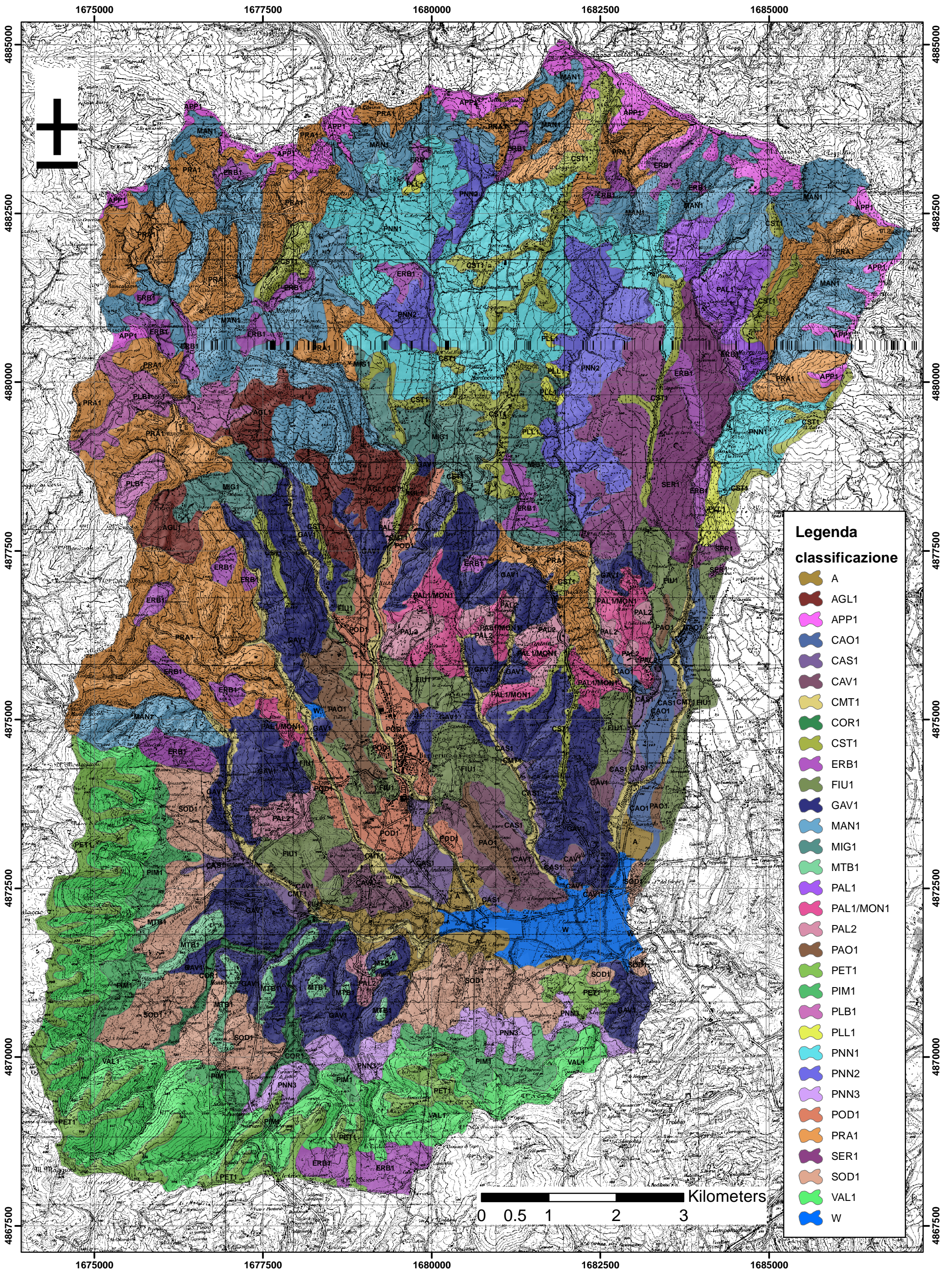
		Peliti e siltiti fogliettate, intercalate a calcari, spesso silicei, e calcari marnosi a grana fine e finissima, in strati da sottili a molto spessi.	Versanti lunghi, con pendenze moderate, non superiori al 25%, con ondulazioni pronunciate ed evidenti movimenti di massa, anche attivi. Drenaggio da subdendritico a subparallelo e substrato argillitico a profondità inferiori ai 100 cm. Utilizzati a bosco ceduo e seminativo avvicendato con moderata diffusione del prato permanente.	18	Le Sodere 28	SOD1	Consociazione di suoli poco profondi, profondità utile alle radici scarsa, limitata da orizzonti ricchi in scheletro, tessitura da moderatamente fine a fine, scheletro da frequente ad abbondante con la profondità, reazione moderatamente alcalina, scarsamente calcarei, AWC molto bassa (42.8 mm)	Typic Eutrudepts clayey skeletal, mixed, mesic	Calcari-Leptic Cambisols
			Versanti complessi, con ondulazioni e contropendenze pronunciate, con movimenti di massa attivi e inattivi diffusi. Drenaggio angolato o contorto, talvolta disordinato, pendenze moderate, inferiori al 20%. Utilizzati a prato permanente e pascolo, poco diffuso il bosco ceduo.	19	Panna 13	PNN3	Fase fisiografica e non calcarea dei suoli PNN, con suoli poco profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata da orizzonti ricchi in scheletro ed idromorfi, tessitura da fine a moderatamente fine, scheletro da frequente ad abbondante con la profondità, reazione da moderatamente a fortemente alcalina, non calcarei, AWC bassa (82.4 mm).	Aquic Udorthents fine, mixed, mesic	Gleyi-Dystric Regosols
	Sottosistema 7: depositi colluviali alla base dei versanti	Detrito di versante e colluvioni	Superfici al piede di versanti acclivi, concave e con drenaggio poco evidente su substrato non consolidato. Pendenze basse o moderate. Utilizzate a seminativo arborato.	20	Pimonte 26	PIM1	Consociazione di suoli moderatamente profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata da orizzonti ricchi in scheletro, tessitura da moderatamente fine a fine, scheletro da frequente ad abbondante in profondità, reazione moderatamente alcalina, da calcarei in superficie e non calcarei in profondità, AWC bassa (92.3 mm).	Typic Eutrudepts clayey skeletal, mixed, mesic	Eutri-Skeletal Cambisols
	Sottosistema 8: Crinali e forme di spianamento in versante	Alternanze pelitico arenacee in strati gradati da sottili a medi e, subordinatamente, spessi. Granulometria prevalentemente fine	Superfici di spianamento sulla sommità di versanti rettilinei o convessi, allungate, piatte sulla sommità, a substrato arenaceo. Utilizzate prevalentemente a bosco ceduo	21	Montebuiano 25	MTB1	Consociazione di suoli profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata da orizzonti idromorfi e con accumuli di carbonati secondari, tessitura da moderatamente fine a fine, scheletro comune, reazione da debolmente acida a neutra con la profondità, non calcarei, AWC moderata (135.7 mm).	Typic Hapludalfs fine, mixed, mesic	Haplic Luvisols
	Sottosistema 9: Bassa collina a bassa e media pendenza, con drenaggio subparallelo	Ciottoli e massi eterodimensionali in matrice sabbiosa o limosa (Pliocene), con lenti di sabbie ed argille o argille siltose.	Superfici collinari con ampie ondulazioni e basse pendenze, non superiori al 15%, drenaggio subparallelo, con colluvi di materiali argillitici nella parte alta e movimenti di massa diffusi. Utilizzate prevalentemente a seminativo avvicendato, subordinatamente ad oliveto.	22	Casa al Fiume 44 LS9824817	FIU1	Consociazione di suoli profondi, profondità utile alle radici elevata, limitata da orizzonti massivi, tessitura da moderatamente fine a fine, scheletro da scarso a comune con la profondità, reazione moderatamente alcalina, da molto calcarei in superficie a moderatamente calcarei, AWC alta (225.9 mm).	Vertic Eutrudepts fine, mixed, mesic	Vertic Cambisols

Sistema: PIM – Pianura intermontana	Sottosistema 10: Terrazzi alluvionali antichi, con pendenze basse	Ghiaie, talora embriciate, e sabbie siltose (Pleistocene)	Lembi di terrazzi fluvio lacustri antichi di ordine più elevato (quarto e quinto terrazzo mindeliano), subpianeggianti o a morfologia debolmente ondulata, con scarpate evidenti che si raccordano con i terrazzo di ordine inferiore. Utilizzati a seminativo avvicendato o sporadicamente coperti da bosco ceduo o di pino silvestre.	23	Pallaio 18	PAO1	Consociazione di suoli molto profondi, profondità utile alle radici molto elevata, tessitura da moderatamente grossolana in superficie a moderatamente fine, scheletro comune, reazione da moderatamente a fortemente acida, non calcarei, AWC alta (240 mm).	Ultic Hapludalfs fine loamy, mixed, mesic	Profondic Luvisols
			Superfici subpianeggianti o debolmente inclinate, corrispondenti ai terrazzi fluvio- lacustri antichi (secondo e terzo terrazzo wurmiano e rissiano), raccordati fra loro da brevi scarpate evidenti. Pendenze molto basse o assenti, drenaggio subparallelo e utilizzate a seminativo, anche irriguo.	24	Cavallina 22	CAV1	Consociazione di suoli molto profondi, profondità utile alle radici elevata, limitata da orizzonti idromorfi e di accumulo di concentrazioni, tessitura da media a moderatamente fine, scheletro da scarso ad assente in profondità, reazione molto fortemente acida, non calcarei, AWC alta (188.8 mm).	Typic Hapludalfs fine loamy, mixed, mesic	Profondic Luvisols
			Superfici debolmente ondulate, subpianeggianti o poco convesse, corrispondenti alle superfici di terrazzo fluvio lacustre di secondo ordine (terrazzo post wurmiano), che sfuma gradatamente nella superficie di terrazzo sottostante, subrecente e con apporti colluviali dalle superfici soprastanti, utilizzate a seminativo irriguo e seminativo avvicendato.	25	Campone 9d	CAO1	Consociazione di suoli profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata da orizzonti idromorfi, tessitura media, scheletro comune, reazione da neutra a moderatamente alcalina, non calcarei, AWC bassa (89.1 mm).	Aquic Dystric Eutrochrepts fine loamy, mixed, mesic	Gleyi-Dystric Cambisols
		Ghiaie, talora embriciate, con coperture di sabbie e limi.	Ampie superfici pianeggianti di basso terrazzo alluvionale, con deposizione di materiali sabbiosi subrecenti, poste lungo l'asse dei corsi d'acqua minori (T. Stura, F. Sieve).	26	Il Podere 8	POD1	Consociazione di suoli profondi, profondità utile alle radici elevata, limitata da orizzonti ricchi in scheletro, tessitura moderatamente grossolana, scheletro da frequente ad abbondante con la profondità, reazione da moderatamente acida a neutra, non calcarei, AWC moderata (140.7 mm).	Dystric Eutrochrepts coarse loamy, mixed, mesic	Dystric Cambisols
		Sottosistema 11: Piana alluvionale attuale e terrazzi alluvionali recenti e subrecenti	Alluvioni fluviali attuali e subrecenti (ghiaie e sabbie prevalenti)	Superfici subpianeggianti di basso terrazzo alluvionale, delimitate da brevi scarpate di raccordo con il fondovalle e i terrazzi antichi soprastanti. Pendenze assenti, drenaggio subparallelo e utilizzate a seminativo, anche irriguo.	27	Casello 15	CAS1	Consociazione di suoli poco profondi, profondità utile alle radici scarsa, limitata da orizzonti ricchi in scheletro, tessitura da media a moderatamente grossolana, scheletro abbondante, reazione moderatamente alcalina, moderatamente calcarei, AWC bassa (88.0 mm).	Typic Udifuvents loamy skeletal, mixed, mesic

			<p>Superfici alluvionali afferenti ai corsi d'acqua minori (T. Tavaiano, T. Calecchia, T. Stura, T. Lora, F. Sieve), subpianeggianti e con moderata incisione dell'alveo, utilizzati a seminativo avvicendato e seminativo irriguo.</p>	28	Campotese 1d	CMT1	<p>Consociazione di suoli poco profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata da orizzonti sabbiosi o ricchi in scheletro, tessitura da media a moderatamente grossolana, scheletro da comune ad abbondante, reazione moderatamente alcalina, moderatamente calcarei, AWC alta (152.0 mm).</p>	<p>Typic Udifuvents fine loamy, mixed, mesic</p>	<p>Calcaric Fluvisols</p>
			<p>Superfici alluvionali intravallive subpianeggianti o concave dei corsi d'acqua in destra idrografica del F. Sieve (Fosso della Mulinaccia, Fosso Ritortolo), con depositi alluvionali calcarei di limitata estensione, utilizzati prevalentemente a prato permanente.</p>	29	Cornocchio 11	COR1	<p>Consociazione di suoli moderatamente profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata da orizzonti ricchi in scheletro, tessitura moderatamente fine, scheletro da frequente ad abbondante con la profondità, reazione moderatamente alcalina, calcarei, AWC moderata (119.5 mm).</p>	<p>Fluventic Eutrudepts Fine loamy, mixed, mesic</p>	<p>Fluvi-calcaric Cambisols</p>

CARTA DEI SUOLI DEL BACINO DI BILANCINO

scala 1:50.000



Legenda
classificazione

	A
	AGL1
	APP1
	CAO1
	CAS1
	CAV1
	CMT1
	COR1
	CST1
	ERB1
	FIU1
	GAV1
	MAN1
	MIG1
	MTB1
	PAL1
	PAL1/MON1
	PAL2
	PAO1
	PET1
	PIM1
	PLB1
	PLL1
	PNN1
	PNN2
	PNN3
	POD1
	PRA1
	SER1
	SOD1
	VAL1
	W

Allegato 2: legenda carta dei suoli Comune di Figline (bacini Ponterosso e Cesto)

GRUPPI DI SUOLI	UNITÀ CARTOGRAFICA	DESCRIZIONE	CLASSIFICAZIONE USDA ed. 1975
Suoli da sedimenti fluviali recenti	1	<p>Complesso di suoli con profilo Ap C e subordinatamente Ap Bw C, molto profondi, privi di rocciosità e di pietrosità; franco grossolani (subordinatamente franco fini) in superficie ed in profondità; scheletro da assente a comune, piccolo; carbonati assenti o presenti solo in profondità; reazione neutra o subacida in superficie, neutra o subalcalina in profondità; idromorfia da assente a poco evidente; classe di pendenza prevalente: 1^a; uso del suolo prevalente: coltivo.</p> <p>Derivano da materiali sabbiosi misti a componenti più fini, stratificati; occupano la pianura alluvionale recente dell'Arno allo sbocco delle valli minori e quelle di alcuni affluenti di sinistra che incidono i depositi lacustri.</p>	TYPIC UDIFLUVENTS e FLUVENTIC EUTROCHREPTS
	2	<p>Suoli con profilo Ap C, molto profondi, privi di rocciosità e di pietrosità; franco fini-franco grossolani in superficie, franco grossolani in profondità; scheletro assente (raramente scarso, piccolo); carbonati presenti almeno in profondità; reazione da neutra a subalcalina; idromorfia assente; classe di pendenza prevalente: 1^a; uso del suolo prevalente: coltivo.</p> <p>Derivano da sedimenti fluviali stratificati a granulometria variabile; occupano la pianura alluvionale dell'Arno.</p>	TYPIC UDIFLUVENTS
	3	<p>Suoli con profilo Ap C, molto profondi, privi di rocciosità e di pietrosità; franco fini in superficie ed in profondità; privi di scheletro; carbonati di regola presenti in tutto il profilo; reazione subalcalina; idromorfia assente; classe di pendenza prevalente: 1^a; uso del suolo prevalente: coltivo.</p> <p>Derivano da sedimenti fluviali a granulometria variabile; occupano la pianura alluvionale dell'Arno.</p>	TYPIC UDIFLUVENTS
	4	<p>Suoli con profilo Ap C, molto profondi, privi di rocciosità e di pietrosità; limoso fini e, subordinatamente, argillosi in tutto il profilo; scheletro assente; carbonati presenti in tutto il profilo; reazione subalcalina; idromorfia assente; classe di pendenza prevalente: 1^a; uso del suolo prevalente: coltivo.</p> <p>Derivano da sedimenti fluviali a granulometria variabile; occupano la pianura alluvionale dell' Arno.</p>	TYPIC UDIFLUVENTS
	5	<p>Suoli con profilo Ap Bw C, molto profondi, privi di rocciosità e di pietrosità; da franco fini a franco grossolani, a luoghi argillosi in profondità per discontinuità litologiche; scheletro da assente a scarso, piccolo; carbonati assenti, raramente presenti in profondità; reazione neutra o subacida in superficie, neutra in profondità; idromorfia presente in concomitanza delle discontinuità litologiche con le argille lacustri; classe di pendenza prevalente: 2^a; uso del suolo prevalente: coltivo.</p> <p>Derivano da sabbie, Limi ed argille fluvio-lacustri più o meno rimaneggiati; occupano le parti basse dei versanti, concave e poco pendenti, fondi di vallecole poco pendenti interessate da colluvio che si affacciano direttamente all'Arno od al Cesto, conetti di deiezione compresi.</p>	DYTRIC EUTROCHREPTS e, subordinatamente, TYPIC EUTROCHREPTS

Suoli su sedimenti fluviolacustri	6	Suoli con profilo Ap Bt C ed Ap Btg C, molto profondi, privi di rocciosità e di pietrosità; da franco fini a franco grossolani in superficie, con aumento dell'argilla in profondità; scheletro da assente a scarso, piccolo; carbonati assenti; reazioni subacida in superficie e neutra in profondità; idromorfia presente anche a scarsa profondità; classe di pendenza prevalente: 2 ^a ; uso del suolo prevalente: coltivo. Derivano da sedimenti fluviali antichi e da materiali colluviali; occupano alcune superfici terrazzate in sinistra dell'Arno e del Cesto, parzialmente smantellate per erosione.	AQUIC e TYPIC HAPLUDALFS
	7	Suoli con profilo Ap Btg C, molto profondi, privi di rocciosità e di pietrosità; da franco grossolani a franco fini in superficie, franco fini od argilloso fini in profondità; scheletro assente; carbonati assenti; reazione acida in tutto il profilo; idromorfia evidente anche a scarsa profondità; classe di pendenza prevalente: 1 ^a ; uso del suolo prevalente: coltivo. Derivano da sedimenti di origine fluvio-lacustre; occupano lembi residui ed isolati di un'unica superficie alluvionale a profilo rettilineo, poco inclinata verso l'Arno.	AQUIC HAPLUDALFS
	8	Complesso di suoli con profilo Ap Btg C e, subordinatamente Ap Bwg C, da profondi a molto profondi, privi di rocciosità e di pietrosità; da franco fini ad argilloso fini con aumento dell'argilla in profondità; privi di scheletro; privi di carbonati; reazione acida in tutto il profilo; idromorfia evidente in profondità; classe di pendenza prevalente: 1 ^a ; uso del suolo prevalente: coltivo. Derivano da sedimenti di origine fluvio-lacustre; occupano lembi residui ed isolati di un'antica superficie alluvionale debolmente ondulata per erosione.	AQUIC HAPLUDALFS e, subordinatamente, AQUIC DYSTRIC EUTROCHREPTS
	9	Complesso di suoli con profilo A Bw C o, subordinatamente, A Bt C, molto profondi, privi di rocciosità, con pietrosità da assente a scarsa; franco fini in superficie, da franco fini ad argilloso fini in profondità; scheletro da assente a scarso, piccolo e medio, arrotondato; carbonati assenti; reazione da neutra ad acida; idromorfia da poco evidente ad evidente, in profondità; classi di pendenza prevalenti: da 2 ^a a 4 ^a ; uso del suolo prevalente: coltivo e, subordinatamente, bosco. Derivano da sedimenti fluvio-lacustri; occupano una superficie irregolarmente ondulata per un'attività erosiva che ha interessato suoli e sedimenti.	DYSTRIC EUTROCHREPTS e subordinatamente AQUIC HAPLUDALFS
	10	Complesso di suoli con profilo A1 Btg C, molto profondi, rocciosità e pietrosità assenti, franco grossolani in superficie, franco fini in profondità; privi di scheletro; privi di carbonati; molto acidi in superficie, acidi in profondità; idromorfia evidente anche a scarsa profondità; classe di pendenza, prevalente: 1 ^a ; uso del suolo prevalente: bosco. Derivano da sedimenti fluvio-lacustri; occupano lembi residui di un'antica superficie alluvionale a profilo rettilineo poco inclinata verso l'Arno.	AQUIC HAPLUDALFS, AQUULTIC HAPLUDALFS, TYPIC PALEUDALFS, ULTIC HAPLUDALFS
	11	Complesso di suoli con profilo A1 Bw C o A C, da scarsamente profondi a profondi, privi di rocciosità; pietrosità da assente a comune; tessitura da franco grossolana a franca fine; scheletro da assente a comune; carbonati assenti; reazione acida, talvolta neutra in profondità; idromorfia da assente a poco evidente; classe di pendenza prevalente: 5 ^a ; uso del suolo prevalente: bosco. Derivano da sedimenti fluvio-lacustri a granulometria varia; occupano versanti acclivi a profilo irregolare e scarpate.	DYSTROCHREPTS ed UDORTENTS

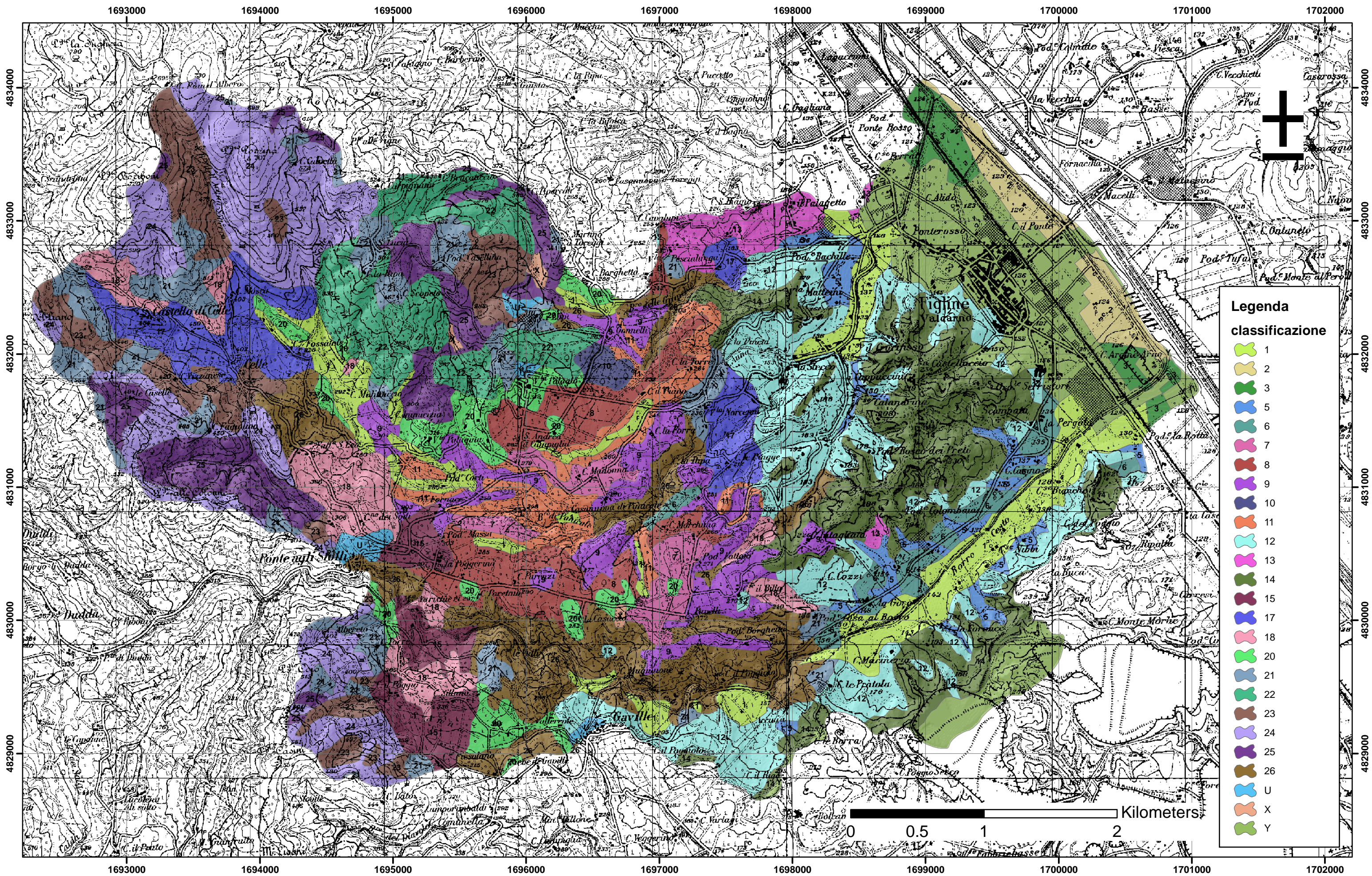
	12	<p>Associazione di suoli con profilo A Bw C, da profondi a molto profondi, privi di rocciosità e di pietrosità; da franco fini ad argilloso fini o limoso fini; scheletro assente, raramente scarso, piccolo; carbonati assenti, raramente presenti in profondità; reazione neutra (talvolta subacida nella parte alta dei versanti); idromorfia evidente, spesso a media profondità; classe di pendenza prevalente: 3^a e 4^a; uso del suolo prevalente: coltivo e pascolo.</p> <p>Derivano da argille lacustri interstratificate con sabbie; occupano versanti a profilo sovente convesso, incisi nei depositi lacustri, modellati da movimenti di massa, interessati da crolli delle sovrastanti sabbie di chiusura.</p>	DYSTRIC, AQUIC, (TYPIC) EUTROCHREPTS
	13	<p>Suoli con profilo A BwC, da profondi a molto profondi, privi di rocciosità e di pietrosità; tessitura tra il franco fine e l'argillosa; scheletro assente, raramente scarso, piccolo; carbonati presenti almeno in profondità; reazione neutra o subalcalina; idromorfia evidente, spesso a media profondità; classe di pendenza prevalente: 3^a e 4^a; uso del suolo prevalente : coltivo.</p> <p>Derivano da argille lacustri stratificate con sabbie; occupano versanti a profilo sovente convesso, incisi nei depositi lacustri, modellati da movimenti di massa.</p>	TYPIC e AQUIC EUTROCHREPTS
	14	<p>Associazione di suoli con profilo A1 Bw C e, subordinatamente, A Bt C o A Btg C, da profondi a molto profondi; rocciosità affiorante solo sulle scarpate subverticali; pietrosità da assente a scarsa; tessitura franca grossolana, talvolta con aumento dell'argilla in profondità; scheletro da assente a scarso; piccolo; carbonati assenti; reazione da acida a neutra; idromorfia presente, spesso evidente a media profondità; classi di pendenza prevalente: 5^a e 6^a; uso del suolo prevalente: bosco e coltivi abbandonati.</p> <p>Derivano da sabbie stratificate con ciottoli, di origine fluvio-lacustre; occupano versanti rettilinei fortemente acclivi e lembi residui del pianalto di chiusura, allungati e ramificati.</p>	DYSTRIC EUTROCHREPTS e, subordinatamente, TYPIC ed AQUIC HAPLUDALFS
Suoli da rocce carbonatiche	15	<p>Suoli con profilo Ap Bw C, da profondi a molto profondi, privi di rocciosità, con pietrosità da scarsa a comune; tessitura da franco fine ad argillosa fine; scheletro da scarso a comune; carbonati presenti in tutto il profilo; reazione da neutra a subalcalina; idromorfia presente in profondità; classe di pendenza prevalente: 2^a e 3^a; uso del suolo prevalente: coltivo e pascolo.</p> <p>Derivano da calcari marnosi ed argilloscisti; occupano versanti a scarsa pendenza e terrazzi di erosione.</p>	TYPIC EUTROCHREPTS
	16	<p>Suoli con profilo Ap BwC, da profondi a molto profondi, privi di rocciosità, con pietrosità da assente a scarsa; tessitura da franca fine ad argillosa fine; scheletro scarso, piccolo; carbonati presenti in tutto il profilo; reazione neutra o subalcalina; idromorfia presente in profondità; classi di pendenza prevalente: 3^a e 4^a; uso del suolo prevalente: coltivo.</p> <p>Derivano da calcari marnosi ed argilloscisti; occupano versanti a profilo irregolare, talvolta sistemati a terrazzi e ciglioni.</p>	TYPIC EUROCHREPTS

	17	<p>Suoli a profilo Ap Bw C, da profondi a molto profondi; rocciosità assente, pietrosità da comune ad elevata; tessitura da franca fine ad argillosa fine; scheletro da comune a frequente; carbonati presenti almeno entro un metro di profondità; reazione da neutra a subalcalina; idromorfia presente in profondità; classi di pendenza prevalenti: 3^a e 4^a; uso del suolo prevalente: coltivo e pascolo.</p> <p>Derivano da calcari marnosi ed argilloscisti, interessati da colluvio proveniente dalle arenarie alla base dei rilievi in "macigno"; occupano versanti a profilo irregolare, talvolta sistemati a terrazze e ciglioni.</p>	TYPIC EUTROCHREPTS
	18	<p>Complesso di suoli a profilo A1 Bw C o AC, da scarsamente profondi a profondi, con rocciosità e pietrosità da comune ad elevata; tessitura da franca fine ad argillosa fine; scheletro da comune a frequente; carbonati presenti almeno in profondità; reazione da neutra a subalcalina; idromorfia poco evidente; classi di pendenza prevalenti: 4^a e 5^a; uso del suolo prevalente: bosco, pascolo.</p> <p>Derivano da calcari marnosi ed argilloscisti, interessati da colluvi provenienti dalle arenarie; occupano versanti irregolari.</p>	TYPIC EUTROCHREPTS, TYPIC e LITHIC UDORTHENTS
	19	<p>Suoli con profilo A1 Bw C, mediamente profondi, con rocciosità da scarsa ad elevata, pietrosità comune; tessitura franca fine; scheletro da comune ad abbondante; carbonati presenti almeno in profondità; reazione neutra od acida in superficie, neutra o subalcalina in profondità; idromorfia poco evidente in profondità; classe di pendenza prevalente: 5^a e 6^a; uso del suolo prevalente: bosco degradato ed arbusteti.</p> <p>Derivano da marne a frattura scheggiata e da argilloscisti; occupano versanti irregolari.</p>	TYPIC EUTROCHREPTS
Suoli da rocce arenacee	20	<p>Suoli a profilo Ap Bw C, da mediamente profondi a molto profondi, privi di rocciosità; pietrosità da assente a comune; tessitura franco grossolana; scheletro da assente a comune; carbonati assenti salvo rare tracce in profondità; reazione da neutra ad acida; idromorfia rara; classi di pendenza prevalenti: 2^a e 3^a; uso del suolo prevalente: coltivo.</p> <p>Derivano da arenarie torbiditiche alternanti con scisti siltosi; occupano terrazzi di erosione, versanti a scarsa pendenza e vallecole sistemate ad "U" ai margini dei depositi lacustri.</p>	DYSTRIC EUTROCHREPTS
	21	<p>Complesso di suoli con profilo Ap Bw C e subordinatamente Ap C per erosione, da mediamente profondi a profondi, rocciosità da assente a scarsa, pietrosità da assente ad elevata; tessitura franca grossolana; scheletro da scarso a frequente; carbonati di regola assenti, raramente scarsi in profondità; reazione da neutra ad acida; idromorfia assente; classi di pendenza prevalenti: 3^a e 4^a uso del suolo prevalente: coltivo e pascolo, frequenti gli incolti in alta collina.</p> <p>Derivano da arenarie torbiditiche alternanti con scisti siltosi; occupano versanti a profilo moderatamente irregolare, spesso terrazzati e, subordinatamente, crinali poco convessi.</p>	DYSTRIC E UTROCHREPTS, subordinatamente TYPIC EUTROCHREPTS
	22	<p>Associazione di suoli con profilo A1 Bt C (sulle pendenze minori) ed A1 Bw C (sulle pendenze maggiori), da mediamente profondi a profondi, rocciosità assente, pietrosità da assente ad elevata; tessitura franco grossolana; scheletro da assente a scarso in superficie, da comune ad abbondante in profondità; carbonati assenti; reazione molto acida in superficie, acida in profondità; idromorfia assente; classi di pendenza prevalenti: 4^a e 6^a; uso del suolo prevalente: bosco.</p> <p>Derivano da arenarie torbiditiche alternanti con scisti siltosi (assetto a franapoggio); occupano versanti moderatamente irregolari esposti intorno Nord.</p>	TYPIC e ULTIC HAPLUDALFS, TYPIC DYSTRICHREPTS

	23	<p>Associazione di suoli con profilo A1 Bw C e, subordinatamente, A1 Bt C, da mediamente profondi a profondi, privi di rocciosità, pietrosità da scarsa ad elevata; tessitura franco grossolana; scheletro scarso in superficie, aumenta con la profondità; carbonati assenti; reazione molto acida; idromorfia assente; classi di pendenza prevalenti: 6^a e, subordinatamente, 5^a; uso del suolo prevalente: bosco.</p> <p>Derivano da arenarie torbiditiche alternanti con scisti siltosi (assetto a frana-poggio); occupano versanti moderatamente irregolari esposti intorno Nord.</p>	<p>TYPIC ed UMBRIC DYSTROCHREPTS, TYPIC, ENTIC e CUMULIC NAPLUMBREPTS, TYPIC HAPLUDALFS</p>
	24	<p>Associazione di suoli con profilo A1 Bw C od A1 C, da scarsamente profondi a mediamente profondi, rocciosità e pietrosità elevate; tessitura franco grossolana; scheletro scarso in superficie, abbondante in profondità; carbonati assenti; reazione da molto acida ad acida in superficie, acida in profondità; idromorfia assente; classi di pendenza prevalenti: 5^a e 6^a; uso del suolo prevalente: bosco degradato ed arbusteto.</p> <p>Derivano da arenarie torbiditiche alternanti con scisti siltosi (assetto a reggi-poggio); occupano versanti rettilinei esposti intorno Sud.</p>	<p>TYPIC e LITHIC HAPLUMBREPTS, TYPIC e LITHIC DYSTROCHREPTS</p>
	25	<p>Associazione di suoli con profilo A1 Bw C od A1 C, da scarsamente profondi a mediamente profondi; rocciosità da scarsa ad elevata, pietrosità elevata; tessitura franca grossolana; scheletro da comune a frequente in superficie, aumenta con la profondità; carbonati assenti; reazione da molto acida ad acida in superficie, acida in profondità; idromorfia assente; classi di pendenza prevalenti: da 4^a a 6^a; uso del suolo prevalente: bosco degradato.</p> <p>Derivano da arenarie torbiditiche alternanti con scisti siltosi; occupano versanti a profilo mediamente rettilineo.</p>	<p>LITHIC e TYPIC DYSTROCHREPTS, CUMULIC UMBRIC DYSTROCHREPTS, subordinatamente TYPIC HAPLUMBREPTS</p>
	26	<p>Complesso di suoli con profilo A1 Bw C, da mediamente profondi a profondi, rocciosità da assente a comune, pietrosità da assente ad elevata; tessitura franco grossolana (subordinatamente franco fine); scheletro da assente a comune, aumenta con la profondità; carbonati di regola assenti; reazione acida in superficie, acida o neutra in profondità; idromorfia assente; classi di pendenza prevalenti: 5^a e 6^a; uso del suolo prevalente: bosco.</p> <p>Derivano da arenarie torbiditiche alternanti con scisti siltosi interessate, a luoghi, da colluvio di sedimenti lacustri; occupano le scarpate nelle incisioni entro il pianalto fluvio-lacustre ed ai suoi margini.</p>	<p>TYPIC e LITHIC DYSTROCHREPTS, DYSTRIC EUTROCHREPTS</p>

CARTA DEI SUOLI DEL BORRO DI PONTEROSSO E DEL BORRO CESTO

scala 1:25.000





Autorità di Bacino del Fiume Arno



CNR - IRPI

Unità Staccata di Firenze

INDAGINE CONOSCITIVA PER LA VALUTAZIONE QUALITATIVA DELL'ERODIBILITÀ SU BASE LITOLOGICA

Nell'ambito di un progetto di ricerca comune tra l'Autorità di Bacino del Fiume Arno ed il CNR-IRPI, eseguito per conto del Ministero dell'Ambiente, è prevista un'indagine statistica su classi di erodibilità stimati qualitativamente su base litologica. La presente scheda ha lo scopo di ottenere una valutazione, strettamente qualitativa e soggettiva, sull'erodibilità dei suoli associati ai principali litotipi presenti in alcune aree campione del Bacino dell'Arno (Mugello e Valdarno Superiore).

Si richiede di attribuire una stima della erodibilità ai suoli che si ritiene associati a ogni litotipo indicato nella presente scheda. Tale valutazione deve essere fatta esclusivamente sulla base di esperienze, osservazioni o valutazioni maturate nel corso della propria attività professionale o di ricerca indipendentemente dalle aree campione sopra citate.

Indicazioni utili alla compilazione:

Utilizzando il presente file PDF con Acrobat Reader versione 6 o superiore (<http://www.adobe.it/products/acrobat/readstep.html>) è possibile compilare i campi azzurri della scheda e trasmettere i dati con un semplice e-mail cliccando sul pulsante arancione "invia i dati per e-mail" posto in alto a sinistra di questa pagina. L'email verrà automaticamente inviata all'indirizzo l.sulli@arno.autoritadibacino.it.

Per eventuali chiarimenti potete contattare il dott. Geol. Lorenzo Sulli (055 - 26743244), il dott. Geol. Giovanni Montini (055-267432226) o il dott. Geol. Francesco Consumi (055-26743243)

Definizioni

1) *L'erodibilità è definita come la suscettibilità intrinseca di un suolo al distacco e al trasporto ad opera dell'azione battente della pioggia e del deflusso superficiale, è quindi strettamente legata alle caratteristiche chimiche e fisiche del suolo stesso.*

2) *il fattore litologico è importante per la formazione del suolo, ovvero ogni suolo, anche in funzione di altri fattori (clima, posizione morfologica, tempo), presenterà delle caratteristiche ereditate dal litotipo originario da cui si è formato.*

3) *Classi di erodibilità di riferimento da associare ad ogni litotipo elencato in tabella:*

Erodibilità	Classe
Molto bassa	0
Bassa	1
Media	2
Elevata	3
Molto elevata	4

Sezione da compilare

Data compilazione

Laurea in	<input type="text"/>
Anno di laurea	<input type="text"/>
Tipo di professione	<input type="text"/>
Anni di esperienza lavorativa nel settore della valutazione territoriale	<input type="text"/>

Definire una classe di erodibilità per i seguenti litotipi

Descrizione generale litotipi	Indicare la classe di erodibilità stimata	Informazioni aggiuntive sui litotipi: Formazioni geologiche di riferimento associate al litotipo
Suoli associati a rocce arenacee con interstrati a grana molto fine (argilliti e siltiti)	<input type="text"/>	Arenarie di Monte Cervarola: prevalenza di arenarie turbiditiche quarzoso-feldspatiche a grana fine, alternate a marne, stratificazione da sottile a molto spessa. Aquitaniano-Langhiano superiore (Miocene inferiore)
		Macigno: arenarie quarzoso-feldspatiche alternate a sottili interstrati di argilliti e siltiti; nella parte superiore olistostromi (ol) di "caotico" . Oligocene medio-superiore
		Pietraforte: arenarie calcaree alternate ad argilliti. Cretaceo superiore-Eocene inf.
Suoli associati a complessi a struttura caotica a prevalente componente argillosa	<input type="text"/>	Complesso caotico: Argille e marne con calcari, calcari marnosi, arenarie e calcareniti intercalate, talora brecce sedimentarie costituite da rocce verdi, diaspri e calcari litografici.

Descrizione generale litotipi	Indicare la classe di erodibilità stimata	Informazioni aggiuntive sui litotipi: Formazioni geologiche di riferimento associate al litotipo
<p>Suoli associati a depositi sabbiosi moderatamente addensati</p>	<input data-bbox="395 562 753 640" type="text"/>	<p>Alluvioni terrazzate del Pleistocene Superiore. Ambiente fluviale e fluviolacustre</p>
		<p>Sabbie di Bucine: sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi con intercalazioni di limi argillosi e argille torbose o lenti ghiaiose ad elementi. Ambiente fluviolacustre del Pleistocene medio</p>
		<p>Sabbie del Tasso: sabbie con lenti di ciottoli e sabbie argillose. Ambiente fluviolacustre del Pleistocene inferiore</p>
		<p>Sabbie di palazzetto e "Sabbie di Borro Cave": sabbie, sabbie limose e limi sabbioso-argillosi. Terreni più grossolani all'interno delle "Argille di Figline" (VAG) della Carta Geologica d'Italia, Ambiente fluviolacustre del Pliocene superiore - Pleistocene Inferiore</p>
<p>Suoli associati a rocce carbonatiche alternate a siltiti e marne</p>	<input data-bbox="395 1032 753 1111" type="text"/>	<p>Alberese o "formazione di Monte Morello ": calcari a grana fine grigio chiari, calcari marnosi scuri e arenarie calcaree gradate. Paleocene-Eocene medio</p>
<p>Suoli associati a marne e siltiti con intercalazioni arenacee</p>	<input data-bbox="395 1225 753 1303" type="text"/>	<p>Intercalazioni frequenti o potenti di marne siltose e siltiti nelle arenarie del Monte Cervarola.</p>
<p>Suoli associati a depositi limoso-argillosi moderatamente consistenti</p>	<input data-bbox="395 1417 753 1496" type="text"/>	<p>Argille di Figline: argille stratificate con intercalazioni sabbiose e lenti di ciottoli arenacei e rari straterelli lignitiferi. Ambiente fluviolacustre del Pleistocene Inferiore</p>
<p>Suoli associati a depositi superficiali incoerenti a granulometria variabile a prevalente comportamento granulare</p>	<input data-bbox="395 1655 753 1733" type="text"/>	<p>Alluvioni recenti e attuali. Olocene</p>