

Valorizzazione ambientale dei suoli non-urbanizzati

Environmental appraisal of the non urbanized soils

A. ARNOLDUS-HUYZENDVELD*

RIASSUNTO - Il presente testo è stato elaborato in base alla pubblicazione del 2003: *I suoli di Roma: due passi sulle terre della città* (Arnoldus-Huyzendveld, Carta dei Suoli del Comune di Roma in scala 1:50.000 con Note Illustrative). La cartografia è relativa alla superficie non-urbanizzata di ca. 86.400 ettari, su una superficie totale del territorio comunale di circa 128.700 ettari.

Il testo che segue si concentrerà sulla funzione protettiva del suolo, cioè sulla sua capacità di magazzinaggio, filtraggio e trasformazione: il suolo immagazzina e in parte trasforma minerali, materia organica, acqua, energia e diverse sostanze chimiche, e funge inoltre da filtro naturale per l'acqua sotterranea, la fonte principale di acqua potabile.

Si presenteranno alcuni stralci della carta pedologica originaria e di due carte da essa derivate, la prima raffigurante la distribuzione di un parametro significativo dal punto di vista ambientale come l'*A.W.C.* (capacità idrica del suolo), e l'altro la valutazione dell'Uso Sostenibile dei diversi tipi di suoli.

PAROLE CHIAVE: suoli, Roma, parametri idrologici, inquinamento, erosione, uso sostenibile

ABSTRACT - *The present text has been elaborated from the publication of 2003: I suoli di Roma: due passi sulle terre della città (Arnoldus-Huyzendveld, Carta dei Suoli del Comune di Roma in scala 1:50.000 con Note Illustrative, with abstract in English). The map covers the non-urbanized part, 86.400 hectares, of the Municipality of Rome (about 128.700 hectares).*

The following text concentrates on the protective functions of the soil: soil performs storage, filtering, buffering and transformation functions, and acts as a natural filter for the groundwater, the main resource for drinking water.

*Several cut-outs of the original soil map and two derived maps of one area will be presented, the first representing the distribution of a meaningful environmental parameter like the *A.W.C.* (Available Water Capacity), and the second the appraisal of the various land units for sustainable land use.*

KEYWORDS: soils, Rome, hydrological parameters, pollution, erosion, sustainable land use

* Digiter S.r.l., Rocca di Papa (RM), email: digiter@libero.it

1 - CITTÀ E TERRITORIO

“Ogni paesaggio costituisce un ambito di vita per la popolazione che vi risiede; esistono delle interconnessioni complesse tra i paesaggi urbani e rurali; la maggior parte degli Europei vive nelle città (grandi e piccole), la cui qualità paesaggistica ha un'enorme influenza sulla loro esistenza.”

(dall'articolo 45 della Convenzione Europea del Paesaggio, 2000)

L'espansione delle città europee è stata fino ad oggi guidata dall'aumento più o meno costante della popolazione urbana. Oggi tuttavia, l'espansione urbana è guidata da una molteplicità di fattori che hanno radici nel desiderio della nostra società di realizzare nuovi stili di vita negli ambienti suburbani, fuori dal centro urbano. Questa tendenza produce città “che crescono sciattamente” (1) su tutto il territorio Europeo (*sprawling cities*). Le strategie e gli strumenti per controllare la crescita delle città traggono origine dai livelli multipli di governo del territorio e dalla interazione tra questi livelli, dal locale all'europeo. È auspicabile una visione di sviluppo urbano in cui gli aspetti ambientali e sociali siano completamente contenuti nelle politiche di pianificazione del territorio, in tutti i punti del ciclo di pianificazione, dall'identificazione del problema alle fasi di valutazione (2).

Un notevole passo in avanti nella gestione del territorio peri-urbano è potenzialmente la ratifica, da parte del governo italiano, della Convenzione Europea del Paesaggio, avvenuta il 27 gennaio del 2006 (3), di cui alcuni passi si riferiscono direttamente al rapporto tra le città ed il territorio circostante, di cui si vorrebbe citare integralmente tre paragrafi ritenuti rilevanti al tema:

Il paesaggio deve diventare un tema politico di interesse generale, poiché contribuisce in modo molto rilevante al benessere dei cittadini europei che non possono più accettare di “subire i loro paesaggi”, quale risultato di evoluzioni tecniche ed economiche decise senza di loro. Il paesaggio è una questione che interessa tutti i cittadini e deve venir trattato in modo democratico, soprattutto a livello locale e regionale.

L'estensione della portata dell'azione dei pubblici poteri in materia di paesaggio all'insieme della dimensione paesaggistica del loro territorio nazionale non significa che si debbano applicare le stesse misure e le stesse politiche all'insieme dei paesaggi;

tali misure e politiche dovranno potersi riferire a dei paesaggi che, a seconda delle loro caratteristiche, richiederanno degli interventi locali diversificati che vanno dalla conservazione più rigorosa alla creazione vera e propria, passando per la salvaguardia, la gestione e la pianificazione. Tali interventi possono permettere uno sviluppo socio-economico determinante dei territori interessati.

Nella ricerca di un buon equilibrio tra la protezione, la gestione e la pianificazione di un paesaggio, occorre ricordare che non si cerca di preservare o di “congelare” dei paesaggi ad un determinato stadio della loro lunga evoluzione. I paesaggi hanno sempre subito mutamenti e continueranno a cambiare, sia per effetto dei processi naturali, che dell'azione dell'uomo. In realtà, l'obiettivo da perseguire dovrebbe essere quello di accompagnare i cambiamenti futuri riconoscendo la grande diversità e la qualità dei paesaggi che abbiamo ereditato dal passato, sforzandoci di preservare, o ancor meglio, di arricchire tale diversità e tale qualità invece di lasciarle andare in rovina.

Il suolo costituisce un comparto ambientale essenziale del territorio peri-urbano, in pratica l'interfaccia tra l'uomo e la vegetazione, il substrato geologico e le acque piovane e sotterranee. Il suolo è un substrato “vivo” complesso e variabile, che esercita una serie di funzioni vitali che meritano di essere protette. Sulla “risorsa suolo” del territorio comunale di Roma si incentrerà il testo che segue (vedi carta 1, stralcio della Carta dei Suoli di Roma).

2 - LA RISORSA SUOLO

Il suolo è una risorsa vitale e in larga misura non rinnovabile, sottoposta a crescenti pressioni. L'importanza della protezione del suolo è riconosciuta a livello internazionale e nell'UE. L'obiettivo del Sesto programma di azione in materia di ambiente, pubblicato dalla Commissione nel 2001, è proteggere il suolo da erosione e da inquinamento.

(dall'art. 1 del riassunto del documento “Verso una strategia tematica per la protezione del suolo” della Commissione delle Comunità Europee, 2002).

Nel settembre del 2006, la Commissione Europea ha adottato una strategia specificatamente finalizzata alla protezione del suolo: la Strategia Tematica per la Protezione del Suolo (4), che, a sua volta, fa riferimento ad una prima comunicazione

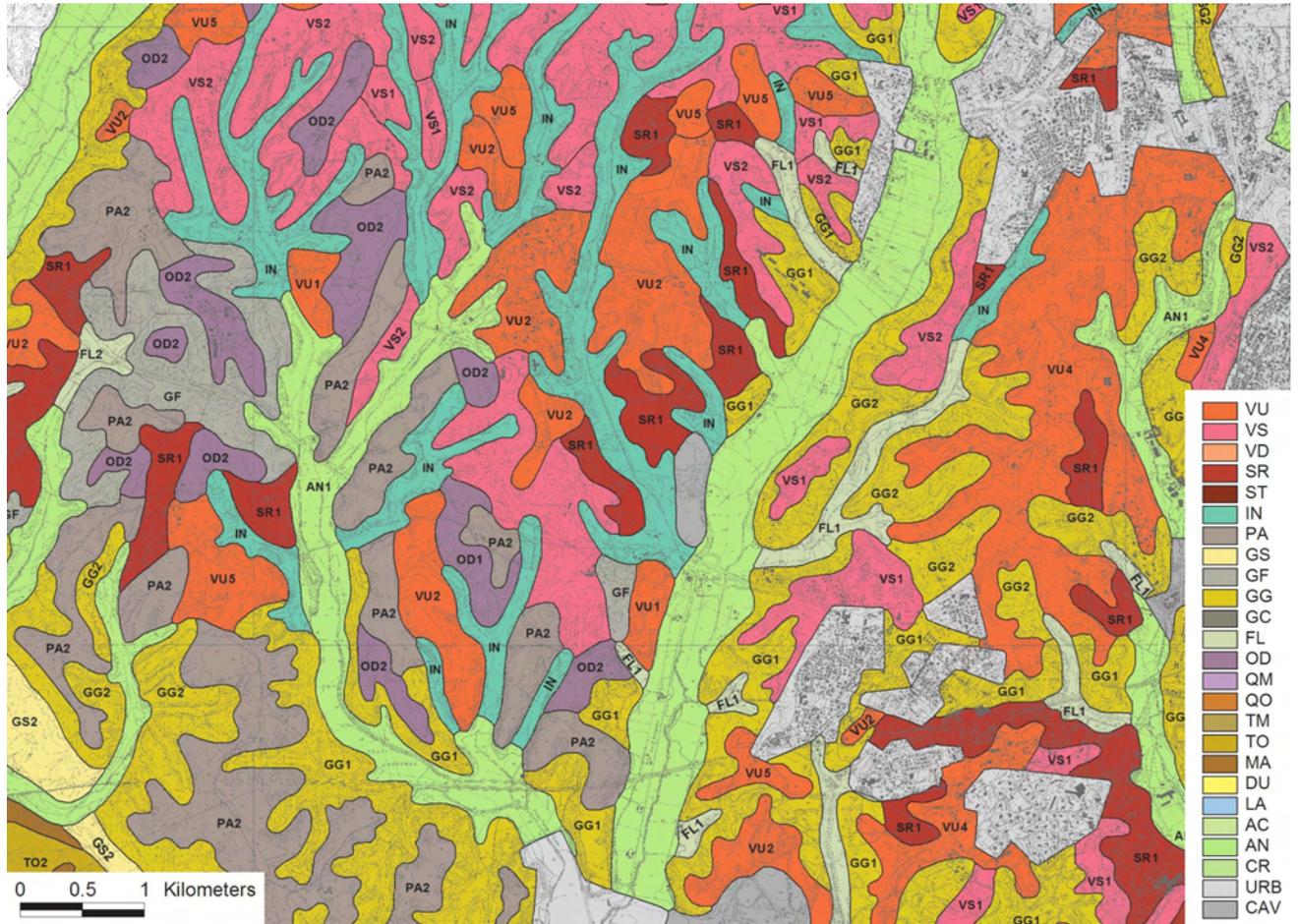
(1) European Environment Agency, 2006.

(2) Testo ripreso dal sito www.risorsa.info di Antonio di Gennaro.

(3) Legge 9 gennaio 2006, n. 14.

(4) COM(2006)231 del 22.9.2006.





Carta 1 - stralcio della Carta dei Suoli di Roma della zona ad ovest della città, con i colori secondo le sottounità di paesaggio. In grigio chiaro zone urbane e cave. - *part of the Soil Map of Rome covering the area west of the city, with colours according to the landscape subunits. In light grey the urban areas and quarries.*

Estratto della legenda completa, divisa per gruppi di suoli:

- VU - Suoli vulcanici dei pianori sommitali, profondi, pianeggianti o a pendenza bassa.
- VS - Suoli vulcanici dei pianori sommitali, a profondità limitata, talvolta pietrosi, a pendenza bassa o pianeggianti.
- VD - Suoli vulcanici profondi delle lievi depressioni che solcano i pianori sommitali, a pendenza bassa o pianeggianti.
- SR - Suoli dei versanti dei pianori sviluppati in formazioni vulcaniche, a profondità limitata, talvolta pietrosi, a pendenza moderata o moderatamente elevata.
- ST - Suoli a profondità molto limitata, pietrosi, a pendenza da elevata a estremamente elevata.
- IN - Suoli delle piccole vallate che separano le colline vulcaniche, pendenza bassa o moderata.
- PA - Suoli dei pianori sommitali sviluppati in formazioni prevulcaniche argillose.
- GS - Suoli dei versanti sviluppati in formazioni prevulcaniche a tessitura grossolana, con pendenza bassa o moderata.
- GF - Suoli dei versanti sviluppati in formazioni prevulcaniche a tessitura fine, con pendenza bassa o moderata.
- GG - Suoli dei versanti sviluppati in formazioni prevulcaniche a tessitura grossolana, con pendenza moderatamente elevata o elevata.
- GC - Suoli dei versanti sviluppati in formazioni prevulcaniche a tessitura fine, con pendenza moderatamente elevata o elevata.
- FL - Suoli delle piccole incisioni fluviali, pendenza bassa o moderata.
- OD - Suoli profondi, talvolta pietrosi, dei pianori sommitali sviluppati nei depositi terrazzati del Pleistocene medio-superiore; pendenza bassa, talvolta moderata.
- QM - Suoli dei terrazzi costieri la cui morfologia è determinata dal paesaggio vulcanico, caratterizzati da orizzonti a tessitura grossolana sovrastanti ad orizzonti più fini; pianeggianti, talvolta a pendenza bassa.
- QO - Suoli dei terrazzi costieri la cui morfologia è determinata dal paesaggio vulcanico, caratterizzati da una tessitura piuttosto omogenea nel profilo, in modo dominante grossolana, anche medio-fine; a pendenza bassa.
- TM - Suoli dei terrazzi posti in fasce parallele alla costa, caratterizzati da orizzonti a tessitura grossolana sovrastanti ad orizzonti più fini; pianeggianti, talvolta a pendenza bassa.
- TO - Suoli dei terrazzi posti in fasce parallele alla costa, caratterizzati da una tessitura piuttosto omogenea nel profilo, da medio-grossolana a fine, pianeggianti, talvolta a pendenza bassa.
- MA - Suoli dei margini dei terrazzi costieri, talvolta di limitata profondità, pendenza moderata o bassa.
- DU - Suoli dei cordoni litorali e delle dune, a tessitura grossolana, pendenza bassa o pianeggianti.
- LA - Suoli delle lagune bonificate, pianeggianti a drenaggio da imperfetto a impedito.
- AC - Suoli dei fondovalle dei fiumi meandriformi, molto calcarei, pianeggianti.
- AN - Suoli dei fondovalle dei fiumi meandriformi, da non a scarsamente calcarei, pianeggianti.
- CR - Suoli dei riempimenti dei crateri vulcanici, da non a scarsamente calcarei, pianeggianti o a pendenza bassa.

sul tema del 2002 (5). Nel documento viene ribadito che il suolo subisce una serie di processi di degradazione e di minacce, quali l'erosione, la diminuzione di materia organica, la contaminazione locale o diffusa, l'impermeabilizzazione (*sealing*), la compattazione, il calo della biodiversità, la salinizzazione, le alluvioni e gli smottamenti. Combinati, tutti questi rischi possono alla fine determinare condizioni climatiche aride o subaride che possono portare alla desertificazione. Data l'importanza del suolo e la necessità di evitarne l'ulteriore degrado, si è previsto che venisse formulata una strategia tematica per la sua protezione.

Nel documento vengono valutati lo stato del suolo in Europa e le politiche di protezione in corso. La Commissione ritiene necessaria una strategia globale dell'UE per la protezione del suolo, che deve prendere in considerazione le diverse funzioni che esso può svolgere, la variabilità e complessità che lo caratterizzano ed i diversi processi di degrado a cui può essere soggetto, sempre tenendo in considerazione gli aspetti socio-economici.

La strategia è finalizzata principalmente alla protezione del suolo e a garantirne un utilizzo sostenibile, in base ai seguenti principi guida (6): prevenire l'ulteriore degrado del suolo e mantenerne le funzioni quando viene utilizzato e ne vengono sfruttate le funzioni: in tal caso è necessario intervenire a livello di modelli di utilizzo e gestione del suolo; quando il suolo svolge la funzione di pozzo di assorbimento/recettore degli effetti delle attività umane o dei fenomeni ambientali: in tal caso è necessario intervenire alla fonte. Un secondo principio guida è riportare i suoli degradati ad un livello di funzionalità corrispondente almeno all'uso attuale e previsto, considerando pertanto anche le implicazioni, in termini di costi, del ripristino del suolo. Nel documento vengono elaborati successivamente i livelli di intervento, le azioni e gli strumenti ed infine gli impatti, i risultati attesi e le iniziative future.

Si riconosce l'estrema complessità e variabilità della copertura pedologica, dove ogni tipo di suolo è caratterizzato, al proprio interno, da specifiche proprietà fisiche, chimiche e biologiche.

La finalità della cartografia pedologica è l'inventario del comparto "suolo" nella sua variabilità spa-

ziale. In questa operazione, il suolo non viene considerato come elemento isolato del territorio, ma inserito in un contesto fisiografico o pedo-paesaggistico, cioè di caratteristiche geomorfologiche, litologiche e sedimentologiche.

Il suolo ha per alcuni aspetti caratteristiche simili agli strati geologici sottostanti, ma allo stesso tempo si differenzia da essi, proprio a causa della lunga ed intensa influenza del mondo biologico e atmosferico a cui è stato sottoposto, ed è sottoposto tuttora. A differenza degli strati geologici, il suolo ospita parte della vegetazione, della fauna e dei micro-organismi, e in esso si svolgono i cicli della materia e dell'energia connessi a queste presenze. Perciò, il suolo si può definire "l'epidermide" della terra.

Il suolo svolge alcune funzioni indispensabili per mantenere gli equilibri sociale e ambientali. *La funzione produttiva* del suolo si riferisce al suo ruolo di substrato indispensabile per la crescita e per la rigenerazione della vegetazione, e perciò per la produzione di cibo, tessuti e energia per la comunità umana. *La funzione protettiva* consiste nella capacità del suolo di agire come filtro "biologico" nei confronti delle sostanze inquinanti e, quindi, di proteggere le risorse idriche superficiali e sotterranee. *La funzione regolatrice* è dovuta alla sua capacità di regolazione dei flussi delle acque piovane. Lo scorrimento superficiale delle acque piovane può pro-



Fig. 1 - Erosione lineare in atto sui suoli argillosi della parte nord-orientale del territorio comunale (unità GC, carta 5).

- Rill erosion in action on the clayey soils of the northeastern area of the Roman territory (unit GC, map 5).

(5) Verso una strategia tematica per la protezione del suolo. Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento europeo, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle Regioni. COM(2002) 179.

(6) Cap.3.1. del testo nominato nella nota precedente.



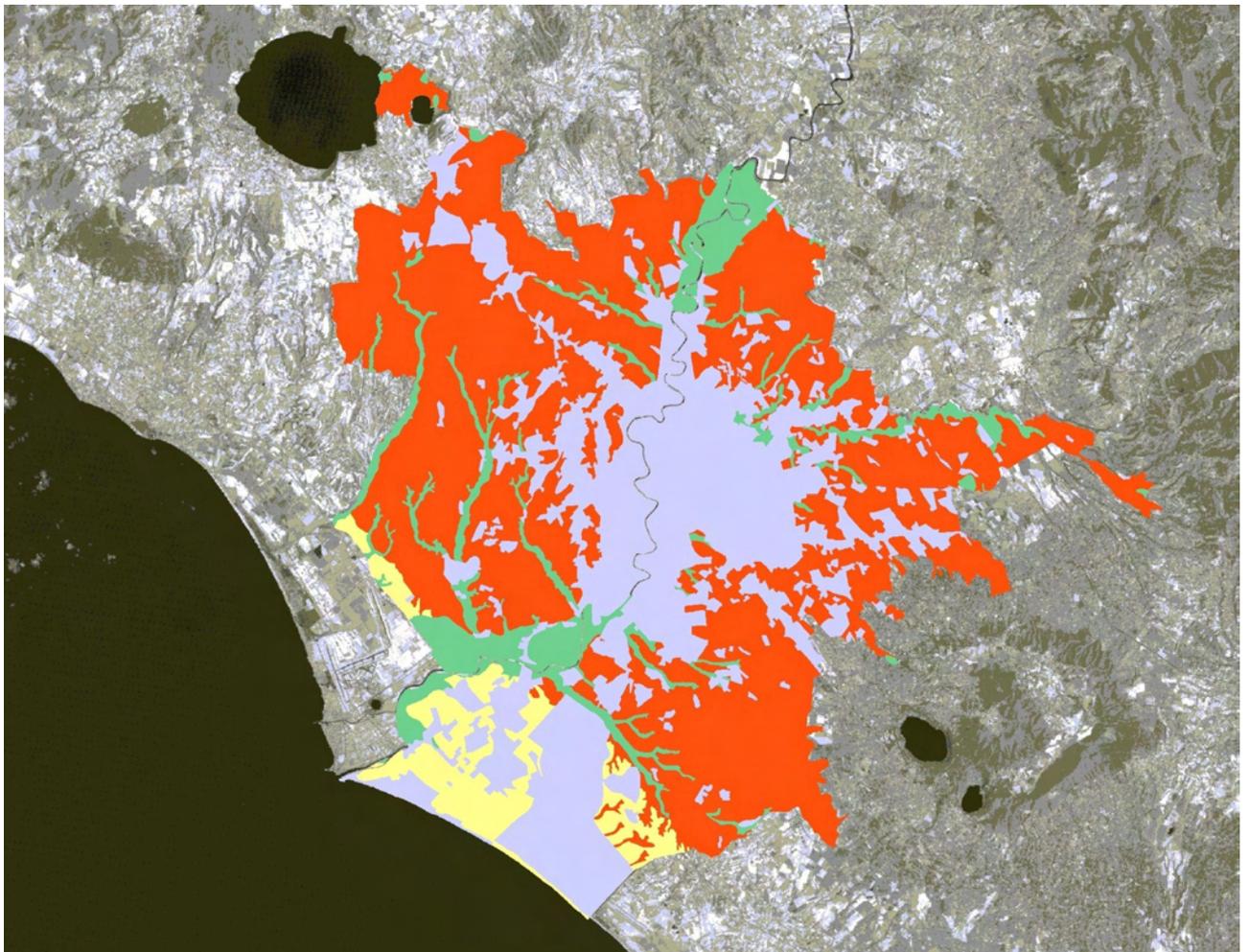
vocare l'erosione, in particolare se il terreno è argilloso e privo di copertura vegetale (figura 1).

Il suolo concorre poi a formare e a far vivere gli ecosistemi terrestri ed è un fondamentale protettore della biodiversità (*la funzione naturalistica*). E' l'habitat di una grande quantità e varietà di organismi che vivono sotto e sopra alla sua superficie, ognuno dei quali è caratterizzato da modelli genici unici. Per questo motivo assicura funzioni ecologiche essenziali.

Altre funzioni utili del suolo sono: *lo spazio* che esso costituisce per l'insediamento umano, la sua funzione di *riserva di materie prime* e di *conservazione del patrimonio culturale*. Il suolo come "*spazio*" ci confronta con il problema della parziale incompatibilità tra

le funzioni trattate prima e quella di accoglienza dell'insediamento umano. Tornando nello specifico a Roma, una particolarità dei suoli qui è la loro *funzione naturalistico-culturale*, perché nel comune si estendono vari parchi, dove lo stato del terreno costituisce parte integrante del patrimonio naturale e culturale.

Generalmente, le funzioni del suolo sono valutabili non solo in termini ambientali, ma anche in termini di valore economico e sociale. Ogni processo di degrado porta alla perdita di questi valori, ragion per cui il suolo deve essere protetto dal degrado immediato e futuro. Il suolo è da considerare quindi una vera e propria risorsa, e come tale andrebbe gestito.



Carta 2 - I suoli di Roma divisi secondo le tre grandi unità paesaggistiche: in rosso il paesaggio vulcanico, in giallo la fascia costiera, in verde i fondovalle; in grigio le zone urbane; base immagine Landsat.

- *The soils of Rome divided according to the three major land system: in red the volcanic landscape; in yellow the coastal belt; in green the valley floors; in grey the urban area; base Landsat image.*

(7) Antonia Arnoldus-Huyzendveld (2003) - I suoli di Roma, due passi sulle terre della città. Una copia del volume può essere richiesto per iscritto a: Comune di Roma - Dip.to X - IV° U.O. Sviluppo Sostenibile, Via Cola di Rienzo, 23, 00192 Roma.

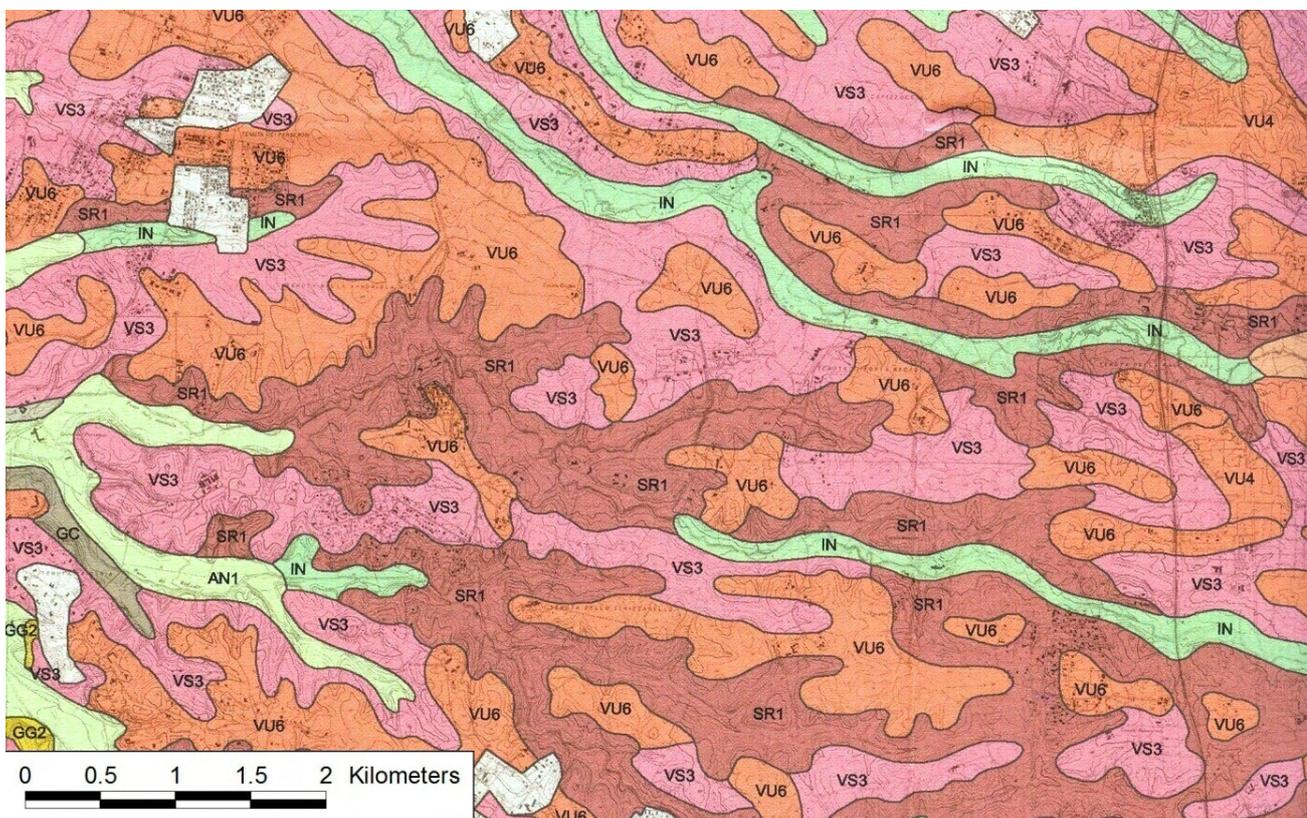
3 - I SUOLI DI ROMA

Man...despite his artistic pretensions and many accomplishments, owes his existence to a thin layer of topsoil ...and the fact that it rains".

(dal "Soil Atlas of Europe", 2006)

Nel volume "I Suoli di Roma", pubblicato nel 2003 (7), per la classificazione è stata applicata la World Reference Base for Soil Resources ("W.R.B.", 1998). Nella legenda della carta, in scala 1:50.000, sono state messe in risalto le più impor-

SR1	<p>suoli LORETO</p> <p>suoli dei versanti vulcanici, a profondità limitata, talvolta pietrosi; substrato tufo o pozzo-lana; tessitura medio-grossolana o media, drenaggio moderatamente rapido, pendenza moderata o moderatamente elevata</p> <p>associazione di Vitri-Paraleptic Cambisols; franco-limoso / franca / franco-sabbiosa & Paralepti-Vitric Andosols, localmente pietrosi; franca / franco-sabbiosa</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Capacità d'uso dei suoli: classe IIIs - Rischio ambientale: moderato - Gestione dei suoli: applicare in primo luogo misure antierosive, come le tecniche di lavorazione atte a diminuire il deflusso superficiale delle acque - Paesaggio da rispettare
------------	--	--



Carta 3 - stralcio della Carta dei Suoli di Roma della zona collinare-vulcanica a sud-est della città. In grigio chiaro: urbano. - part of the Soil Map of Rome covering the hilly volcanic area south east of the city. In light grey the urban area.

Estratto della legenda (le sigle si riferiscono alle unità cartografiche):

Suoli vulcanici profondi dei pianori sommitali; pianeggianti o a pendenza bassa. **VU1**: MAZZALUPO. Tessitura media; **VU5**: PONZONI. Tessitura fine; **VU6**: MANDRIOLA. Tessitura fine, talvolta medio-fine, colore rossastro (paleosuoli).

Suoli vulcanici a profondità limitata dei pianori sommitali, talvolta pietrosi, a pendenza bassa o pianeggianti. **VS3**: SAPIENZA. Substrato pozzolana, talvolta tufo; tessitura medio-grossolana o media.

Suoli dei versanti dei pianori sviluppatisi in formazioni vulcaniche; profondità limitata, talvolta pietrosi, a pendenza moderata o moderatamente elevata. **SR1**: LORETO. Profondità limitata, talvolta pietrosi; substrato tufo o pozzolana; tessitura medio-grossolana o media.

Suoli delle piccole incisioni fluviali nel paesaggio vulcanico, che separano le colline vulcaniche, pendenza bassa o moderata. **IN**: CALANDRELLA. Non o scarsamente calcarei, tessitura media o medio-fine.

Suoli dei versanti sviluppatisi in formazioni prevulcaniche a tessitura grossolana, con pendenza moderatamente elevata o elevata. **GG2**: LEPRIGNANA. Non o molto scarsamente calcarei, tessitura grossolana o medio-grossolana; substrato sabbia.

Suoli dei versanti sviluppatisi in formazioni prevulcaniche a tessitura fine, con pendenza moderatamente elevata o elevata. **GC**: suoli LUCIA. Moderatamente o molto calcarei, substrato argilla e limo, localmente travertino.

Suoli dei fondovalle a fiumi meandriformi, da non a scarsamente calcarei, pianeggianti. **AN1**: ARRONE. Tessitura da medio-grossolana a medio-fine, drenaggio mediocre o buono.



tanti caratteristiche di valutazione delle unità cartografiche, e cioè: la capacità d'uso, il rischio ambientale, i consigli gestionali ed il valore paesaggistico. Nelle Note Illustrative i dati pedologici sono stati riassunti in forma tabellare, con l'indicazione dei principali parametri idrologici di ogni singola unità cartografica e con l'aggiunta delle caratteristiche ("qualità") dei suoli che influenzano l'eventuale rischio ambientale. Sono state valutate le seguenti qualità dei suoli: la capacità protettiva del suolo di fronte all'inquinamento delle acque superficiali e sotterranee e la resistenza del suolo all'inquinamento, all'erosione, alla compattazione ed alla perdita della struttura. Infine è stata valutato il rischio ambientale in relazione ai suoli e la loro capacità di sostenere l'uso agro-ambientale.

Nel territorio di Roma si possono distinguere tre grandi unità (carta 2): i rilievi collinari, la fascia costiera ed i fondovalle dei grandi corsi d'acqua.

Nella cartografia queste sono state divise in sotto unità, in funzione delle caratteristiche geomorfologiche, litologiche e pedologiche. La singola sottounità di paesaggio è caratterizzata da un gruppo di suoli, che poi è stato suddiviso in sottogruppi e unità pedologiche (8).

Si propone qui di seguito l'esempio di una singola unità cartografica (9).

3.1 - I RILIEVI COLLINARI (carta 3)

I rilievi collinare (10) costituiscono circa il 77 % della superficie verde (non-urbanizzata) del territorio comunale di Roma. Si trovano in un'ampia sella morfologica di bassa quota, posta tra due centri eruttivi, il Vulcano Laziale e il Vulcano Sabatino, e solcata da una fitta rete idrografica drenante verso il Tevere o, in modo subordinato, direttamente verso mare. Le singole colline presentano sommità pressoché pianeggianti e versanti ripidi, e sono composte da formazioni vulcaniche e postvulcaniche a giacitura suborizzontale e spessore variabile, sovrapposte a formazioni prevulcaniche. Localmente sulle sommità sono presenti coltri postvulcaniche.

Gli strati vulcanici costituiscono le sommità ed

in parte i versanti delle colline del territorio romano. Dal punto di vista chimico questi sono piuttosto omogenei, ma presentano invece una notevole variabilità fisica. Tale variabilità si riflette evidentemente nella variabilità dei suoli. I **suoli vulcanici** (figura 2, figura 3) sono generalmente moderatamente o ben sviluppati (11). Solitamente, presentano caratteristiche favorevoli, sia per la produzione agricola che per la protezione delle acque. Essi sono talvolta pietrosi, generalmente non calcarei, con un pH neutro o subacido, una capacità di scambio cationico elevata ed una saturazione in basi pressoché totale. Solo nei suoli a profondità limitata, il substrato semi-litoide o litoide presenta un ostacolo per la radicazione. Il drenaggio dei suoli è generalmente buono e la capacità idrica (*A.W.C.*, espressa per metro di profondità) alta. Per i suoli vulcanici sottili ed in pendenza, sussiste il rischio che i processi erosivi portino ad un eccessivo assottigliamento del profilo. I suoli vulcanici presentano nessun o un lieve rischio ambientale, e quindi possono essere gestiti senza particolari precauzioni o con l'applicazione di pratiche di gestione conservative. Alcuni tipi di suolo non offrono sufficiente protezione alle acque ed al suolo, e richiedono quindi una gestione che eviti in primo luogo l'apporto eccessivo di sostanze inquinanti solubili o difficilmente degradabili. I terreni vulcanici maggiormente inclinati richiedono l'applicazione di misure antierosive. I suoli vulcanici in



Fig. 2 - Il paesaggio delle zone vulcaniche collinari.
- *Landscape of the clayey volcanic hills.*

(8) Un singolo sottogruppo di suoli può accorpare più Unità Cartografiche, come le singole Unità Cartografiche possono comprendere uno o più tipi di suolo (Unità Tassonomiche). Le Unità Cartografiche che si ritrovano nella legenda della Carta dei Suoli di Roma sono numerose (44), fatto inevitabile in quanto un'ulteriore accorpamento avrebbe significato, per una zona così ampia e variabile quale il territorio romano, una perdita notevole delle informazioni ricavabili dal rilevamento.

(9) Per il significato delle varie classi applicate, si veda la pubblicazione originaria.

(10) Testo elaborato da I Suoli di Roma, 2003.

(11) Si tratta, secondo la classificazione "W.R.B." (1998) di Paralepti-Vitric Andosols (talvolta Epi-skeletic), Vitri-Cutanic Luvisols, Luvi-Vitric Phaeozems, Cutanic Luvisols, Cutani-Chromic Luvi-sols e Vitri-Paraleptic Cambisols (Episkeletic), localmente Tephri-Calcaric Arenosols e Calcarivitic Cambisols.

forte pendenza impongono che venga mantenuta o aumentata la copertura boschiva.

I sedimenti di origine **prevulcanica** (foto 4), sono in modo dominante composti da argille o da sabbie, con una discreta variabilità chimica e fisica. Solitamente, essi costituiscono i versanti delle colline, ma possono occupare anche le sommità. I suoli argillosi sono poco o moderatamente sviluppati (12). Presentano generalmente caratteristiche favorevoli, sia per la produzione agricola che per la protezione delle acque. Il loro difetto principale è l'elevata sensibilità all'erosione, un rischio che aumenta con l'inclinazione del terreno. Questi suoli sono più o meno calcarei, con un pH neutro o subalcalino, una capacità di scambio cationico elevata ed una saturazione in basi elevata. La capacità idrica è media ed il drenaggio mediocre o lento; quest'ultima caratteristica diventa più favorevole con l'aumentare della pendenza. I suoli argillosi a bassa pendenza presentano un lieve rischio ambientale, e quindi possono essere gestiti con l'applicazione di pratiche di gestione conserva-

tive, talvolta con una attenzione per le misure antierosive. Nel caso di pendenze maggiori, forte rischio d'erosione impone notevoli misure antierosive o l'aumento della copertura boschiva.

I suoli sabbiosi di origine prevulcanica sono poco o moderatamente sviluppati (13); presentano caratteristiche meno favorevoli rispetto ai suoli argillosi, sia per la produzione agricola che per la protezione delle acque. Sono talvolta pietrosi, più o meno calcarei, con un pH neutro o subacido, una capacità di scambio bassa ed una saturazione in basi generalmente elevata. Il drenaggio è buono o moderatamente rapido, il che diventa meno favorevole con l'aumentare della pendenza. La capacità idrica è bassa. Questi suoli non offrono sufficiente protezione alle acque ed al suolo (rischio ambientale moderato o forte), e richiedono quindi una gestione che eviti totalmente l'apporto di sostanze



Fig. 3 - Profilo di un suolo vulcanico poco profondo.
- Profile of a shallow volcanic soil.



Fig. 4 - Il paesaggio delle colline prevulcaniche argillose.
- Landscape of the clayey prevolcanic hills.

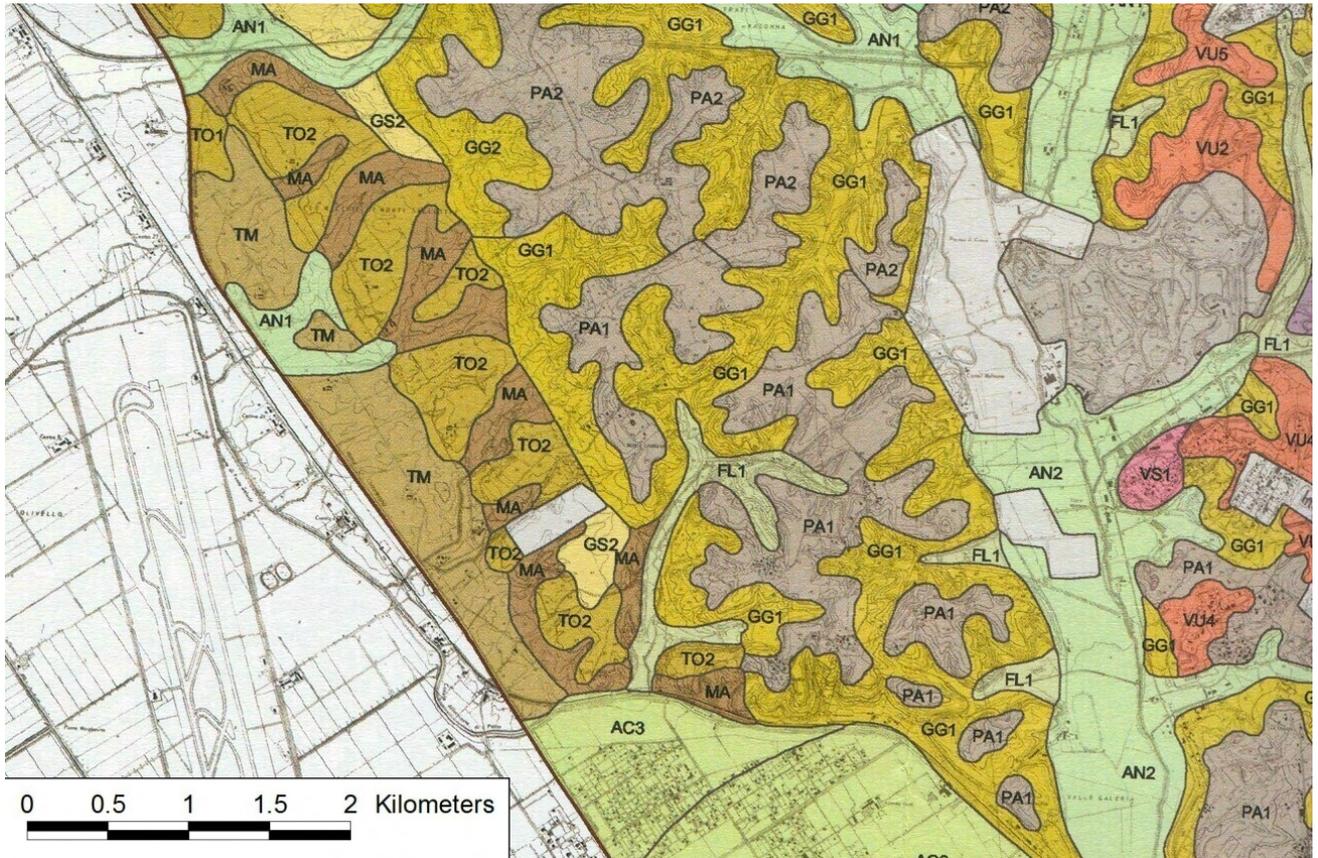


Fig. 5 - Il paesaggio dei terrazzi costieri.
- Landscape of the coastal terraces.

(12) Si tratta di Hypocalcic Luvisols, Hypocalcic Vertisols, Hypereutric Vertisols, Hypocalci-Vertic Calcisols, Calcaric Cambisols e Calcaric Regosols.
(13) Sono classificabili come Cutani-Chromic Luvisols, Cutanic Luvisols, Cutani-Stagnic Luvisols, Calcaric Cambisols, Hypereutric Cambisols, Hypereutric Arenosols e Calcaric Arenosols.

(14) Sono Cutanic Luvisols, Luvi-Vitric Phaeozems e Calcaric Cambisols.





Carta 4 - Stralcio della Carta dei Suoli di Roma della zona dei terrazzi costieri e delle colline prevulcaniche a sud-ovest della città. In grigio chiaro: urbano, cave.

- Part of the Soil Map of Rome covering the coastal terrace and the prevolcanic hills southwest of the city. In the light grey the urban areas and quarries. Estratto della legenda (le sigle si riferiscono alle unità cartografiche):

Suoli vulcanici profondi dei pianori sommitali; pianeggianti o a pendenza bassa. **VU2: CASACCIA**. Tessitura medio-fine. **VU4: TRAGLIATA**. Tessitura medio-fine. **VU5: PONZONI**. Tessitura fine.

Suoli vulcanici a profondità limitata dei pianori sommitali, talvolta pietrosi, a pendenza bassa o pianeggianti. **VS1: BRANDUSA**. Substrato tufaceo, tessitura medio-fine.

Suoli dei pianori sommitali sviluppatasi in formazioni prevulcaniche argillose; a pendenza bassa o pianeggianti. **PA1: VIGNOLA**. Moderatamente calcarei, tessitura medio-fine o fine. **PA2: SCATURINO**. Non o molto scarsamente calcarei, tessitura fine.

Suoli dei versanti sviluppatasi in formazioni prevulcaniche a tessitura grossolana, con pendenza bassa o moderata. **GS2: SALLUSTRI**. Non o molto scarsamente calcarei, tessitura medio-grossolana o media (in parte paleosuoli); substrato sabbia alterata.

Suoli dei versanti sviluppatasi in formazioni prevulcaniche a tessitura grossolana, con pendenza moderatamente elevata o elevata. **GG1: MEZZALUNA**. Moderatamente o molto calcarei, tessitura grossolana o medio-grossolana, talvolta pietrosi; substrato sabbia (ghiaiosa).

Suoli delle piccole incisioni fluviali del paesaggio vulcanico, pendenza bassa o moderata. **FL1: MONTARELLI**. Da scarsamente a molto calcarei, tessitura medio-grossolana o media.

Suoli dei terrazzi posti in fasce parallele alla costa, caratterizzati da orizzonti a tessitura grossolana sovrastanti ad orizzonti più fini; pianeggianti, talvolta a pendenza bassa. **TM: SANTOLA**. Da non a scarsamente calcarei, tessitura grossolana o medio-grossolana su media o medio-fine.

Suoli dei terrazzi posti in fasce parallele alla costa, caratterizzati da una tessitura piuttosto omogenea nel profilo, da medio-grossolana a fine, pianeggianti, talvolta a pendenza bassa. **TO1: TRECANNELLE**. Non o molto scarsamente calcarei, tessitura medio-grossolana, talvolta su fine. **TO2: GRANARETTO**. Scarsamente o moderatamente calcarei, tessitura fine o medio-fine su fine.

Suoli dei margini dei terrazzi costieri, talvolta di limitata profondità, pendenza moderata o bassa. **MA: MONTECUGNO**. Profondi, da non a scarsamente calcarei, tessitura grossolana, spesso con ciottoli; substrato sabbia.

Suoli dei fondovalle dei fiumi meandriformi, molto calcarei, pianeggianti. **AC3: CAPANNONI**. Tessitura fine, drenaggio imperfetto.

Suoli dei fondovalle dei fiumi meandriformi, da non a scarsamente calcarei, pianeggianti. **AN1: ARRONE**. Tessitura da medio-grossolana a medio-fine, drenaggio mediocre o buono. **AN2: PANTANO**. Tessitura fine, drenaggio imperfetto.

inquinanti solubili o difficilmente degradabili. Con l'aumentare dell'inclinazione del terreno, subentra anche il rischio d'erosione, imponendo più che altro la manutenzione o l'aumento della copertura boschiva.

I suoli di origine **postvulcanici** del paesaggio

collinare, non molto estesi, presentano esclusivamente una bassa pendenza. Sono moderatamente o ben sviluppati (14). Le caratteristiche fisiche, compresa la profondità del suolo e la pietrosità, sono molto variabili. Le caratteristiche chimiche sono generalmente favorevoli, con un pH neutro o

subalcalino, una capacità di scambio media o elevata ed una saturazione in basi elevata. Questi suoli presentano generalmente un basso rischio ambien-

tale, e possono quindi essere gestiti con l'applicazione di pratiche di gestione conservative.

3.2 - LA FASCIA COSTIERA (carta 4)

La doppia arcata della linea di costa di Roma è composta da barriere costiere (tomboli) che collegano le due sporgenze di Ladispoli/Palo e Anzio. Nel centro, la linea di costa è interrotta dalla sporgenza del delta del Tevere. La pianura recente è composta da una larga fascia di cordoni dunari, con retrostanti i relitti di due lagune, ormai bonificate. Una sequenza di terrazzi postvulcanici (Pleistocene superiore) è posta, a quote intermedie, tra il paesaggio collinare e la piana costiera recente oppure direttamente sulle formazioni vulcaniche.

I suoli della fascia costiera si trovano sia in corrispondenza dei terrazzi costieri sia della pianura costiera recente. Questa zona costituisce circa l'8 %



Fig. 6 - Profilo del suolo tipico dei terrazzi costieri, con tracce d'aratura.
- Profile of a soil of the coastal lagoons.



Fig. 7 - Il paesaggio della fascia costiera recente (zona della bonifica).
Foto Guido Contini.
- Landscape of the recent coastal belt (land reclamation zone).
Photograph Guido Contini.



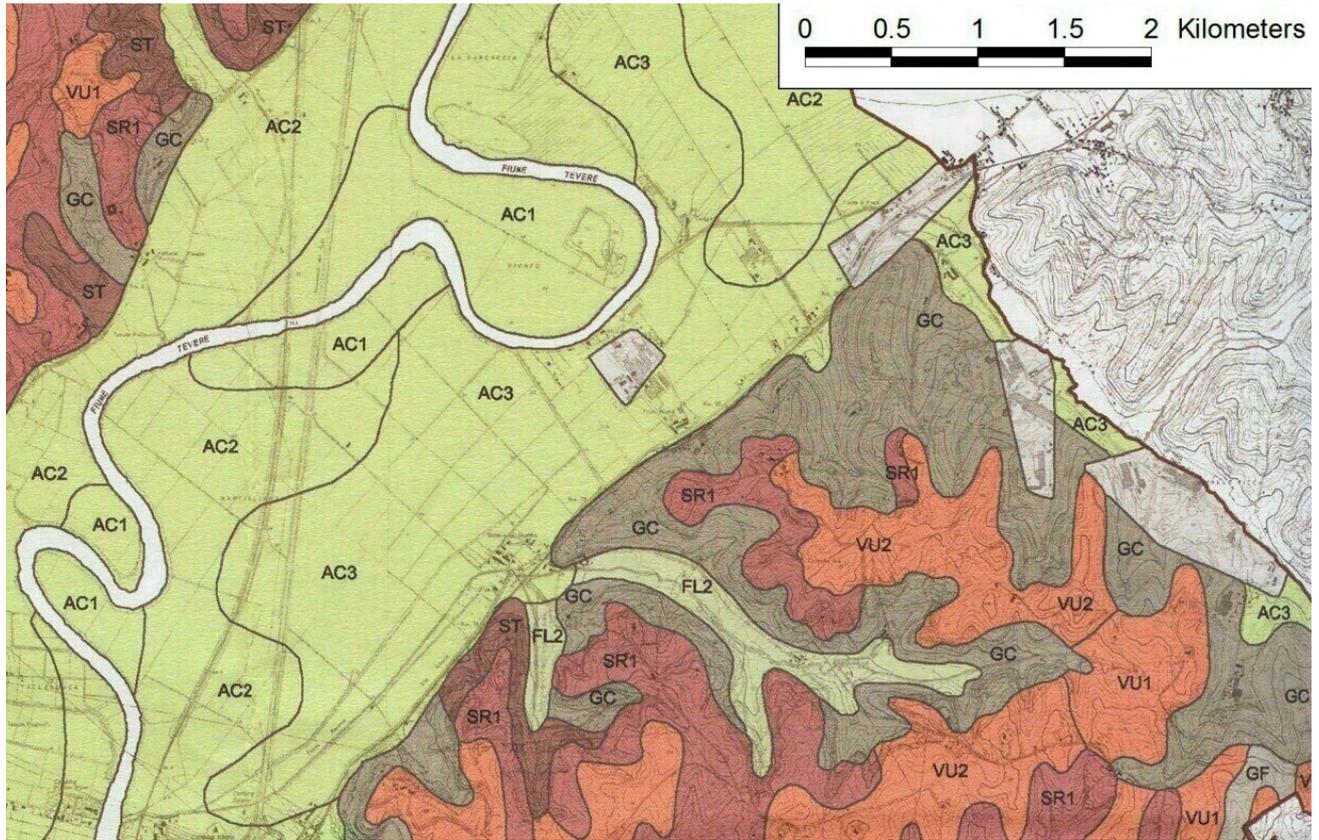
Fig. 8 - Profilo del suolo della fascia costiera lagunare.
- Profile of a soil of the coastal lagoons.

(15) Si tratta, secondo la classificazione "W.R.B." (1998) di Endoeutri-Luvic Planosols, Cutani-Endoalbic Luvisols, Cutani-Epialbic Luvisols, Chromic Luvisols, Cutanic Luvisols, Hypocalcic Luvisols, Hypocalcic Vertisols, Rubi-Hypoluvic Arenosols e Hypereutric Arenosols.

(16) Si tratta di Calcaric Arenosols, Orthieutric Arenosols e Calcaric Cambisols.

(17) Sono Gleyic Luvisols, Hyposodi-Calcaric Vertisols, Calcari-Hyposodic Gleysols, Calcari-Hyposalic Gleysols, Antropi-Calcaric Arenosols e Ombri-Sapric Histosols.





Carta 5 - stralcio della Carta dei Suoli di Roma della zona del fondovalle tiberino a nord della città. In grigio chiaro: urbano.
 - part of the soil Map of Rome covering the Tiber valley floor north of the city. In light grey the urban areas.

Estratto della legenda (le sigle si riferiscono alle unità cartografiche):

- Suoli vulcanici profondi dei pianori sommitali; pianeggianti o a pendenza bassa. **VU1: MAZZALUPO. VU2: CASACCIA.** Tessitura medio-fine.
- Suoli dei versanti dei pianori sviluppatisi in formazioni vulcaniche; profondità limitata, a pendenza moderata o moderatamente elevata. **SR1: LORETO.** Profondità limitata, talvolta pietrosi; substrato tufo o pozzolana; tessitura medio-grossolana o media.
- Suoli a profondità molto limitata, pietrosi, a pendenza da elevata a estremamente elevata. **ST: GALLICANO.** Substrato tufaceo, tessitura media.
- Suoli dei versanti sviluppatisi in formazioni prevulcaniche a tessitura fine, con pendenza bassa o moderata. **GF: MARCIGLIANA.** Molto calcarei, tessitura da media a fine; substrato argilla o limo, talvolta travertino.
- Suoli dei versanti sviluppatisi in formazioni prevulcaniche a tessitura fine, con pendenza moderatamente elevata o elevata. **GC: suoli LUCIA.** Moderatamente o molto calcarei, substrato argilla e limo, localmente travertino.
- Suoli delle piccole incisioni fluviali nel paesaggio vulcanico, pendenza bassa o moderata. **FL2: SCORNABECCO.** Da scarsamente a molto calcarei, tessitura medio-fine o fine.
- Suoli dei fondovalle dei fiumi meandriformi, molto calcarei, pianeggianti. **AC1: MURATELLA.** Tessitura media, drenaggio buono. **AC2: GAGLIARDA.** Tessitura medio-fine, drenaggio mediocre. **AC3: CAPANNONI.** Tessitura fine, drenaggio imperfetto

della superficie verde (non-urbanizzata) del territorio comunale. I suoli dei **terrazzi costieri** (foto 5 e 6) presentano un gamma tessiturale variabile tra gli estremi sabbiosi e argillosi, con una notevole diffusione di suoli caratterizzati dalla presenza nel profilo di un orizzonte permeabile sovrastante ad un orizzonte meno permeabile. Si tratta di suoli a sviluppo variabile (15). Presentano caratteristiche più o meno favorevoli, sia per la produzione agricola che per la manutenzione dell'equilibrio ambientale delle acque e del suolo stesso, in funzione della tessitura del suolo e del contrasto tessiturale tra gli orizzonti. Essi sono generalmente non pietrosi e non calcarei, con un pH neutro o subacido, una capacità di scambio cationico bassa ed una satura-



Fig. 9 - Il paesaggio del fondovalle tiberino.
 - Landscape of Tiber valley

zione in basi pressoché totale. Nei suoli a forte contrasto tessiturale, l'orizzonte poco permeabile costituisce un ostacolo alla radicazione. Il drenaggio dei suoli e la loro capacità idrica sono variabili, anche questo in funzione della tessitura del suolo e del contrasto tessiturale tra gli orizzonti. Nel caso di una bassa pendenza del terreno, questi suoli presentano solo un lieve rischio ambientale, e quindi possono essere gestiti con l'applicazione di pratiche di gestione conservative. Solo alcuni suoli non offrono sufficiente protezione alle acque ed al suolo, e richiedono quindi una gestione che eviti totalmente l'apporto di sostanze inquinanti solubili o difficilmente degradabili.

I suoli della **pianura costiera recente** (foto 7, foto 8) sono o sabbiosi o argillosi, con scarsa presenza delle tessiture intermedie. I suoli sabbiosi sono poco sviluppati (16). Essi presentano caratteristiche poco favorevoli per la produzione agricola e per la manutenzione dell'equilibrio ambientale delle acque e del suolo stesso, anche se l'applicazione di un'accurata irrigazione può migliorare notevolmente la capacità produttiva. Hanno un pH subalcalino, una capacità di scambio cationico bassa ed una saturazione in basi totale. Il drenaggio è generalmente rapido o poco meno e la capacità idrica bassa. I suoli della fascia dunare lungo la costa sono esposti all'erosione eolica. Questi suoli non offrono sufficiente protezione alle acque ed al suolo, e richiedono quindi una gestione che eviti totalmente l'apporto di sostanze inquinanti solubili o difficilmente degradabili. Inoltre, la stretta fascia dunare impone rigorosamente la manutenzione della copertura boschiva o cespugliosa.

I suoli a tessitura fine della pianura costiera recente sono poco sviluppati (17). La presenza della falda entro il primo metro del suolo limita sia la produzione agricola che la possibilità di mantenere l'equilibrio ambientale delle acque e del suolo stesso. I suoli sono generalmente non pietrosi e calcarei, con un pH subalcalino, una capacità di scambio cationico elevata ed una saturazione in basi totale. Il drenaggio è variabile tra buono ed impedito, in funzione del comportamento della falda. Questi suoli non offrono sufficiente protezione alle acque ed al suolo, e richiedono quindi una gestione che eviti totalmente l'apporto di sostanze inquinanti solubili

o difficilmente degradabili. Inoltre, esse richiedono generalmente l'applicazione rigorosa di tecniche colturali atte ad evitare o diminuire la compattazione.

3.3 - I FONDOVALLE DEI GRANDI CORSI D'ACQUA (CARTA 5)

I fondovalle costituiscono circa il 15 % della superficie verde (non-urbanizzata) del territorio comunale. Nel paesaggio sono compresi i fondi dei crateri vulcanici. I fondovalle non sono terrazzati e, appartengono in modo dominante al bacino del basso Tevere. I sedimenti superficiali del fondovalle tiberino presentano caratteristiche mineralogiche e tessiture non direttamente collegabili con le formazioni geologiche locali, mentre i sedimenti degli altri fiumi riflettono, in tessitura e chimismo, la litologia dei versanti. Parte dei sedimenti superficiali del fondovalle del Tevere risale all'epoca storica. I fondi craterici senza deflusso naturale sono stati bonificati.

I suoli dei fondovalle maggiori (foto 9) si possono dividere in calcarei e non calcarei (18); sono non pietrosi. La variabilità delle caratteristiche fisiche di questi suoli è legata in primo luogo alla variabilità tessiturale del sedimento fluviale. Il drenaggio è variabile da buono ad imperfetto. Una falda superficiale è assente, localmente presente in profondità. La capacità idrica (*A.W.C.*) è alta. Le caratteristiche chimiche sono generalmente favorevoli, con un pH tendenzialmente subalcalino (i suoli calcarei) e da neutro a subalcalino (i suoli non calcarei), una capacità di scambio media ed una saturazione in basi elevata. Generalmente, questi suoli non offrono sufficiente protezione di fronte alle acque e richiedono quindi una gestione che eviti in primo luogo l'apporto eccessivo di sostanze inquinanti solubili e difficilmente degradabili. I suoli a tessitura più fine richiedono inoltre l'applicazione di tecniche colturali atte ad evitare o diminuire la compattazione.

4 - IL RISCHIO DI DEGRADO

Affinché il suolo possa svolgere le sue diverse funzioni, è necessario preservarne le condizioni. Esistono prove di minacce crescenti esercitate da varie attività umane che possono degrada-

(18) Si tratta di suoli poco sviluppati, e classificabili, nel caso dei suoli calcarei, come Calcaric Cambisols e Calcari-Vertic Cambisols, e nel caso dei suoli non calcarei, come Cutanic Luvisols, Luvic Phaeozems e Gleyi-Vertic Luvisols.

(19) Testo elaborato da I Suoli di Roma 2003.

(20) Cfr. Comune di Roma 1997, Ministero dell'Ambiente 1997.

(21) Per la fascia costiera sarebbe meglio dire: o almeno si trovavano fino a pochi anni fa.

(22) Non tenendo conto dell'istituzione del Comune di Fiumicino e con inclusione di Castel Porziano nel territorio "urbanizzato".



re il suolo. Erosione, diminuzione della materia organica, contaminazione locale e diffusa, impermeabilizzazione, compattazione, diminuzione della biodiversità e salinizzazione sono alcune delle minacce individuate.

(dall'art. 4 del riassunto del documento "Verso una strategia tematica per la protezione del suolo" della Commissione delle Comunità Europea, 2002).

Le principali forme di degrado del suolo (19) che si possono verificare (e si verificano) nell'ambito della campagna romana, sono (in ordine di intensità del fenomeno):

l'espansione urbana: consumo di terreni; degrado sociale e ambientale delle fasce immediatamente circostanti; perdita di patrimonio archeologico

l'inquinamento chimico dovuto alla presenza industriale e urbana e all'eccessiva somministrazione di prodotti chimici in agricoltura;

la compattazione e la perdita strutturale a causa del carico delle macchine agricole pesanti;

la perdita dell'orizzonte superficiale dovuto all'erosione;

la salinizzazione, generalmente a causa di infiltrazione di acqua salata nella falda.

Di seguito, verranno sinteticamente analizzati questi aspetti, seguendo l'ordine delle forze degradanti individuate (20).

4.1 - L'ESPANSIONE URBANA

La città di Roma è circondata da una periferia molta estesa: si tratta di ca. 86.400 ettari di terreno, al di fuori del tessuto urbano intensamente edificato (la superficie totale del territorio comunale è di circa 128.700 ettari). Parte di questi terreni è soggetto ad uso agricolo su vaste superfici, come nella zona tra la Via Aurelia e la fascia costiera, dove si trovano (21) numerose aziende agricole e zootecniche di grandi dimensioni. La campagna romana è caratterizzata da una forte frammentazione urbanistica e agricola. Quest'ultima è implicita nel tipo di agricoltura, che è in gran parte di sostegno, e che si basa in modo dominante sulla cerealicoltura e orticoltura, come anche sulla viticoltura nell'area dei Colli Albani e Bracciano e sulla frutticoltura verso i Monti Simbruini e Tiburtini.

L'espansione urbana rappresenta una minaccia all'attuale patrimonio di zone agricole produttive, attraverso il consumo dei terreni. All'interno dei confini attuali del Comune di Roma (22), tra 1960

e 2000, la percentuale di territorio non-urbanizzato è diminuita dall'86 % al 67 % circa. Questo processo si può considerare inevitabile nella crescita di una grande città. Una conseguenza grave dell'espansione della città è il degrado ambientale e sociale nelle fasce di transizione tra città e campagna, caratterizzate da terreni abbandonati spesso deturpati dai rifiuti. Nel processo di espansione urbana del dopoguerra non solo sono state consumate grandi superfici di suolo agricolo di prima qualità, ma anche molte zone ad alto valore archeologico. Fortunatamente, alcune situazioni rilevanti sono state salvate, sia pure con grande difficoltà. Altre aree di interesse archeologico sono state studiate e poi salvaguardate mediante destinazione a verde pubblico all'interno delle nuove espansioni urbane. Ancora, alcune piccole strutture archeologiche (diversi casali dei secoli scorsi, ma anche strutture romane) sono rimaste imprigionate nel tessuto urbano, soggetto ad un forte degrado. Solo in pochi casi queste strutture sono state valorizzate pienamente.

4.2 - L'INQUINAMENTO DEL SUOLO

L'inquinamento del suolo (23) ha essenzialmente due tipi di fonti: quelle localizzate, come l'industria, le discariche dei rifiuti, la combustione, il traffico; e quelle diffuse, tra le quali l'agricoltura stessa. Nell'ultimo caso ci si riferisce in special modo all'uso eccessivo di fertilizzanti, pesticidi e diserbanti, all'uso imprudente dei liquami zootecnici, all'applicazione sul terreno dei fanghi provenienti dai depuratori e l'uso di acque inquinate per l'irrigazione.

Nel territorio di Roma, il rischio d'inquinamento è presente ovunque, ma l'intensità dipende fortemente dalla vicinanza delle fonti e dal tipo d'uso agricolo.

In genere, la vulnerabilità del suolo nei confronti dell'inquinamento chimico è inversamente proporzionale alla sua capacità di degradare e assorbire le sostanze chimiche prima che esse raggiungano le piante o le acque della falda. Sono meno vulnerabili i suoli che presentano una o più delle seguenti caratteristiche: pH alcalino, tessitura fine, condizioni ossidanti, elevato contenuto in fosfati, ferro-manganese e sostanza organica.

I nitrati e fosfati rappresentano il rischio maggiore d'inquinamento, sia del suolo (fosfati), sia

(23) Committee on Long-Range Soil and Water Conservation Board on Agriculture, 1993; McGraths 1998; Oldeman et alii 1991; Targulian 1994; Van Duyvenbooden & Van Waegeningh 1987.



delle acque (ambidue), sia delle piante (nitrati). I nitrati, di cui l'uso eccessivo porta comunque ad un prodotto agricolo di qualità inferiore, comportano, in relazione alla loro grande solubilità, in primo luogo un rischio d'inquinamento delle acque (con il rischio di eutrofizzazione). I nitrati nel suolo derivano dalla decomposizione della sostanza organica, dal letame e dai residui vegetali; poi dai fertilizzanti somministrati e dall'atmosfera. Si tratta di un nutriente essenziale per le piante, ma la sua perdita è indesiderata: non solo per motivi economici, ma anche per il rischio d'inquinamento delle acque. La diminuzione del rischio di contaminazione da nitrati può avvenire con la riduzione dell'apporto stesso o con l'uso di pratiche agricole ottimali. Le fonti dei fosfati sono i fertilizzanti chimici ed il letame. Essi vengono assorbiti dal suolo, quindi le concentrazioni nelle acque sono generalmente basse. Recentemente si sono comunque verificati, nei suoli sabbiosi, fenomeni di saturazione, per cui il terreno perde la sua capacità di adsorbimento dei fosfati, con il conseguente rischio d'inquinamento delle acque.

I pesticidi sono sostanze chimiche che servono a limitare gli organismi che potrebbero arrecare danno alla produzione agricola. Alcuni tipi vengono applicati direttamente sul suolo, altri sulle piante. Pesticidi vengono usati per eliminare le erbe infestanti, per limitare le malattie da funghi e contro gli insetti. Durante lo stoccaggio vengono usati per migliorare la conservabilità dei prodotti. Il rischio di inquinamento da pesticidi è particolarmente alto quando essi derivano da impianti industriali, quando si verifica erosione di suoli con pesticidi, o nel caso di uso eccessivo. Il destino naturale dei pesticidi può essere di vario tipo: adsorbimento da parte della sostanza organica o delle argille nel suolo, decomposizione chimica, da parte di organismi o della luce, o volatilizzazione. Eccessi di pesticidi possono essere eliminati dal suolo tramite opportune tecniche biologiche (l'impiego di micro-organismi).

I metalli pesanti sono normali componenti della crosta terrestre; alcuni sono micronutrienti indispensabili per le piante (rame, manganese, zinco). I problemi nascono se la concentrazione nel suolo diventa troppo alta. I metalli pesanti a più elevata tossicità, sono l'arsenico (As), il cadmio (Cd), il cromo (Cr), il rame (Cu), il piombo (Pb), il mercurio (Hg), il nichel (Ni) e lo zinco (Zn). Metalli

pesanti provengono dall'industria, dai liquami o dal traffico. Se i metalli pesanti raggiungono il suolo in quantità limitata e al momento giusto, non comportano rischi elevati. Il vero problema è rappresentato dall'accumulo a lungo termine, perché questi metalli sono molto persistenti nello strato organico del suolo. Si possono poi concentrare nelle piante e da qui negli animali e/o nell'uomo (che possono essere più o meno sensibili ai loro effetti). Di recente crescono le preoccupazioni sull'effetto di concentrazioni anche relativamente piccole di metalli pesanti sull'attività microbiologica del suolo. Il suolo inquinato da metalli pesanti può essere trattato (nei casi meno gravi) con l'apporto di carbonato di calcio o di sostanza organica oppure attraverso il miglioramento del drenaggio; e (nei casi gravi) con la immobilizzazione tramite opportune sostanze chimiche sintetiche o naturali.

4.3 - LA COMPATTAZIONE E LA PERDITA STRUTTURALE

La compattazione comporta una riduzione della porosità del suolo. La porosità influenza la capacità idrica e la facilità di radicazione, e quindi la capacità del suolo di produrre biomassa. Normalmente, la densità radicale raggiunge valori fino a 10 mg di radici per grammo di suolo, ma se aumenta la compattazione, la densità radicale può scendere a meno di 0,1 mg/g di suolo, sintomo di una ridotta capacità produttiva. La compattazione porta anche alla riduzione degli scambi idrici e gassosi con l'atmosfera, fino alla creazione di localizzati ambienti anaerobici. In questo caso la produzione di biomassa rallenta notevolmente sino a cessare del tutto qualora tale stato di anaerobiosi si prolunghi nel tempo. Infine, la compattazione riduce di molto le capacità di depurazione delle acque percolanti. La sensibilità del suolo alla compattazione dipende dai seguenti fattori: la tessitura, il comportamento della falda superficiale e le pratiche agricole. Il degrado per compattazione avviene nel territorio romano esclusivamente nelle zone destinate a seminativo su ampie superfici, in particolare sui suoli a granulometria fine e con la falda prossima alla superficie.

4.4 - L'EROSIONE

Erosione idrica (24) è l'asporto di terra superfi-

(24) OLDEMAN *et alii* 1991.





ciale, e la successiva deposizione dello stesso al piede del versante. Quasi sempre i processi erosivi sono influenzati dall'uso agricolo. Anche terreni a bassa acclività possono essere soggetti all'erosione, in particolare durante il periodo di scarsa copertura vegetale.

L'erosione è un processo naturale, che diviene preoccupante solo se assume valori eccessivi. L'entità prevedibile del processo può essere calcolata, come anche la perdita tollerabile. Ad esempio, un normale terreno vulcanico della campagna romana con pendenze tra 6 e 10 %, coltivato a cereali, e con l'impiego di misure antierosive, può perdere 3 tonnellate di terra per ettaro per anno, che può essere considerata una perdita ancora tollerabile. Questo valore si moltiplica per un fattore di 3-4 nel caso di una stagione piovosa, per un fattore 2-3 se il terreno è sensibile ad erosione a causa della sua natura fisica, ed ancora per un fattore 2-3 se il terreno è stato arato in profondità. A questo punto possono anche verificarsi, nei casi estremi, perdite di suolo per erosione dell'ordine delle 100 tonnellate per ettaro e per anno, equivalenti ad uno spessore di 2 cm di suolo per anno. Evidentemente, questi valori non si raggiungono tutti gli anni. La

perdita media annuale degli stessi terreni, se arati in profondità, è stimabile in 10-20 tonnellate per ettaro. Si noti che questi valori sono da considerarsi bassi in confronto a quelli che si verificano in alcune altre zone d'Italia o se valutati su scala mondiale.

Le cifre calcolate non sembrano allarmanti, ma in realtà lo sono. Partiamo, in relazione all'esempio citato, da una stima prudente di una perdita media di terra di 10 tonnellate/ha/anno. Questa perdita si riferisce in modo dominante allo strato superficiale, che contiene la sostanza organica e la maggior parte dei fertilizzanti. Su un periodo di dieci anni, questo valore comporta una perdita di terreno superficiale di 100 tonnellate/ettaro. Ipotizzando un contenuto di sostanza organica nello strato arato dello 0,5 %, e dello 0,1 % di fosfati, queste cifre implicano un trasporto a valle, ogni dieci anni, e per ogni ettaro di coltura, di circa 5 quintali di sostanza organica, che contengono a loro volta circa 2,5 quintali di nitrato, ed 1 quintale di fosfato. Questo equivale per un'azienda di 50 ettari ad un asporto (irreversibile!), ogni dieci anni, di 125 quintali di nitrati e 50 quintali di fosfati. Queste sostanze finiscono nelle acque, con tutte le

codice	nome	roccia-madre	classifaz. W.R.B.**	profondità metri	tessitura ***	drenaggio ***	pendenza %
SR1 *	LORETO 1	tufi vulcanici semilitoidi, litoidi, pozzolane del Pleistocene medio	vi-ler CM ler-vi AN	0,4 – 0,8	FL-F-FS F-FS	mod. rapido mod. rapido	5-20
	LORETO 2			0,4 – 0,8			5-20

*) associazione di suoli

***) World Reference Base for Soil Resources, F.A.O., 1998

****) Soil Survey Manual, 1993

codice	nome	superficie in ha	capacità d'uso	gruppo idrol.**	densità appar.	cap. di campo	punto di appass.	AWC mm	falda	permeabilità ***
SR1 *	LORETO 1	10440	IIIs	B B	1,1	400	250	90	-	3
	LORETO 2				1,1	250	150	60	-	4

*) associazione di suoli

***) Soil Survey Manual, 1993

****) in cm/ora

(25) Il metodo SINTACS (CIVITA M. & DE MAIO M., 1997) è una evoluzione del metodo statunitense DRASTIC, messo a punto per le aree mediterranee, al fine di creare la carta della vulnerabilità intrinseca (o geologica) all'inquinamento, uno strumento operativo che permette di valutare la suscettibilità del sottosuolo a filtrare un inquinante idrotrasportato.

(26) Arnoldus-Huyzendveld 2007.

(27) Sito www.iwr.msu.edu/rusle/

(28) Sito www.brc.tamus.edu/swat/

(29) Per conto dei Laboratori dell'ACEA, gli aspetti pedologici del modello SWAT sono stati curati dalla scrivente per i Colli Albani (2002), per i Monti Simbruini (2003) e per i Monti Sabatini (2007).

Tab. I - Fattori che compongono la valutazione del rischio ambientale legato ai suoli.

il livello di protezione che il tipo di suolo offre verso le acque sotterranee, espresso in cinque classi qualitative: alto (5), medio-alto (4), medio (3), medio-basso (2), basso (1)
il livello di protezione che il suolo offre verso le acque superficiali, espresso in cinque classi qualitative: alto (5), medio-alto (4), medio (3), medio-basso (2), basso (1)
la resistenza del suolo al proprio degrado fisico o chimico (inquinamento, erosione, compattazione, perdita della struttura), espresso in cinque classi qualitative: alta (5), medio-alta (4), media (3), medio-bassa (2), bassa (1).

conseguenze ormai ben note: eutrofizzazione, inquinamento delle sorgenti, danno alla pesca. L'erosione eccessiva porta anche alla perdita delle piantagioni giovani, sia nelle zone erose che nelle aree a piede dei versanti, dove si accumulano i sedimenti. In più, nei terreni sensibili al fenomeno (che sono in particolare quelli argillosi) e posti a pendenze maggiori del 10 %, sussiste il rischio della formazione di incisioni profonde, addirittura veri e propri calanchi, che possono diventare dei reali ostacoli per le cure colturali, fino a rendere completamente impossibile l'agricoltura.

4.5 - LA SALINIZZAZIONE

Nell'ambito del territorio romano esistono due zone ad estensione limitata (l'ex-stagno Ostiense e la località Saline) che presentano un lieve rischio di degrado per salinizzazione. Il fenomeno è principalmente legato alla risalita capillare di acque ad elevata salinità provenienti da falde superficiali salate di origine lagunare.

5. PARAMETRI AMBIENTALI

Il suolo immagazzina e in parte trasforma minerali, materia organica, acqua, energia e diverse sostanze chimiche. Funge

Codice	Nome	Rischio ambientale (tab. II)	Sostenibilità dell'uso agro-alimentare (tab. III)	Fattori limitati (tab. I)	acque falde	acque superficiali	resistenza del suolo al degrado	produttività	qualità del paesaggio
					(tab. I)				
SR1	<i>LORETO</i>	3 (moderato)	C	erosione	4	4	3	5	1

(30) sec. KLINGEBIEL & MONTGOMERY 1961.

Tab. II - Classi di sostenibilità dell'uso agro-ambientale

classe	descrizione
A	uso agro-ambientale sostenibile senza particolare precauzioni.
B	uso agro-ambientale sostenibile con lieve precauzioni: è sufficiente applicare pratiche di gestione conservative del suolo.
C	uso agro-ambientale sostenibile con moderate precauzioni; azioni consigliate: applicare misure antierosive, come le tecniche di lavorazione atte a diminuire il deflusso superficiale delle acque, oppure evitare l'apporto eccessivo di sostanze inquinanti solubili o difficilmente degradabili.
D	uso agro-ambientale sostenibile solo con misure protettive; azioni consigliate: evitare totalmente l'apporto di sostanze inquinanti solubili o difficilmente degradabili e mantenere o aumentare la copertura boschiva.
E	(se desiderato) uso agro-ambientale sostenibile solo con misure protettive; azioni consigliate: mantenere o aumentare la copertura boschiva e evitare totalmente l'apporto di sostanze inquinanti solubili o difficilmente degradabili.
F	suoli da destinare ad usi altamente protettivi; azioni consigliate: mantenere o aumentare la copertura boschiva, evitare la costruzione di strutture ed infrastrutture, diminuire l'uso agricolo o urbano.

inoltre da filtro naturale per l'acqua sotterranea, la fonte principale di acqua potabile.

(dall'art. 2.2 del documento "Verso una strategia tematica per la protezione del suolo" della Commissione delle Comunità Europea, 2002).

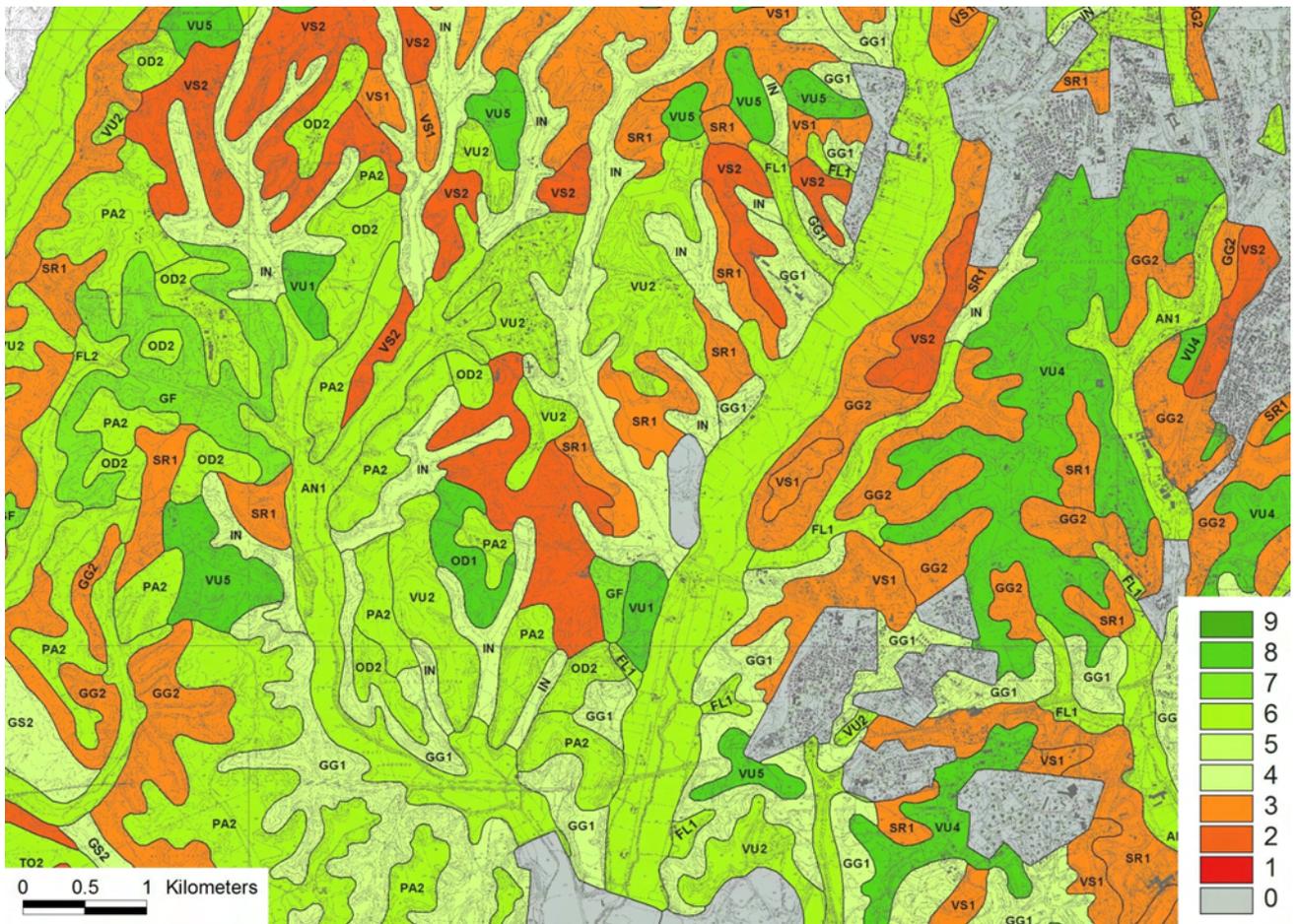
Nello studio della vulnerabilità degli acquiferi, l'inserimento del suolo tra gli elementi di valutazione trova giustificazione nella sua capacità di "filtro biologico", in quanto i processi interni fisici, chimici e biologici esercitano un effetto tampone sul deterioramento della qualità delle acque e dell'aria. Ed inoltre, nel suo ruolo di elemento chiave nella regolazione e divisione dei flussi idrici superficiali, quindi nel verificarsi, con maggiore o minore intensità, dell'erosione idrica.

Non sempre si dispongono dei dati utili all'ap-



Tab. III - Criteri di valutazione per la sostenibilità all'uso agro-ambientale dei suoli di Roma.

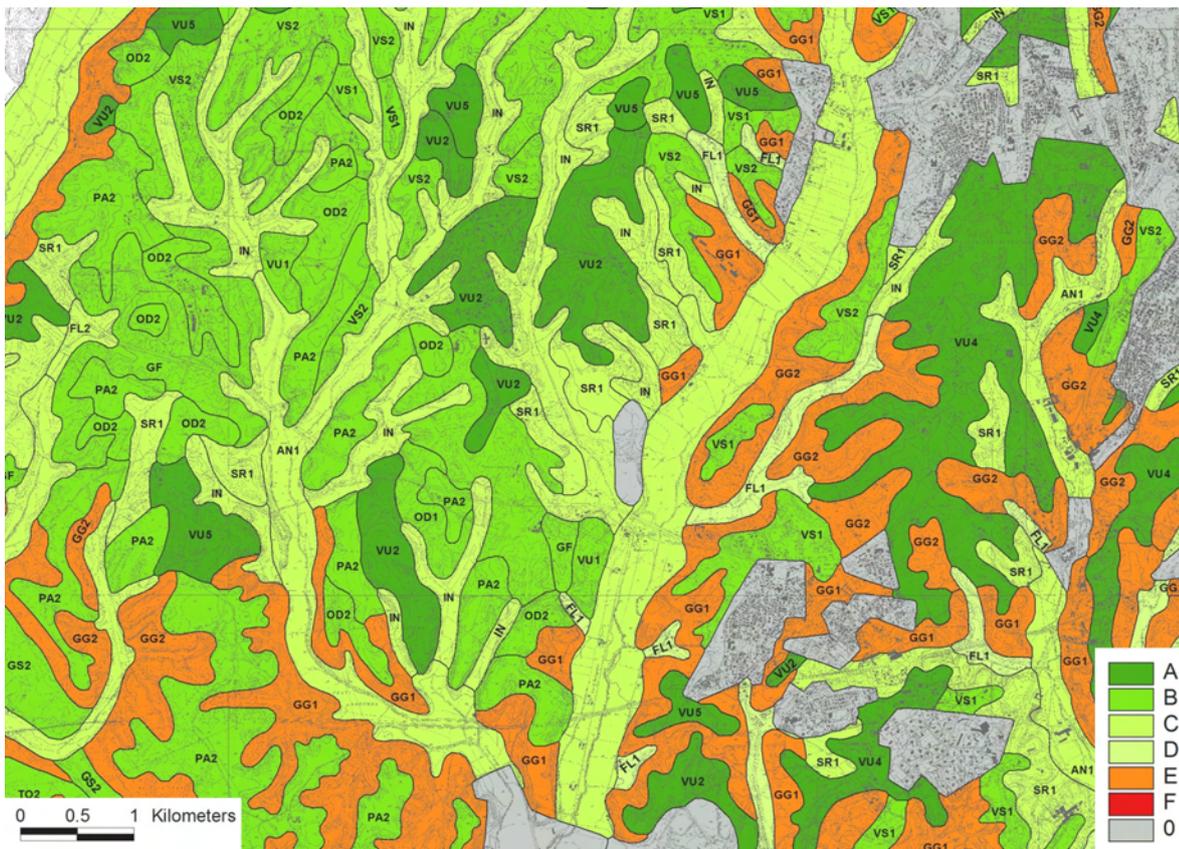
<i>classe di sostenibilità uso agro-alimentare</i>	<i>fattori che compongono il rischio ambientale</i>	<i>classe di rischio ambientale</i>	<i>descrizione rischio ambientale</i>	<i>classe di capacità d'uso</i>
A	tutti 5	1	praticamente assente	I - III
B	almeno uno 4, gli altri maggiori	2	lieve	I - III
C	almeno uno 3, gli altri maggiori	3	moderato	I - III
D	almeno uno 2, gli altri maggiori	4	forte	I - III
E	almeno uno 2, gli altri maggiori	4	forte	IV - VI
F	almeno uno 1, gli altri maggiori	5	molto forte	V - VIII



Carta 6 - Carta dell'A.W.C., stralcio della carta delle classi di Capacità Idrica del suolo (A.W.C.), derivata dalla carta dei suoli di Roma, zona ad ovest della città. Il range dei colori si estende dal verde per i valori favorevoli al rosso per i valori sfavorevoli. - part of the map of the Available Water Capacity (A.W.C.) derived from the soil map of Rome of the area west of the city. The colours range from green favourable to red unfavourable.

Legenda: AWC in mm: 9) >225; 8) 200-225; 7) 175-200; 6) 150-175; 5) 125-150; 4) 100-125; 3) 75-100; 2) 50-75; 1) < 50 (non si verifica); 0) urbano, cave.

(31) Nel caso di suoli in associazione o in complesso, la classe assegnata è stata mediata tra le classi dei singoli suoli.



Carta 7 - carta della Sostenibilità Agro-Ambientale, divisione in classi; stralcio della zona ad ovest della città. Il range dei colori si estende dal verde per i valori favorevoli al rosso per i valori sfavorevoli. - map of the Agro-Environmental Sustainability, divided in classes, covering the area west of the city. The colours range from green favourable to red unfavourable.

Legenda:

- A - uso agro-ambientale sostenibile senza particolare precauzioni;
- B - uso agro-ambientale sostenibile con lieve precauzioni: è sufficiente applicare pratiche conservative di gestione del suolo;
- C - uso agro-ambientale sostenibile con moderate precauzioni; azioni consigliate: applicare misure antierosive, come le tecniche di lavorazione atte a diminuire il deflusso superficiale delle acque, oppure evitare l'apporto eccessivo di sostanze inquinanti solubili o difficilmente degradabili;
- D - uso agro-ambientale sostenibile solo con misure protettive; azioni consigliate: evitare totalmente l'apporto di sostanze inquinanti solubili o difficilmente degradabili e mantenere o aumentare la copertura boschiva;
- E - (se desiderato) uso agro-ambientale sostenibile solo con misure protettive; azioni consigliate: mantenere o aumentare la copertura boschiva e evitare totalmente l'apporto di sostanze inquinanti solubili o difficilmente degradabili;
- F - suoli da destinare ad usi altamente protettivi; azioni consigliate: mantenere o aumentare la copertura boschiva, evitare la costruzione di strutture ed infrastrutture, diminuire l'uso agricolo o urbano.

Tab.IV - Classi dell' A.W.C. dei suoli - Classes of soil A.W.C.

A.W.C. mm	classe A.W.C.	% suoli
> 225 mm	9	3.9
200 –225 mm	8	22.9
175-200 mm	7	1.3
150-175 mm	6	22.9
125-150 mm	5	0.3
100-125 mm	4	9.8
75-100 mm	3	18.9
50-75 mm	2	20.0
< 50 mm	1	0

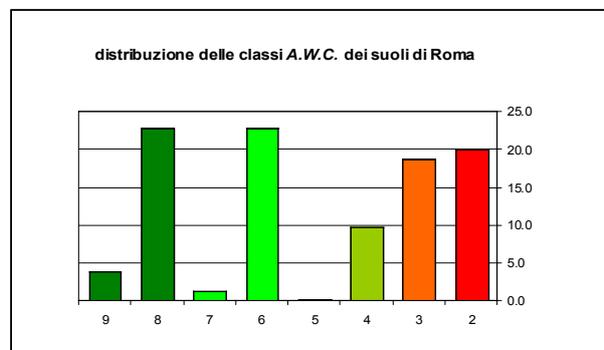


Grafico I - Distribuzione delle classi dell' A.W.C. dei suoli nel territorio verde (non-urbanizzato) del Comune di Roma. - Distribution of the classes of soil A.W.C. in the green (non-urbanized) part of Municipality of Rome.





plicazione dei modelli, o addirittura, non vengono richiesti sufficienti dati pedologici. Ad esempio, i dati relativi ai suoli richiesti dal modello SINTACS (25), finalizzato a stabilire il rischio d'inquinamento degli acquiferi, sono: la percentuale di sostanza organica, la percentuale di argilla e la percentuale di limo. Si osserva che questi parametri non possono essere sufficienti per valutare l'effettivo ruolo del suolo nel ciclo delle acque. Indubbiamente, la quantità di sostanza organica e la granulometria sono fattori determinanti nella capacità del suolo di depurare le acque "di passaggio" - dalla pioggia alla falda. Ma conta anche, e sicuramente di più, la quantità di terra nella quale si svolge il processo depurativo (il "volume del filtro biologico") e il rapporto tra la fase liquida e la fase solida nello strato attivo. Presumendo che all'interno del modello SINTACS quest'ultimo fattore è coperto dall'elaborazione dei dati granulometrici, rimane da identificare un valido parametro per il "volume del filtro", per cui si è proposto, in un lavoro effettuato per la Provincia di Latina nel 2003 (26), la "capacità idrica del suolo" (*AWC*, *Available Water Capacity*), probabilmente il migliore parametro *indiretto* per il volume di terra "attiva". Tale parametro è stato calcolato (o stimato) per i singoli tipi di suoli di Roma.

Nel Volume sui Suoli di Roma sono stati forniti dati utili all'inserimento in altri modelli, come alcuni dei parametri richiesti per il calcolo del rischio d'erosione del suolo, *RUSLE* (27) (*Revised Universal Soil Loss Equation*): *pendenza e granulometria*, ed alcuni dei parametri pedologici richiesti per l'applicazione di *SWAT* (28) (*Soil & Water Assessment Tool*), un modello finalizzato a stabilire l'impatto della gestione del territorio sulle acque sotterranee dei bacini idrografici (29), tra cui: *lo spessore del suolo, la densità apparente e l'AWC*; quasi tutti gli altri parametri richiesti dal modello sono deducibili dai dati forniti nell'Atlante dei Suoli del Volume.

Seguono, a titolo d'esempio, i parametri idrologici di una singola unità cartografica:

Nel Volume è stata introdotta poi la valutazione del "rischio ambientale", una misura per la mancanza di protezione e/o resistenza del suolo di fronte ai vari rischi di degrado, sia del medesimo che dell'ambiente. Il rischio ambientale è stato espresso, per ogni singola unità cartografica, nelle seguenti cinque classi qualitative: *praticamente assente, lieve, moderato, forte e molto forte*, poi riassunti in forma tabellare.

I fattori che compongono la valutazione del rischio ambientale sono indicati nella Tabella I.

Il *rischio ambientale* influisce sulle misure gestionali necessarie per mantenere sia il livello produttivo del suolo che la qualità dell'ambiente, attraverso un tipo di utilizzo definibile "agro-ambientale", a significare una gestione agronomica tale da evitare il degrado del suolo e dell'ambiente. Tale uso consiste nella combinazione di tecnologie, strategie e attività, affinché simultaneamente: venga mantenuta costante o migliorata la produttività, venga ridotto il livello di rischio di produzione, venga protetto il potenziale della risorsa e impedito il degrado della qualità del suolo e delle acque e vengano rispettate le compatibilità economiche e sociali.

Quindi, per ogni unità della carta è stata valutata la "sostenibilità dell'uso agro-ambientale". La valutazione è stata effettuata combinando il rischio ambientale con la valutazione della Capacità d'Uso (30), con l'inserimento delle classi descritte nella Tabella II.

Nella Tabella III sono stati riportati i criteri di valutazione per la sostenibilità agro-ambientale.

Nel Volume, il *rischio ambientale* e la *sostenibilità dell'uso agro-ambientale* sono state valutate per ogni unità cartografica. Seguono, a titolo d'esempio, i parametri ambientali forniti per una singola unità:

Si presentano qui di seguito, a titolo d'esempio, due carte derivate dalla Carta dei Suoli di Roma, ognuna con la distribuzione di un parametro ambientale trattato precedentemente, nello specifico:

Carta dell'A.W.C. (carta 6), dove sono raffigurati le classi *A.W.C.* (capacità idrica complessiva dei suoli) per la stessa zona raffigurata nella carta 1. Le classi applicate sono indicate nella legenda e nella tabella IV (31).

Seguono nella tabella IV e nel grafico I le statistiche sulla distribuzione dell'*A.W.C.* dei suoli sul territorio verde (non-urbanizzato) del Comune di Roma. Si noti che la classe 1 (*A.W.C.* < 50 mm) non si verifica.

Carta della Sostenibilità Agro-Ambientale (carta 7) della stessa porzione di territorio, con una divisione secondo le classi elencate nella precedente tabella III (senza specificare le sottoclassi, per le quali si fa riferimento al Volume sui Suoli di Roma del 2003).

Seguono nella tabella V e nel grafico II le statistiche sulla distribuzione delle classi di Sostenibilità Agro-ambientale del territorio verde (non-urbanizzato) del Comune di Roma.

Tab. V - Classi di sostenibilità dell'uso agro-alimentare.
- *Classes of agro-environmental sustainability.*

Classe Sost. Agro-Amb.	% suoli
A	24.7
B	18.5
C	41.8
D	2.9
E	8.2
F	3.9

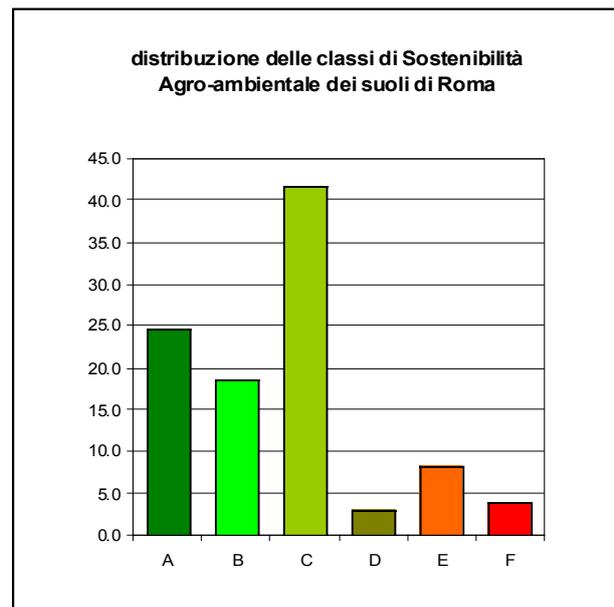


Grafico II - Distribuzione delle classi di Sstenibilità Agro-Ambientale del territorio verde (non-urbanizzato) del Comune di Roma.
- *Distribution of the classes of Agro-Environmental Sustainability in the green (non-urbanized) part of the of Municipality of Rome.*

BIBLIOGRAFIA

- ARNOLDUS-HUYZENDVELD A. (2003) - *I suoli di Roma: due passi sulle terre della città*, Carta dei Suoli del Comune di Roma in scala 1:50.000 con Note Illustrative. Comune di Roma, Dip.to X - IV° U.O. Sviluppo Sostenibile.
- ARNOLDUS-HUYZENDVELD A. (2007) - *Breve Nota sulla carta dei suoli di Latina*, in Appendice a: PEROTTO C., ALIMONTI C., GAZZETTI C. & MARINUCCI E., *Captazione e risorsa idrica nel bacino di Mazzocchio*, Progetto Monitoraggio acque superficiali interne e costiere della Provincia di Latina, Gangemini Editore, 110-113 pp.
- COMMITTEE ON LONG-RANGE SOIL AND WATER CONSERVATION BOARD ON AGRICULTURE (1993) - *Soil and Water Quality*. National Academy Press, Washington D.C.
- COMUNE DI ROMA (1997) - *Relazione sullo stato dell'ambiente a Roma, anno 1997*. Materiali per Roma, Maggioli editore.
- DEGLI EFFETTI M., ARNOLDUS-HUYZENDVELD A., MODEO G., RAZZINO G. (2004) - *Elaborazioni GIS della Carta dei Suoli di Roma: Capacità d'Uso e Protezione delle Acque*, CartoGraphica, Supplemento al n. 45 di MondoGIS, n. 10 dicembre 2004, 11-15 pp.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2006) - *Urban Sprawl Europe, The ignored challenge*. EEA Report. n.10/2006.
- F.A.O. (1998) *World Reference Base for Soil Resources*. World Soil Resources Report No. 84. Roma.
- KLINGEBIEL A. A. & MONTGOMERY P. H. (1961) - *Land Capability Classification*, in *Agricultural Handbook*, 210, U.S.D.A. Soil Conservation Service, Washington.
- MCGRATHS S. (1998) - *Soil Remediation: Criteria and indicators of soil quality*. In: Proceedings of the 16th World Congress of Soil Science, Montpellier, Scientific Registration n°. 8037, Symposium n° 37.
- MINISTERO DELL'AMBIENTE (1997) - *Relazione sullo stato dell'ambiente*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.
- OLDEMAN L.R., HAKKELING R.T.A. & SOMBROEK W.G. (1991) - *World Map of the Status of Human-induced Soil Degradation, an explanatory note; GLASOD, October 1990*, second revised edition; International Soil Reference and Information Centre, Wageningen, United Nations Environment Programme; in cooperation with Winand Staring Centre, ISSS, FAO, ITC.
- TARGULIAN V. O. (1994) - *Soils and weathering mantle resilience: concept of time-and depth-divided response to impact*. In: Proceedings of the 15th World Congress of Soil Science, Acapulco, Vol. 2a, 221-230 pp.
- U.S.D.A. (1993) - *Soil Survey Manual*. Handbook No. 18.
- VAN DUUYENBOODEN W. & VAN WAEGENINGH H.G. (Editors) (1987) - *Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants*. TNO Committee on Hydrological Research & National Institute of Public Health and Environmental Hygiene. The Hague.

