

1997

# PIANURA

*scienze e storia  
dell'ambiente padano*

MONOGRAFIE  
N. 2 - 1997

**E.R.S.A.L.**

Ente Regionale di Sviluppo Agricolo  
della Lombardia

Provincia  
di  
Cremona

## **Paesaggi e suoli della provincia di Cremona**



**E.R.S.A.L.**  
Ente Reginale di Sviluppo Agricolo  
della Lombardia

**Provincia  
di  
Cremona**

# **Paesaggi e suoli della provincia di Cremona**

---

**Curatori:**

*Romano Rasio, Roberto Zanoni*

**Autori:**

*L. Andreoli (3.1), G. Bassi (3.3), S. Brenna (5.1), R.M. Cabrini (3.1), M. Cremonini Bianchi (3.2), M.D. Feraboli (3.6), V. Ferrari (3.5), R. Groppali (3.4), L. Mariani (3.1), R. Minelli (4), F. Morandi (3.6), P. Tartaglia (1,4), R. Zanoni (2, 5.2)*

**Coordinamento e redazione della cartografia:**

*R. Zanoni*

**Fotointerpretazione:**

*G. Grossi, R. Minelli, R. Zanoni*

**Rilevamento:**

*L. Andreoli, N. Balboni, S. Buffa, G. Marini, R. Minelli, N. Omodei, P. Tartaglia, J. Wollesen, R. Zanoni*

**Cartografie preliminari:**

*L. Andreoli, R. Minelli*

**Analisi di laboratorio:**

*Istituto Superiore Lattiero Caseario (MN), Laboratorio Terreni Provincia di Brescia*

**Impianto grafico e stampa della cartografia:**

*Emmegipi - Bologna*

**Word processing:**

*C. Tomaselli*

**Citazione bibliografica:**

*R. Rasio, R. Zanoni; (a cura di), 1997 - Paesaggi e suoli della Provincia di Cremona, Pianura, Monografie n. 2, Cremona*

**In copertina:**

*Valle del Serio Morto presso Ocasale (S. Maria dei Sabbioni)*

PROVINCIA DI CREMONA

---

# PIANURA

---

*scienze e storia  
dell'ambiente padano*

MONOGRAFIE  
N. 2 - 1997

PRESIDENTE

Gian Carlo Corada, presidente della Provincia di Cremona

DIRETTORE RESPONSABILE

Valerio Ferrari

REDAZIONE

Barbara Armanini

COMITATO SCIENTIFICO

Giacomo Anfossi, Giovanni Bassi, Paolo Biagi,  
Giovanni D'Auria, Cinzia Galli,  
Riccardo Groppali, Rita Mabel Schiavo, Eugenio Zanotti

DIREZIONE, REDAZIONE:

26100 Cremona, Corso V. Emanuele, 17  
Tel. 0372/406446

GRAFICA:

Gionata Franzini  
Cremona - Via Cadore, 5 - Tel. 0372/28342

STAMPA:

Monotipia Cremonese  
Via Costone di Mezzo, 9 - Cremona

Finito di stampare il mese di settembre 1997

*Periodico della Provincia di Cremona, registrato presso  
il Tribunale di Cremona al n. 313 in data 31/7/1996*

## Presentazione

**L**a Provincia di Cremona intende favorire il diffondersi di una cultura legata ai valori dello sviluppo sostenibile ed opera perchè le scelte che vengono compiute sul proprio territorio rispettino tali valori.

La scelta di produrre in modo compatibile alle risorse ambientali, preservandole per le generazioni future, deve essere supportata da uno sforzo volto al loro studio e alla valutazione di come esse si prestino alle attività antropiche.

Per ottemperare agli obiettivi sopraesposti è però necessario possedere un'adeguata conoscenza delle risorse ambientali, di cui il suolo è componente fondamentale.

Per tale motivo l'ERSAL e la Provincia di Cremona hanno deciso, nell'ambito di una più vasta collaborazione che prevede il cofinanziamento del "Progetto carta pedologica" a scala di semidettaglio per il territorio cremonese, la divulgazione dei risultati di un'indagine condotta, alla scala di primo riconoscimento (1:100.000), su tutta la provincia.

Questo studio è il primo realizzato, grazie alla collaborazione tra l'ERSAL ed un'Amministrazione provinciale lombarda e costituisce pertanto un utile documento di base per affrontare scelte a livello sia regionale sia locale.

Si è voluto offrire una visione sintetica delle risorse ambientali provinciali con particolare riferimento ai suoli ed ai paesaggi, in base ad uno specifico e speditivo rilievo di campagna condotto dall'ERSAL negli anni 1991/92.

Questo strumento conoscitivo fornisce importanti chiavi di valutazione, utili ai fini pianificatori, stimolando ad una migliore comprensione della variabilità di una pianura, quella cremonese, solo apparentemente uniforme; esso offre l'opportunità di affrontare, a scala provinciale, scelte che riguardano, ad esempio, la localizzazione di nuovi tracciati stradali, le aree agronomicamente più pregiate (da sottrarre all'urbanizzazione), l'individuazione di aree particolarmente vulnerabili agli inquinanti, la redazione di piani territoriali e paesistici e la definizione dei bacini di assistenza tecnica in agricoltura.

Soprattutto in riferimento a quest'ultimo aspetto, va precisato che l'individuazione di aree omogenee dal punto di vista pedologico può consentire di impostare servizi tecnici di supporto all'attività agricola attraverso la scelta di aziende individuate in funzione dei suoli e degli ordinamenti produttivi più rappresentativi. Solo in questo modo (per esempio tramite adeguati piani di concimazione, corretto uso di deiezioni zootecniche, fitofarmaci e diserbanti) la nostra agricoltura sarà sempre più in armonia con l'ambiente e si renderà pronta ad affrontare le sfide del futuro, nel quadro degli obiettivi comunitari.

Dr. Agostino Mantovani  
PRESIDENTE DELL'ENTE REGIONALE  
DI SVILUPPO AGRICOLO  
DELLA LOMBARDIA

Prof. Gian Carlo Corada  
PRESDIDENTE  
DELLA PROVINCIA  
DI CREMONA

## Nota dei curatori

**Q**uesta monografia rende conto dell'indagine eseguita alla scala provinciale del territorio cremonese, allo scopo di fornire un primo inquadramento delle risorse pedologiche, e di formalizzare le prime, sintetiche, acquisizioni sui rapporti fra suolo e paesaggio.

La memoria scritta viene arricchita da altri contributi di specialisti in discipline collegate alla scienza del suolo. Tali contributi hanno lo scopo di ampliare la visuale delle tematiche ambientali e territoriali che coinvolgono l'area oggetto d'indagine; al fine di valorizzare l'autonomia di ogni singolo contributo anche i riferimenti bibliografici, quando presenti, sono mantenuti separati, seppur con qualche incoerenza di natura editoriale.

I cinque capitoli della monografia, divisi in paragrafi, riportano, dopo una sintetica descrizione dell'ambito territoriale e delle linee metodologiche, l'illustrazione delle principali componenti ambientali (clima, geologia, vegetazione, uso del suolo), la caratterizzazione della componente pedologica e pedopaesaggistica (alla scala di primo riconoscimento), la valutazione delle principali applicazioni consentite dall'indagine resa disponibile. Non si è voluto inserire nella monografia un classico allegato dei rapporti pedologici, costituito dalla descrizione dei profili di suolo, e questo perché il lettore li può ritrovare nella documentazione ufficiale del programma pedologico regionale (esempio serie SSR), e anche per attirare la sua attenzione sulle relazioni fra suoli e paesaggi cremonesi: allo scopo un atlante iconografico illustra comunque le principali tipologie pedologiche nel territorio. Anche la scelta di pubblicare la cartografia alla scala 1:100.000 (scala di disegno) e di raffigurare cromaticamente le principali situazioni pedopaesaggistiche, valorizzando alcune peculiarità del territorio cremonese, risponde all'esigenza di rendere più amichevole l'approccio col prodotto dell'indagine.

Questo lavoro, soprattutto per quanto concerne la classificazione tassonomica dei suoli ed il loro inquadramento in una classificazione pedopaesaggistica regionale (a cui viene dato un notevole peso in funzione della comunicazione coi non specialisti, e che costituisce un esempio innovativo a livello nazionale), riflette lo stato dell'arte e delle conoscenze al 1993, anteriormente alla pubblicazione, come allegato al "Manuale per la compilazione delle schede delle unità cartografiche", delle sigle di pedopaesaggio formalmente operative in Lombardia.

Insieme a coloro che hanno collaborato alla riuscita di questa pubblicazione, desideriamo ringraziare tutti quelli che, ad una attenta lettura ed applicazione delle informazioni, vorranno contribuire ad un arricchimento e ad una futura revisione dell'opera.

## **Indice**

1) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA	<i>pag.</i> 7
2) METODOLOGIA DELL'INDAGINE	<i>pag.</i> 9
3) CARATTERI DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO	<i>pag.</i> 13
3.1) <i>Caratteristiche climatiche</i>	<i>pag.</i> 13
3.2) <i>Inquadramento geologico e idrogeologico</i>	<i>pag.</i> 23
3.3) <i>Caratteristiche idrologiche e idrografiche</i>	<i>pag.</i> 26
3.4) <i>Vegetazione originaria, potenziale e reale</i>	<i>pag.</i> 29
3.5) <i>L'evoluzione del paesaggio agrario e forestale</i>	<i>pag.</i> 33
3.6) <i>Le produzioni agrarie</i>	<i>pag.</i> 36
4) CARTOGRAFIA DEI SUOLI E DEI PAESAGGI	<i>pag.</i> 38
4.1) <i>Fattori pedogenetici</i>	<i>pag.</i> 38
4.2) <i>Inquadramento tassonomico e distributivo dei pedotipi</i>	<i>pag.</i> 39
4.3) <i>La legenda: logiche e strutturazione</i>	<i>pag.</i> 44
4.4) <i>Descrizione delle unità cartografiche</i>	<i>pag.</i> 47
5) APPLICAZIONI DELL'INDAGINE	<i>pag.</i> 76
5.1) <i>La pianificazione a scala regionale</i>	<i>pag.</i> 76
5.2) <i>Le utilizzazioni della carta "Paesaggi e suoli" nella         pianificazione provinciale</i>	<i>pag.</i> 81

## **Riassunto**

*Questo lavoro costituisce parte di un programma di rilevamento pedologico della regione Lombardia, condotto dall'ERSAL (Ente regionale di sviluppo agricolo lombardo), con la cooperazione di alcune Province.*

*Nel caso della Provincia di Cremona, la cooperazione ha consentito la pubblicazione di questa prima approssimazione di un modello suolo-paesaggio alla scala di riconoscimento (1:100.000). Questo modello è organizzato a tre livelli: sistemi di pedopaesaggio, sottosistemi, unità; le unità cartografiche rappresentano relazioni suolo-paesaggio riconosciute all'interno di ogni unità pedopaesaggistica.*

*I suoli sono classificati utilizzando la Soil Taxonomy, a livello di sottogruppo; nella legenda sono indicate le differenti associazioni di suoli di ogni unità cartografica e la relativa sottoclasse di capacità d'uso.*

*I colori della cartografia evidenziano i sottosistemi di pedopaesaggio identificati in provincia di Cremona. Sul livello fondamentale della pianura, il sottosistema denominato LF è suddiviso graficamente utilizzando tre differenti colori, per incrementare la definizione geografica delle più consistente porzione di territorio coltivato.*

## **Summary**

*This work is part of the soil survey program of the region Lombardy, leaded by ERSAL (the Regionale Board for Agricultural Development) with the cooperation of several Provinces. In the case of the Province of Cremona the cooperation allowed the publication of this first approximation of a soil-landscape model at reconnaissance scale (1:100.000). The model is organized at three levels: pedolandscape systems, subsystems, units; the mapping units represent soil-landscape relationships surveyed within each pedolandscape unit. The soils are classified according to the Soil Taxonomy, at subgroup level. In the legend different Soil Associations are indicated for each mapping unit, and interpreted according to classes and subclasses of land capability classification. The colours of the map show the pedolandscape subsystems identified for the province of Cremona. In the "Main level of the plain", the subsystem named LF is graphically subdivided using three different colours, in order to increase the geographic representation of the most important cropland.*

# 1) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

*(Paolo Tartaglia)*

La provincia di Cremona è collocata al centro della parte meridionale della Lombardia; di forma grosso modo rettangolare, presenta l'asse maggiore lungo una linea inclinata longitudinalmente da Nord-Ovest verso Sud-Est.

Il confine settentrionale, l'unico che non coincide con alvei fluviali, la separa dalla provincia di Bergamo per circa 62 Km; quello occidentale si sviluppa per circa 108 Km seguendo quasi completamente l'andamento del fiume Adda che la separa dalle provincie di Milano e, più a Sud, dalla provincia di Lodi; in corrispondenza della foce dell'Adda nel fiume Po, il confine provinciale ne segue il percorso verso Est, segnando anche, per circa 84 Km, una parte del confine meridionale della Lombardia con l'Emilia-Romagna e le provincie di Piacenza e Parma. Il confine provinciale orientale è posto sul corso del fiume Oglio, oltre il quale si trova la provincia di Brescia limitrofa per 70 Km, da Soncino a Gabbioneta Binanuova; da qui segue i confini comunali di Ostiano e Volongo, uniche zone cremonesi in Sinistra Oglio, per poi tornare a coincidere con l'alveo fluviale da Isola Dovarese a Calvatone. Il territorio provinciale cremonese è definitivamente chiuso nel margine Sud-Est, verso la provincia di Mantova limitrofa per 160 km, da una linea molto irregolare e frastagliata che tocca il fiume Po a Sud di Casalmaggiore.

Si tratta di un territorio interamente pianeggiante che degrada dolcemente con pendenza generale da Nord-Nord-Ovest a Sud-Est; le sue quote massime si trovano intorno a 107 m s.l.m. al confine Nord da Rivolta a Soncino, mentre la quota minima di 18 m s.l.m. si rileva lungo il sinuoso confine orientale che lo divide dal Mantovano. Nel territorio provinciale gli elementi geografici e morfologici di maggior rilievo sono legati all'evoluzione della rete idrografica: oltre ai tre grandi fiumi Adda, Oglio e Po, che circondano la provincia cremonese su tre lati, un quarto importante corso fluviale proveniente dal bergamasco, il Serio, percorre l'alto cremonese in senso Nord-Sud e lambisce Crema per poi affluire nell'Adda tra Montodine e Gombito.

Un ulteriore elemento di influenza sul quadro idrologico della provincia è costituito dalla presenza, a settentrione lungo il confine bergamasco, del vistoso fenomeno dei fontanili, sorgenti di emergenza che, spontaneamente o artificialmente, affiorano in prevalenza nella striscia di terreno larga una decina di chilometri e compresa fra le isoipse di 110 e 80 metri circa. La fascia settentrionale della provincia è quindi caratterizzata da ricchezza di acque provenienti prevalentemente dalle risorgive e dal fiume Adda; a causa della natura dei terreni generalmente permeabili, è qui poco avvertito il problema dello smaltimento delle esuberanze di acque irrigue e delle piogge. Nella fascia centrale il patrimonio idrico è formato in larga misura dalle acque dell'Oglio, trasportate da importanti reti di canali e rogge. Il basso cremonese invece, formato da terreni con percentuali di elementi fini (limi e argille) più elevati e caratterizzato anche dalla parziale soggiacenza alle quote di piena del Po e dell'Oglio, vede prevalere il problema della difesa dalle acque e la preoccupazione del loro allontanamento.

Per secoli i cremonesi hanno sentito come prevalente, nel Nord della provincia, il problema dell'irrigazione, sia in termini di ricerca delle fonti, sia di regolazione delle acque a scopo irriguo, a causa delle vaste aree occupate da terreni con scarsa capacità di ritenuta idrica; a Sud prevaleva invece quello dello smaltimento delle acque esuberanti, risolto mediante imponenti progetti di siste-



mazione idraulica e di sollevamento meccanico degli eccessi idrici nei corsi fluviali, e quello della costruzione di arginature lungo i fiumi.

Tali manufatti si sviluppano per circa 70 Km lungo il Po e per circa 110 Km lungo i suoi affluenti, delimitando territori golenali che assolvono la funzione idraulica di accogliere parte delle portate di piena; le golene più importanti sono quelle adiacenti al Po, arealmente esigue fino a Cremona, ma che assumono il loro massimo sviluppo da qui verso Est fino alla foce dell'Oglio in territorio mantovano.

La provincia di Cremona occupa una superficie di 177.057 ha; la superficie agraria utilizzata (S.A.U. calcolata su dati ISTAT del 1990) è di 137.915 ettari, a cui si aggiungono 5.021 ha a pioppeto e 723 ha a boschi, a conferma della spiccata vocazione agricola del territorio.

I comuni sono 115 e la popolazione (dati statistici dell'Amministrazione Provinciale al 30 Giugno 1991) conta 328.031 residenti; pochi sono i comuni che superano gli 8.000 abitanti (Castelleone 8.764, Soresina 8.959, Casalmaggiore 13.091, Crema 33.388 e Cremona 74.964), in quanto la maggior parte del territorio è rappresentata da aree agricole a scarsa densità abitativa.

L'agricoltura ha sempre rappresentato il settore economico più significativo della realtà cremonese; nonostante la graduale riduzione, sia in termini di addetti (14 % degli occupati sul territorio provinciale) che di reddito prodotto, esso rimane ancora un elemento economico basilare, soprattutto per la sua qualità.

Le produzioni spesso raggiungono primati nazionali, gli allevamenti sono tecnicamente e produttivamente a livello europeo e la meccanizzazione è diffusa. Il territorio è coltivato in larghissima parte ed è solcato da una fitta rete di canali, specialmente nelle zone alte e medie. L'irrigazione avviene prevalentemente a scorrimento, mentre è ad aspersione nel solo Casalasco; si stanno diffondendo ovunque sistemi ad aspersione del tipo "pivot".

Nella ripartizione percentuale delle coltivazioni agrarie si avverte uno sviluppo crescente delle colture foraggere (60 %), a scapito di quelle cerealicole (36 %), che vedono la riduzione delle superfici coltivate a frumento, il consolidamento delle produzioni di mais e l'incremento di quelle di orzo e soia. Sono quasi assenti le colture legnose da frutto, compresa la vite che è in fase di abbandono, mentre una certa importanza hanno l'orticoltura e le colture specializzate (pomodoro e melone) nella zona del Casalasco.

Anche la coltura arborea del pioppo è poco rappresentata (5.000 ha), confinata in qualche area marginale o nelle golene e sui suoli a tessitura più sciolta.

La coltura foraggera è strettamente legata alla zootecnia: su 7.545 aziende agricole ben 3.301 rilevano la presenza di bestiame e tra queste 2.432 allevano bovini.

## 2) METODOLOGIA DELL'INDAGINE

(Roberto Zanoni)

La cartografia "Paesaggi e suoli della provincia di Cremona" è stata redatta alla scala 1:100.000, utilizzando, come base topografica, la riduzione fotomeccanica del supporto cartografico delle carte tematiche (scala 1:50.000) della Regione Lombardia.

Le fasi che hanno condotto all'elaborazione di tale cartografia sono di seguito riassunte.

- Fotointerpretazione e restituzione cartografica delle unità di paesaggio territoriali su C.T.R. alla scala 1:25.000 (5), basate sull'analisi fisiografica, cioè sull'interpretazione di alcuni elementi del paesaggio (geomorfologia, uso del suolo, idrografia, drenaggio superficiale, sistemazioni antropiche) in relazione alle caratteristiche evolutive e morfologiche dei suoli.

Di particolare utilità, nella fase di consultazione bibliografica, si sono rivelate le carte geomorfologiche e idrologiche e le carte planoaltimetriche elaborate da M. Cremonini (1988) nell'ambito delle indagini per il piano paesistico provinciale (3). Importanti strumenti di confronto sono altresì risultati i fogli della carta geologica d'Italia (14), la carta idrogeologica della pianura padana di A. Cozzaglio (2) e la carta topografica del Regno Lombardo-Veneto (10).

L'interpretazione fisiografica delle foto aeree è stata effettuata utilizzando i seguenti voli:

– GAI, 1954/55, scala 1:33.000 (bianco e nero)

– TEM 1 Regione Lombardia, 1980, scala 1:20.000 (colore).

Un numero limitato di controlli "a terra" ha consentito di attribuire, alle unità di paesaggio individuate, una caratterizzazione pedologica di larga massima.

- Elaborazione di una cartografia delle unità di paesaggio della provincia di Cremona a scala 1:100.000 (6) attraverso la sintesi ragionata (secondo le indicazioni degli autori – 5) delle cartografie in scala 1:25.000.

Tale operazione di correlazione, semplificazione e riduzione cartografica ha determinato la stesura di una carta di prima approssimazione dotata di una legenda suddivisa gerarchicamente in sistemi, sottosistemi e unità di paesaggio.

- Rilevamento di campagna (e relative indagini di laboratorio) condotto negli anni 1990/91, basato sulla cartografia delle unità di paesaggio, finalizzato alla elaborazione di una carta pedo-paesaggistica della provincia di Cremona.

Il rilevamento, di tipo libero, è stato realizzato mediante l'esecuzione di trivellate manuali fino alla profondità di 120/150 cm e lo studio di profili di suolo ritenuti rappresentativi dei diversi paesaggi.

Ogni osservazione (trivellata o profilo) è stata descritta, se pur con diverso livello di dettaglio, in schede predisposte per l'informatizzazione, secondo le "Norme generali per il rilevamento e la compilazione della Carta Pedologica della Lombardia" (4).

I rilevamenti di campagna sono proceduti parallelamente all'indagine pedologica del casalasco (SSR9, Progetto Carta Pedologica) (8) e contempora-

neamente allo studio delle caratteristiche pedologiche e di drenaggio del Consorzio di bonifica Dugali (7).

Inoltre, di rilevante importanza ai fini della caratterizzazione pedologica del "pianalto di Romanengo" è risultato lo studio realizzato da E. Casati, M. Olivieri e F. Previtati (1) su tale antica area.

In totale (escludendo le 379 osservazioni complessive relative al casalasco) sono stati studiati 33 profili di suolo e sono state realizzate 228 trivellate, oltre ad un centinaio di osservazioni speditive.

I campioni raccolti dai profili indagati, sono stati inviati ai laboratori dell'Istituto Superiore Lattiero Caseario di Mantova e dell'Amministrazione Provinciale di Brescia per le opportune analisi chimico-fisiche.

- Le determinazioni eseguite e le metodiche adottate sono state le seguenti (15):
  - pH (in H<sub>2</sub>O ed in KCl): metodo potenziometrico con rapporto terreno/acqua o soluzione = 1/2,5;
  - Carbonati totali: determinazione gasvolumetrica;
  - Carbonio organico (C.O.): ossidazione con K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> in ambiente acido; titolazione con Fe<sup>++</sup>;
  - Capacità di scambio Cationico (C.S.C.): estrazione con BaCl<sub>2</sub>, TEA pH 8,1;
  - Cationi di scambio (Ca, Mg, Na, K): determinazione per spettrofotometria in AA sull'estratto in BaCl<sub>2</sub>;
  - Tessitura apparente: dispersione con sodio esametafosfato, levigazione con metodo alla pipetta.

Ogni profilo descritto è stato classificato a livello di famiglia secondo la Soil Taxonomy (Soil Survey staff, USDA 1990) (16).

La definizione del regime idrico è stata ottenuta a partire dai dati termo-pluviometrici recenti delle stazioni di Cremona, Crema, Casalmaggiore e Piadena, elaborati con il programma "Newhall Simulation Method" (13,17).

Dall'esame dei dati considerati, risulta una prevalenza del regime udico (oltre 50% degli anni), caratterizzato da piogge ben distribuite nel corso dell'anno, seguito dall'ustico (circa il 30%), contraddistinto dalla presenza di periodi di deficit idrico che di norma non si verificano nei momenti di sviluppo colturale e dallo xerico (circa il 20%), che prevede consistenti periodi di deficit idrico estivo.

Per i motivi sopra esposti e per una più agevole correlazione con i rilevamenti del Progetto Carta Pedologica realizzati sul territorio cremonese, si è optato per l'attribuzione dei suoli al regime idrico udico, pur nella consapevolezza della presenza di una situazione di "transizione" tra regimi più o meno caratterizzati da una certa aridità estiva.

Le conoscenze acquisite durante il rilevamento, completate dai dati analitici, sono servite per caratterizzare i suoli rinvenuti.

La carta delle unità di paesaggio è stata così arricchita di contenuti pedoambientali attraverso l'elaborazione di una legenda a tre livelli gerarchici relativamente agli attributi paesistici (sistema, sottosistema, unità di paesaggio, codificati in base ad una chiave di lettura pedo-paesaggistica predisposta dal-

l'ERSAL e riflettente lo stato delle conoscenze al 1993).

In alcuni casi, come per la zona dei dossi di Soncino (12) la cartografia originale ha subito limitate modifiche.

Al fine di dare una chiave d'inquadramento e di lettura delle terre cremonesi, sono stati definiti 8 ambiti geografici (che sono individuabili dai colori della carta).

Generalmente ad ogni sottosistema di paesaggio corrisponde un ambito geografico. Fa eccezione il settore meridionale del livello fondamentale della pianura (LF), a idrografia meandriforme (unità di paesaggio LF2), in cui sono riconoscibili 3 ambiti con differenti caratteristiche che sono state messe in evidenza graficamente e cromaticamente con finalità geografiche e divulgative (vedi par. 4).

Nella descrizione pedoambientale risultano associate informazioni sul paesaggio e sulle principali proprietà dei suoli in grado di condizionare la gestione.

In legenda sono inoltre presenti le classificazioni, in base alla Soil Taxonomy (livello di sottogruppo) dei suoli più diffusi. Viene anche riportata l'attribuzione di sottoclasse di capacità d'uso (11), per evidenziare le vocazioni agronomiche dei suoli e le relative limitazioni d'utilizzo.

- Nel corso del 1993, il confronto con la cartografia dei "Suoli del Casalasco" (SSR9) e con le bozze di cartografia de "I suoli della pianura cremonese centro-orientale" ha consentito il parziale aggiornamento (a cura dello scrivente), della carta pedopaesaggistica.

Le modifiche intervenute hanno permesso di delineare con maggiore precisione il confine tra le alluvioni del Po e il livello fondamentale della pianura e, all'interno di quest'ultimo, di meglio definire i rapporti tra aree modali (unità di paesaggio LF2) e aree leggermente depresse (LF3). Inoltre sono state riviste alcune definizioni nell'ambito delle descrizioni paesaggistiche e pedologiche.

- Le note illustrative contengono la sintesi dei risultati delle indagini; sono inoltre arricchite da contributi di esperti su argomenti riferiti alle caratteristiche del territorio provinciale, con particolare riferimento agli aspetti ambientali ed alle problematiche inerenti le trasformazioni d'uso, alla luce dello strumento cartografico realizzato.

---

## BIBLIOGRAFIA

1. Casati. E., Olivieri M., Previtati F. (1987), *Caratteristiche paleopedologiche dei suoli del pianalto pleistocenico di Romanengo (Cr). Il fragipan e la petroplintite*, in *Pianura*, n.1, p. 7-42;
2. Cozzaglio A. (1937), *Carta Idrologica della Pianura Padana - Regione fra l'Adige e il Serio*, Ministero dei Lavori Pubblici, R. Ufficio Idrografico del Po, Parma;
3. Cremonini M. (1988), *Carte geomorfologiche-idrologiche e carte planoaltimetriche*

- (scala 1:25.000) per il *Piano Territoriale Paesistico*, Provincia di Cremona (inediti);
4. **ERSAL** (1986), *Norme generali per il rilevamento e la compilazione della Carta Pedologica della Lombardia* (scala 1:50.000), a cura di R. Rasio, Milano;
  5. **ERSAL** (1988), *Carte delle Unità di paesaggio della provincia di Cremona* (scala 1:25.000, a cura di G. Grossi, R. Minelli, R. Zanoni) – inediti;
  6. **ERSAL** (1990), *Carta delle Unità di paesaggio della provincia di Cremona* (scala 1:100.000, a cura di R. Zanoni) – inedito;
  7. **ERSAL** (1991), *Caratteristiche pedologiche e di drenaggio del territorio "Consorzio di bonifica Dugali – Cremona"*, inedito;
  8. **ERSAL** (1992) *I suoli del Casalasco* (a cura di L. Andreoli, S. Buffa, G. Marini, P. Tartaglia), Progetto Carta Pedologica, Milano;
  9. **ERSAL** (1993), *Indagine pedologica di semidettaglio finalizzata all'utilizzazione agronomica dei liquami zootecnici nel territorio comunale di Offanengo (CR), Aggiornamenti di agrometeorologia e pedologia n. 3* (a cura di R. Minelli), Milano;
  10. **IRSMGA**, *Imperiale Regio Stato Maggiore Generale Austriaco (1873), Carta Topografica del Regno Lombardo-Veneto*, in scala 1:86.400, Cisalpino-Goliardica, Milano;
  11. **Klingebiel A.A., Montgomery H.P.** (1961), *Land capability classification, Agriculture Handbook n. 210*, USDA, Washington D.C.;
  12. **Minelli R. – Zanoni R.** (1992), *I paleosuoli dei "dossi di Soncino" (Cremona), in Pianura*, n. 4; p. 82/95;
  13. **Newhall F.** (1972), *Calculation of soil moisture regimes from the climatic record*, Rev.4 Mimeographed, Soil Conservation Service, USDA, Washington D.C.;
  14. **Servizio Geologico d'Italia** (annate varie), *Carta Geologica d'Italia* alla scala 1:100.000, Fogli 46, 60, 61, 62, 73, 74;
  15. **S.I.S.S.** (1985), *Metodi normalizzati di analisi del suolo*, Edagricole, Bologna;
  16. **Soil Survey Staff** (1990), *Keys to soil taxonomy*, S.M.S.S. – 4 th edition, Technical Monograph n. 19, Virginia;
  17. **Van Wambeke A., Hastings P., Tolomeo M.** (1986), *Newhall simulation model, a basic program for the IBM pc*, Department of Agronomy Cornell University, Ithaca, NY.

### 3) CARATTERI DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO

#### 3.1) CARATTERISTICHE CLIMATICHE

*(Lucio Andreoli, Rosa Maria Cabrini, Luigi Mariani)*

##### **Inquadramento climatico**

L'arco alpino, che delimita a Nord la pianura padana, costituisce una barriera difficilmente valicabile per le perturbazioni atlantiche (sistemi in grado di causare un peggioramento delle condizioni meteorologiche), che nel loro moto da Ovest verso Est interessano l'area europea. Ciò conferisce caratteri di elevata stabilità alle masse d'aria della pianura, particolarmente evidente nel periodo invernale sia in quello estivo.

In inverno si riscontra una elevata frequenza di nebbie, foschie e di gelate associate a fenomeni di inversione termica nei bassi strati (termine utilizzato per indicare uno strato d'aria in cui la temperatura aumenta con l'altezza anziché diminuire come di norma), condizioni queste favorevoli all'accumulo di inquinanti negli strati atmosferici più vicini al suolo. Nel periodo estivo invece la presenza di una fitta rete idrica superficiale e di vaste aree con colture irrigue contribuisce all'instaurarsi di elevati livelli di umidità nei bassi strati. In tali condizioni i processi di instabilizzazione legati ad esempio a invasioni fredde dalle valli alpine, si traducono in episodi temporaleschi che possono assumere caratteri di forte intensità ed essere accompagnati dalla caduta di grandine.

Prescindendo dall'attività temporalesca estiva, spesso associata a campi di pressione a debole gradiente (detti campi di pressione livellati), possiamo osservare che le principali strutture meteorologiche responsabili delle situazioni di tempo perturbato sull'area, sono le saccature in quota (cioè una depressione a forma di V che di solito rappresenta il prolungamento di un'altra area depressionaria adiacente, molto estesa), i minimi isolati e le depressioni sottovento alle Alpi.

In particolare il maggior contributo alle precipitazioni della provincia deriva da condizioni di flusso perturbato meridionale, di norma associate a saccature in transito da Ovest verso Est. In tali condizioni è frequente assistere alla comparsa di depressioni secondarie sul golfo di Genova. Tali depressioni secondarie presentano un caratteristico effetto volano, determinando la persistenza delle condizioni di tempo perturbato sull'area; infatti la traiettoria di tali sistemi, di norma da Ovest verso Est, fa sì che essi transitino sulla pianura padana, influenzandone le condizioni meteorologiche, prima di esaurirsi in Adriatico. Un certo effetto sul quadro precipitativo dell'area è dovuto anche a depressioni isolate presenti sul Mediterraneo (es: depressioni africane).

Tutte le situazioni perturbate sopra descritte sono particolarmente frequenti nei periodi autunnale e primaverile. Un tipo di tempo caratteristico dell'area padana è rappresentato dal regime di veloci correnti nord occidentali in quota, che al suolo si manifesta attraverso il classico fenomeno del foehn o favonio, vento caldo e asciutto, prodotto dall'interazione con l'orografia alpina delle masse d'aria umida settentrionali. Il foehn determina un caratteristico illimpidimento del cielo associato a bruschi cali delle umidità ed aumenti delle temperature, di cui i vegetali risentono in misura sensibile. Secondo i dati raccolti da Giu-

liacci e relativi alla periodo 1970-81, i casi di foehn sull'area in esame sono in media 15-20 ogni anno, e la maggior incidenza è riscontrabile in autunno, inverno e primavera (Giuliaci, 1985).

### Regime termopluviometrico

L'area considerata appartiene alla regione climatica padana, che presenta un clima di tipo continentale, con inverni rigidi ed estati relativamente calde, con elevata umidità, specie nelle zone con più ricca idrografia, nebbie frequenti specie in inverno, piogge piuttosto limitate (600-1000 mm/anno) ma relativamente ben distribuite durante tutto l'anno, ventosità ridotta e frequenti episodi temporaleschi estivi.

Per un inquadramento climatico generale dell'area vengono qui considerate come stazioni di riferimento quelle di Crema, Cremona e Casalmaggiore poste grossomodo lungo l'asse maggiore della provincia.

Dall'analisi delle isoterme medie annue (1950-86) relative alla Lombardia (Figura 1) risulta evidente un gradiente termico negativo da Sud-Est verso Nord-Ovest, con il territorio provinciale che presenta ovunque valori superiori ai 13 °C (l'isoterma dei 13 °C corre sopra il limite settentrionale della provincia).

Come si evidenzia dai dati numerici (tabella 1) e dai diagrammi di Thornthwaite e Mather corrispondenti (Figure 3 e 4) il mese più freddo risulta gennaio (con temperature medie di 1-2 °C) e quello più caldo luglio, con temperature medie di 24 °C.

#### Temperature

Stazione serie di riferimento	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	anno
Crema (1950-78)	1.5	4.3	8.9	13.1	18.2	22.4	24.2	22.5	18.7	12.7	7.8	2.4	13.1
Cremona (1950-83)	1.5	4.1	8.6	12.9	17.8	21.9	24.2	23.1	19.5	13.4	7.4	2.6	13.1

#### Precipitazioni

Stazione serie di riferimento	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	anno
Crema (1950-78)	58.5	60.8	56.3	79.3	81.2	77.8	67.7	84.9	69.5	101.2	91.7	62.5	891.4
Cremona (1950-83)	60.6	56.8	65.9	72.3	72.0	68.9	55.6	68.1	63.1	100.4	98.4	63.5	845.7
Casalmaggiore (1968-87)	60.3	46.6	58.1	46.6	59.9	64.0	46.4	86.7	60.7	82.6	72.7	49.8	733.5

Tabella 1 - Temperature e precipitazioni medie mensili per le tre stazioni di riferimento.

La caratterizzazione agroclimatologica del territorio è importante per valutare l'attitudine agricoloforestale ed avviene di norma attraverso l'uso di opportuni indici agroclimatici (tabelle 2 e 3). In particolare occorre segnalare che dal punto di vista fitoclimatico l'area rientra nel Castanetum caldo secondo la classificazione del Pavari.

Le precipitazioni (tabella 1) manifestano la tipica distribuzione padana, con i due massimi in primavera ed in autunno.

Esaminando la carta delle precipitazioni medie annue (1950-86) della Lombardia (Figura 2) si nota proprio in prossimità del confine nord-occidentale della provincia, l'inizio di una progressiva diminuzione delle piogge con andamento N-O/S-E (da 950 mm a circa 800 mm)

Per le stazioni di Cremona e di Casalmaggiore il mese meno ricco di pioggia risulta luglio, seguito a brevissima distanza da febbraio. Nella stazione di Crema invece il minimo invernale viene riscontrato nel mese di marzo.

Il mese più piovoso tanto a Crema che a Cremona risulta ottobre, con circa 100 mm. Al contrario la stazione di Casalmaggiore evidenzia un massimo assoluto ad agosto (con 86.7 mm) seguito comunque a brevissima distanza da ottobre.

Elaborazioni ERSAL dati Servizio Idrografico del Po

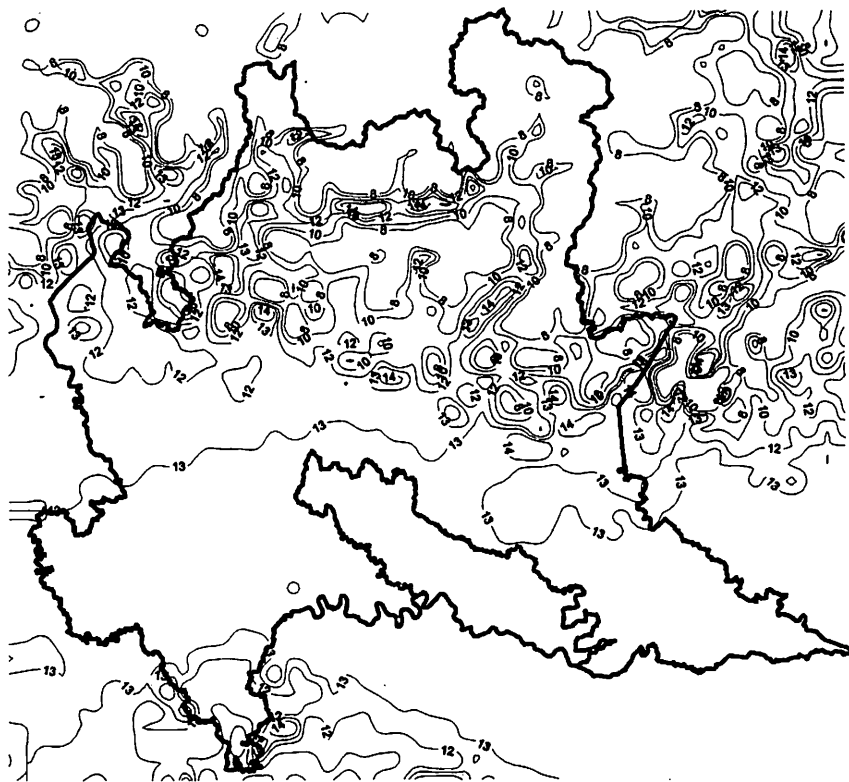


Figura 1 - Isotherme medie annuali (°C) della Lombardia (1959/86)



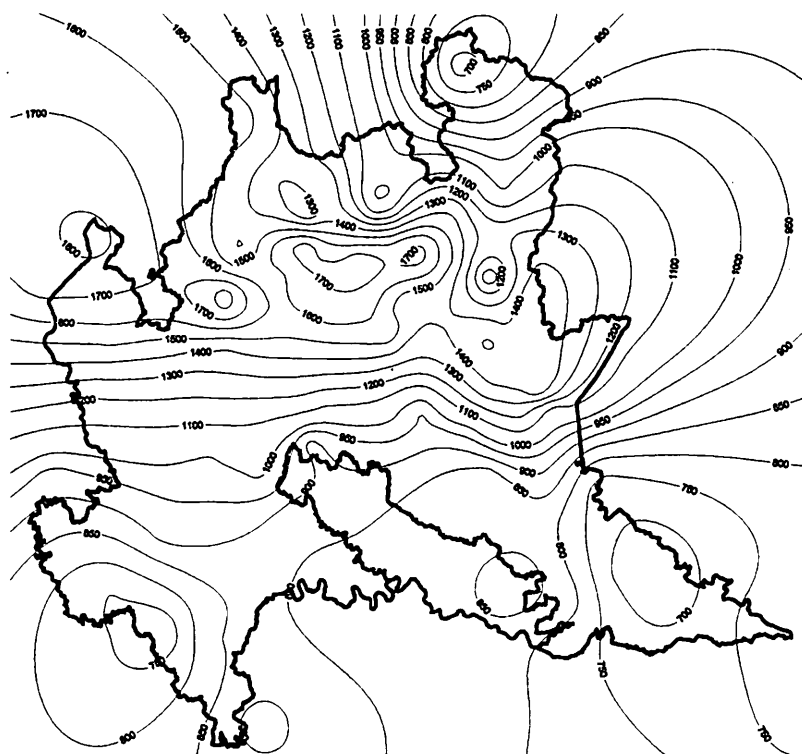


Figura 2 - Precipitazioni medie annue in mm (1950/86)

Tale fenomeno è da collegarsi al fatto che la serie storica di Casalmaggiore risulta relativa ad un periodo ventennale, non omogeneo quindi rispetto a quello considerato nelle altre due stazioni e comprendente fra l'altro gli anni 80, che hanno evidenziato precipitazioni relativamente ridotte, con conseguente accentuazione del peso degli eventi temporaleschi estivi.

Occorre peraltro considerare che gli eventi temporaleschi assumono un certo rilievo in tutte le tre serie considerate, garantendo apporti significativi alle colture anche se molto mal distribuiti. Si noti infine che durante il periodo vegetativo (da aprile a settembre) cade una quantità crescente di precipitazioni passando dall'estremo sud al nord della provincia (circa 360 mm a Casalmaggiore, 400 mm a Cremona, 450 a Crema), con valori pari a circa il 50% delle precipitazioni dell'anno.

Nelle tabelle 4 e 5 viene presentato il bilancio idrico relativo, puramente teorico, per le due stazioni di Crema e Cremona. Il bilancio idrico relativo alla stazione di Casalmaggiore non è stato elaborato, in quanto la serie storica di dati a disposizione (1968/87) non era omogenea e quindi confrontabile con le restanti (Cremona e Crema).

Tale grafico, sviluppato utilizzando l'evapotraspirazione potenziale mensile calcolata secondo la formula di Thornthwaite-Mather, evidenzia l'importanza della

corretta gestione della risorsa acqua per la produzione agricola dell'area. Nel commentare i valori degli indici climatici proposti nelle tabelle 2 e 3, bisogna tenere presente che sono stati elaborati a scala mondiale, pertanto vanno presi solo come dati di riferimento per la scala provinciale.

### **Indici pluviometrici – Commento dei valori**

1. Pluviofattore di Lang o fattore termopluviometrico; rappresenta il rapporto tra il valore della piovosità media annuale, in mm, e quello della temperatura media annuale °C. Questa classificazione si presta bene per caratterizzare i principali tipi pedologici di suoli; infatti i valori riscontrati per le due stazioni individuano le cosiddette “terre brune”, ovvero i suoli che manifestano un'ottimale incorporazione della sostanza organica.
2. Indice di Aridità di De Martonne; stabilisce il rapporto tra il valore della precipitazione media annuale, in mm., e quello della temperatura media annuale °C, aumentata di 10 °C. Esso definisce il tipo di clima, che secondo i valori delle due stazioni di Cremona e Crema, è nel nostro caso, definito “temperato umido”.
3. Indice di Paterson; è un indice di produttività agroclimatica che ci indica che le risorse termiche dell'ambiente appaiono sufficienti al buon sviluppo delle specie arboree, come viene attestato dall'elevato valore di questo indice, pari a circa 340-360.
4. Indice di continentalità di Johansson; descrive l'influenza della distribuzione delle terre e delle acque sulla distribuzione dei climi. I valori dell'indice di Johansson, per l'area in esame, sono pari all'incirca al 30% (Tabelle 2,3) e ci indicano che i livelli di continentalità raggiunti risultano non particolarmente spiccati (e senz'altro non paragonabili a quelli di aree continentali interne (come l'area russo- siberiana).
5. Capacità erosiva del clima secondo Fournier (indice di aggressività climatica); è il rapporto tra la  $P$  e piogge che cadono nel mese più piovoso dell'anno e la somma annuale delle piogge stesse. Permette di valutare la capacità erosiva dovuta alle piogge calcolando indicativamente le tonnellate di suolo erose, per kmq , per anno.

### **Indici termici – Commento dei valori**

1. soglia termica di 6 °C; la soglia termica dei 6 °C è interessante per delimitare il periodo vegetativo dei cereali vernini (frumento, orzo, ecc) e delle graminacee pratensi. Tale soglia viene superata in salita intorno al 27 febbraio ed in discesa intorno al 24 novembre, con un periodo vegetativo totale di circa 270 giorni.
2. soglia termica di 10° C; la soglia termica dei 10 °C, la più interessante per delimitare il periodo vegetativo delle specie annuali estive (mais, soia, ecc) viene superata in salita, intorno al 25 di marzo ed in discesa intorno al primo di novembre, con un periodo vegetativo totale di circa 220 giorni. Il cumulo di somme termiche sulla soglia di 6 °C risulta di oltre 2930 °C mentre quello sulla soglia di 10 °C è di oltre 1920 °C.

3. regime termico del suolo; è importante perché controlla le possibilità di sviluppo della flora e della fauna e l'evoluzione del suolo. Secondo la classificazione americana (Soil Taxonomy) il regime dei suoli di queste aree è definito "mesico", in quanto hanno temperature medie annue uguali o superiori a 8 °C ma inferiori a 15 °C e la differenza tra la temperatura media estiva e la temperatura media invernale è maggiore di 5 °C a 50 cm di profondità.

### Stazione: CREMONA

#### INDICI PLUVIOMETRICI

Pluviofattore di Lang:	64.6	Indice Aridità De Martonne:	36.6
Indice Pluviometrico Emberger:	142.1		
Secondo Fournier:			
– capacità erosiva del clima:	11.9	– tonn/km <sup>2</sup> *anno terreno asportate	112.5
Secondo Aubert e Henin:			
– drenaggio calcolato:	845.6		
Secondo Crowter:			
– fattore di lisciviazione:	32.2		
somma termica annua a base 10:	1951.3	somma termica annua a base 6:	2944.6
indice di Paterson	338.4		
indice continental. di Johansson:	30.3		

#### INDICI TERMICI

##### SUPERAMENTO SOGLIE

– soglia di 6 °C in salita: 1 marzo		– soglia di 6 °C in discesa: 25 novembre	
> gg. oltre la soglia di 6 °C:	269		
– soglia di 10 °C in salita: 25 marzo		– soglia di 10 °C in discesa: 31 ottobre	
> gg. oltre la soglia di 10 °C:	221		
– soglia di 20 °C in salita: 1 maggio		– soglia di 20 °C in discesa: 10 settembre	
> gg. oltre la soglia di 20 °C:	102		
Temp mese più caldo	24.2	– Temp mese più freddo:	1.5
<b>TEMP.TERRENO A -50 cm:</b>			
– sec. Soil Taxonomy:	14.1	– sec. Comolli :	13.5
Indice di efficienza termica :	70.0		

Tabella 2 – Principali indici agroclimatici relativi alla stazione di Cremona.

**Stazione: CREMA****INDICI PLUVIOMETRICI**

Pluviofattore di Lang :	68.3	- Indice Aridità De Martonne:	38.7
Indice Pluviometrico Emberger:	150.0		
Secondo Fournier:			
- capacità erosiva del clima :	11.5	- tonn/km2*anno terreno asport.:	89.9
Secondo Aubert e Henin:			
- drenaggio calcolato:	891.4		
Secondo Crowter:			
- fattore di lisciviazione:	36.9		
somma termica annua a base 10:	1920.0	- somma termica annua a base 6:	2934.9
indice di Paterson :	356.7	- indice continental. di Johansson:	30.3

**INDICI TERMICI****SUPERAMENTO SOGLIE**

- soglia di 6 °C in salita: 27 febbraio		- soglia di 6 °C in discesa :	25 novembre
> gg. oltre la soglia di 6 °C:	272		
- soglia di 10 °C in salita: 23 marzo		- soglia di 10 °C in discesa :	31 ottobre
> gg. oltre la soglia di 10 °C:	223		
- soglia di 20 °C in salita: 27 maggio		- soglia di 20 °C in discesa :	24 settembre
> gg. oltre la soglia di 20 °C:	99		
Temp mese più caldo:	24.2	- Temp mese più freddo:	1.5
<b>TEMP.TERRENO A -50 cm:</b>			
sec. Soil Taxonomy :	14.1	- sec. Comolli:	13.5
indice di efficienza termica:	69.8		

*Tabella 3 - Principali indici agroclimatici relativi alla stazione di Crema*

**Stazione: CREMA**

Altitudine: 79 ms.l.m.

Lat. 45° 20' Nord

Long. 9° 60' Est

Capacità di ritenzione idrica: 150 mm

Valori calcolati sul periodo 1950-1978

Mesi	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	anno
T°C	1.5	4.3	8.9	13.1	18.2	22.4	24.2	22.5	18.7	12.7	7.8	2.4	13.1
P mm	58.5	60.8	56.3	79.3	81.2	77.8	67.7	84.9	69.5	101.2	91.7	62.5	891.4
EPT	1.8	8.3	29.4	56.2	101.5	137.3	155.6	129.6	85.7	44.8	18.9	3.4	772.5
P-ETP	56.7	52.5	26.9	23.1	-20.3	-59.5	-87.9	-44.7	-16.2	56.4	72.8	59.1	118.9
AWL	0	0	0	0	-20	-80	-168	-212	-229	0	0	0	
ST	150	150	150	150	131	88.1	49	36.4	32.7	89.1	150	150	
C. ST	0	0	0	0	-19	-43	-39	-13	-4	-56.4	61	0	
ETR	1.8	8.3	29.4	56.2	100.2	120.7	106.8	97.5	73.2	44.8	18.9	3.4	661.2
D mm	0	0	0	0	1.3	16.6	48.8	32.1	12.5	0	0	0	111.3
S mm	56.7	52.5	26.9	23.1	0	0	0	0	0	0	11.9	59.1	230.2

T = temperatura media

P = pioggia (valori medi di precipitazioni medie mensili)

ETP = evapotraspirazione potenziale

P-ETP = deficit e surplus idrico (mette in rilievo i mesi nei quali le precipitazioni sono in eccesso e l'opposto)

AWL = (accumulated water loss) perdita di acqua cumulata

ST = (storage) riserva idrica residua del suolo

C.ST = (changes in storage) variazione della riserva idrica utile

ETR = evapotraspirazione reale

D = deficit idrico

S = Surplus (eccedenza idrica)

*Tipo climatico secondo Thornthwaite: C2 r B'2b'3*

C2 = clima da umido a subumido;

r = non vi è deficienza idrica o è molto scarsa;

B'2 = varietà climatica secondo mesotermico (ETP tra 885 e 712)

b'3 = concentrazione estiva dell'efficienza termica tra 51,9 e 56,3  
(conc. estiva = ETP giugno + ETP luglio + ETP agosto / ETP annuale)Indice di aridità ( $I_a = D/PE$  %) : 14.4Indice di umidità ( $I_h = S/PE$  %) = 29.8Indice di umidità globale ( $I_m = ih - I_a$ ) = 15.4*Tabella 4 - Evapotraspirazione e bilancio idrico secondo il metodo Thornthwaite-Mather*

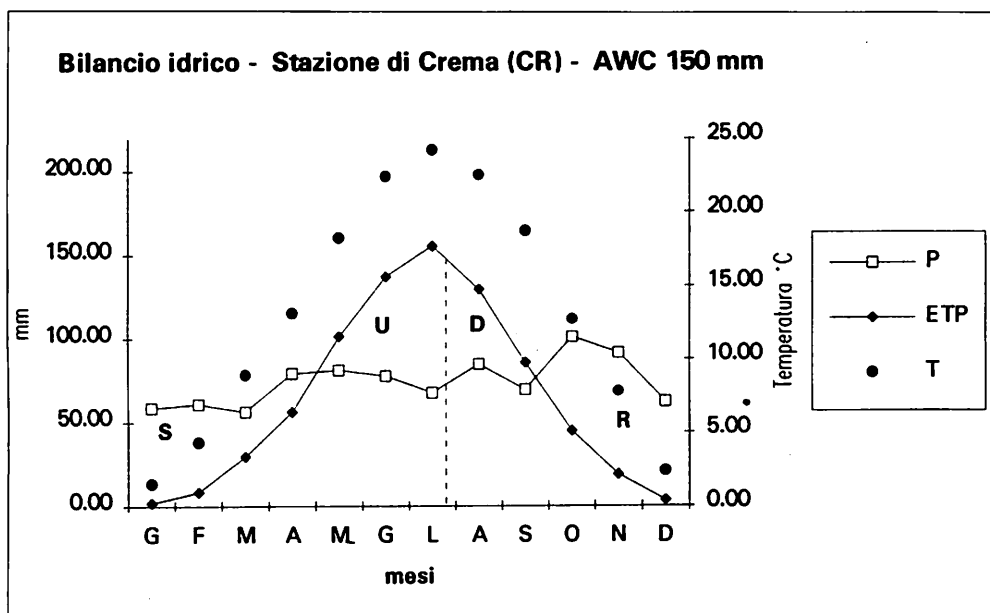


Figura 3 - Diagramma del bilancio idrico della stazione di Crema; elaborazione secondo il metodo Thornthwaite-Mather (acqua disponibile = 150 mm nel primo metro di profondità)

### Stazione di CREMONA:

Altitudine: 45 ms.l.m.

Lat. 45° 08' Nord

Long. 10° 00'

Capacità di ritenzione idrica: 150 mm

Valori calcolati sul periodo 1950-1983

Mesi	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	anno
T°C	1.5	4.1	8.6	12.9	17.8	21.9	24.2	23.1	19.5	13.4	7.4	2.6	13.1
P mm	60.6	56.8	65.9	72.3	72	68.9	55.6	68.1	63.1	100.4	98.4	63.5	845.6
EPT	1.8	7.7	27.8	54.9	98.2	132.9	155.6	134.4	90.8	48.2	17.4	3.7	773.3
P-ETP	58.8	49.1	38.1	17.4	-26.2	-64	-100	-66.3	-27.7	52.2	81	59.8	72.3
AWL	0	0	0	0	-26	-90	-190	-256	-284	0	0	0	
ST	150	150	150	150	126	82.2	42.3	27.2	22.6	74.8	150	150	
C. ST	0	0	0	0	-24	-43.7	-40	-15	-4.6	52.2	75.2	0	
ETR	1.8	7.7	27.8	54.9	96	112.6	95.6	83.2	67.7	48.2	17.4	3.7	616.6
D mm	0	0	0	0	2.2	20.2	59.9	51.2	23.1	0	0	0	156.6
S mm	58.8	49.1	38.1	17.4	0	0	0	0	0	0	5.8	59.8	229

- T = Temperatura media mensile  
 P = Pioggia (valori medi di precipitazioni medie mensili)  
 ETP = Evapotraspirazione potenziale  
 P-ETP = Deficit e surplus idrico (mette in rilievo i mesi nei quali le precipitazioni sono in eccesso e l'opposto)  
 AWL = (accumulated water loss) perdita di acqua cumulata  
 ST = (storage) riserva idrica residua del suolo  
 C.ST = (changes in storage) variazione della riserva idrica utile  
 ETR = evapotraspirazione reale  
 D = Deficit idrico  
 S = Surplus (eccedenza idrica)

*Tipo climatico secondo Thornthwaite: C2 s B'2 b'3*

- C2 = clima da umido a subumido;  
 s = moderata deficienza idrica in estate;  
 B'2 = varietà climatica secondo mesotermico (ETP tra 885 e 712)  
 b'3 = concentrazione estiva dell'efficienza termica tra 51,9 e 56,3  
 (conc. estiva = ETP giugno + ETP luglio + ETP agosto / ETP annuale)

Indice di aridità ( $I_a = D/PE \%$ ): 20.3

Indice di umidità ( $I_h = S/PE \%$ ): 29.6

Indice di umidità globale ( $I_m = I_h - I_a$ ): 9.3

Tabella 5 - Evapotraspirazione e bilancio idrico secondo il metodo Thornthwaite-Mather

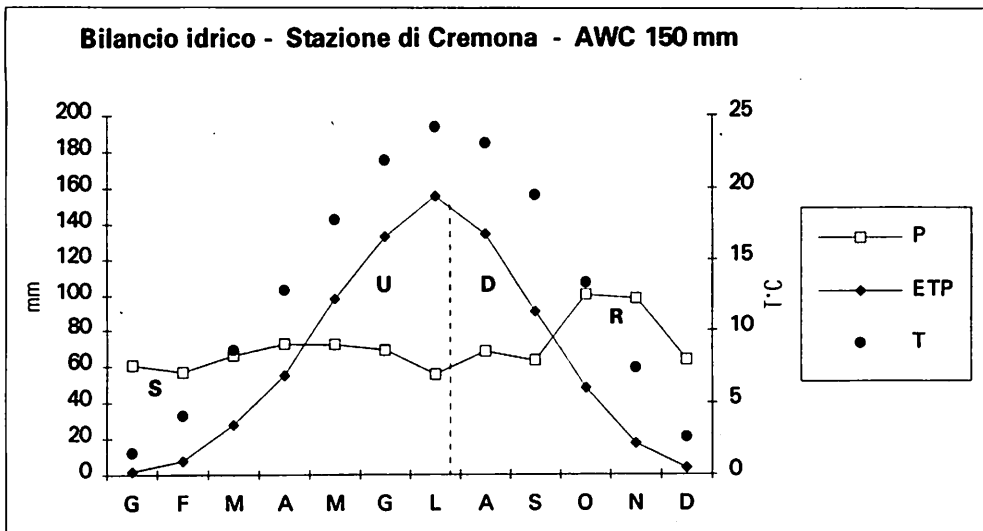


Figura 4 - Diagramma del bilancio idrico della stazione di Cremona; elaborazione secondo il metodo Thornthwaite-Mather (acqua disponibile = 150 mm nel primo metro di profondità)

### **3.2) INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO**

*(Massimo Cremonini Bianchi)*

La situazione geologica complessiva del territorio provinciale cremonese risulta, almeno in superficie, decisamente uniforme: in tale area, infatti, affiorano unicamente depositi sciolti di origine fluvio-glaciale, articolati secondo l'assetto tipico dei terrazzi fluviali inscatolati.

Il ripiano morfologico più esteso è quello riferibile alla glaciazione würmiana (Pleistocene superiore), che assume significativamente il nome di "Livello fondamentale della pianura" ed è caratterizzato da una marcata regolarità planoaltimetrica. Tale superficie suborizzontale risulta solcata da alcune depressioni a fondo piatto che sono sede (o lo sono state fino a tempi geologicamente assai recenti) degli alvei fluviali dei principali corsi d'acqua (fiume Po, fiume Adda, fiume Oglio, fiume Serio): aperte dai corpi idrici in età olocenica, esse rappresentano le "valli fluviali di pianura" dei corsi d'acqua che ospitano e sono individuate da un sistema di scarpate fluviali convergenti, che assumono altezze varianti tra i 20 m ed i pochi decimetri. Nella porzione settentrionale del territorio provinciale, dal "Livello fondamentale della pianura" emerge il Pianalto di Romanengo, esteso rilievo isolato a sommità tabulare, costituito da depositi fluvio-glaciali pre-würmiani; accanto a questo lembo terrazzato emergente rispetto alla pianura circostante, il "Livello fondamentale della pianura" risulta interrotto anche da una serie di "dossi" di dimensioni assai varie, anch'essi sopraelevati rispetto al ripiano würmiano, ma alti pochi metri e dotati di superfici superiori bombate.

I depositi alluvionali, che assumono spessori variabili tra i 100 - 150 m del cremasco e i 400 - 500 m nel cremonese-casalasco, poggiano su sedimenti deltizi e lagunari prevalentemente grossolani del Pleistocene inferiore-medio i quali, a profondità che variano dagli 800 - 1.000 m circa del Cremasco ai 1.500 - 1.800 m circa del Casalasco, passano a materiali pliocenici di ambiente marino; questi sono caratterizzati da una granulometria prevalentemente sabbiosa nella loro porzione inferiore ("Sabbie di Asti"), che verso l'alto diviene progressivamente sempre più pelitica ("Argille di Lugagnano"). A profondità estremamente variabili, tra i 1.500 e i 3.000 metri, si incontra il substrato miocenico, di natura marnoso-argillosa, che si presenta profondamente deformato da una serie di strutture tettoniche sepolte.

In particolare, le indagini geofisiche e le perforazioni effettuate a fini petroliferi in tempi anche recenti hanno permesso di individuare nel sottosuolo padano una serie di pieghe e di faglie, alcune delle quali tuttora in evoluzione a causa delle spinte prodotte dalla migrazione verso NE della catena appenninica, a sua volta originata dalla collisione continentale in atto tra l'Europa (ferma) e l'Africa (in deriva verso nord).

Nel sottosuolo profondo del territorio provinciale è allora possibile riconoscere due scenari tettonici: quello che interessa il Cremasco, che viene ascritto al dominio del "Sudalpino sepolto", e quello che caratterizza le zone centro-meridionali, di pertinenza del "Pedeappennino sepolto".

Il "Sudalpino sepolto" ha l'assetto di una monoclinale sudvergente che, partendo dalla flessura pedealpina, continua verso sud la situazione litostratigrafica delle Alpi Calcaree Meridionali: si tratta di una struttura quasi indisturbata, interessata unicamente da faglie inverse a direzione tipicamente alpina, poco profonde e di debole rigetto.



Il "Pedeappennino sepolto" risulta invece costituito da una serie ininterrotta di marcate anticlinali e sinclinali, con assi disposti parallelamente alla direzione delle principali pieghe appenniniche e quasi sempre accompagnate da faglie inverse di rigetto assai elevato, che interessano i fianchi settentrionali delle anticlinali. Si realizza in tal modo una serie di sovrascorrimenti che conferiscono a queste masse rocciose un assetto assai complesso e, conseguentemente, danno testimonianza dell'impetuosa evoluzione neotettonica che li caratterizza.

Proprio l'allineamento più esterno di tali strutture anticlinali fagliate, che risultano geograficamente segmentate e disassate da faglie trascorrenti antiappenniniche, realizza l'accavallamento delle rocce deformate del fronte appenninico sugli antistanti depositi praticamente indisturbati del "Sudalpino".

Della complessità di tale situazione del sottosuolo profondo si rilevano ben poche tracce in superficie; oltre ad una problematica connessione del Pianalto di Romanengo (e, per analogia, anche dei dossi) con l'attività neotettonica delle strutture sudalpine sepolte, l'unica realtà superficiale che mostra di subire un certo controllo da parte delle spinte endogene sembrerebbe essere l'assetto idrografico: le deviazioni dalla direzione N-S a quella NW-SE descritte dal fiume Adda presso Lodi e dall'Oglio presso Genivolta (accompagnate da una deviazione simile, rilevabile per un antico corso del Serio, oggi abbandonato), lo spostamento verso sud della traiettoria del Po subito a valle di Cremona e la sua risalita verso nord in corrispondenza di Viadana appaiono legate alle blande deformazioni del piano di campagna che l'evoluzione delle anticlinali e delle sinclinali sepolte hanno prodotto fino a tempi recenti (l'evoluzione attuale di tale fenomeno è pressochè impossibile da seguire a causa della completa regolazione antropica subita dalla rete idrografica padana).

Il sottosuolo del territorio della provincia di Cremona è inoltre interessato da un sistema idrogeologico complesso, esteso a tutto il prisma sedimentario quaternario (quindi fino a profondità che variano tra gli 800 e i 1.000 m nel Cremasco e tra i 1.500 e i 1.800 m nel Cremonese-Casalasco), in cui è possibile riconoscere una zona delle acque dolci sovrapposta ad una zona delle acque salmastre e salate. Le acque dolci occupano tutto il complesso alluvionale e, nella parte settentrionale del territorio provinciale, anche la parte superiore dei sottostanti depositi transizionali e marini permeabili; la superficie piezometrica, che denota un forte controllo da parte delle pratiche irrigue, si situa ordinariamente a profondità assai basse (1,5 - 3 m), raggiungendo la ventina di metri solo a ridosso delle principali scarpate di terrazzo.

La falda più superficiale assume in prevalenza carattere freatico e viene alimentata sia dalle acque di infiltrazione provenienti dalla superficie topografica soprastante, sia dal deflusso sotterraneo che ha la sua zona di alimentazione nei conoidi pedemontani bresciani e bergamaschi. Al di sotto di questo corpo idrico è presente una serie di altre falde a carattere artesiano, caratterizzate da una pressione e da una carica salina naturale crescenti con la profondità; alimentate unicamente dal deflusso sotterraneo che parte dagli apici dei conoidi pedemontani citati, le diverse falde sono reciprocamente separate da orizzonti lenticolari di natura limoso-argillosa che, pur raggiungendo localmente spessori assai rilevanti, sono lateralmente discontinui e permettono limitati scambi idrici tra le diverse falde, specie nel sottosuolo delle valli fluviali di pianura dei principali corsi d'acqua. A profondità di 400 - 600 m nel Cremasco e di 300 - 400 m nel Cremonese-casalasco si rinviene l'interfaccia che separa le acque dolci da quelle salmastre e salate: i due tipi di acqua non danno luogo, in condizioni naturali, a mescolamenti, a causa della differenza di densità che le caratterizza.

I) La zona idrogeologica più profonda risulta costituita, dall'alto verso il basso da:

– acque salmastre intrappolate nei depositi lagunari e deltizi relativamente permeabili sottostanti al materasso alluvionale (“connate waters”);

II) acque salate intrappolate nei depositi marini permeabili (tetto a profondità variabile tra i 700 – 1.000 m del Cremasco ed i 350 – 450 m del Cremonese-Casalasco);

III) cuneo di ingressione delle acque marine (la cui sottospinta è la causa, nella zona casalasca, di una parziale invasione dei depositi alluvionali da parte delle acque salmastre);

IV) acque profonde che risalgono lungo fratture del basamento.

Il quadro descritto individua una situazione idrogeologica assai favorevole per l'uomo: le risorse di acqua dolce sono estremamente abbondanti e, nel complesso, godono di un buon livello qualitativo (anche se la naturale presenza nelle acque più profonde di consistenti concentrazioni di sostanze, quali ammoniaca, ferro, manganese e arsenico, rende problematico il prelievo a fini idropotabili). Il territorio provinciale, a causa delle sue caratteristiche litostratigrafiche, risulta però intrinsecamente assai vulnerabile all'inquinamento idrogeologico, che finora non ha assunto proporzioni rilevanti in virtù della limitata pressione antropica subita da queste aree.

---

## BIBLIOGRAFIA

1. **AGIP Mineraria** (1959) – *“I giacimenti gassiferi dell'Europa Occidentale”* – atti del Convegno indetto dall'Accademia Nazionale dei Lincei e dall'E.N.I., svoltosi a Milano tra il 30 settembre e il 5 ottobre 1957.
2. **Anfossi G. et al.** (1970) – *“Foglio 60 – Piacenza della Carta Geologica d'Italia e Note illustrative”* – Roma.
3. **Bareggi A. et al.** (1994) – *“Aspetti idrogeologici del problema della presenza di azoto ammoniacale nelle acque sotterranee della provincia di Cremona”* – Pitagora editrice Bologna.
4. **Beretta G.P. et al.** (1992) – *“Studio idrogeologico della provincia di Cremona”* – Pitagora editrice Bologna.
5. **Desio a. et al.** (1970) – *“Foglio 61 – Cremona della Carta Geologica d'Italia e Note illustrative”* – Roma.
6. **E.N.I.** (1972) *“Acque dolci sotterranee”* – Roma.
7. **Pieri M., Groppi G.** (1981) – *“Subsurface geological structure of the Po plain, Italy”* – Pubbl. n. 414 del P.F.G., sottoprogetto “Modello strutturale”, Roma.

### **3.3) CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGRAFICHE** (Giovanni Bassi)

Il territorio della provincia di Cremona è compreso entro i limiti idrografici del fiume Adda ad ovest, del Po che ne segna il confine meridionale e del fiume Oglio ad oriente.

A settentrione, il confine amministrativo si attesta intorno ad una meno netta partizione idrografica: il limite meridionale della fascia dei fontanili.

La labilità di tale termine fisico-ambientale è legata alle condizioni di alimentazione della falda superficiale della quale i fontanili rappresentano gli sfioratori: tanto maggiormente è depauperata da scarsa infiltrazione o da prelievi eccedenti gli apporti, tanto più i fontanili si rinseccano, riducendo la propria presenza sia a monte che a valle della fascia di affioramento storico.

Le condizioni turbate della zona dei fontanili si evidenziano nel confronto tra lo stato attuale e quello rilevato nei primi anni sessanta dalla Carta Geologica d'Italia ed ancor più dalla situazione descritta dagli Autori a cavallo del secolo.

Ciò induce ad una prima riflessione riguardo alla zona delle risorgenze che evidenzia una riduzione fondamentale nelle voci attive del bilancio idrologico.

Poiché ai fontanili fa capo buona parte della rete di antica irrigazione, l'acqua che da essi non giunge più ai fondi rustici viene integrata, a parità di fabbisogni, con soluzioni individuali, ovvero attingendo dalla falda con nuovi pozzi, oppure richiedendo nuovi prelievi dalla rete dei navigli e per essi dai corsi d'acqua principali da cui derivano.

La falda superficiale è, in tutto il territorio tra Adda, Po e Oglio prossima alla superficie topografica. Talora essa sarebbe naturalmente affiorante e conferirebbe ai terreni caratteri sortumosi e provocando impaludamenti stagionali se non drenata dalle secolari opere di bonifica; è questo il caso in particolare della sopra ricordata fascia dei fontanili, delle golene dei fiumi maggiori e delle meno vaste valli di Serio e Serio Morto. Fenomeni di risorgenza di acque di falda si presentano con particolare evidenza al piede dei terrazzi morfologici che collegano le valli fluviali al più rilevato livello fondamentale della pianura.

I fiumi maggiori incidono sulla falda superficiale in modo differenziato localmente; in generale si può affermare che, in territorio cremonese Adda, Oglio e Serio drenano la falda. L'effetto drenante di Adda e Serio su falda superficiale è ben marcato nell'area sud di Crema compresa tra i due corsi d'acqua.

Più complesso è l'effetto di Po per la rilevanza del suo regime idraulico, le portate in gioco, che, con le piene e le ricorrenti morbide stagionali, alimentano in modo significativo il primo acquifero dei territori prossimi al suo corso.

Escludendo quindi le valli fluviali, il territorio della provincia di Cremona può essere schematicamente suddiviso, a seconda delle caratteristiche di falda superficiale, come di seguito descritto:

#### **a) Pianura media:**

falda molto prossima al piano campagna con soggiacenza minima, nel trimestre giugno/luglio/agosto, anche inferiore a 1 m, massima in circa 1/1.5 m. Tra la minima e la massima soggiacenza, quando la stagione autunnale è piovosa, si possono verificare incrementi anche significativi del livello di falda. La ripresa del livello di falda procede, da aprile in poi, con regolarità

proporzionale alla ripresa della irrigazione; su tale andamento sono molto meno evidenti gli effetti delle piogge primaverili.

La falda scorre, con gradiente idraulico medio di 0.12-0.15%, entro ghiaie e sabbie ed assume solitamente regime freatico; la buona permeabilità e trasmissività della roccia serbatoio conferiscono all'acquifero una portata specifica notevole e significativa.

La sola stazione freaticometrica di riferimento, con serie storica disponibile, è quella di Casaletto di Sopra del Servizio Idrografico.

**b) *Media pianura cremonese tra Soresina e Cremona:***

in questa zona si ripete l'andamento idraulico di falda sopra descritto con escursioni meno spiccate, fino a circa 1m; ciò porta, in stagione irrigua, ad una soggiacenza media minima di 1.5 da P.C.. La falda è meno ricca e ricambiata poiché la roccia serbatoio si impoverisce della componente ghiaiosa, sostituita dalla dominante sabbiosa da media a fine che ne riduce la permeabilità; il gradiente idraulico si attesta intorno a 0.10-0.12%. La stazione freaticometrica di riferimento, per la serie storica, è quella di Soresina del Servizio Idrografico; il suo interrimento costringe a considerare, in alternativa, i piezometri di Annicco e di Cremona-Migliaro del Consorzio bonifica Naviglio-Vacchelli.

**c) *Bassa pianura cremonese:***

in essa variano ulteriormente gli indici di stato fisico della falda: gradiente idraulico minore o uguale a 0.1%, permeabilità determinata dalla dominante sabbia-limo, localmente la trasmissività. Il regime di falda assume non raramente caratteri di semifreatismo o di semiartesianesimo per la presenza di significative estensioni di coperture limoso-argillose di probabile origine eolica, che inducono pressioni negli acquiferi superficiali. Come stazioni freaticometriche di riferimento possono essere assunte quella di Gussola del Servizio Idrografico, per la sua serie storica e quella e Ca d'Andrea del Consorzio di bonifica Dugali.

Le grandi opere di irrigazione della provincia (il naviglio della Città di Cremona, i navigli Pallavicino, Grande e Nuovo, il canale Vacchelli) debbono soddisfare una domanda d'acqua che è incrementata e concentrata nei tre mesi estivi per le esigenze vegetative delle nuove colture agrarie.

Tutto ciò è verificabile al nodo idrografico di Genivolta-Tomba Morta, dove si incrociano e si interscambiano sia la rete maggiore sia quella idraulicamente meno imponente ma altrettanto vitale delle rogge.

La grande derivazione da Adda del canale Vacchelli procede da ovest ad est fino a Genivolta-Tomba Morta ove si esaurisce conferendo la sua portata nei navigli cremonesi e nelle rogge; ciò determina frammistione i acque provenienti da bacini idrografici diversi e quindi una condizione idrologica artificiale.

Questo fatto si è accentuato dal momento dell'entrata in funzione del canale scolmatore di Genivolta, ultima opera idraulica che ne completa il nodo idrografico, e che, per buona parte dell'anno, convoglia in Oglio gli eccessi di portata del terminale Vacchelli. Lo stesso fenomeno di aggiunta di portate significative da un corso d'acqua (Vacchelli) alimentato da Adda, ad un corpo ricettore (Serio), si verifica a Crema dove uno sfioratore adegua la portata di canale Vacchelli alla sezione del ponte canale con cui questo supera il fiume Serio.

Quindi, a valle degli scarichi in Serio ed in Oglio del canale Vacchelli, si producono nei due fiumi condizioni idrologiche nuove in qualità e portata.

Il fiume Serio è il quarto fiume della provincia, il suo percorso divide da nord a sud il Cremasco, ed è anche l'unico affluente cremonese in sinistra poichè non dispone di un bacino lacustre pedemontano.

Recenti ricerche (V. Ferrari 1992), datano tra il XII e il XIV secolo la più significativa variazione idrografica avvenuta in provincia di Cremona in tempi storici.

Si tratta della cattura per erosione regressiva, da parte del Serio di Montodine, dell'alveo principale del fiume allora transitante per Castelleone, con conseguente deviazione del flusso idrico principale verso l'attuale corso e la formazione di un fiume, di più modesta entità idraulica ma di grande significato ambientale, il Serio Morto, che mette foce in Adda a Pizzighettone.

L'erosione regressiva ha proceduto, circa da sud-sud-ovest a nord-nord-est, ad opera dell'originario affluente minore dell'Adda (Serio di Montodine); questo ha progressivamente demolito la zona di spartiacque che lo separava dall'alveo allora principale e più orientale del Serio di Castelleone.

Raggiunta la soglia tra i due bacini, a valle di Crema ed a monte di Ripalta Vecchia, le piene del Serio ne hanno scavalcato, dapprima episodicamente, il colmo per poi installarsi definitivamente. Il fiume Serio ha quindi stabilizzato l'alveo nella valle più occidentale ove ancora scorre.

Il cremasco è pertanto la zona del territorio della provincia ove si sono manifestate le più forti variazioni idrografiche, probabilmente legate anche a movimenti del substrato roccioso profondo.

In tale casistica rientrerebbero, oltre che la cattura d'alveo del Serio di cui si è detto sopra, la migrazione di qualche chilometro dell'Adda da est, posizione che è oggi del fiume Tormo, verso ovest, e la formazione della attuale fossa dei Mosi cremaschi.

L'eccezione operata alla regola dell'idraulica padana che vuole la foce di tutti gli affluenti del Po rivolta ad oriente prodotta da Serio, è testimonianza ulteriore del divenire, anche a seguito di fatti naturali, della idrografia di questo territorio.

Se sul lato occidentale le condizioni idrografiche sono quelle dette poc'anzi, ad oriente gli studi geomorfologici di Cremonini-Bianchi innestano il corso dei navigli cremonesi, tra Genivolta-Tomba Morta e Casalmorano sud, in un lungo e significativo impluvio che l'Autore definisce "valle dei navigli cremonesi" e che prosegue, verso Po, raccogliendo le acque di roggia Spinadesca-colatore Morbasco.

Gli altri principali tratti della idrografia del territorio in esame sono rappresentati dai grandi colatori. Dugale Delmona-Tagliata, Robecco, sono di impianto medievale, nel primo caso romano; ad essi si aggiunga il dugale Acque Alte frutto di una più recente bonifica. Questi corsi d'acqua, il loro funzionamento, la manutenzione, determinano condizioni fondamentali ed irrinunciabili per la sicurezza idraulica della popolazione e per la produzione agricola.

---

## BIBLIOGRAFIA

1. **Bassi G.**, (1986), *"Idrografia della Provincia di Cremona"*, Cremona
2. **Cremonini-Bianchi M.**(1989), *"Un antico percorso fluviale della pianura cremonese: la valle dei Navigli"*, in *Pianura* N.3/89, pp. 55-68.
3. **Ferrari V.**, (1992), *"L'evoluzione del basso corso del fiume Serio in epoca storica e le interconnessioni territoriali derivate"*, in *Insula Fulcheria* XXII, pp. 9-42.

### 3.4 VEGETAZIONE ORIGINARIA, POTENZIALE E REALE

(Riccardo Groppali)

In un territorio fortemente antropizzato come la provincia di Cremona non è possibile rinvenire oggi aree boscate classificabili come naturali. Basterà al proposito valutare presenza e diffusione di essenze non originarie nei boschi rimasti e la loro storia gestionale recente e passata per avere un'immagine fedele degli effetti dell'influenza antropica su tali ecosistemi.

Infatti è nozione comune che prima dell'inizio della sua quasi completa messa a coltura il territorio della Valpadana era coperto quasi per intero da foreste, che avevano raggiunto il massimo equilibrio possibile con l'ambiente che le ospitava e con le sue caratteristiche locali. Tali distese di alberi si interrompevano nelle vaste zone umide (allora molto frequenti) e nelle aree adiacenti ai fiumi, dove le esondazioni stagionali non consentivano ai popolamenti vegetali il raggiungimento dello stadio finale di equilibrio (climax). Nelle foreste climaciche vennero quindi, ovviamente, collocati i primi nuclei di insediamento stabile dell'uomo nella Valpadana, in quanto si trattava delle aree più fertili e più facilmente coltivabili, oltre che meno soggette alla sommersione da parte dei fiumi.

Tali formazioni, dal punto di vista fitosociologico, rientrano in vari ordini della classe *Quercus-Fagetea* e corrispondono alla fascia *Quercus-Tilia-Acer*. Lungo i fiumi e in tutte le vaste aree allora interessate dalle esondazioni, invece, la vegetazione si disponeva in serie zonali, dipendenti principalmente dalla portata e frequenza delle piene e dalle differenti profondità raggiunte dalla falda superficiale.

#### Vegetazione potenziale<sup>(1)</sup>.

Il territorio della provincia di Cremona è stato inquadrato nelle Formazioni con prevalenza di querce mesofile, Climax del frassino maggiore (*Fraxinus excelsior*), del carpino bianco (*Carpinus betulus*) e della quercia farnia (*Quercus robur*), ossia Fraxino-Carpinion. Più precisamente la maggior parte del territorio provinciale appartarrebbe alle formazioni con dominanza di quercia farnia (*Quercus robur*), con lungo i grandi fiumi planiziali formazioni di ontano nero (*Alnus glutinosa*), pioppo bianco (*Populus alba*) e salici (*Salix* spp. pl.).

A proposito però del carpino bianco (*Carpinus betulus*) è opportuno fare alcune osservazioni sulla sua distribuzione. Infatti questa essenza si trova ancor oggi presso alcuni fontanili del Cremasco e nel Pianalto della Melotta, cioè nella parte più settentrionale del territorio provinciale, e in pochi nuclei lungo il corso dei fiumi maggiori: la sua distribuzione si limita quindi soltanto a parte della provincia, risultando simile a quella di altre essenze collinari e montane presenti in questo tratto di pianura. Se quindi la diffusione attuale della specie ripete quella delle foreste climaciche, è necessario raffinare maggiormente la cartografia disponibile sulla vegetazione potenziale italiana, ammettendo che nella provincia di Cremona ne sono presenti i seguenti tipi:

1. bosco golenale a legno dolce = lungo il corso dei fiumi maggiori (Adda, Serio, Oglio e Po), del Serio Morto e del sistema di corsi d'acqua casalaschi, con saliceti presso le sponde e boschi igrofilo a pioppo bianco nelle altre aree.

(1) - Per vegetazione potenziale si intende quella che si costituirebbe in un'area, una volta cessate le multiformi azioni dell'uomo sulla copertura vegetale.

2. querceto misto = con quercia farnia e olmo campestre, nella grande maggioranza del territorio provinciale;
3. alneto = costituito da ontano nero, nelle aree attualmente con suoli torbosi e in quelle occupate da ampie paludi fino a tempi recenti (come il Moso di Crema);
4. querceto-carpinetto = in alcune aree del Cremasco lontane dai fiumi, dove ancor oggi è presente il carpino bianco;
5. querceto-carpinetto del Pianalto = per le particolari condizioni pedologiche alle essenze dominanti si associano pioppo tremolo (*Populus tremula*), betulla (*Betula pendula*), e varie ginestre;
6. querceto a rovere, roverella e cerro = presente esclusivamente presso Rivolta d'Adda, su suolo a granulometria sabbiosa-ciottolosa.

### **Classificazione delle aree boscate attuali**

Le differenze nella composizione delle attuali aree boscate derivano principalmente dalla loro distanza dai corsi d'acqua, con conseguenti diversità nei livelli raggiunti dalla falda idrica sotterranea e nella frequenza e durata delle esondazioni. In via subordinata vanno anche valutati gli interventi dell'uomo, le differenti caratteristiche pedologiche e le condizioni climatiche delle aree. Il fattore principale che determina la composizione dei boschi residui e degli arbusteti nel territorio provinciale è comunque la distanza dai fiumi maggiori: per questo è possibile descrivere tali ambienti in modo ordinato, partendo dalle sponde fluviali e raggiungendo tratti mai interessati dalle esondazioni, anche se di portata eccezionale.

#### ***Saliceto arbustivo:***

occupa l'area più prossima ai corpi idrici maggiori, a partire dal livello medio estivo dell'acqua fino a raggiungere tratti dove la sua forza meccanica (durante le piene) è in parte smorzata. Il saliceto arbustivo può colonizzare spiagge fluviali da poco abbandonate dalle acque, preparandole per essenze più esigenti: l'intrico di fusti a livello del suolo intrappola infatti a ogni piena i detriti (che con la loro decomposizione arricchiranno il terreno di sostanza organica) e le chio-me sono in grado di diminuire l'evaporazione nelle sabbie e ghiaie sulle quali si insedia tale formazione. Il saliceto arbustivo sfuma nel retrostante saliceto arboreo, ed è dominato da: salice eleagno (*Salix elaeagnos*) nelle parti settentrionali dei maggiori affluenti del Po, poichè la specie è tipicamente montana e (trascinata a valle da acque di piena) si è insediata in alcuni tratti di sponda perchè adatta a colonizzare substrati ciottolosi o ghiaiosi; salice rosso (*Salix purpurea*) nelle parti meridionali del tratto provinciale degli affluenti del fiume maggiore e lungo il Po, soprattutto su terreni sabbiosi; salice da ceste (*Salix triandra*) in riva a lanche, e salice cenerino (*Salix cinerea*) in riva a morte oppure su affioramenti all'interno di canneti e di aree acquitrinose.

#### ***Saliceto arboreo:***

formazione arborea dominata quasi sempre dal salice bianco (*Salix alba*), situata tra i saliceti arbustivi, che vegetano in prossimità dei corpi idrici, e il bosco misto golenale. Essa può resistere ad una discreta violenza delle acque di esondazione. In questa tipologia di area boscata si trovano spesso, soprattutto se il fiume non è troppo vicino, numerose delle essenze caratteristiche di aree meno soggette alle piene, in particolare pioppi bianco e nero (*Populus alba* e

nigra), olmo campestre (*Ulmus minor*) e ontano nero (*Alnus glutinosa*). In questo modo tale formazione sfuma spesso progressivamente in quelle che la seguono allontanandosi ulteriormente dal fiume.

***Bosco misto golenale:***

formazione dominata dal pioppo bianco (*Populus alba*), con forti presenze di olmo campestre (*Ulmus minor*) e quercia farnia (*Quercus robur*), vegetante nell'area compresa tra il saliceto arboreo e il livello massimo raggiunto dalle piene ordinarie. Questo bosco è in grado di tollerare le sommersioni frequenti, ma non la forza meccanica delle acque di esondazione, efficacemente smorzata dai popolamenti vegetali antistanti rispetto al fiume.

***Querco-olmeto:***

formazione boscata dominata dalla quercia farnia (*Quercus robur*) e dall'olmo campestre (*Ulmus minor*), presenti spesso in quantità pari nelle aree non ancora raggiunte dalla grafiosi (mortale per la seconda specie). Occupa le aree interessate soltanto dalle esondazioni di maggior portata, poichè non tollera ristagni idrici prolungati al livello delle radici, anche se non può vegetare su suoli con falda troppo profonda.

***Bosco di pioppo nero:***

dominato dal pioppo nero (*Populus nigra*), occupa i tratti interessati soltanto dalle esondazioni eccezionali, nei quali la falda è prossima alla superficie. In tali condizioni infatti la specie dominante prende il posto della quercia farnia e dell'olmo campestre. Questo tipo di bosco sfuma quasi sempre progressivamente nel querco-olmeto circostante.

***Alneto:***

formazione boscata dominata, o spesso costituita esclusivamente, dall'ontano nero (*Alnus glutinosa*), l'unica essenza padana in grado di insediarsi in aree con falda affiorante, cioè perennemente intrise d'acqua, situate all'interno della fascia perifluviale soggetta soltanto alle esondazioni di maggior portata.

***Querco-carpineto:***

dominano questo tipo di bosco, ricco e vario di essenze minori, quercia farnia (*Quercus robur*) e carpino bianco (*Carpinus betulus*). Si tratta del bosco climax della Valpadana interna, non soggetto alle esondazioni (anche eccezionali) e vegetante sui suoli più fertili ed evoluti.

***Querceto:***

in un tratto dell'alta provincia, dove il suolo è costituito da ciottolame grossolano e non è soggetto a esondazioni, è presente una formazione boscata dominata da rovere (*Quercus petraea*), roverella (*Quercus pubescens*) e cerro (*Quercus cerris*), molto simile a popolamenti vegetali caratteristici di aree collinari e basso-montane.

Di origine strettamente antropica, pur se classificabili tra le formazioni boscate naturaliformi, sono:

***Pioppeto razionale abbandonato:***

alberatura a sesto d'impianto in origine regolare, dominata da cultivar del pioppo ibrido (*Populus x euroamericana*), non sottoposta alle normali pratiche



colturali periodiche da un numero di anni sufficiente a consentire l'insediamento delle essenze spontanee, tipiche dei boschi caratteristici degli ambienti occupati dai pioppeti.

Poichè l'essenza dominante non è dotata di longevità e robustezza elevate, quelle insediatesi naturalmente tendono rapidamente a soppiantarla.

### **Robinieto:**

dominato dalla robinia (*Robinia pseudacacia*), di origine nordamericana e infestante delle normali associazioni arboree, è favorito direttamente dall'uomo su terreni poveri per la produzione di legname, e indirettamente da tagli troppo frequenti dei boschi che la ospitano. Infatti la robinia reagisce al taglio raso emettendo numerosissimi polloni radicali vigorosi, in grado di prendere rapidamente il predominio su numerose altre essenze. Poche specie autoctone riescono a sopravvivere nei robinieti tagliati troppo di frequente, anche se la robinia non sopporta di essere ombreggiata, e quindi tende a scomparire progressivamente nei boschi, costituiti dalle specie padane originarie, lasciati per un tempo sufficientemente lungo al loro naturale sviluppo.

---

## BIBLIOGRAFIA

1. **Cavani M.R., Sartori F., Zucchetti R.** (1981). *I boschi planiziali del basso corso dell'Adda*. Notiziario Società Italiana Fitosociologia 17; pp. 19-25.
2. **Fenaroli L.** (1970). *Note illustrative della carta della vegetazione reale d'Italia*. Ministero Agricoltura Foreste, Roma, Collana Verde 28.
3. **Ferrari V.** (1993). *Gli alberi*. Assessorato Ambiente Ecologia, Assessorato Istruzione Cultura, Cremona.
4. **Groppali R.** (1990). *Alberi ed arbusti del Parco Adda Sud*. I Libri del Parco Adda Sud, Lodi.
5. **Groppali R.** (1992). *Appunti botanici*. In: R. Groppali (a cura), *Vescovato e la pianura interna cremonese*. Turris, Cremona; pp. 43-64.
6. **Groppali R.** (1993). *La situazione delle aree boscate nella Valpadana interna (Provincia di Cremona) ed alcune proposte strategiche per la loro tutela e ricostituzione*. Monti e Boschi 44 (1); pp. 23-25.
7. **Hofmann A.** (1981). *Ecologia degli ambienti golenali e il querceto planizionario "Bosco Fontana"*. Notiziario Società Italiana Fitosociologia 17; pp. 1-9.
8. **Pirola A.** (1970). *Elementi di fitosociologia*. Clueb, Bologna.
9. **Sartori F., Zucchi C.** (1989). *Relitti di vegetazione forestale lungo il corso planizionario del fiume Oglio (Italia settentrionale)*. Notiziario Società Italiana Fitosociologia 17; pp. 11-17.
10. **Tomaselli R.** (1970). *Note illustrative della carta della vegetazione naturale potenziale d'Italia*. Ministero Agricoltura Foreste, Roma, Collana Verde 27.
11. **Zucchetti R., Cavani M.R., Terzo V.** (1986). *Contributo alla flora del tratto inferiore dell'Adda (Lombardia)*. Atti Istituto Botanico e Laboratorio Crittogamico Università Pavia, Serie 7 Vol. 5; pp. 57-109.

### 3.5 L'EVOLUZIONE DEL PAESAGGIO AGRARIO E FORESTALE

(Valerio Ferrari)

Il lungo processo che ha plasmato il paesaggio padano si rivela quanto mai complesso e richiama, nel suo progredire, l'azione di fattori diversi che coinvolgono gli aspetti climatici, quelli geomorfologici, idrografici, pedologici, vegetazionali, implicitamente presupposti e già trattati nei paragrafi precedenti. Pochi elementi si posseggono al riguardo per delineare con sufficiente approssimazione tali caratteri nei tempi più remoti – che comunque non conviene qui spingere oltre l'inizio del periodo Sub-atlantico – alla ricostruzione dei quali fa da spunto una situazione generalizzata all'intera pianura padana.

Pur non potendo giudicare assestato, da allora in poi, nessun assetto territoriale specifico, possiamo tenere questo dato, con l'approssimazione del caso, come punto di partenza per il nostro breve excursus.

All'alternanza climatica succedutasi nei periodi precedenti, cui fece ogni volta riscontro un determinato assetto vegetazionale (MARCHESONI 1963), nel Sub-atlantico, corrispondente all'inizio dell'Età del ferro (circa 800 a.C.), troviamo la nostra pianura coperta essenzialmente da un mantello forestale, più o meno continuo, dominato dalla quercia associata ad essenze come il carpino bianco, l'olmo, il frassino, a seconda della stazionalità edafica, con presumibili viraggi verso formazioni igrofile nei distretti fluviali, costituite essenzialmente da pioppi, salici, ontani neri di cui le odierne fitocenosi superstiti rappresentano la traccia, se non addirittura gli epigoni di situazioni ormai decadute.

È da questo momento, in sostanza, che l'azione dell'uomo prende progressivo risalto, finendo per divenire il fattore di trasformazione primario nell'ambito del paesaggio.

Già l'uomo preistorico, dal Neolitico in poi – come testimoniano, ad esempio, i siti preistorici del Vhò di Piacenza (BIAGI 1981; CASTELLETTI 1975; CATTANI 1975) di Ostiano (NISBET 1982) ed altri successivi più numerosi – iniziò ad aprire spazi coltivabili a scapito dell'ambiente silvestre attorno ai propri villaggi, e se da principio l'incidenza di queste aree divelte, dalle superfici piuttosto contenute, doveva scomparire nella vastità della foresta primigenia, con il progredire del tempo si dovette assistere all'espansione di tali nuclei di colonizzazione, in modo sempre più rilevante, favorita anche da periodiche immigrazioni di popoli dalle regioni transalpine.

La tendenza ebbe tale sviluppo che già le prime sicure notizie circa questo nuovo paesaggio, riferibili ai secoli III e II a.C. e forniteci da Polibio, ci propongono la pianura padana come una scacchiera di terre coltivate intervallate da dense selve, indispensabili alla conduzione di alcune tra le pratiche economiche più in auge presso le popolazioni celtiche della Transpadana: la caccia e l'allevamento dei maiali allo stato brado, oltre all'agricoltura.

Al proposito il cronista non lascia dubbi: la pianura padana “superiore per fertilità ed estensione alle altre d'Europa” risulta già ampiamente coltivata dalle popolazioni galliche ivi insediate, tanto da produrre grano, orzo, panico, miglio nonché vino in grandi quantità ed a basso prezzo, mentre l'abbondanza di ghiande prodotte dai querceti nutre una tal quantità di suini da poter far fronte ai fabbisogni alimentari degli eserciti e di gran parte della popolazione (POLIBIO, *Storie*, II, 14,15).

Con l'avvento della conquista romana e con la suddivisione centuriale del

territorio si può riconoscere il primo imponente e generalizzato piano di sistemazione territoriale secondo un programma assunto a livello centrale.

Due furono le campagne di centuriazione che interessarono l'*ager cremonensis*: una prima nel 218 a.C. ed un'altra nel 41-40 a.C. Altrettante, ma entrambe ascrivibili al I secolo a.C., coinvolsero invece l'*ager bergomensis* cui apparteneva per intero l'area dell'odierno Cremasco. La regione venne così ridotta ad un territorio misurato e suddiviso in regolari parcelle assegnate a singoli coloni (Tozzi 1972) mentre una fitta rete stradale, anche di importanza sovragionale, venne sviluppandosi di conseguenza.

Ancora piuttosto evidenti sono le tracce di questo ordinato reticolo e della viabilità principale conservatesi sul terreno, soprattutto nell'area più prossima a Cremona.

Non per questo il paesaggio agrario della provincia perse di varietà, poiché si sa che intercalate alle colture di aperta campagna, arealmente privilegiate, intersecate da canali irrigui si addensavano folti arbusteti, selve e vigneti (TACITO, *Historiae*, II, 24,25; III, 21). Si può arguire che nella aree limitrofe ai fiumi ed ai numerosi corsi d'acqua minori venissero conservati i boschi, le paludi, le sodaglie che fino all'epoca moderna costituirono un elemento irrinunciabile in quanto ad importanza economica, certo non secondaria a quella degli spazi coltivati.

Tale aspetto selvatico riprese pieno possesso dell'intera regione a partire dalla caduta dell'impero romano e per buona parte del Medioevo. Ne fanno fede le fonti paleografiche che fino all'epoca pieno-medievale distinguono una straordinaria gamma tipologica di selve di cui il territorio cremonese appare abbondantemente pervaso: *silvae majores*, *astalariae*, *silvae minores*, *buscaleae* risultano affiancate da meglio connotabili *silvae roboreae*, *carpinetae*, *castaneti*, *salecti*, *onetae*, *fraxenetae* ed altre ancora tra cui meritano una menzione le formazioni arbustive (*spinetae*, *cornaleti*, *genevredae*, ecc.) che nel loro complesso rendono un'idea della varietà vegetazionale dei luoghi a quei tempi.

Un po' dovunque, e non solo lungo i fiumi, si espandevano le paludi: *paludes*, *mosae*, *terrae lamiae* conservate sovente in tale loro precipuo assetto in quanto elementi ambientali dalle elevatissime potenzialità produttive insieme alle sodaglie e ad ogni genere di incolto, cui l'uomo medievale attribuiva valore economico pari a quello delle colture (FERRARI 1988).

Solo a partire dai secoli XII e XIII l'azione di dissodamento di tali unità ambientali subì un impulso prima d'allora sconosciuto, causato da necessità imposte dall'aumento demografico. Si moltiplicarono così i *ronchi*, le *terrae novae*, le *fractae*: spazi un tempo dominati dall'elemento naturale ed ora ridotti a coltura. Nelle campagne assunsero rilievo gli insediamenti sparsi – piccoli centri rurali e cascine – con funzione di nuclei di colonizzazione, si intensificò la rete viaria, sicché la presenza umana sul territorio divenne quasi capillare.

I secoli XIV e XV vedono ormai un paesaggio fondamentalmente agrario che una nuova impostazione di tipo agronomico e qualche innovazione tecnologica permettono ormai di sfruttare intensamente. Gli stessi secoli furono determinanti anche riguardo al riordino del reticolo irriguo che subì una vera e propria reimpostazione, talora così spinta da sovvertire l'ordine precedente.

Alle soglie del XVI secolo possiamo dire saldamente impostato il paesaggio agrario che con poche modifiche strutturali venne mantenendosi fino ai primi decenni del nostro secolo. Ai campi, ai prati, alle vigne – sempre abbondantissime ovunque – circondati da filari alberati di ogni specie e foggia, si alternano pochi boschi, per lo più confinati nei distretti fluviali, insieme a pascoli, zerbi, terre incolte, ghiaie, valli e paludi. Una fotografia assai dettagliata della situazione

ne scaturisce dalle misurazioni e dai dati del catasto spagnolo degli anni 1551-1561 (JACOPETTI 1984).

Ad una battuta d'arresto succedutasi nel XVII secolo, in cui par di riconoscere una contrazione delle colture agrarie a favore del selvatico, determinata da fluttuazioni demografiche assai sensibili, culminate nella disastrosa pestilenza del 1630, fece riscontro una ripresa delle superfici a coltivo sin dai primi anni del XVIII secolo. A tal proposito un ruolo importante giocò il governo austriaco che, attraverso sistemi di tassazione volti a stimolare ogni tipo di miglioria dei fondi agricoli penalizzando, invece, qualsiasi genere di trascuratezza e di immobilismo, portò di nuovo la situazione agraria lombarda ad alti gradi di efficienza. Di tale situazione il catasto teresiano fornisce l'immagine più convincente.

Pur sapendo che il territorio provinciale non seguì ovunque un'evoluzione uniforme si può, ad ogni modo, trovare in quest'ultimo assetto la fisionomia precisa di un paesaggio agrario perpetuatosi fin quasi ai giorni nostri, il cui dato maggiormente distintivo è il costante e inarginabile immarginamento dell'ambiente naturale a tutto favore degli spazi coltivabili.

Se, fino ad una certa epoca, lo stesso ambiente venne in qualche maniera risparmiato in funzione esclusiva, ed irrinunciabile, della sua utilità economica in nessun modo sostituibile, è degli ultimi decenni la sua totale disfatta. E se oggi il suo valore sembra riprendere importanza ciò avviene su un piano radicalmente diverso, di ordine schiettamente culturale, e ciò lascia sperare che una sua rivalutazione ed un potenziamento qualitativo e quantitativo ridoni diversità biologica e varietà di forme ad un paesaggio agrario divenuto desolatamente banale ed uniforme.

---

## BIBLIOGRAFIA

1. **BIAGI P.**, 1981 - *Preistoria nel Cremonese*, Grafo ed., Brescia.
2. **CASTELLETTI L.**, 1975 - *Resti vegetali macroscopici di campo Ceresole - Vhò di Piadena (Neolitico inferiore)*, «Preistoria Alpina», 11, pp.125-126.
3. **CATTANI L.**, 1975 - *Il Neolitico del Vhò di Piadena. Nota palinologica*, «Preistoria Alpina», 11, pp. 123-124.
4. **FERRARI V.**, 1988 - *Vegetazione e flora nell'ecosistema medievale (secoli VIII-XV)*, in «*Natura e ambiente nella provincia di Cremona dall'VIII al XIX secolo*», Cremona.
5. **JACOPETTI I.N.**, 1984 - *Il territorio agrario-forestale di Cremona nel catasto di Carlo V (1551-1561)*, «Annali Bibl. Stat. e Libr. Civ. di Cremona», XXXI-XXXII, 1980-1981, Cremona.
6. **MARCHESONI V.**, 1963 - *Paleoclimatologia del Trentino*, «Rend. Soc. Cult. Preist. Trident.» I, pp.47-61.
7. **NISBET R.**, 1982 - *I resti vegetali macroscopici di Ostiano, S. Salvatore (antica Età del Bronzo)*, «Preistoria Alpina», 18, pp.217-223.
8. **TOZZI P.**, 1972 - *Storia padana antica. Il territorio fra Adda e Mincio*, Ceschina, Milano.

### **3.6) LE PRODUZIONI AGRARIE**

*(Maria Donata Feraboli, Federica Morandi)*

La natura del terreno, il sistema irriguo e le condizioni climatiche concorrono a rendere l'agricoltura cremonese flessibile negli ordinamenti colturali e generalmente molto produttiva.

In tutto il territorio provinciale sono presenti in larga misura i cereali autunno-vernini, il granoturco, la soia e i prati avvicendati (erba medica in particolare), mentre altre colture trovano dimora in aree più specifiche quali Cremasco e Casalasco.

Per facilitare la corretta disamina delle produzioni agrarie si presentano, quindi, gli ordinamenti colturali riferendoli a tre zone distinte, ovvero le due sopra citate e la restante area avente per limiti Castelleone a nord e Pieve S. Giacomo a sud. I dati relativi agli investimenti citati nel testo e nella tabella 1 sono relativi al 1994 (fonte: REGIONE LOMBARDIA- S.P.A.F.A. CREMONA).

#### **Il Cremasco**

Area particolarmente dedicata alla zootecnia da latte, è caratterizzata da numerosi allevamenti con elevato patrimonio genetico e bovine ad alta produzione; anche l'allevamento dei suini è consistente, soprattutto nella zona attorno a Soncino. Gli ordinamenti colturali sono, quindi, complessivamente basati sulla presenza di foraggiere, fondamentali per il mantenimento del patrimonio zootecnico. Caratteristici di questa zona sono i prati permanenti (circa 10.000 ha), favoriti dai fontanili che soprattutto nei secoli scorsi hanno rappresentato una fonte importante di approvvigionamento idrico a supporto della fitta rete di canali di questa parte della Pianura Padana. Con il passare degli anni i prati stabili sono stati sostituiti da colture foraggiere maggiormente produttive quali il mais da trinciato e da pastone, ed i prati avvicendati (soprattutto erba medica); inoltre per poter sostenere i redditi aziendali, si è imposta anche la presenza di mais da granello.

#### **Il Cremonese**

In questa area sono rappresentate tutte le colture normalmente coltivate in provincia. Infatti oltre all'orzo, al grano tenero e al mais da granello, presenti pressochè ovunque, si coltivano grano duro, barbabietola da zucchero, soia ed erbacee ad alto reddito quali le orticole destinate all'industria (pisello 276 ha, fagiolino 204 ha, fagiolo borlotto 183 ha, e mais dolce 509 ha). Grande rilevanza riveste il mais da seme con i 1800-2200 ettari investiti mediamente negli ultimi anni (1750 ha nel 1993). Inoltre, pur sottolineando che nella provincia di Cremona non ha una elevata rilevanza economica la coltivazione degli alberi da frutto, è da mettere in evidenza che in questa zona si concentra la maggioranza degli ettari a pero (176 ha in provincia di cui 147 in produzione; presenti nel Cremonese 136 ha di impianti produttivi).

La zootecnia da latte ha determinato la presenza di prati avvicendati con una graduale sostituzione negli anni del tradizionale ladino con l'erba medica, ed in minor misura con i prati di graminacee.

#### **Il Casalasco**

Il Casalasco è l'area a vocazione orticola della provincia. Infatti vi sono coltivati oltre ai cocomeri (160 ha), meloni (230 ha) per i quali è famosa la zona di Casteldidone, zucche (52 ha), insalate (266 ha) ed orticole in generale, alcune specie a destinazione industriale quali patate (414 ha) e pomodori (870 ha). La produzione

di pesche (11 ha), nettarine (21 ha) e kiwi (28 ha) della provincia è concentrata qui. Particolarmente rappresentati sono anche la barbabietola da zucchero, i cereali autunno-vernini, il mais e la soia che sono il cardine delle rotazioni colturali aziendali. Interessante è sottolineare che in questa zona è diffuso il lavoro agricolo part-time con largo ricorso al contoterzismo, dovuto a frazionamenti aziendali legati a successioni ereditarie. Per tradizione su alcune superfici di dimensioni limitate, si è continuato a coltivare la vite (186 ha dal 1991 ad oggi), per ottenere un prodotto spesso destinato all'autoconsumo.

È necessario sottolineare che a partire dal 1993 la nuova politica agricola comunitaria ha imposto alle aziende agricole il congelamento di una porzione dei propri terreni che devono essere lasciati incolti ("set aside") oppure coltivati con specie no-food (ovvero a destinazione non alimentare, ma energetica). Ciò ha comportato un aumento nella campagna cremonese del girasole, coltura in parte utilizzata per produzione di bioetanolo (486 ha nel 1993 contro i 60 ha del 1992), e, si suppone che già a partire dal 1994, aumenteranno anche gli ettari di colza e di sorgo. Per quanto riguarda la soia, la nuova P.A.C. ha determinato un crollo degli investimenti (soprattutto di secondo raccolto) penalizzando ulteriormente la coltura che già nel 1992 era calata rispetto agli anni precedenti, a causa del minor sostegno del prezzo comunitario.

COLTURA	SUPERFICIE 1990 4HA7	SUPERFICIE 1994 4HA7	RESA 1994 4Q/HA
Frumento tenero	3150	5100	63,55
Frumento duro	405	1350	57,25
Orzo	13800	4200	53,18
Mais da granella	24800	46000	105,06
Mais da seme	2324	1747	47
Soia (I° e II°)	27071	8700	43,87
Barbabietola da zucchero	4000	6060	510,5
Pomodoro industria	1010	820	538,07
Mais trinciato (I° e II°)	18000	16500	650
Erba medica	34800	28871	550,2
Trifoglio ladino	14500	500	540

CONSISTENZA ALLEVAMENTI	N° CAPI 1994	PRODUZIONE LATTE 1994
Vacche da latte	135000	<p>N° Capi munti: 154000 Media capo (q): 59 Totale q: 9086000</p>
Altre vacche e tori	700	
Vitelli e vitelloni	46340	
Bovini da allevamento	123200	
<b>TOTALE BOVINI</b>	<b>305240</b>	
Scrofe	43095	
Verri	1174	
Altri suini	539000	

Tabella 1 - Superfici investite, produzioni ed allevamenti nel 1994 in provincia di Cremona  
fonte: Regione Lombardia - S.P.A.F.A. di Cremona.

## 4) CARTOGRAFIA DEI SUOLI E DEI PAESAGGI

(Rodolfo Minelli, Paolo Tartaglia)

### 4.1) FATTORI PEDOGENETICI

Il suolo è un corpo naturale, complesso, che deve la sua genesi ed evoluzione all'azione dei cosiddetti fattori pedogenetici, che includono principalmente: clima (*vedi par. 3.1*), substrato, morfologia, attività biologica, attività antropica, tempo. A proposito di quest'ultimo, con l'eccezione del pianalto della Melotta e del dosso di Soncino (e forse di qualche altro ridotto lembo), tutti i suoli presenti sulle altre superfici si sono sviluppati nell'intervallo *di tempo* compreso tra il termine dell'ultima glaciazione ed i nostri giorni (Olocene), ed il tempo complessivo per il quale i sedimenti sono stati sottoposti ai fattori della pedogenesi dipende quindi dall'età di deposizione dei materiali e di stabilizzazione delle superfici; infine il grado evolutivo raggiunto dipende, oltre che da tutti gli altri fattori, dalle variazioni delle condizioni pedoclimatiche cui il suolo è stato soggetto nel corso dell'Olocene.

Il *substrato* è costituito dalle alluvioni fluviali e fluvioglaciali dei fiumi Oglio, Serio, Po e Adda, i cui apporti possono essere grossolanamente distinti per i contenuti in carbonati (decrementi nell'ordine); la granulometria dei depositi diviene via via più fine dal Cremasco al Casalasco (da ghiaie e sabbie a sabbie e limi). Sui rilievi di Romanengo e Soncino, al di sopra di un'antica stratificazione di sabbie fluviali, compare una coltre di limi eolici (loess).

A profondità variabili dal piano campagna, sul livello fondamentale della pianura e nelle alluvioni, i substrati sono saturi *d'acqua*, con soggiacenze della prima falda localmente molto ridotte (50-100 cm). Nel settore nord-occidentale del territorio provinciale, queste falde alimentano le testate dei fontanili. La presenza di falde subsuperficiali induce vari fenomeni di idromorfia del suolo rilevabili sotto forma di colorazioni grigie, azzurre o verdi, legate a processi di riduzione (in particolare di ferro e manganese), presenti nel suolo come screziature o colorazioni della matrice, o sottoforma di piccoli accumuli derivati dalla rideposizione di composti dei cationi così mobilizzati. Altri effetti evidenti, indotti dalla presenza dell'acqua nel suolo, sono: il rallentamento dell'evoluzione dei suoli e quindi del loro approfondimento, e la tendenza all'accumulo della sostanza organica negli orizzonti superficiali, legata al rallentamento dei processi ossidativi. Le aree a *morfogenesi naturale* attiva sono sostanzialmente limitate alle aste fluviali e alle aree immediatamente adiacenti, raggiungibili dalle piene dei fiumi stessi. In termini di evoluzione morfologica, con l'eccezione dei corpi di Romanengo e Soncino, erosi e delimitati nel corso del Pleistocene superiore, il livello fondamentale ha iniziato a stabilizzarsi alla fine del Pleistocene superiore, parallelamente all'iniziale approfondirsi delle valli fluviali, attività continuata durante tutto l'Olocene. Il livello fondamentale è stato lavorato durante l'Olocene, dapprima dalle stesse acque dei fiumi, di poco ribassati rispetto alla pianura, ed in seguito dalle sole acque provenienti dai fontanili che hanno eroso e scolpito il livello fondamentale. Il *clima*, oltre ad essere direttamente correlato con la morfogenesi naturale e con la disponibilità d'acqua sia in superficie che all'interno del suolo, influenza più o meno strettamente la maggior parte dei processi pedogenetici: natura e quantità delle precipitazioni, temperature, venti (di cui si valutano solitamente i valori assoluti, medi ed il loro variare in modo statisti-

co), condizionano il tipo di associazione vegetale ed il suo sviluppo, i processi di alterazione a carico dei minerali del substrato e la loro velocità, così come i processi di humificazione della sostanza organica. Il complesso delle *attività antropiche* presenti sul territorio costituisce il principale fattore attuale di modificazione ed occupazione delle superfici, pesantemente attivo sin dall'introduzione dell'agricoltura, con importanti accelerazioni in corrispondenza della centuriazione romana e degli ultimi due secoli; i macroscopici risultati sono la sparizione della foresta planiziale, la messa a coltura della quasi totalità del territorio, la regimazione delle acque, con bonifica delle zone umide ed irrigazione delle superfici del livello fondamentale. La lettura delle forme naturali rimane comunque di grande importanza, perchè esse sono in genere correlabili sia ai sedimenti presenti sia, più in generale, alle condizioni pedoambientali cui i suoli sono stati sottoposti nella loro evoluzione.

#### **4.2) INQUADRAMENTO TASSONOMICO E DISTRIBUTIVO DEI PEDOTIPI**

La classificazione dei suoli utilizzata come riferimento in questo lavoro è quella statunitense (Soil Taxonomy, U.S.D.A., 1975; chiavi per la classificazione: ediz. 1990), che è ugualmente utilizzata come sistema tassonomico di riferimento del progetto "Carta Pedologica" della Regione Lombardia (in scala 1:50.000). Il regime di umidità del suolo entra a vari livelli nella Soil Taxonomy, per cui la sua definizione è essenziale per la classificazione pedologica. Dalla media dei dati registrati dalle stazioni termopluviometriche presenti sul territorio provinciale, risulta prevalere un regime di umidità del suolo "udico", caratterizzato dalla buona distribuzione delle piogge nel corso dell'anno (pur passando con una certa frequenza verso tipi a maggior aridità estiva); verso oriente diventa consistente la presenza di regime "ustico" mentre localmente sono presenti condizioni di idromorfia tali da inquadrare i suoli nel regime "aquico". La tabella successiva riassume *Ordini, Grandi Gruppi e Sottogruppi* individuati e cartografati, o per meglio dire, ritenuti più diffusi o comunque più significativi ai fini di rappresentare la copertura pedologica caratteristica delle correlate Unità di paesaggio e relative Unità cartografiche. Le sigle delle unità di paesaggio riportate nella tabella e nel testo fanno riferimento alle codifiche ERSAL del pedopaesaggio, esplicitate nei paragrafi 4.3 e 4.4

I simboli degli orizzonti, talvolta riportati tra parentesi, quali Ap, B, Bt, Btx, Btg, Bw, Ck, fanno riferimento alla Soil Taxonomy.

I suoli minerali scuri e ricchi in basi che hanno un orizzonte superficiale mollico sono detti *Mollisuoli*.

L'orizzonte mollico è tipicamente bruno-nerastro, soffice, ricco in humus, derivato dalla decomposizione di residui organici in un ambiente ricco in basi ed, in queste zone, a forte idromorfia. Infatti il Grande Gruppo presente (*Haplaquolls*) è individuato dalla presenza di screziature alla base dell'orizzonte mollico e/o da colorazioni di simile significato poste immediatamente al di sotto, testimonianti le condizioni riducenti instaurate dalla presenza dell'acqua nel suolo. Il sottogruppo dei *Typic Haplaquolls* inquadra i suoli ora descritti, che possono avere o meno al di sotto dell'orizzonte mollico un orizzonte cambico di alterazione; questo è generalmente presente nei suoli delle aree incise della bassa pia-



ORDINE	GRANDE GRUPPO	SOTTO-GRUPPO	UNITÀ DI PAESAGGIO	UNITÀ CARTOGRAFICHE
<b>MOLLISUOLI</b>	<b>HAPLAQUOLLS</b>	TYPIC	LQ2-LF4	6-6*-17
		THAPTOHISTIC	VA9	32
<b>ALFISUOLI</b>	<b>FRAGIUDALS</b>	TYPIC	RM2	1
		OCHREPTIC	RM2	1
	<b>HAPLUDALFS</b>	TYPIC	LG1-LG2-LQ4 LF1-LF2-LF4-VT1	2-3-8-9-10-11-12 16-18-19-20
		AQUIC	LG2-LQ1-LQ3-LQ4-LF3 LF4 VT1-VT2	3-5-7-8-13 14-14*-15-16 19-20-21-22
		OCHRAQUALFS	AERIC	LF3
<b>INCEPTISUOLI</b>	<b>EUTROCHREPTS</b>	TYPIC	LF2-VT1	12-19
		FLUVENTIC	VA1-VA3-VA8	23-24-24*-29-31
		AQUIC	LQ1-LQ3-LQ4-LF3-LF4 VT1-VT2	4-5-7-8-14-14*-15 17-20-21-22
		FLUVAQUENTIC	VA3-VA8	24-24*-29
		ACQUIC DYSTRIC	LF3	13
	<b>HAPLAQUEPTS</b>	VERTIC	VA3-VA4	24-24*-25
		TYPIC	LQ1	4
		AERIC	VT2	21-22
<b>ENTISUOLI</b>	<b>UDIFLUVENTS</b>	MOLLIC	LQ1-LQ2	4-5-6-6*
		TYPIC	VA1-VA5-VA6-VA8	23*-26-27-30-31
	<b>FLUVAQUENTS</b>	AQUIC	VA5-VA6-VA7-VA8	26-27-28-30-31
		TYPIC	VA7	28
	<b>UDIPSAMMENTS</b>	THAPTOHISTIC	VA9	32
<b>VERTISUOLI</b>	<b>CHROMUSTERTS</b>	TYPIC	LF1-VA1-VA5-VA6	9-23*-26-27
		ENTIC	VA4	25-25*

nura centrale ed orientale (LF4), mentre può mancare in quelli che occupano il Moso di Crema. In quest'ultima zona, ma in ambiti più ristretti, si rinvencono i *Thapto-Histic Haplaquolls* che si differenziano dai tipici per la presenza di orizzonti torbosi sepolti a ridotta profondità (<100 cm).

Gli *Alfisuoli* presentano un orizzonte diagnostico profondo, che si rinviene generalmente al di sotto dell'orizzonte lavorato (Ap), arricchito in argilla fine ed ossidi di ferro ad essa legati (orizzonte argillico, Bt), in seguito a lisciviazione della stessa dagli orizzonti sovrastanti; questi ultimi ora non sono più osservabili perchè rimescolati dalle lavorazioni. L'individuazione dell'orizzonte argillico è facilitata dalle pellicole e patine di argilla presenti sulle superfici degli aggregati di suolo e nei pori.

Condizione preliminare perchè si verifichino i processi di lisciviazione e di rubefazione è la decarbonatazione del materiale parentale. Elemento distintivo facilmente rilevabile è lo svilupparsi, al di sotto dell'orizzonte argillico, di un orizzonte di accumulo per rideposizione dei carbonati (Ck). Quest'orizzonte, detto calcico, è diffuso in particolare nell'alta pianura di Oglio e Serio (LG), ma anche negli alfisuoli limosi, presenti in modo subalterno nella bassa pianura; l'arrossamento dei suoli è consistente nell'alta pianura, mentre nella bassa pianura è presente solamente nei terreni più sabbiosi.

Gli Alfisuoli si ritrovano sulle superfici da più tempo stabili della pianura;

sono infatti diffusi sui rilievi di Romanengo e Soncino (RM), sul livello fondamentale (LG, LQ, LF), e nelle alluvioni antiche (VT), mentre mancano nelle aree delle piane alluvionali recenti.

I *Fragiudalfs* (Typic) sono alfisuoli presenti sui pianalti (RM), in cui l'orizzonte argillico è sovrapposto ad un orizzonte indurito, caratterizzato da una rete di sbiancature delimitanti campi discreti a colorazione bruno-rossiccia, poco permeabile, ad alta densità apparente detto Fragipan (Btx); il sottogruppo Ochreptic viene individuato dalla mancanza, per erosione, dell'orizzonte argillico al di sopra del fragipan.

Oltre al fragipan questi suoli presentano anche orizzonti a petroplintite (Previtali, 1988) più o meno cementati, caratterizzati dalla presenza di noduli prodotti dall'impregnazione di un substrato da parte di ossidi ed idrossidi di Fe-Al-Mn, sviluppati in presenza di condizioni climatiche decisamente più calde e più umide delle attuali (Pleistocene medio-superiore).

Gli *Hapludalfs* (Typic) sono alfisuoli privi di particolari caratteristiche distintive, se non la necessaria presenza dell'orizzonte argillico, bruno-rossastri; costituiscono il Grande Gruppo di gran lunga più diffuso sul livello fondamentale. La principale variabilità è legata alla profondità raggiunta dall'orizzonte argillico, che sulle superfici della bassa pianura (LF) può in qualche caso superare i 150 cm, mentre nell'alta pianura, limitata dal substrato ghiaioso-sabbioso e nella media pianura dall'idromorfia del substrato, raramente va oltre il metro, con profondità medie molto minori.

Le lavorazioni agricole degli individui più sottili dell'alta pianura e delle alluvioni antiche hanno comportato fenomeni di troncatura del profilo.

Gli *Aquic Hapludalfs* si rinvengono ovunque, sul livello fondamentale e nelle alluvioni terrazzate; la presenza della falda poco profonda (LQ, zona dei fontanili) e/o la ridotta permeabilità dei depositi (ad es. LF3) rallentando il drenaggio del suolo, hanno creato condizioni di leggera idromorfia all'interno dell'orizzonte argillico. Si tratta di suoli molto diffusi anche nelle unità leggermente ribassate, con funzione di convogliamento delle acque del livello fondamentale (LF4), e nelle alluvioni antiche (VT2); in genere queste depressioni contengono tuttora rogge e canali.

Gli *Ochraqualfs* (*Aeric*) sono alfisuoli estremamente idromorfi, caratterizzati da un orizzonte argillico grigio o grigio-verdastro, in genere ricco di noduli e concentrazioni soffici di ossidi di Fe-Mn (Btg), sviluppatosi in presenza di condizioni di drenaggio fortemente rallentato, dovuto sia ai depositi fini limosi o limoso-argillosi sia alle falde, in genere sospese, presenti sulle vaste aree piatte o debolmente depresse (LF3), tipiche della bassa pianura orientale; in particolare il Sottogruppo aerico è caratterizzato dalla presenza di un orizzonte posto tra l'orizzonte arato e l'orizzonte argillico grigiastro, avente caratteristiche di colore più vivaci di quest'ultimo.

L'ordine degli *Inceptisuoli* comprende tutti i suoli in cui siano rilevabili consistenti caratteristiche di alterazione fisico-chimica dei depositi, tali da consentire l'individuazione di un orizzonte profondo, detto cambico (Bw); associata o meno alla presenza dell'orizzonte cambico, concorre ad individuare gli Inceptisuoli anche una consistente lisciviazione dei carbonati, ed una loro eventuale

rideposizione in profondità in un orizzonte calcico (Ck). I Grandi Gruppi riportati in legenda sono *Eutrochrepts* ed *Haplaquepts*.

Gli *Eutrochrepts* centrano la descrizione degli Inceptisuoli data sopra, mentre gli *Haplaquepts* sono suoli caratterizzati da un regime di umidità aquico che porta allo sviluppo nel suolo di marcati fenomeni di idromorfia.

Sulle superfici caratterizzate da maggior stabilità ed età dei depositi, oltre che da un buon drenaggio, si trovano i *Typic Eutrochrepts*; essi sono presenti sul livello fondamentale nella bassa pianura orientale, dove la forte componente calcarea presente nei depositi risulta solo parzialmente lisciviata e ridepositata sotto forma di abbondanti concrezioni calcaree, e nelle alluvioni terrazzate (in particolare dell'Adda) in posizioni relativamente poco stabili ma non condizionate da idromorfia (è possibile che derivino dall'antropizzazione di Alfisuoli sottili i cui orizzonti di transizione simulano ora l'orizzonte cambico).

Relativamente simili ai *Typic*, i *Fluventic* si differenziano da questi per un maggior contenuto in carbonio organico, distribuito in modo alterno lungo il profilo, come è logico attendersi da depositi alluvionali, generati dal succedersi di ripetuti episodi deposizionali; in effetti questi caratteri si mantengono in presenza di depositi relativamente fini, meno frequentemente in depositi a substrato grossolano; sono diffusi sui dossi della piana del Po (VA1), sulle superfici di collegamento (VA3) tra questi e le aree depresse, nelle zone recenti (VA8) del Po, oltre che nei tratti settentrionali delle piane alluvionali di Adda e Oglio (VA8), dotate di una stabilità superiore rispetto ai tratti più a Sud.

Nelle aree della media pianura idromorfa, legata alla fascia dei fontanili (LQ1-3-4), i suoli sono caratterizzati da una falda freatica posta a ridotta profondità, responsabile del rallentamento dei processi pedogenetici ma anche dell'instabilità delle superfici, in quanto fonte delle acque che alimentano le risorgive ed il cui divagare ha ulteriormente rallentato od impedito la stabilizzazione.

In queste aree sono molto diffusi gli *Aquic Eutrochrepts* che presentano tipicamente fenomeni di riduzione entro 60 cm dalla superficie, i quali si sovrappongono a fenomeni non dissimili da quelli descritti per i *Typic* in termini di movimento dei carbonati lungo il profilo; l'orizzonte cambico è invece meno evidente e spesso troncato dalle lavorazioni. Sono relativamente diffusi anche nelle aree piatte a drenaggio rallentato (LF3) e nelle aree incise (LF4) della bassa pianura centrale ed orientale, che si differenziano sostanzialmente per il maggior contenuto in calcare presente ad Est e per la conseguente minor profondità media dei suoli. Sono diffusi anche nelle aree ribassate delle alluvioni terrazzate (VT2).

Il sottogruppo *Fluvaquentic* ha sostanzialmente lo stesso significato di quello aquico, trasposto ai depositi alluvionali, in cui tendono a manifestarsi caratteristiche fluviche; questi suoli compaiono infatti nelle aree di collegamento ed ondulate della piana del Po e dell'Oglio (VA3), e si alternano ai fluventici nelle piane alluvionali di Adda ed Oglio (tratto medio e settentrionale).

Nelle aree a drenaggio rallentato della bassa pianura occidentale compare anche il sottogruppo *Aquic Dystric* che si differenzia dal Sottogruppo *Aquic* per l'assenza dei carbonati almeno dai primi 100 cm di suolo; in genere questa situazione è dovuta alla presenza di depositi sabbiosi a forte permeabilità e probabil-

mente poco calcarei, che hanno consentito la completa lisciviazione dei carbonati.

Nelle porzioni leggermente ribassate delle aree subpianeggianti modali della piana del Po (VA3) e nelle aree depresse (VA4), laddove si sono depositati i materiali più fini, compaiono i *Vertic Eutrochrepts*, la cui principale caratteristica è data dal consistente contenuto in argille espandibili, particolarmente nella porzione superficiale del suolo, da cui deriva l'attitudine a dar luogo a profonde crepacciature durante i periodi siccitosi.

Nelle aree di emergenza dei fontanili (LQ) la presenza della falda a profondità ridottissime (anche 50 cm) genera un'estrema idromorfia dei suoli, con orizzonti B resi grigio-azzurri da fenomeni di intensa riduzione; anche gli orizzonti superficiali sono in genere grigi o grigio-bruni. I suoli così descritti individuano i *Typic Haplaquepts*.

I *Mollic Haplaquepts* se ne differenziano per il colore dell'orizzonte lavorato, che risulta bruno-nerastro a causa di un maggior contenuto in sostanza organica.

Il Sottogruppo *Aeric* è legato a fenomeni di idromorfia più leggeri, individuati da orizzonti – o porzioni di essi – con colorazioni meno spostate verso i toni grigio-bluastri (comunque ancora presenti entro i primi 50 cm); questi suoli sono stati individuati principalmente nelle aree depresse ed idromorfe delle alluvioni terrazzate dell'Adda (VT2).

Gli *Entisuoli* sono identificati dall'assenza di orizzonti diagnostici, e si rinvencono tipicamente laddove i fattori della pedogenesi non hanno avuto modo di agire per la continua instabilità ambientale, laddove il suolo è stato eroso o asportato antropicamente, ed infine in corrispondenza dei depositi recenti od attuali.

Il Grande Gruppo degli *Udifulvents* è individuato dall'irregolare decrescere della sostanza organica lungo il profilo, ed è tipico delle aree che possono essere raggiunte dalle piene fluviali, che depongono di volta in volta nuovi depositi.

Il Sottogruppo dei *Typic Udifulvents* comprende suoli ben drenati, presenti sui piccoli terrazzi (VA8) incisi al bordo delle piane alluvionali di Adda e Oglio (tratto medio e settentrionale), nelle golene aperte (VA6) e protette (VA5) della piana del Po e del tratto più orientale del corso dell'Oglio. Sono inoltre presenti in alcuni dossi (VA1) corrispondenti a barre di meandro, ad Est di Cremona e nella stretta valle attuale del Serio (VA8).

La presenza della falda entro il metro o di screziature da idromorfia entro 50 cm, differenziano il Sottogruppo *Aquic*, per cui aquici e tipici si alternano nelle stesse unità in funzione delle condizioni locali o della tessitura, con l'eccezione dei dossi (VA1) in cui gli aquici sono assenti; questi suoli si trovano spesso anche nei canali abbandonati del Po e dell'Oglio (VA7).

In quegli stessi paleoalvei sono diffusi anche i *Fluvaquents*: si tratta di Entisuoli a regime di umidità aquico, frequentemente saturati dalla falda freatica, in genere vicina al piano campagna. Questi suoli sono tipici di aree semipalustri,

bonificate o meno, come i canali abbandonati ed interrati del Po e dell'Oglio (VA7), in cui si rinviene il Sottogruppo dei Typic, mentre il Sottogruppo dei Thapto-Histic, individuato dalla presenza di livelli torbosi sepolti a ridotta profondità, si rinviene in alcune piccole aree palustri, talvolta bonificate e generalmente legate a meandri abbandonati di Po, Adda o Serio (VA9).

I suoli sviluppati su materiali quasi esclusivamente sabbiosi e che non evidenziano un'alterazione dei depositi tale da consentire l'individuazione di orizzonti diagnostici, appartengono al Grande Gruppo degli *Udipsamments*; mancando altri elementi utili a differenziarli, essi vanno attribuiti al Sottogruppo dei Typic. La sola differenza rilevabile è che i suoli individuati sui dossi sabbiosi della bassa pianura (LF1) derivati dalla decapitazione dei suoli naturali possono presentare deboli colorazioni bruno-rossicce che mancano nei dossi sabbiosi derivati da barre di meandro (VA1) della piana del Po, e nelle aree golenali aperte (VA6) e protette (VA5).

Nelle vaste aree depresse della piana alluvionale del Po e di quella dell'ultimo tratto dell'Oglio (VA4), le acque di piena hanno depositato per decantazione depositi limoso-argillosi, ricchi in argille a reticolo espandibile, responsabili dei caratteri "vertici" dei suoli presenti, riassumibili nelle ampie e profonde crepacciate estive e nei rigonfiamenti dei periodi umidi, e tipici dei *Vertisuoli*. Una loro importante caratteristica è l'incorporazione profonda della sostanza organica, legata anche al rimescolamento prodotto dai movimenti del suolo, che impediscono sostanzialmente lo svilupparsi di una orizzontazione meglio definita.

I suoli descritti, privi di screziature di colore nei primi 50 cm e di colore di fondo chiaro, sono classificati come *Entic Chromusterts*.

### **4.3) LA LEGENDA: LOGICHE E STRUTTURAZIONE**

L'ERSAL ha da tempo iniziato un lavoro di interpretazione e codifica dei pedopaesaggi della pianura lombarda, mediante la suddivisione in Sistemi, Sottosistemi e Unità di paesaggio.

Con il procedere dei rilevamenti di semidettaglio connessi al progetto "Carta Pedologica", il quadro dei pedopaesaggi e della loro siglatura viene continuamente integrato, ridefinito e ulteriormente dettagliato; lo schema qui utilizzato riflette lo stato di avanzamento di questo progetto interpretativo nell'anno di redazione della legenda di questa Carta (1993).

I Sistemi interessano grandi ambiti geomorfologici assai diversificati fra loro, quali ad esempio le "Superfici Terrazzate Rilevate sulla Pianura" (R), il "Livello Fondamentale della Pianura" (L) o le "Valli di Pianura" (V). I Sottosistemi operano una divisione dei Sistemi di non immediata lettura, e neppure individuabile in modo certo attraverso l'interpretazione delle fotografie aeree; questa divisione infatti richiede informazioni di carattere ambientale, generalmente integrate dal rilevamento sul terreno.

Il Sistema R è rappresentato dal solo Sottosistema RM. Il "Livello Fondamentale della Pianura" (L), in base a differenziazioni geografiche ed idrografiche, è stato diviso in tre Sottosistemi: l'"Alta Pianura Ghiaiosa" (LG), costituita dalla coalescenza dei principali conoidi di origine fluvio-glaciale, ben drenata e ciottolosa; la "Media Pianura Idromorfa" (LQ), coincidente grosso modo con la fascia

dei fontanili e caratterizzata da una diffusa idromorfia dei suoli; ed infine la "Bassa Pianura" sabbioso-limosa (LF) caratterizzata da depositi più fini e a idrografia meandriforme.

Le Unità di paesaggio, che costituiscono un'ulteriore suddivisione interna ai Sottosistemi, individuano superfici omogenee, in gran parte riconoscibili fin dalla fase di fotointerpretazione e distinguibili per la fisiografia (es. superfici morfologicamente rilevate o ribassate, scarpate, ecc.) e/o per particolari condizioni interne al suolo (es. fenomeni di idromorfia legati alla falda superficiale).

La legenda, strutturata secondo questi schemi, illustra le suddivisioni operate nel paesaggio ed i suoli correlati; a ciò si aggiungono informazioni di carattere geografico, geomorfologico e geolitologico.

Ad ogni singola unità di paesaggio non corrisponde necessariamente un solo tipo di suolo; inoltre le suddivisioni al suo interno possono derivare anche da caratteristiche non strettamente pedologiche, come quelle citate in precedenza.

La suddivisione realizzata a livello grafico tramite una ripartizione cromatica del sottosistema LF in tre ambiti geografici (Pianura Cremonese Occidentale, Centrale ed Orientale-Casalasca), costituisce una "contaminazione" di tipo geografico, che si inserisce trasversalmente tra Sottosistemi ed Unità.

Il livello di definizione della Carta comprende necessariamente alcuni accorpamenti, che interessano sia i suoli che il paesaggio, ed è funzionale alla scala utilizzata (scala di riconoscimento): ne è un esempio l'unica unità di paesaggio riportata per il sistema RM (RM 2), che ingloba anche unità troppo piccole per essere cartografabili a questa scala, ed afferenti all'unità RM 3.

Alla descrizione del suolo segue l'inquadramento tassonomico dei pedotipi prevalenti, classificati secondo la classificazione americana ("Keys to Soil Taxonomy" del 1990), con individuazione del Sottogruppo.

Nella seguente descrizione delle unità cartografiche, sono state riportate: la distribuzione e la collocazione geografica delle unità, la natura dei depositi, gli agenti deposizionali, le forme ad essi connesse, i caratteri fisiografici distintivi, il drenaggio generale delle superfici, la pietrosità superficiale, la natura del substrato, l'uso del suolo e caratteri antropici legati a caratteristiche pedo-ambientali, i pedotipi prevalenti con indicazione del profilo rappresentativo, un'esauriente descrizione dei suoli (vedi Tabella 1), l'indicazione delle limitazioni presenti nei suoli e delle relative classi di capacità d'uso, ed infine cenni alle eventuali problematiche gestionali riscontrate.

Le definizioni delle unità di paesaggio riportate in legenda coincidono con quelle presenti nel catalogo pedo-paesaggistico ERSAL al tempo del rilevamento di campagna.

Le definizioni stesse non sono state pedissequamente riportate nel paragrafo seguente, ma sono sostituite da descrizioni più approfondite riguardanti sia il paesaggio che il suolo.

<b>Profondità (utile all'approfondimento radicale)</b>		<b>Pietrosità superficiale</b>	
Molto sottili	< 25 cm	Scarsa o nulla	< 0.1 %
Sottili	25 - 50 cm	Moderata	0.1 - 3 %
Moderatamente profondi	50 - 100 cm	Comune	3 - 15 %
Profondi	100 - 150 cm	Elevata	15 - 50 %
Molto profondi	> 150 cm	Eccessiva	> 50 %
<b>Reazione</b>		<b>Scheletro</b>	
Molto acidi	pH < 4,5	Assente	< 1 %
Acidi	pH 4,5 - 5,5	Scarso	1 - 5 %
Subacidi	pH 5,6 - 6,6	Comune	5 - 15 %
Neutri	pH 6,7 - 7,3	Frequente	15 - 35 %
Subalcalini	pH 7,4 - 8,2	Abbondante	35 - 70 %
Alcalini	pH > 8,2	Molto abbondante	> 70 %
<b>Carbonati totali</b>		<b>Drenaggio</b>	
Non calcarei	< 0,5 %	Rapido	
Scarsamente calcarei	0,5 - 5 %	Moderatamente rapido	
Moderatamente calcarei	5 - 10 %	Mediocre	
Calcarei	10 - 20 %	Lento	
Molto calcarei	> 20 %	Molto lento	
		Impedito	
<b>Tasso di saturazione in Basi (T.S.B.)</b>		<b>Capacità di Scambio Cationico (C.S.C.)</b>	
Molto bassa	< 35 %	Bassa	< 10 meq/100 g
Bassa	35 - 50 %	Media	10 - 20 meq/100 g
Media	50 - 75 %	Elevata	20 - 30 meq/100 g
Alta	> 75 %	Molto elevata	> 30 meq/100 g
<b>Tessitura</b>		<b>Permeabilità</b>	
Grossolana	S e SF	Elevata	
Moder. grossolana	FS (S gross.), FS, FS (S fine)	Moderatamente elevata	
Media	FS (S molto fine), F, FL e L	Moderata	
Moderatamente fine	FSA, FA e FLA	Moderatamente bassa	
Fine	A, AS e AL	Bassa	
		Molto bassa	
<b>Rischio d'inondazione</b>			
Assente	evento con frequenza ed intensità irrilevante per l'uso agro-forestale		
Lieve	evento che ricorre meno di una volta ogni 10 anni con durata minore di 2 giorni		
Moderato	frequenza compresa tra una volta/5 anni e una volta/10 anni con durata tra 2 e 7 giorni		
Alto	frequenza maggiore di una volta ogni 5 anni con durata maggiore di 7 giorni		

Tabella 1 - Caratteristiche dei suoli: classi utilizzate per la descrizione.

#### 4.4) DESCRIZIONE DELLE UNITÀ CARTOGRAFICHE

##### Terrazzi rilevati sulla pianura – R – RM

Il sistema R comprende le superfici terrazzate, rilevate rispetto al livello fondamentale della pianura; si tratta di porzioni di antichi livelli della pianura non raggiunte dalle fasi erosivo-deposizionali che l'hanno successivamente interessata. La posizione rilevata di queste superfici, sempre piuttosto limitate nella loro estensione, ha solitamente facilitato la conservazione dei depositi eolici accumulatisi durante le fasi glaciali che hanno preceduto l'interglaciale attuale.

L'attribuzione al Sottosistema RM dei rilievi di Romanengo e Soncino deriva soprattutto dalla natura delle coperture pedologiche presenti; la presenza di "fragipan" e di "petroplintite" suggerisce infatti la correlazione con altri lembi residuali presenti al di fuori del territorio provinciale, collocati nello stesso Sottosistema.

**RM 2** – U.C. 1 – Principale espressione di questa unità è il pianalto della Melotta (o di Romanengo); si tratta di una vasta area, rilevata di alcuni metri (5-10) sul livello della pianura circostante. Non è chiaro se la conservazione di questa superficie si debba alla sola azione dell'erosione, o se questa si sia combinata con un sollevamento per cause tettoniche di questo tratto della pianura; in ogni caso l'attività erosiva delle acque di drenaggio superficiale è responsabile della forma fortemente ondulata della superficie, nonché delle profonde incisioni che intagliano i fianchi del pianalto, oltre che dell'arrotondamento dei suoi bordi. Morfologicamente risulta molto meno evidente il dosso di Soncino (di recente individuazione), con un'elevazione appena avvertibile nel tratto Est, mentre sul lato opposto la superficie è raccordata con il livello fondamentale. La natura dei depositi e delle coperture pedologiche dei due rilievi è tuttavia sostanzialmente convergente, presentando entrambi una coltre di limi eolici deposti su sabbie fluviali; sul dosso di Soncino può localmente mancare lo strato limoso superficiale, se cavato ed utilizzato per la produzione di laterizi.

I suoli sono il risultato del sovrapporsi di più cicli pedogenetici; un particolare orizzonte presente in questi suoli, denominato "petroplintite", sembra svilupparsi attualmente solo "in aree del globo a clima tropicale ed equatoriale", caratterizzate da forti precipitazioni ed alte temperature medie (Casati et alii, 1987), condizioni decisamente diverse dall'attuale e probabilmente riferibili al periodo interglaciale precedente l'ultima glaciazione.

L'evoluzione di questi suoli si deve sostanzialmente all'intensa idrolisi dei silicati ed alla liberazione degli ossidi di ferro (legata a fenomeni di idromorfia all'interno dei suoli), alla decarbonatazione ed alla ferri-argilluviazione sviluppatasi anche nel corso dell'Olocene. Altri orizzonti caratteristici, a "fragipan", che interessano sia i limi eolici che le sabbie fluviali, si presentano compatti ed induriti, bruno-rossastri, caratterizzati da una reticolatura prodotta da lingue più o meno frequenti, costituite da materiale grigio e decisamente più friabile. Quest'orizzonte risulta pressochè impenetrabile alle radici, impedendone l'approfondimento e riducendo così la profondità utile del suolo; altro carattere negativo del fragipan è rappresentato dalla sua scarsa permeabilità, che generalmente causa la formazione di piccole falde sospese temporanee negli orizzonti immediatamente sovrastanti. Suolo tipico di queste superfici è il Typic (od Ochreptic) Fragiudalf limoso fine, a profilo Ap-(Bt)-Btx-Btc-2C (Foto 1).



La reazione dei suoli è prevalentemente acida in superficie, per passare a subacida e/o neutra in profondità.

Nel 1833 l'area di Romanengo risultava in buona parte boscata, e solo in tempi più recenti è stata recuperata all'agricoltura ed è ora coltivata essenzialmente a seminativo.

La capacità d'uso del suolo (IIIsw) tiene conto delle limitazioni connesse alla ridotta porzione di suolo esplorabile dalle radici, che non possono penetrare all'interno di orizzonti a "fragipan", e del drenaggio lento legato anch'esso agli orizzonti sovraconsolidati ed in parte alle tessiture fini; queste caratteristiche sono responsabili anche di difficoltà gestionali quali la lavorabilità, ottimale solo a ben precise condizioni di umidità, e la prolungata ritenzione idrica.

### **Livello fondamentale della pianura - L.**

Fatto salvo il Sistema R sopra descritto e le Valli di Pianura descritte più avanti, il resto della provincia di Cremona appartiene al Sistema L, corrispondente al "Livello Fondamentale della Pianura" e che costituisce quindi la gran parte del territorio provinciale; esso si presenta comunque discontinuo e interrotto dalle incisioni delle valli del Serio e della Valle dei Navigli.

Il termine, più semplicemente rappresentato dall'acronimo l.f.d.p., deve la sua introduzione a F. Petrucci e S. Tagliavini (1969) e sta ad indicare il "livello della pianura" generato sostanzialmente dalla coalescenza dei conoidi fluvioglaciali depositi nel corso del Pleistocene superiore.

La pendenza delle superfici passa dallo 0,5-1% dei tratti più a Nord, allo 0,2% medio tipico delle aree a Sud della linea delle risorgive. La granulometria dei depositi diminuisce da Nord a Sud, passando dalle ghiaie e sabbie della cosiddetta "alta pianura", alle alternanze di limi, argille e sabbie della "bassa pianura". Le tracce dei corsi d'acqua che ne hanno costruito le diverse parti, mostrano una transizione relativamente continua dall'alta pianura a canali intrecciati alla bassa pianura a canali mendriformi. L'utilizzazione di gran lunga prevalente è il seminativo irriguo; localmente può assumere tuttora una certa importanza il prato stabile.

La mutevolezza dei caratteri, facilmente osservabile spostandosi da Nord a Sud - e da Ovest verso Est nel caso di questa provincia - lungo il livello fondamentale, consente di suddividerlo in tre grandi fasce che costituiscono i tre Sottosistemi di L, ossia: l'"Alta Pianura Ghiaiosa" (LG), la "Media Pianura Idromorfa" (LQ) e la "Bassa Pianura" sabbioso-limosa (LF).

### **L'alta pianura ghiaiosa - LG (LG1 - LG2)**

Nel territorio cremonese il Sottosistema dell'"Alta Pianura Ghiaiosa" (LG) compare nel Soncinese e nella fascia di confine con la provincia di Bergamo, compresa tra Capralba e Vailate. La porzione di territorio individuata corrisponde al tratto apicale dei conoidi fluvioglaciali (o sandur), compreso tra la linea dei fontanili (o meglio il limite settentrionale della fascia dei fontanili) a Sud, ed i primi rilievi collinari prealpini a Nord.

Le superfici modali del Sottosistema sono caratterizzate da una paleoidrografia a canali intrecciati, che però non si riscontra nelle piccole porzioni comprese nel territorio provinciale.

La principale connotazione di queste superfici è legata alla presenza di depositi ghiaioso-sabbiosi; questi ultimi scendono sufficientemente a Sud in corrispondenza delle ampie conoidi dell'Oglio e dell'Adda, mentre il limite tra media e alta pianura risale decisamente verso Nord nel dominio del Serio, evidenziando in questo modo le differenze espresse da bacini fluviali di diversa entità.

Il limite tra alta pianura (LG) e media pianura (LQ) è molto frastagliato, perchè dovuto all'alternanza di deboli rilievi e depressioni, anch'essa in parte causata dall'azione modellatrice delle acque dei fontanili. Lo sfrangiamento del contatto tra i due Sottosistemi è anche legato al consistente slittamento verso Sud sviluppato nel tempo dalla linea dei fontanili, ed evidenziato anche dalle ampie fasce di transizione individuate dai rilevamenti ERSAL sulla pianura bergamasca.

Le pendenze molto basse dello LG cremonese (0,3-0,4%), e la quasi totale assenza di tracce evidenti di canali intrecciati, testimoniano la sostanziale transizionalità di queste superfici verso quelle della media pianura.

La profondità sempre minore della falda freatica rispetto alla superficie topografica, che si manifesta avvicinandosi alla media pianura, unitamente alla forte permeabilità dei suoli e dei depositi, concorre ad individuare queste aree come le più sensibili, in termini ambientali, nell'ambito del Sottosistema LG.

In termini più generali si rileva la grande importanza dell'Alta Pianura Ghiaiosa per la qualità delle acque delle falde della media e bassa pianura, rappresentandone la principale fonte di alimentazione da cui queste falde vengono rimpinguate.

L'uso del suolo di gran lunga prevalente, sia in LG 1 che in LG 2, è il seminativo.

**LG 1 - U.C. 2** - La superficie modale dell'alta pianura compare nel cremonese solamente laddove la presenza di flussi fluviali di maggiore importanza ne ha determinato una maggior estensione in senso Nord-Sud; ciò avviene presso l'asta fluviale attuale dell'Oglio, e corrisponde alla pianura che circonda Soncino.

La superficie è pianeggiante, ben drenata, caratterizzata da una consistente pietrosità superficiale, prevalentemente di piccola pezzatura; nel substrato ghiaioso-sabbioso prevalgono i litotipi carbonatici.

I suoli dominanti (Typic Hapludalfs) hanno colorazione bruno-rossastra e sono caratterizzati dalla presenza, al di sotto dell'orizzonte arato (Ap), di un orizzonte argillico interessato dall'accumulo di argilla illuviale (Bt) proveniente dagli orizzonti eluviali sovrastanti, ormai non più individuabili perchè rimescolati nell'Ap. Solitamente Ap e Bt risultano decarbonatati ad opera delle acque di infiltrazione; esse hanno anche generato, per lo più immediatamente al di sotto della base dell'orizzonte Bt, un orizzonte di accumulo dei carbonati (Ck), depositati in forma di concrezioni sulle ghiaie e sabbie che costituiscono in genere il substrato (*Foto 2*).

La profondità utile dei suoli varia da 40 a 80 cm, con tessiture medie (prevalenti nel Bt) o moderatamente grossolane; la porzione di suolo esplorabile dalle radici delle colture è data dalla somma di Ap e Bt, in quanto l'orizzonte Ck è considerato limitante per l'approfondimento radicale, sia per la granulometria che per l'accumulo di carbonati; i suoli sono inoltre saturi ed hanno un contenuto in scheletro da comune ad abbondante. Il drenaggio è buono, ma può divenire moderatamente rapido o rapido nei suoli più sottili.

È probabile che l'unità LG1 prosegua in modo discontinuo a Sud di Soncino,

al bordo della scarpata della valle dell'Oglio, all'interno dell'unità LG 2.

La principale limitazione all'uso agricolo dei suoli dominanti è legata al loro ridotto spessore (classe di capacità d'uso: IIIs).

Laddove i suoli presentano profondità inferiori ai 40 cm, generalmente anche l'orizzonte Bt è stato interessato dalle lavorazioni, per cui è possibile ritrovare sequenze del tipo Ap-Ck o Ap-CB-Ck (Alfic Udarents o Typic Eutrochrepts); il dato più evidente è che in questo caso il suolo si presenta parzialmente ricarbonatato. Le limitazioni di questi suoli sono senz'altro maggiori, sia in termini di profondità utile che di drenaggio tendenzialmente rapido.

**LG 2 – U.C. 3 –** Rappresenta, in questo caso, la fascia di transizione tra l'alta e la media pianura, caratterizzata da variazioni ambientali e pedologiche rispetto alle aree modali; le più evidenti modificazioni sono l'estinguersi delle tracce della paleoidrografia a canali intrecciati, cui si sostituiscono tracce di maggiori dimensioni collegabili poi all'emergere dei fontanili più a Sud, l'approfondimento dei suoli, la comparsa di fenomeni di idromorfia generalmente profonda e il passaggio a termini granulometricamente più fini. Di tutte queste voci, in genere solo alcune si associano tra loro, con combinazioni che individuano il carattere di transizione della superficie.

L'unità si spinge verso Sud presso le scarpate erosive delle valli dell'Oglio e dell'Adda, mentre risale in territorio bergamasco in corrispondenza del dominio seriano; nella zona di Capralba ed Azzano forma delle "isole", separate e delimitate da linee di flusso proveniente dai fontanili.

La superficie è pianeggiante o lievemente inclinata verso i fontanili e le linee ad essi collegate. Il drenaggio è generalmente buono; la pietrosità superficiale, quasi sempre presente, è molto variabile. Il substrato è costituito da ghiaie e sabbie in proporzioni diverse.

I suoli dominanti (Typic Hapludalfs) sono bruno-rossastri o bruni, con sequenza prevalente di orizzonti Ap-Bt-Ck; rispetto ad LG 1 aumenta la profondità del Bt. L'intervallo di profondità che può rappresentare questi suoli, limitati dal substrato e dall'orizzonte concrezionato dai carbonati (Ck), va da 50 a 100 cm, con una leggera prevalenza per gli individui più profondi di 70 cm.

Possono essere presenti fasi sottili con suoli a profilo Ap-Ck, ricarbonatati e a drenaggio rapido. Una consistente variabile individuata dal rilevamento è la presenza di idromorfia in profondità nel suolo, con profilo Ap-Bt(g)-C(k)g (Typic ed Aquic Hapludalfs); in questi casi il drenaggio può divenire mediocre. I tratti di LG 2 appartenenti al bacino dell'Adda, caratterizzato da una componente calcarea molto minore rispetto a quella di Serio ed Oglio, presentano suoli in cui il fronte di decarbonatazione è più profondo, spesso non raggiungibile dalle indagini con trivella a mano, e nei quali assunono un notevole sviluppo gli orizzonti di transizione tra Bt e C. I suoli sono conseguentemente più profondi, ma la maggior lisciviazione cui sono soggette le basi, conferisce loro una minore fertilità chimica.

Le limitazioni all'uso agricolo sono essenzialmente legate alla moderata profondità, cui può aggiungersi localmente il drenaggio mediocre; le classi di capacità d'uso più diffuse sono II s e III s, con una leggera prevalenza della prima, enfatizzata in legenda. Quest'unità presenta combinazioni possibili estremamente diverse dei vari parametri illustrati, per cui si può passare da suoli che garantiscono un'alta protettività alle falde, a suoli con caratteristiche opposte, a cui si aggiunge l'aumento di vulnerabilità dovuto al relativo approssimarsi della prima falda al piano campagna.

## **La media pianura idromorfa - LQ (LQ 1 - LQ 2 - LQ 3 - LQ 4).**

Il Sottosistema LQ occupa grosso modo la fascia di pianura cremasca a Nord del parallelo di Crema, delimitata dalle due grandi unità di paesaggio del "moso" di Crema e del tratto settentrionale della "Valle dei Navigli".

La "Media Pianura Idromorfa" è interamente compresa nella fascia dei fontanili posta sul livello fondamentale, rispetto alla quale può risultare leggermente più ristretta o almeno in parte diversamente disposta.

Il confine tra LG ed LQ, estremamente sfrangiato nel settore compreso tra Serio ed Adda, più rettilineo tra Serio ed Oglio, è posto pressochè completamente in territorio bergamasco.

L'incunearsi verso Nord della fascia delle risorgive è in parte dovuto ai dislivelli esistenti tra le due conoidi di Adda e Oglio alle estremità, ed il dominio del Serio, caratterizzato da apporti quantitativamente molto minori di materiale, a cui conseguono quote inferiori lungo un ideale parallelo che attraversa questi tre settori.

La pendenza della superficie varia da 0,4/0,5% a 0,2%.

La genesi delle risorgive è comunemente riferita alla minor permeabilità dei depositi della bassa pianura, che comporterebbe l'innalzamento delle falde superficiali; i fontanili si trovano generalmente laddove la falda superficiale intercetta o si approssima maggiormente alla superficie topografica.

La caratteristica principale di questo Sottosistema è la presenza di una falda poco profonda all'interno del suolo; la sua profondità varia localmente e stagionalmente.

L'idromorfia del suolo dipende principalmente dalla profondità della falda e dalla permeabilità del suolo stesso: assume quindi una notevole importanza il microrilievo della superficie topografica, che concorre in modo determinante a definire le unità di paesaggio.

Altro fattore di primaria importanza è rappresentato dagli interventi di bonifica idraulica, tendenti ad abbassare il livello dell'acqua nel suolo, e che consistono prevalentemente nello scavo di fossi per il drenaggio e l'allontanamento delle acque; meno frequente è il riporto di materiale per ottenere l'innalzamento del franco di coltivazione.

La litologia dei depositi è localmente molto variabile, pur esistendo un passaggio da termini grossolani a fini andando da Nord a Sud, e dipende, oltre che dalla natura dei depositi fluvioglaciali e fluviali originari, dalle dinamiche erosivo-deposizionali messe in atto dalle acque delle risorgive naturali, al cui divagare sulla media pianura si deve anche la morfologia ondulata delle superfici.

La diffusa idromorfia dei suoli ha come conseguenza un rallentamento della loro evoluzione, e ne rappresenta un consistente fattore di limitazione d'uso, sia in relazione alla lavorabilità ed alla trafficabilità, sia alle scelte colturali.

**LQ 1 - U.C. 4** - In quest'unità sono comprese tutte quelle aree allungate e depresse rispetto alle circostanti, sede di deflusso delle acque provenienti dalle risorgive naturali. All'interno di queste deboli depressioni sono, in genere, tuttora presenti corsi d'acqua attivi derivati da flussi naturali, di cui possono costituire una riattivazione o una risistemazione operata dall'uomo; inoltre esse comprendono anche la gran parte dei fontanili veri e propri, in quanto proprio in questi punti, per motivi topografici, la falda è più vicina al piano campagna.

Morfologicamente l'espressione di questi paleoalvei tende ad evidenziarsi da Nord a Sud, o comunque dai fontanili sino alle aste fluviali che costituiscono, o

costituivano, data la pressochè totale antropizzazione, il livello di base relativo per questi piccoli corsi d'acqua. Infatti le acque si convogliavano inevitabilmente verso punti di immissione in corsi d'acqua maggiori e consistentemente ribassati rispetto al livello fondamentale, con la conseguenza che avvicinandosi allo sbocco nei fiumi, questi flussi si approfondivano rispetto al livello fondamentale, risultando delimitati da scarpate erosive meno evidenti verso i fontanili.

La presenza di una falda posta in genere tra 40 e 100 cm di profondità, induce una notevole diffusione del prato stabile (o delle ormai rare marcite), che caratterizza ed individua nel paesaggio queste aree a drenaggio rallentato.

I depositi presentano una copertura limosa di spessore molto vario, sovrapposta a materiali più grossolani (sabbiosi o ghiaioso-sabbiosi); questi ultimi sono più diffusi tra il Serio ed il pianalto della Melotta, e ad Ovest di Capralba, mentre nel settore intermedio sembrano essere presenti coperture limose più profonde. La pietrosità superficiale, in genere ridotta (o assente), è inversamente correlata alla profondità del substrato ghiaioso.

In questi suoli non si è avuta l'evoluzione di un orizzonte argillico (Bt), a causa dell'instabilità della superficie.

La decarbonatazione, in funzione del bacino, può essere parziale ed interessare il solo Ap, od oltrepassare l'orizzonte B; nel dominio del Serio e dell'Oglio esiste in genere un orizzonte Ckg con accumuli di carbonati sotto forma di concrezioni, la cui profondità dipende dalle variazioni di permeabilità e/o dalla profondità della falda oscillante.

Sono presenti fenomeni di parziale accumulo della sostanza organica nell'orizzonte superficiale, legati al rallentamento della sua demolizione indotto dall'idromorfia; da ciò deriva la tendenza di questi orizzonti ad assumere colorazioni grigio-nerastre.

I suoli dominanti (Mollic e Typic Haplaquepts, a profilo Ap-B(k)g-C(k)g) hanno profondità limitate dalla forte idromorfia del substrato o direttamente dalla falda oscillante, e localmente dal substrato ghiaioso-sabbioso calcareo; la ridotta porzione esplorabile dalle radici ha tessiture medie, è satura, generalmente calcarea (spostandosi verso l'Adda questo parametro può variare in modo alterno).

In aree marginali o comunque meglio drenate, i suoli dominanti hanno profilo Ap-Bw-C(k)g (Aquic Eutrochrepts), in cui l'orizzonte B mostra chiari segni evolutivi quali l'evidente strutturazione, la colorazione vivace, l'assenza di carbonati, l'alterazione dei materiali o la deposizione di minerali di neoformazione.

L'uso agricolo intensivo trova nel drenaggio lento la sua principale limitazione, generalmente associata alla ridotta sezione di suolo dovuta alla forte idromorfia; nell'interpretazione è stata data la prevalenza alla classe IIIsw, ritenuta nel complesso leggermente prevalente sulla Ivw.

**LQ 1 - U.C. 5** - L'unica delineazione cui fa riferimento quest'unità, è quella della cosiddetta Valle dei Navigli, nel tratto che va da Gallignano a Genivolta.

La superficie, allungata e concava, aveva un'evidente funzione di raccolta delle acque dei fontanili posti tra Fontanella (BG) e Gallignano, pur non essendo attribuibile solamente a questa ridotta quantità d'acqua un segno erosivo di tali dimensioni. L'incisione, presumibilmente legata ad un antico percorso dell'Oglio, si collega all'ampio paleoalveo, ad andamento meandriforme, che da Genivolta scende verso Sud sino ad immettersi nella valle del Po, ad Ovest di Cremona; è probabile che il segmento a Nord di Genivolta sia stato solamente rielaborato ed in parte ringiovanito dalle acque delle risorgive, che concludeva-

no il loro tragitto immettendosi nella valle dell'Oglio a Genivolta.

Il profilo trasversale dell'incisione è asimmetrico: il contatto con il tratto di alta pianura (LG 2) posto ad Est è infatti sfumato e costituito da un ampio raccordo, mentre il fianco occidentale è delimitato da scarpate erosive verso il livello fondamentale ed il pianalto della Melotta.

Come nell'unità precedente, i depositi, grossolani a Nord, divengono via via più fini scendendo verso Sud, così come si verifica procedendo dal bordo orientale verso la zona maggiormente depressa; infatti le coperture franche e franco-sabbiose dominanti, passano dai 50-70 cm su substrati ghiaioso-sabbiosi a Nord e lungo il fianco Est, agli 80 cm ed oltre della fascia centro-meridionale, caratterizzata inoltre da substrati sabbiosi spesso alternati a livelli più fini. La pietrosità superficiale è consistente laddove il substrato ghiaioso si approssima alla superficie, mentre è assente scendendo a Sud.

Il substrato è generalmente calcareo, come può esserlo in parte anche il suolo, in funzione della sua evoluzione.

Grosse limitazioni di drenaggio (lento), con possibile presenza di una falda oscillante all'interno del suolo, compaiono solamente lungo l'asta maggiormente depressa, e a Nord, nelle zone di afflusso delle acque dei fontanili; ai bordi di queste le tracce di idromorfia nei suoli sono decisamente modeste (drenaggio mediocre).

I suoli mostrano una gamma di termini che testimoniano una maggior evoluzione complessiva rispetto a quelli dell'U.C. 4. Come in quella sono presenti suoli con profilo Ap-B(k)g-C(k)g (Mollic Haplaquepts) (*Foto 3*), e Ap-Bw-C(k)g (Aquic Eutrochrepts), poco o non calcarei, a tessitura media, saturi; sono molto diffusi anche suoli decisamente evoluti, a profilo Ap-Btg-Ckg (Aquic Hapludalfs), in cui l'orizzonte sottostante a quello lavorato presenta un consistente aumento del tenore in argilla.

Le migliori condizioni di drenaggio (mediocre) presenti su buona parte di queste superfici e l'aumento complessivo del franco di coltivazione, consentono di attribuire questi suoli mediamente alla classe IIIw. Particolari problemi di lavorabilità si possono avere nelle aree più basse e soggette a saltuari ristagni, in presenza di suoli limoso-argillosi.

**LQ 2 – U.C. 6 –** L'unità coincide con un'unica delimitazione piuttosto estesa, che contiene interamente l'area del cosiddetto Moso di Crema ed altre aree più a Nord, simili nei caratteri pedopaesaggistici.

La superficie è debolmente ondulata e depressa rispetto al livello fondamentale; la forma è grosso modo lobata, divisa per un tratto in due parti dal debole rilievo disposto lungo l'asse Cremosano-Casaleto-Quintano.

L'area è chiaramente delimitata da evidenti scarpate erosive sui bordi occidentale e meridionale, mentre su quello orientale, come anche nella zona a Nord e nelle aree rilevate dell'asse centrale, la separazione tra le superfici è meno evidente.

I depositi presenti sono sabbiosi o sabbioso-limosi con ghiaia, ricoperti da materiali (probabilmente di decantazione) a forte componente limosa; spesso il passaggio da termini più grossolani a più fini non è netto, ma è dato da una transizione relativamente continua. I materiali fini di copertura aumentano il loro spessore scendendo verso Sud; una moderata pietrosità superficiale è presente in genere solamente a Nord.

Principale elemento caratterizzante è il drenaggio difficoltoso, legato alla presenza della falda freatica prossima alla superficie; le attuali condizioni di dre-

naggio rappresentano comunque un notevole miglioramento rispetto a quelle, sostanzialmente proibitive per l'agricoltura, presenti prima degli interventi di bonifica idraulica cui sono state soggette gran parte di queste aree. Gli interventi sono rappresentati sostanzialmente dallo scavo di una fitta rete scolante a maglie molto regolari, che ha consentito di abbassare il livello della falda nel suolo; i depositi torbosi presenti nelle aree a Sud, occupate anticamente da vere e proprie paludi, furono quasi completamente cavati nel secolo scorso.

Il drenaggio difficoltoso è la causa dell'ampia diffusione su tutta la superficie del prato stabile.

I suoli maggiormente diffusi evidenziano una tendenza più o meno forte all'accumulo ed all'incorporazione della sostanza organica, legata alla forte idromorfia, che si evidenzia con colorazioni bruno-nerastre degli orizzonti superficiali; i profili possibili sono Ap(g)-(Bg)-Cg (Mollic Haplaquepts e Typic Haplaquolls, meno diffusi i Fluvaquepts). In aree marginali e per superfici limitate si rinven- gono suoli con minori problemi di drenaggio, a profilo Ap-Bw-Cg (Aquic Eutrochrepts).

I suoli presentano una profondità ridotta, limitata dalla marcata idromorfia, hanno tessitura franca (franco-limosa verso Sud), sono saturi, poco o non calcarei; le forti limitazioni connesse al drenaggio difficoltoso hanno inoltre porta- to la loro attribuzione alla classe IVw di capacità d'uso.

U.C. 6\* - L'unità individua le zone attorno al colatore principale del Moso, detto Acqua Rossa (denominazione estremamente indicativa in quanto drenava un'area ricca di depositi torbosi), caratterizzate dalla presenza di orizzonti tor- bosi sepolti a varia profondità e di vario spessore.

Le limitazioni sostanziali sono legate al drenaggio lento o molto lento ed all'i- dromorfia che ne deriva, tale da limitare l'approfondimento dell'apparato radi- cale delle colture; circostanze climatiche poco favorevoli possono limitare la trafficabilità per alcuni periodi, creare difficoltà nella semina e nella raccolta (classe di capacità d'uso IVw).

L'area, dagli evidenti valori naturalistici e paesaggistici, oltre che storici, sia per l'evoluzione del paesaggio suo proprio sia come modello di una struttura agraria ormai quasi introvabile, è estremamente fragile dal punto di vista ambientale; appare evidente che il miglioramento delle condizioni dei fondi e la loro modernizzazione avrebbero alti costi con pochi riscontri economici, ma con sicure ripercussioni a livello ambientale.

**LQ 3** - U.C. 7 - La distribuzione di quest'unità è sostanzialmente complementa- re a quella di LQ 1, rappresentando le aree leggermente rilevate, marginali od interposte rispetto ad altre più depresse, e caratterizzate da minore idromorfia; si rinven- gono quindi superfici LQ 3 dall'apice Nord del pianalto della Melotta, "affogato" da sedimenti fini, probabilmente olocenici, sino alle aree a Nord del Moso di Crema.

La forma delle superfici è pianeggiante o debolmente convessa.

I depositi sono prevalentemente limosi e calcarei nella fascia che va dal pia- nalto sin quasi a Capralba, sabbioso-limosi con ghiaia su ghiaia e sabbia, debol- mente calcarei, più ad Ovest; in queste zone compare anche una moderata pie- trodità superficiale, che manca pressochè completamente ad Est.

Le modeste limitazioni dovute al drenaggio rallentato sono determinate, ad Est, dalle tessiture fini, ad Ovest dalla falda freatica oscillante all'interno del suolo.

L'uso del suolo prevalente è il seminativo; il prato stabile compare saltuaria-

mente ad Est come occasionale risposta ai problemi, localmente anche pesanti, creati dalle tessiture limoso-argillose.

L'evoluzione dei suoli, così come la stabilità delle superfici, appare sostanzialmente diversa nei due settori descritti; infatti ad Est sono molto diffusi suoli ben evoluti a profilo Ap-Btg-Ckg (Aquic Hapludalfs) alternati ad altri meno evoluti, con profilo Ap-Bw-Ckg (Aquic Eutrochrepts), una parte dei quali può tuttavia derivare da una antropizzazione dei primi; ad Ovest si rinvengono sostanzialmente Eutrochrepts, conseguenza di una probabile maggior attività delle acque provenienti dai fontanili e della presenza della falda, tuttora entro il suolo, sicuramente più alta prima degli interventi volti a drenare artificialmente le superfici. I suoli del settore orientale possono essere da non calcarei a calcarei, mentre sono solitamente poco o non calcarei nel settore occidentale; sono generalmente saturi, con tessiture da franco-limose a franco-limoso-argillose ad Est, franche o franco-sabbiose ad Ovest. La profondità dei suoli è generalmente compresa tra 60 e 90 cm e il drenaggio è mediocre. La ridotta profondità del suolo ed il drenaggio mediocre sono le limitazioni che inducono all'inclusione di questi suoli nella classe IISw (i pedotipi più sottili andrebbero inclusi tuttavia nella IIIs); inoltre i suoli con tessiture superficiali più limose presentano le tipiche limitazioni di lavorabilità, trafficabilità e freddezza (e conseguenti ritardi di semina e accrescimento) che mancano nei suoli più leggeri.

**LQ 4 – U.C. 8 –** Le superfici della media pianura a drenaggio più regolare sono comprese in questa unità, che si distribuisce da Pieranica sino ai dintorni di Offanengo.

La forma delle superfici è pianeggiante o debolmente ondulata nella zona di Offanengo e debolmente convessa nelle zone più ad Ovest, meglio delimitate dai flussi delle risorgive.

I depositi, seguendo una dinamica già vista per le precedenti unità, sono leggermente più grossolani ad Ovest; infatti, mentre le coperture superficiali sono uniformemente limose, nel settore occidentale scendendo in profondità nel suolo, aumenta la sabbia e può comparire anche della ghiaia, mentre a Nord-Est di Crema prevalgono i depositi limosi e limoso-argillosi, decisamente calcarei, anche in profondità.

Le condizioni di drenaggio (da buono a lento) sono fortemente influenzate dalle tessiture fini in tutto il settore orientale, mentre in quello occidentale l'idromorfia profonda sembra imputabile ad oscillazioni della falda freatica.

La pietrosità superficiale, peraltro scarsa nel settore occidentale, è assente ad Est di Crema.

L'uso del suolo prevalente è il seminativo; la comparsa del prato stabile, anche in questo caso, è generalmente legata a limitazioni derivanti dalla tessitura fine del suolo.

I suoli dominanti sono moderatamente profondi, ben evoluti ed hanno profilo Ap-Bt(g)-C(k)g (Typic e Aquic Hapludalfs); relativamente diffusi sono anche suoli a profilo Ap-Bw-Ckg (Aquic Eutrochrepts), che possono essere il risultato dell'antropizzazione di alfisuoili sottili, o della minor evoluzione di depositi olocenici relativamente giovani.

Negli alfisuoili i carbonati sono stati asportati dagli orizzonti A e B ad opera delle acque di percolazione, ed accumulati negli orizzonti C in forma di concrezioni (*Foto 4*), mentre negli inceptisuoli la decarbonatazione di A e B non è completa, pur manifestandosi comunque fenomeni di accumulo in profondità. Sono molto diffuse nei suoli limosi concrezioni soffici e noduli di Fe-Mn. Le limitazio-



ni di questi suoli, che peraltro si prestano ad ampie scelte colturali, sono la ridotta profondità ed il drenaggio non sempre ottimale (classe IIsw). I suoli limoso-argillosi più pesanti possono inoltre presentare fenomeni vertici (crepacciature durante il periodo asciutto e successivi rigonfiamenti in quello umido), tendono a rimanere freddi e ad avere ovvi problemi di lavorabilità e trafficabilità in condizioni di eccessiva umidità; hanno però innegabili vantaggi legati alla forte ritenzione esercitata nei confronti delle sostanze apportate con le pratiche agronomiche (fertilizzazioni, diserbi, ecc.).

### **La bassa pianura sabbioso-limosa - LF (LF 1 - LF 2 - LF 3 - LF 4 - LF 5).**

Il Sottosistema LF comprende tutta la fascia meridionale del livello fondamentale della pianura, costituita dalle porzioni distali delle sandur fluvioglaciali e delle conoidi fluviali interposte ad esse.

La paleoidrografia della bassa pianura si differenzia da quella delle altre porzioni dello stesso Sistema "L" per il carattere chiaramente meandriforme delle diverse tracce dei corsi d'acqua che hanno contribuito a costruirla.

Posta a Sud della fascia delle risorgive, la bassa pianura è caratterizzata da superfici modali pianeggianti o debolmente ondulate, incise dai corsi d'acqua derivanti dal convergere delle linee di flusso provenienti dai fontanili, che vanno via via approfondendosi all'interno del livello fondamentale, dovendosi raccordare con il livello dei fiumi a cui recapitano le acque.

Vari sono i "segni" morfologici individuabili, quali i dossi fluviali, i paleoalvei e le valli relitte, che concorrono a variare il profilo solo apparentemente piatto della bassa pianura; le valli relitte, per quanto inserite nel paesaggio della bassa pianura, appartengono al Sistema V delle valli di pianura, trattandosi di segmenti abbandonati di queste ultime o di strutture ad esse riferibili.

Appartenendo al Sottosistema LF la maggior parte della pianura cremonese, si è ritenuto di introdurre una ripartizione in tre settori, "a", "b" e "c", disposti da Nord-Ovest a Sud-Est. Tale ripartizione è gerarchicamente intermedia tra il livello del Sottosistema e quello dell'Unità di Paesaggio ed è legata all'evidente variazione di parametri idrologici, geologici e pedopaesaggistici, che si possono così riassumere:

- i depositi, passando dalla pianura occidentale al Casalasco, mostrano granulometrie via via più fini, con sabbie (ghiaie e sabbie al contatto con il bergamasco) dominanti a Nord-Ovest e limi ad Est; a questa transizione granulometrica è collegato anche il contenuto in calcare, altissimo ad Est;
- le linee di drenaggio mostrano una netta separazione, con orientamenti Nord-Sud nel settore occidentale, ed Est-Ovest ad oriente di Cremona;
- il drenaggio delle superfici, condizionato dalla permeabilità dei depositi, peggiora consistentemente spostandosi verso la pianura orientale (c); le conseguenze sono una densità della rete drenante molto più alta, appezzamenti di minori dimensioni medie, intense attività sia attuali che storiche di bonifica e regimazione, ed ampia diffusione della baulatura.

La pianura centrale (b) si differenzia da quella orientale per la minor consistenza dei problemi di drenaggio, legati in prevalenza a falde sospese od alla prima falda molto alta, meno frequentemente alla permeabilità dei suoli, in cui

prevalgono i termini sabbiosi; la minor gravità delle limitazioni dovute al drenaggio è peraltro ben evidente nel paesaggio, con maggiori dimensioni degli appezzamenti ed assenza delle baulature.

Una caratteristica distintiva della pianura orientale casalasca è la diffusione dei "crostoni calcarei", già segnalati nel Foglio n° 61 "Cremona" della Carta Geologica d'Italia da F. Petrucci e F. Tagliavini (1969) e corrispondenti ad orizzonti poco profondi cementati dai carbonati (Ckm).

Complessivamente la pendenza delle superfici è decisamente bassa, essendo mediamente compresa tra 0,2 e 0,3%, con ampi tratti con medie dello 0,1%.

L'uso del suolo dominante è il seminativo, anche se il drenaggio rallentato o la tessitura sfavorevole possono portare localmente ad una certa diffusione del prato stabile.

La bassa pianura è delimitata dalle scarpate delle valli di pianura per i tratti in cui i fiumi erodono il livello fondamentale, e dai limiti delle aree ricoperte dai depositi fluviali nei tratti posti più a Sud, laddove questi si sovrappongono al livello fondamentale; il tratto di asta fluviale in cui avviene il passaggio da erosione a deposito prevalente è posto, per il Po, poco a valle di Cremona, e per l'Oglio, tra Isola Dovarese e Piadena.

Una caratteristica ampiamente diffusa dei suoli è una tendenza al marcato contrasto tessiturale tra l'orizzonte superficiale arato (Ap) e l'orizzonte sottostante Bt, con contenuti in argilla di molto inferiori nell'orizzonte sovrastante, a volte più che dimezzati rispetto al Bt.

**LF 1** – U.C. 9 – Quest'unità individua i dossi sabbiosi, rilevati in genere di alcuni metri sul livello della pianura, spesso separati da questa mediante scarpate di natura antropica, ma naturalmente delimitati da raccordi in bassa pendenza: la loro superficie è da debolmente a fortemente convessa e la forma è varia ma prevalentemente ellissoidale o ad ogiva.

La tipologia di dosso più diffusa ed evidente è quella relativa ai dossi sabbiosi corrispondenti ad argini naturali, prodotti dalla deposizione ai bordi di un'asta fluviale della frazione più grossolana (in questo caso sabbiosa), che la corrente fluviale aveva in carico al momento di una tracimazione causata da una piena; si generarono così forme anche molto allungate (dosso di Boschetto, Cava Tigozzi).

Tutte le diverse forme di dosso sono comunque raccolte nell'unità LF 1, ma solo per quei corpi che siano chiaramente leggibili nel paesaggio. Le forme ad esempio caratterizzate da dislivelli dell'ordine di pochi decimetri e in continuità morfologica con il livello fondamentale, sono state incluse in LF 2.

La granulometria dei materiali dei dossi è essenzialmente sabbiosa; localmente possono comparire livelli limosi di ordine centimetrico (Offanengo).

I suoli tipici dei dossi sono ben evoluti, debolmente arrossati, con profilo Ap-Bt-C (Typic Hapludalfs) (*Foto 5*): hanno profondità comprese tra 80 e 120 cm, tessitura franco-sabbiosa o sabbioso-franca e non sono calcarei. In questi suoli il fronte di decarbonatazione entra normalmente anche nell'orizzonte C; vi sono tracce di deposizione di carbonati a profondità ridotte (in assenza di decapitazioni antropiche) solo in presenza di livelletti limosi, cui si deve anche la formazione di falde sospese temporanee. Quanto detto è probabile conseguenza del drenaggio accelerato causato dalla granulometria sabbiosa.

Le limitazioni di questi suoli sono inerenti al drenaggio, che da buono può passare a rapido, ed alla profondità, a tratti moderata (classe di capacità d'uso IIs).

I dossi rappresentano inoltre vere e proprie miniere di sabbia, in genere ben

selezionata e già ammicchiata: inevitabile l'intenso sfruttamento; a tutt'oggi un congruo numero di dossi è sparito. La sistemazione delle superfici non ha avuto ovunque aspetti tanto radicali, infatti in alcuni casi ci si è limitati alla regolarizzazione delle forme dei dossi, sconvolgendone comunque le coperture pedologiche e compromettendo così alcune funzioni di pedotipi già di per sé abbastanza critici in termini di ritenzione idrica e di elementi nutritivi e quindi anche di protettività.

I suoli presenti sulle superfici antropizzate hanno profilo Ap-C (Typic Udi-psammments) ed hanno perso l'orizzonte Bt che era in grado di operare una ridotta ma utilissima azione di ritenzione sia degli elementi nutritivi sia dell'acqua, che nei suoli antropici viene completamente a mancare. Questi interventi, rendendo rapido il drenaggio e sottile il suolo (classe di capacità d'uso IVs), ne abbattano il valore agronomico e la capacità protettiva.

**LF 2 – U.C. 10** – Le superfici modali della bassa pianura sono caratterizzate da debolissime ed ampie ondulazioni, ribassate rispetto ai dossi e generalmente ben drenate; l'unità cartografica n° 10 comprende queste aree sino al bordo orientale della Valle dei Navigli.

Il substrato di gran lunga prevalente è sabbioso o sabbioso-limoso; localmente compaiono depositi a limo prevalente.

Le superfici sono molto stabili ed i suoli ben evoluti; essi presentano inoltre un ridotto grado di antropizzazione non dando sostanzialmente motivi di intervento all'uomo, se si eccettuano i casi di livellamento legati al miglioramento della distribuzione delle acque di irrigazione.

Il profilo tipico di questi suoli è dato dalla sequenza Ap-Bt1-(Bt2)-C (Typic Hapludalfs) (Foto 6). I suoli in cui compare anche l'orizzonte Bt2 costituiscono la maggioranza, hanno in genere profondità superiori a 100 cm, sono franco-sabbiosi in superficie e franchi, franco-sabbiosi o franco-sabbioso-argillosi in profondità, neutri o subacidi e non calcarei; in genere non presentano limitazioni di sorta agli usi agricoli (I classe di capacità d'uso).

Il substrato calcareo compare occasionalmente tra 100 e 150 cm solamente nelle fasce più settentrionali della bassa pianura, ma generalmente il fronte di decarbonatazione è più profondo e all'interno dell'orizzonte C, oltre 150 cm.

Laddove manca l'orizzonte Bt2 il suolo può essere moderatamente profondo (70-100 cm) ed in presenza di bassi tenori in argilla il drenaggio diviene moderatamente rapido (classe IIs di capacità d'uso). In corrispondenza delle aree più stabili e protette dalle linee d'acqua che hanno lavorato il livello fondamentale della pianura, quantomeno durante l'ultima fase del Pleistocene superiore, compaiono suoli di notevole profondità (oltre 150 cm) (Foto 7), probabilmente attribuibili a fasi pedogenetiche più antiche di quella olocenica cui appartengono gli altri suoli del livello fondamentale; indicativamente le tre zone individuate si trovano a Nord di Soresina, tra Trigolo e Pellegra, tra Sesto Cremonese e Cortetano.

Tra gli alfisoli presenti su questa superficie ve ne sono alcuni, peraltro diffusi da Palazzo Pignano a Casalbuttano, caratterizzati da un orizzonte argillico (Bt) discontinuo, a lamelle; in questi suoli scendendo in profondità al di sotto del primo tratto di Bt, si trovano alternanze ripetute, decisamente abrupte, tra livelli sabbiosi (C) e livelli sabbioso-franchi o franco-sabbiosi (Bt), dello spessore di pochi centimetri ciascuno (Foto 8).

**LF 2 – U.C. 11 e 12** – Nella parte di bassa pianura che interessa la fascia centro-

orientale della provincia, dal capoluogo Cremona fino a Tornata, si trovano aree morfologicamente molto stabili, lontane da quelle di divagazione attuale o medio-recente dei principali corsi d'acqua. Il territorio è pianeggiante o lievemente ondulato, la litologia dei substrati è spesso limoso-sabbiosa e scarsamente calcarea, il drenaggio è generalmente buono.

I suoli dominanti dell'unità cartografica 11 (Typic Hapludalfs) sono quasi sempre molto profondi, a tessitura media (franca o franco-limosa), non calcarei e a reazione da subacida a neutra; gli orizzonti più profondi del substrato possono essere più grossolani (da franco sabbiosi a sabbiosi) e più ricchi in carbonato. Il profilo tipo è: Ap-Bt1-Bt2-(2Bt)-C, in cui spesso il complesso degli orizzonti di accumulo delle argille (Bt) è molto espresso e si approfondisce oltre il metro; quando localmente il drenaggio non è ottimale compaiono in profondità orizzonti Btg screziati e substrati del tipo Ckg influenzati dall'oscillazione della falda e che presentano accumuli di carbonato.

Sempre nell'ambito di questa u.c. (11), ma nelle delineazioni che si trovano nei pressi della scarpata del fiume Oglio, all'incirca tra Bordolano e Isola Dovarese e nel Destra-Oglio tra Ostiano e Volongo, la morfologia è meno pianeggiante e le ondulazioni si accentuano; i sedimenti sono sempre acalcarei ma si presentano sin dalla superficie da moderatamente grossolani a grossolani anziché medi. Il profilo è meno profondo e la sequenza degli orizzonti è del tipo Ap-Bt-C; il drenaggio rimane buono.

In ogni caso la saturazione in basi è alta, la capacità di ritenuta idrica è da buona a moderata, richiedendo talvolta oculati interventi irrigui; i suoli presentano quindi complessivamente poche limitazioni di lieve entità e conseguentemente si prestano ad una vasta gamma di utilizzazioni possibili (I classe di capacità d'uso).

Nella parte più orientale della pianura cremonese, delimitata idealmente tra la linea longitudinale Pessina Cremonese-Cella Dati e il confine mantovano, le zone modali del livello fondamentale (unità cartografica 12) sono morfologicamente piatte o baulate per l'intervento antropico. I sedimenti sono prevalentemente limosi e tendenzialmente calcarei. I suoli sono ancora generalmente profondi, ma sovente il substrato inizia a riscontrarsi entro il metro; gli orizzonti superficiali sono da neutri ad alcalini, a tessitura media o moderatamente fine, da scarsamente calcarei a calcarei, mentre i substrati sono solitamente più grossolani e molto calcarei. Il territorio si presenta con una distribuzione molto regolare dei campi e una rete di drenaggio uniforme; l'uso del suolo prevalente è rappresentato da seminativo irriguo (mais, soia, frumento).

I pedotipi prevalenti sono i Typic Hapludalfs e subordinatamente i Typic Eutrochrepts. I primi, più evoluti, presentano una sequenza di orizzonti del tipo Ap-Bt-Ck(g), con strati coltivati franchi, bruno scuri o bruno-giallastri, con Bt moderatamente arricchito in argilla e con sottostanti strati di accumulo di carbonati ("castracan") (Foto 9) o talora interessati dall'escursione della falda; in questi casi viene limitata la profondità del suolo e viene influenzato negativamente il drenaggio, che passa da buono a mediocre.

Dove i fattori della pedogenesi hanno potuto influire meno sull'evoluzione del suolo o l'intervento dell'uomo ha causato troncature degli orizzonti, prevalgono i Typic Eutrochrepts con profilo Ap-Bw-Ck, generalmente più ricchi in limo, più calcarei e con orizzonti di alterazione del materiale originario (Foto 10).

Da un punto di vista fisico-chimico questi suoli sono sostanzialmente equilibrati e dotati di buona fertilità, ma possono localmente presentare alcuni problemi di carattere agronomico, legati alla scarsa permeabilità del substrato, alla

composizione granulometrica eccessivamente limosa di alcuni orizzonti ed al forte contenuto in calcare di orizzonti poco profondi. Le lavorazioni devono allora essere effettuate in condizioni di tempera per non compattare eccessivamente il suolo, ed occorre inoltre prestare attenzione alla formazione di incrostazioni superficiali che possono ostacolare le colture nelle prime fasi di sviluppo. Si impone inoltre un'adeguata manutenzione della rete drenante onde evitare ristagni idrici prolungati. Le problematiche segnalate ed in particolare il drenaggio mediocre e la profondità non ottimale portano ad includere questi suoli nella classe IISw di capacità d'uso.

**LF 3 – U.C. 13** – Quest'unità si estende sul livello fondamentale dalle zone a Sud-Ovest di Crema sino al bordo orientale della Valle dei Navigli.

Rispetto alle superfici modali (LF 2), queste, che ne costituiscono la continuazione, sono pianeggianti o debolmente depresse, con forme molto varie, interpretabili come ampie conche di decantazione o come zone di flusso superficiale, di considerevole dimensione trasversale, collegabili alle risorgive o eredità di antiche strutture fluviali non incise rispetto al piano campagna. In entrambi i casi è il drenaggio difficoltoso che determina l'appartenenza a quest'unità di paesaggio, inteso sia come drenaggio delle superfici che dei suoli. Anche questa unità è diffusa attraverso tutto il Sottosistema LF cremonese.

I depositi sono sabbiosi e limoso-argillosi, ben classati, alternati sia come distribuzione superficiale sia all'interno del profilo; in questo caso tuttavia è normale ritrovare i depositi limoso-argillosi (tipico deposito di decantazione che chiude le sequenze deposizionali della pianura fluviale) sovrapposti a quelli sabbiosi. Raramente capita di trovare depositi granulometricamente intermedi, sia lungo il profilo che arealmente.

Risultano leggermente più diffusi i depositi sabbiosi nelle aree di flusso, tipicamente allungate, e quelli limoso-argillosi nelle aree a forma lobata o subcircolare, comunque non identificabile come il prodotto di flussi idrici canalizzati.

I pedotipi a maggior diffusione sono ben evoluti ed hanno profilo Ap-Btg-Cg (Aquic ed Albaquic Hapludalfs); meno diffusi ed in alcuni casi di dubbia interpretazione come geni ed evoluzione (spesso legata ad un'antropizzazione delle superfici) sono suoli a profilo Ap-Bw-Cg (Aquic Dystric Eutrochrepts).

Gli evidenti segni di idromorfia presenti negli orizzonti B e C di questi suoli, come le screziature od il colore della matrice grigio-azzurro, le variegature, i noduli e le concrezioni soffici ferro-manganesifere, sono legati alla presenza di una falda oscillante, generalmente sospesa, oppure alla ridotta permeabilità dei depositi limoso-argillosi o alla compresenza di queste situazioni. Nelle aree caratterizzate dalla presenza di suoli con tessiture molto fini sono diffusi gli interventi di baulatura delle superfici, che facilitano lo sgrondo delle acque superficiali. La profondità utile del suolo, limitata dalla falda o comunque dalla forte idromorfia, non scende in genere oltre il metro, i suoli sono privi di calcare, da neutri a subalcalini (anche subacidi in superficie), saturi; la tessitura è estremamente variabile, da franco-limoso-argillosa a sabbioso-franca.

Le limitazioni presenti sono costituite dal drenaggio rallentato (da mediocre a lento), cui possono aggiungersi le classiche limitazioni legate ai suoli pesanti (IISw), che comportano grande attenzione nella scelta dei tempi per le lavorazioni, nella trafficabilità limitata nei periodi piovosi, nelle asfissie che possono prodursi all'interno dell'Ap, nella freddezza del suolo che può produrre un ritardo nelle fasi iniziali di crescita delle colture, ecc. Peraltro l'attitudine dei suoli con tessiture fini alla ricezione di liquami ed altro, considerata l'alta protettività

che garantiscono alle falde, è valutabile positivamente; all'opposto le fasi più sabbiose, in cui più facilmente si rinviene la falda all'interno del suolo, presentano caratteristiche di protettività molto più scadenti.

**LF 3** - U.C. 14 - 14\* - 15 - Questo gruppo di unità cartografiche rappresenta le zone debolmente depresse (localmente in ambito di paleoalveo non incassato - 14\*) che anticamente potevano essere soggette ad inondazioni. La morfologia è più piatta di quella delle zone modali (LF 2), i depositi di origine fluviale sono tendenzialmente più fini e la falda è più prossima alla superficie; il drenaggio esterno è più difficoltoso e il reticolo idrografico più fitto.

I suoli sono mediamente evoluti poichè influenzati dalla presenza di una falda temporanea dalle ampie oscillazioni, a cui si è cercato di ovviare mediante baulatura dei terreni ed approntando canali scolanti. Indizi di ristagno idrico sono frequenti negli orizzonti profondi, in cui si ha diffusione di screziature, noduli, concrezioni carbonatiche e ferro-manganesifere.

Nella pianura cremonese centrale i suoli prevalenti sono gli Aquic Hapludalfs, caratteristici delle u.c. 14 e 14\*: la prima è diffusa da Castelvevisconti a Cella Dati, mentre la seconda è localizzata esclusivamente in una forma allungata tra Pesca-rolo e Isola Dovarese, probabile ambiente di paleoalveo che per la sua ampiezza non presenta alcuna morfologia incassata, ma che conserva le stesse quote altimetriche delle zone circostanti. Gli Aquic Hapludalfs presentano profilo a sequenza Ap-Bt-Btg-Cg, con tessiture medie (franche o franco-argillose) nel suolo ed altre più grossolane (franco-sabbioso-argillose, franco-sabbiose o sabbioso-franche) nel substrato. I sedimenti sono prevalentemente a reazione neutra, privi di calcare, il drenaggio è mediocre e le oscillazioni della falda, tipicamente presente intorno ai 130-140 cm di profondità, sono probabilmente responsabili dell'accumulo di carbonati sotto forma di concrezioni spesse e relativamente continue (i già citati "crostoni calcarei") Gli Aquic Eutrochrepts, presenti come suoli subordinati, sono caratterizzati da un profilo con sequenza di tipo Ap-Bg-Ckg con orizzonti superficiali scarsamente calcarei e moderatamente fini (tessitura franco-argillosa), sovrastanti substrati moderatamente grossolani (franco-sabbiosi). Le condizioni di idromorfia, dovute alla presenza della falda per buona parte dell'anno negli strati profondi del suolo, inducono un drenaggio generalmente lento.

L'utilizzazione di queste aree a seminativo o a prato trova limitazioni derivanti dal drenaggio non ottimale (da mediocre a lento) e dalla moderata profondità (classe di capacità d'uso IISW). L'unità cartografica 15 è simile alla precedente, ma è localizzata nella pianura cremonese orientale e casalasca, prevalentemente tra Cappella de' Picenardi, Cella Dati e Tornata; rispetto all'u.c. 14 la baulatura antropica è qui più consistente, i suoli sono tendenzialmente meno profondi e più ricchi in carbonato, limitati dal substrato più calcareo e sovente dalla falda più superficiale. Sono presenti Aquic Hapludalfs profondi, sviluppati su sedimenti calcarei di tessitura media (franco-limoso), a substrato limoso molto calcareo, a drenaggio da mediocre a lento per le oscillazioni della falda che risale fino a circa 80 cm dalla superficie, e con profilo del tipo Ap-Bt-Bg-Ckg. Si rilevano anche Aeris Ochraqualfs moderatamente profondi, calcarei, con tessiture da medie a moderatamente fini (franco-limosi e franco-limoso-argillosi), a substrato argilloso-limoso molto calcareo, il cui profilo tipo è Ap-Btg-Bk-Ckg; il drenaggio è lento per le oscillazioni della falda che giunge fino a 70 cm dalla superficie. Si rinvencono infine Aquic Eutrochrepts moderatamente profondi, poco calcarei, fini in superficie, a substrato sabbioso-franco poco calcareo che ospita la

falda, a drenaggio da mediocre a lento e a profilo Ap-Bw-Cg.

Le limitazioni d'uso sono dovute alla difficoltà di smaltimento delle acque che presuppone un'efficiente manutenzione della rete di drenaggio, e all'elevata percentuale di limo che diminuisce la lavorabilità dello strato superficiale e favorisce la formazione di incrostazioni (classe di capacità d'uso IIIsw). È inoltre richiesta particolare attenzione nelle operazioni di sistemazione e di livellamento degli appezzamenti, al fine di evitare l'affioramento in superficie dei substrati fortemente calcarei.

**LF 4 – U.C. 16** – Sul livello fondamentale sono presenti aree incise, nastriformi, ben leggibili, delimitate o meno da scarpate erosive, riferibili all'attività erosiva di piccoli corsi d'acqua generati dall'incanalarsi di flussi provenienti in prevalenza dalle risorgive o aventi funzione di colatori di vaste aree a drenaggio difficoltoso; in altri casi possono essere rami simili a canali di piena di antichi corsi d'acqua a carattere fluviale (vedi quello con direzione Mirabello Ciria-Casalbutano).

La genesi di queste forme è in parte dovuta alla presenza di un livello di base locale ribassato rispetto al livello fondamentale, e che ha agito da richiamo per le acque, fornendo loro capacità erosiva; questo è il motivo per cui le incisioni sono più marcate verso le depressioni delle valli di pianura, mèta finale dei flussi.

Data la natura nastriforme di queste delineazioni, sono state cartografate solo le più evidenti, ossia quelle aventi dimensioni tali da poter essere rappresentate in modo accettabile in una cartografia a questa scala.

Nel settore occidentale della pianura sono state riportate in carta solamente 5 delineazioni.

La granulometria dei depositi è sabbiosa; la ghiaia compare solamente ad Est di Castelleone.

Le condizioni di drenaggio sono molto variabili, legate a fattori locali; in genere sono influenzate dalla presenza o meno di lenti o livelli poco permeabili, in grado di dar luogo a falde sospese.

Il fronte di decarbonatazione all'interno dei suoli non è presente entro 1,5 m; l'unica eccezione è costituita dalla deviazione che, partendo dalla depressione del Naviglio Civico di Cremona, scende ad Acqualunga, e che presenta depositi limoso-argillosi molto calcarei.

Il grado evolutivo dei suoli è comunque elevato, anche se le profondità possono essere ridotte sia per fatti erosivi, sia per la forte idromorfia del substrato correlabile ad una falda oscillante, sia per la presenza di un substrato limoso-argilloso calcareo.

Il profilo rappresentativo è dato dalla sequenza Ap-Bt(g)-C(kg) (Aquic e Typic Hapludalfs); il suolo è saturo, subalcalino, non calcareo, ed ha tessiture franco-sabbiose e franco-sabbioso-argillose, in transizione in profondità verso termini sabbiosi (nel ramo di Acqualunga la tessitura è franco-limosa). La variabilità dei suoli ora illustrata individua comunque una capacità d'uso relativamente buona (IIsw), limitata principalmente dalla ridotta profondità e dal drenaggio, localmente mediocre o lento.

La forma infossata di queste delineazioni e la presenza di consistenti flussi idrici rappresentano fattori che devono aumentare l'attenzione nell'approccio a forme d'uso del territorio che comportino interventi distruttivi sulla morfologia o che possano alterare, in condizioni di protettività limitate, lo stato chimico delle acque superficiali e di falda.

**LF 4 – U.C. 17** – Questa unità cartografica individua i paleoalvei delle aree centro-orientali della provincia, le cui caratteristiche morfologiche sono simili a quelle descritte per l'u.c. 16. La litologia del substrato è variabile ed i terreni presentano discreti indizi evolutivi in quanto non interessati da dinamiche erosive o deposizionali recenti. La posizione ribassata rispetto alle aree contigue costituisce un richiamo preferenziale per le acque sotterranee, per cui si rinvergono pedotipi influenzati da fenomeni di idromorfia. L'unità cartografica 17 è presente con poche delineazioni nella pianura centrale, orientale e casalasca, a Nord di Olmeneta e nei pressi di Grontardo, Tornata e Casteldidone. È caratterizzata da suoli moderatamente profondi come gli Aquic Eutrochrepts, a sedimenti franchi o franco-limosi molto calcarei fin dalla superficie, a reazione subalcalina, substrato limoso, con falda periodicamente presente entro il suolo, drenaggio lento e profilo del tipo Ap-Bw-Ck(g) con orizzonte calcico molto espresso.

Dove si riscontra uno strato superficiale relativamente spesso, di colore molto scuro e ricco in sostanza organica, si è in presenza di Mollisuoli (Typic Haplaquolls); questo strato superficiale si è potuto formare per la decomposizione di residui organici in presenza di ioni bivalenti, in particolare calcio. Ha un elevato tasso di saturazione basica ed è comunque costituito prevalentemente da materiali minerali. Il regime di umidità del suolo è "aquico": persistono cioè all'interno del suolo condizioni riducenti caratterizzate dalla quasi assoluta assenza di ossigeno disciolto per la saturazione da parte della falda o della frangia capillare di risalita dell'acqua. Il profilo del suolo è indicativamente del tipo Ap-Bg-Cg, moderatamente profondo, a drenaggio lento con tessiture tendenzialmente fini su substrati più grossolani che ospitano la falda.

I terreni di questa u.c. sono utilizzati prevalentemente a prato o a seminativo, con restrizioni causate da limitazioni di spessore del suolo e di drenaggio, che le pongono nella classe IIIsw di capacità d'uso.

**LF 5 – U.C. 18** – L'approfondimento dei corsi d'acqua principali che solcano la pianura, è un processo iniziato al termine dell'ultima glaciazione, e testimoniato dalle porzioni di antichi livelli della piana fluviale terrazzati e ribassati rispetto al livello fondamentale, delimitati da scarpate erosive o da raccordi in debole pendenza. Proprio questi ultimi, geneticamente correlati al livello fondamentale della pianura, con la quale mantengono differenze di quota decisamente ridotte (da 0,5 a 2 m), costituiscono l'unità di paesaggio LF 5. Trattandosi di superfici erosive, la loro forma può essere sia pianeggiante che ondulata; le superfici più ampie sono in genere ondulate, contenendo tracce più o meno marcate dell'attività fluviale. La massima diffusione di questa unità si ha nelle valli abbandonate dal Serio (Serio morto e Serio di Grumello), mentre solo due piccole delineazioni sono riferibili all'Oglio. I suoli (Typic Hapludalfs) non si differenziano da quelli di LF 2 – u.c. 10 alla quale si rimanda, se non per una profondità a tratti leggermente inferiore, non tale comunque da modificare la classe di capacità d'uso (I). La superficie localmente ondulata ha indotto in alcuni casi ad interventi di livellamento, che hanno avuto un impatto sostanzialmente distruttivo sui suoli, peggiorandone le capacità di ritenzione sia dell'acqua sia degli elementi nutritivi. Pur essendo i suoli simili a quelli del livello fondamentale, la diversa posizione nel paesaggio, al bordo delle valli fluviali attive od abbandonate, introduce ad ambienti in cui comportamenti altrove poco dannosi per l'ambiente, possono invece avere impatti significativi.



## Valli di pianura - V

L'azione dei corsi d'acqua presenti sulla pianura divenne, in tempi olocenici, marcatamente erosiva; il dislivello necessario al movimento dell'acqua venne fornito dal sollevamento della pianura e dalle variazioni del livello di base, costituito dal livello del mare. L'erosione, rimontando lungo le aste fluviali e torrentizie, abbassò progressivamente il piano su cui divagavano i corsi d'acqua sino ai livelli attuali.

Le strutture attualmente osservabili sono separabili in attive (o riattivabili) o meno, anche se il concetto è influenzato soprattutto dalle sostanziali modificazioni prodotte dall'uomo con gli interventi di regimazione idraulica e di difesa delle piane alluvionali dalle inondazioni; la separazione interviene tra la piana alluvionale attuale dei corsi d'acqua (Sottosistema VA) e tutte le aree terrazzate comprese tra il livello della piana ed il livello fondamentale della pianura (Sottosistema VT).

La forma delle superfici è molto variabile, essendo fortemente legata alla dinamica erosivo-deposizionale dei corsi d'acqua ed alle caratteristiche geometriche delle forme erosive e dei corpi deposizionali cui questi danno luogo.

Il rapporto altimetrico tra le piane alluvionali ed il livello fondamentale della pianura muta andando dai punti di sbocco sulla pianura dei corsi d'acqua fuoriuscenti dalle vallate alpine e prealpine al mare, così come muta l'attività fluviale che ha generato le forme che contengono attualmente i fiumi. L'Oglio ed il Po, a partire da una breve porzione del loro corso, l'uno dal tratto Robecco d'Oglio-Ostiano, l'altro dal segmento Stagno Lombardo-S. Daniele Po, iniziano a mostrare una forte e poi prevalente attività deposizionale; a questo fa seguito la sostanziale scomparsa di forme erosive come le scarpate, e la presenza, nelle piane, di forme di aggradazione quali barre, dossi e argini fluviali. Il livello medio della piana alluvionale risulta poco o nulla ribassato rispetto al livello fondamentale, i cui depositi nella zona di contatto con la piana alluvionale immergono al di sotto di quest'ultima.

In questo sistema sono comprese le valli dell'Oglio, del Serio, del Po, e le valli relitte dell'Oglio (Canale dei Navigli) e del Serio (Serio morto e Serio di Grumello).

## Le alluvioni antiche terrazzate - VT (VT1 - VT2).

La forma, la sezione, la direzione dei corsi d'acqua e delle piane in equilibrio con essi, sono andate via via mutando nel corso del tempo: ciò ha comportato l'abbandono di porzioni o anche di veri e propri tratti di piana alluvionale. I settori non più soggetti all'attività fluviale, che proseguiva col tempo l'azione di abbassamento del livello delle piane stesse, venivano a trovarsi, con l'approfondimento delle piane attive, in posizione sopraelevata rispetto a queste ultime. Tutte le superfici terrazzate intermedie tra il livello fondamentale e le attuali piane alluvionali hanno questa origine, ed è indifferente che queste superfici siano costituite da piccoli terrazzi delimitati da scarpate o da veri e propri alvei abbandonati, come il Canale dei Navigli. Sono estremamente diffuse su queste superfici le tracce dell'attività fluviale, quali paleovalvei e barre, in genere riferibili ad un modello meandriforme. Il modello semplificato di questa situazione è dato da un paleoalveo ad andamento curvilineo posto alla base della scarpata erosiva che separa il terrazzo dal livello fondamentale, contenente all'interno,

verso il fiume, una zona debolmente rilevata corrispondente alla barra di meandro; non sono infrequenti tuttavia terrazzi completamente pianeggianti derivanti da superfici regolate dai depositi di decantazione (frammenti di piane inondabili).

La posizione altimetrica rispetto al livello fondamentale ed alla piana alluvionale attuale non costituisce un criterio di differenziazione, anche se appare ovvio che, in termini relativi, quanto più un terrazzo è vicino alla piana, tanto più è giovane.

Le superfici terrazzate possono avere dimensioni enormi, come nel caso delle alluvioni antiche dell'Adda.

In questi casi i modelli evolutivi delle superfici, come anche dei suoli, ripropongono in modo pressochè identico quelli presenti sul livello fondamentale: è possibile infatti individuare la prosecuzione della fascia dei fontanili, cui corrispondono situazioni pedoambientali del tutto simili a quelle della "media pianura idromorfa".

La rappresentazione e l'inquadramento delle alluvioni antiche è tuttavia semplificato, in quanto vengono sostanzialmente separate le aree ben drenate (VT1) da quelle a drenaggio difficoltoso, corrispondenti in genere alle linee di drenaggio delle acque dei fontanili o alle fasce di piede terrazzo, in cui spesso la falda freatica è posta a profondità ridotta (VT2).

La granulometria dei materiali diviene via via più fine, scendendo lungo il corso dei fiumi, anche se rispetto al livello fondamentale ne viene a mancare completamente la relativa tipica uniformità, in quanto molto spesso la presenza di forme con precise caratteristiche sedimentologiche quali barre (depositi prevalentemente grossolani) e paleoalvei (depositi prevalentemente fini), induce a forti contrasti granulometrici.

Il grado evolutivo dei suoli è generalmente elevato sui terrazzi dei vari ordini, mentre risulta più limitato nelle zone a drenaggio difficoltoso.

**VT 1 - U.C. 19 - 20** - Il principale elemento evidenziato da questa unità di paesaggio è il buon drenaggio complessivo delle superfici, morfologicamente sempre delimitate da scarpate erosive o da collegamenti in forte pendenza.

I depositi hanno granulometria più grossolana a Nord, con forte diffusione di substrati ghiaioso-sabbiosi e sabbioso-limosi con ghiaie e suoli a discreta pietrosità superficiale (u.c. 20) nel settore Dovera-Rivolta d'Adda e nei pressi di Soncino, mentre più a Sud prevalgono i substrati sabbioso-limosi con suoli privi di pietrosità superficiale (u.c. 19).

La granulometria dei depositi fluviali è legata al variare della competenza delle correnti fluviali che, oltre ad essere influenzata come detto dalla natura delle forme di deposito, tende mediamente a diminuire verso la foce, ed è questo il motivo per cui le ghiaie sono diffuse sulle superfici terrazzate più settentrionali.

Queste superfici sono generalmente molto stabili, ossia per nulla o solo limitatamente interessate da dinamiche erosivo-deposizionali recenti o attuali, consentendo in genere una buona evoluzione dei suoli, paragonabile in molti casi a quella del livello fondamentale della pianura; sono quindi molto più diffusi i suoli caratterizzati da orizzonti Bt "argillici" (Alfisuoli), prodotti dall'accumulo in profondità delle argille liscivate dagli orizzonti sovrastanti. Sono comunque presenti anche suoli meno evoluti, caratterizzati da orizzonti B "cambici", strutturati, brunificati, con una evidente dinamica dei carbonati ed una modesta alterazione dei materiali.

I pedotipi prevalenti hanno profilo Ap-Bt(g)-C(kg) (Typic e Aquic Hapludalfs); questi suoli rappresentano gran parte dell'u.c. 19, mentre nell'u.c. 20 hanno consistente diffusione anche i suoli derivati dalle decapitazioni prodotte dalle arature profonde sulle fasi sottili di questi suoli, con profilo Ap-(CB)-Ck (Alfic Udarents), ed i suoli meno evoluti con profilo Ap-Bw-C(k)g (Typic Eutrochrepts).

La profondità dei suoli è quasi sempre ridotta nell'u.c. 20, mentre lo è solo localmente nella 19; altra forte differenza tra le due unità è data dalla tessitura, da franco-sabbiosa a franco-limosa e franco-limoso-argillosa nella 19, da franco-sabbiosa a franca, con scheletro variabile ma sempre presente nella 20; il drenaggio generalmente buono, a volte diviene mediocre nell'u.c. 20, a causa della tessitura fine dei suoli. Gli Hapludalfs non sono calcarei, mentre lo sono gli Eutrochrepts e gli Udarents; la saturazione è alta.

Lo scheletro va da scarso ad abbondante nei suoli della u.c. 20, cui è correlata anche una possibile elevata pietrosità superficiale, che viene quasi a mancare sulle superfici occupate dalla u.c. 19, in cui lo scheletro è assente o scarso.

Le limitazioni presenti sono legate sostanzialmente alla profondità in genere molto ridotta (40-70 cm) nei suoli dell'u.c. 20, posti in classe IIIs di capacità d'uso; per l'u.c. 19 (classe di capacità d'uso II<sub>s</sub>) la principale limitazione è costituita dal drenaggio imperfetto, cui possono aggiungersi difficoltà di transito e di lavorazione.

**VT 2 – U.C. 21 – 22** – Queste superfici sono accomunate dal drenaggio difficoltoso; si tratta in genere di aree depresse ed allungate corrispondenti ai talweg di ampie incisioni, oppure direttamente a paleoalvei dei fiumi principali, oppure ancora, situazione dominante nelle alluvioni antiche dell'Adda, ad aree erose dai flussi delle acque provenienti dalle risorgive presenti nelle alluvioni.

Come per l'unità di paesaggio precedente, le due unità cartografiche tentano di rappresentare la variazione media delle granulometrie, da termini grossolani ghiaioso-sabbiosi ad altri più fini, che prendono il sopravvento sui primi spostandosi verso Sud e Sud-Est lungo le alluvioni.

L'evoluzione dei suoli è estremamente variabile, in quanto compaiono individui molto evoluti (Alfisuoli), associati ad altri (Inceptisuoli) in cui gli indizi di pedogenesi sono decisamente limitati, sia per l'instabilità delle superfici che ha prodotto fenomeni erosivo-deposizionali, sia per la diffusa idromorfia che ha in genere rallentato o differenziato l'evoluzione dei suoli.

I pedotipi prevalenti hanno profilo Ap-Btg-C(k)g (Aquic Hapludalfs), Ap-Bw-C(k)g (Aquic e Fluvaquentic Eutrochrepts), Ap-Bw(g)-Cg (Aeric Haplaquepts).

I suoli dell'u.c. 21 hanno profondità moderata, limitata dalla falda oscillante e dalle conseguenti condizioni di idromorfia più o meno accentuata; la loro tessitura varia da franco-sabbiosa a franco-limosa, non hanno pietrosità superficiale; sono inoltre neutri o subalcalini ed a saturazione alta.

Le modeste limitazioni presenti, di cui la più sensibile e diffusa è il drenaggio da mediocre a lento, presente nei tratti maggiormente ribassati delle linee di flusso, consentono comunque un utilizzo relativamente ampio dei suoli e delle superfici (classe di capacità d'uso II<sub>sw</sub>).

I suoli dell'u.c. 22 hanno profondità localmente anche molto ridotte (40-80 cm), essendo limitati dalla falda oscillante e dal substrato ghiaioso-sabbioso; l'Ap può comunque avere tessiture franco-limose o franco-limoso-argillose, con contenuti in scheletro variabili, ma generalmente alti in profondità; sono inoltre da neutri a subalcalini, ed a saturazione alta.

Le limitazioni legate alla ridotta profondità in particolare, ma anche al dre-

naggio, localmente lento, riducono sensibilmente le capacità d'uso di questi suoli (IIIsw).

## **Piane alluvionali - VA**

Il Sottosistema delle piane alluvionali caratterizza il tratto di bassa pianura dove i fiumi sono delimitati da arginature artificiali più o meno pronunciate, allo scopo di evitare possibili esondazioni e, ove la pianura alluvionale si allarga come nella zona orientale dell'area indagata, scorrono in prevalenza pensili, cioè rilevati, rispetto al territorio circostante. L'età dei suoli (formati su depositi olocenici recenti) è quindi legata alla frequenza delle alluvioni, che era elevata fino a quando i fiumi furono definitivamente imbrigliati entro potenti arginature. Il tempo ha quindi favorito l'evoluzione dei suoli posti nelle aree altimetricamente più indisturbate, mentre la morfologia del territorio ha condizionato la selezione granulometrica dei sedimenti e ha regolato l'idrografia e il drenaggio, favorendo processi ossidativi nelle parti più rilevate e processi riduttivi nelle zone più depresse. In prossimità delle aree più rilevate (dossi) e indisturbate, il tempo, la favorevole posizione morfologica e la buona permeabilità dei sedimenti hanno favorito la decarbonatazione degli orizzonti superficiali e la formazione di orizzonti di alterazione all'interno del profilo pedologico. Nell'ambito delle aree piane o lievemente depresse, i fenomeni di ristagno idrico all'interno del profilo hanno invece determinato la presenza di suoli idromorfi e poco evoluti; nelle aree marcatamente depresse, con accentuate condizioni di idromorfia spesso associate alla presenza di sedimenti fini, si rinvengono suoli decisamente idromorfi e localmente con caratteristiche vertiche (crepacciature superficiali durante la stagione estiva e rigonfiamenti nel periodo umido) dovute all'elevato tenore in argille espandibili dei depositi. Nelle aree golenali infine, il periodico apporto di sedimenti non ha permesso lo sviluppo di orizzonti genetici all'interno del profilo pedologico, che si presenta quindi poco differenziato e con strati non decarbonatati e poco alterati.

Il Sottosistema VA compare sia nelle aree a prevalente deposizione, ora descritte, sia nelle aree ad erosione prevalente, e che in conseguenza di ciò sono dotate di grande evidenza morfologica approfondendosi nel livello fondamentale: Serio e Adda ricadono solo in quest'ultima tipologia, mentre il Po e l'Oglio la presentano nel tratto più a monte del loro corso (vedi introduzione al Sistema V).

È relativamente facile distinguere i tratti di valle in cui il corso è incassato e delimitato da scarpate erosive, per la presenza dell'associazione del Sottosistema VT con l'unità VA 8; la combinazione delle unità VA 1, VA 3, VA 4 e VA 5 individua invece la piana a deposito prevalente; le unità VA 6, VA 7 e VA 9 possono essere presenti in entrambe le situazioni.

**VA 1 - U.C. 23 - 23\*** - Queste unità sono localizzate quasi esclusivamente nella parte più meridionale della pianura alluvionale padana, da Gerre de' Caprioli fino a Rivarolo del Re e Quattro Case (Comune di Casalmaggiore), ad eccezione di una piccola delineazione posta nei pressi di Drizzona, nella piana fluviale dell'Oglio. Comprendono superfici generalmente allungate, di poco rilevate sulle aree limitrofe (dossi) e riconducibili a depositi di argine naturale o di barre di meandro di antichi percorsi fluviali; sono diffuse nelle piane alluvionali a meandri o dove prevalgono i processi di tracimazione per la presenza di alvei pensili.

Per la loro favorevole posizione altimetrica, idonea a non interferire con le eventuali falde presenti in profondità e al riparo da rischi di inondazione e di impaludamento (u.c. 23), sono da sempre state preferite per la costruzione degli insediamenti abitativi e delle vie di comunicazione. Sono caratterizzate da sedimenti a granulometria più grossolana (sabbiosa o sabbioso-limosa) rispetto a quelli delle aree adiacenti. La relativamente giovane età dei sedimenti non ha permesso un'evoluzione marcata dei suoli, ma in corrispondenza dei dossi più rilevati e al riparo dalle inondazioni, si osservano indizi di alterazione, quali una parziale decarbonatazione degli orizzonti superficiali, una più marcata incorporazione della sostanza organica e una relativa strutturazione degli aggregati. Il drenaggio buono, la profondità e la discreta permeabilità del suolo, l'ottima aerazione e l'assenza di particolari limitazioni d'uso, permettono un utilizzo del territorio a seminativo e, localmente, a frutteto e vigneto (classe di capacità d'uso I).

I suoli dominanti, Fluventic Eutrochrepts a sequenza Ap-Bw-C(g), si presentano profondi, a substrato generalmente limoso-sabbioso molto calcareo, a drenaggio buono, con orizzonti coltivati subalcalini, moderatamente calcarei e a tessitura franca o franco-limosa.

Nelle aree di barra di meandro (u.c. 23\*), più recenti delle precedenti, localizzate prevalentemente tra Cremona e Torricella del Pizzo, la morfologia è più ondulata, i suoli (Typic Udifluvents a sequenza Ap-AC-C) sono meno profondi, subalcalini, grossolani e calcarei fin dalla superficie, limitati dal substrato sabbioso, a drenaggio moderatamente rapido. Queste caratteristiche li pongono in una classe di capacità d'uso meno favorevole (IIIs). Si rilevano infine anche Typic Udipsamments profondi, a profilo Ap-C, moderatamente grossolani in superficie e sabbiosi in profondità, a drenaggio buono ma con scarsa capacità di ritenzione idrica. In questi ultimi casi sono quindi spesso necessari frequenti interventi irrigui durante il periodo estivo.

**VA 3 – U.C. 24 – 24\*** – È l'unità di paesaggio che rappresenta le aree subpianegianti modali della piana alluvionale; sono localmente baulate per l'intervento antropico, poste in posizione intermedia tra i dossi e le depressioni o di raccordo tra le superfici alluvionali più recenti ed il livello fondamentale della pianura. In particolare una larga fascia di territorio compreso approssimativamente tra Selvatiche (Bonemerse) e Castelponzone (Scandolara R.) è costituita da superfici originatesi per sovralluvionamento del l.f.d.p., che ha annullato la scarpata erosiva un tempo esistente al limite con la piana del Po. I suoli sono da profondi a molto profondi e i sedimenti sono in prevalenza medio-fini (limosi), con tendenza alle tessiture più grossolane in prossimità dei dossi fluviali e a quelle più fini presso le aree più ribassate.

L'unità cartografica 24 è presente nelle zone più meridionali della provincia, da Stagno Lombardo fino a Rivarolo del Re e Casalbellotto, mentre la 24\* è diffusa lungo l'Oglio tra Isola Dovarese e Calvatone.

Tra i suoli tipici troviamo i Fluventic Eutrochrepts profondi, da moderatamente grossolani a medi (franco-sabbiosi e franchi), scarsamente calcarei, a reazione neutra o subalcalina, a profilo Ap-Bw-C che talora evidenzia una sequenza di successivi eventi deposizionali, a substrato sabbioso e drenaggio buono. Coesistono i Fluvaquentic Eutrochrepts moderatamente profondi, a tessitura franca o franco-limosa, calcarei, a reazione subalcalina, a profilo Ap-Bw-C(g)k, a substrato limoso-sabbioso e drenaggio mediocre per la presenza della falda. La classe prevalente di capacità d'uso di queste aree è la IIsw.

Si rilevano infine, nelle zone più ribassate, i Vertic Eutrochrepts, profondi, a

tessitura fine (limosa e limoso-argillosa) e scarsamente calcarei, a reazione subalcalina, a profilo Ap-B(g)-Cg, a substrato grossolano (da franco-sabbioso a sabbioso) e drenaggio da lento a mediocre per la presenza della falda. La loro caratteristica dominante è la formazione di crepacciature nei periodi siccitosi, dovuta all'elevato contenuto di argille espandibili. I caratteri fisici di questi suoli (elevata adesività e plasticità, bassa permeabilità e tendenza a fessurare) rendono difficili le lavorazioni agricole, che vanno eseguite in condizioni di tempera e riducono la scelta delle colture. Le aree più recenti (24\*) e prossime all'Oglio presentano una maggior vulnerabilità ambientale.

**VA 4 – U.C. 25 – 25\*** – Sono state inserite in questa unità di paesaggio le superfici più ribassate della piana alluvionale, che nella piana del Po (25) sono distanti dal corso d'acqua attuale. Rappresentano antiche aree depresse in cui, nel corso di passate alluvioni, le acque hanno potuto rimanere per più tempo depositando i sedimenti più fini trasportati in sospensione durante l'evento di piena. La morfologia è piatta ed il territorio è caratterizzato da grande regolarità degli appezzamenti e da una fitta rete di canali di scolo per facilitare il difficoltoso drenaggio esterno delle acque. La granulometria dei depositi è argillosa o limosa e in prevalenza di natura calcarea. L'evoluzione dei suoli è condizionata dalla giovane età dei depositi e dalla tessitura molto fine, responsabile di movimenti vertici (crepacciature estive e rigonfiamenti durante i periodi umidi, con incorporazione profonda della sostanza organica). Il drenaggio interno è generalmente lento, condizionato dalla tessitura dei sedimenti scarsamente permeabili e dalla presenza della falda a scarsa profondità. Questa realtà territoriale coincide con l'unità cartografica 25 nella fascia più meridionale della provincia, tra Stagno Lombardo ed il confine mantovano, e con l'u.c. 25\* lungo la piana alluvionale recente dell'Oglio tra Isola Dovarese e Calvatone, e del Po a Cremona.

I Vertic Eutrochrepts (Foto 11) presenti sono suoli da profondi a moderatamente profondi, fini (franco-limoso-argillosi) e moderatamente calcarei, a reazione subalcalina, a profilo Ap-Bw-(Bg)-Cg, a substrato argilloso o limoso-argilloso e drenaggio da lento a mediocre per la presenza della falda che risale per capillarità all'interno degli strati mediani del suolo.

Nelle zone particolarmente depresse, dalla morfologia talvolta chiusa e sub-circolare (Casalasco), si trovano Vertisuoli (Entic Chromusterts): in essi i fenomeni vertici sono ancora più esaltati, le fessurazioni estive sono ampie e profonde ed è più evidente il ciclico rimescolamento dei vari orizzonti all'interno del profilo. Il suolo, a profilo Ap-ACg-Cg, è profondo, a drenaggio lento e interessato dalle oscillazioni della falda. La tessitura è argillosa o argilloso-limosa, il contenuto in carbonati è scarso e la reazione è subalcalina.

La tessitura fine e le prolungate condizioni di idromorfia condizionano fortemente la lavorabilità dei suoli e la scelta dei periodi utili per le normali pratiche agronomiche (classe di capacità d'uso IIIsw); si segnalano frequentemente danni ai manufatti ed alle radici arboree ed è necessaria una gestione molto accurata per mantenere sufficienti condizioni di praticabilità e produttività. Le aree più recenti e prossime all'Oglio (25\*) presentano una maggior vulnerabilità ambientale.

**VA 5 – U.C. 26** – Comprende prevalentemente le “golene protette”, cioè le aree difese dalle esondazioni e poste tra l'argine golenale e l'argine maestro, che possono comunque venire inondate in occasione di piene straordinarie. I substrati sono costituiti da sedimenti di varia granulometria (sabbie, sabbie limose e limi

sabbiosi) in funzione dell'energia di trasporto della corrente fluviale. Il drenaggio risente delle forti fluttuazioni della frangia capillare alimentata dalle portate del fiume, ma i terreni sono comunque dotati di sufficiente permeabilità. I suoli sono poco evoluti, trattandosi di depositi alluvionali molto recenti e ancora soggetti a nuovi apporti in occasione di eventi di piena eccezionali. L'unità cartografica 26, che corrisponde all'unità di paesaggio VA 5, si sviluppa in ampie delimitazioni esclusivamente lungo il corso del fiume Po da Spinadesco a Casalmaggiore. La morfologia è piatta o lievemente ondulata, i suoli sono moderatamente profondi, limitati dal substrato generalmente grossolano, a tessitura da media a moderatamente grossolana, calcarei, tendenzialmente alcalini e a drenaggio da buono a rapido.

Si rinvencono Typic ed Aquic Udifluvents, a sequenza Ap-AC-C-Cg, subalcalini, a drenaggio localmente mediocre o lento e spesso caratterizzati dall'alternanza di strati limosi e sabbiosi, a causa della successione di diversi apporti alluvionali. Nelle aree in cui i sedimenti sono decisamente grossolani fin dalla superficie, il suolo rappresentativo è il Typic Udipsamment, a tessitura sabbiosa.

In questi particolari ambiti territoriali l'agricoltura è comunque condotta in maniera intensiva, ed affianca alle consuete colture erbacee quella industriale del pioppeto.

La gestione di questi terreni, dotati di media fertilità chimico-fisica, deve tener conto principalmente del rischio di inondazione che può quindi incidere sulle scelte di investimenti fondiari e colturali (classe di capacità d'uso IIIs). Per questi motivi tali aree possono essere privilegiate in interventi di estensivazione.

**VA 6 – U.C. 27** – Sono inserite in questa unità di paesaggio le isole fluviali e le golene aperte, ovvero le zone comprese fra il primo argine golenale e l'alveo attivo dei fiumi: sono quindi superfici inondabili nei periodi di piena ordinaria. I suoli, poco evoluti e calcarei, hanno tessitura generalmente grossolana; il drenaggio è conseguentemente da rapido a buono, anche se localmente è presente una falda di subalveo che induce temporanei fenomeni di idromorfia e assottiglia il franco di coltivazione e lo spessore del suolo, che in condizioni normali è profondo. Nel profilo pedologico sono spesso evidenti le stratificazioni di diversi depositi, corrispondenti a differenti episodi alluvionali.

L'unità cartografica 27 è quindi presente lungo le aste fluviali dei principali fiumi (Adda, Oglio e Po): nei tratti più settentrionali risulta altimetricamente depressa rispetto all'unità VA 8, mentre più a Sud, dove prevale l'attività deposizionale, corrisponde alle golene aperte.

Le caratteristiche granulometriche sono molto variabili, essendo funzione della posizione delle diverse delimitazioni rispetto all'attività erosiva o deposizionale del corso d'acqua, che trasporta e sedimenta materiali differenti (ghiaie nelle zone del medio corso dei fiumi Adda e Oglio, e sabbie in quelle più distali degli stessi fiumi e nelle golene e nelle isole del Po).

I principali pedotipi riscontrabili in questa u.c. sono i Typic e gli Aquic Udifluvents e i Typic Udipsamments (profilo Ap-AC-C). Per la loro eterogenea distribuzione geografica nel territorio provinciale, essi presentano caratteristiche chimico-fisiche molto variabili.

Nelle delimitazioni più a Nord i suoli sono caratterizzati da una ridotta profondità; la principale limitazione è legata al substrato fortemente idromorfo e subordinatamente ghiaioso-sabbioso.

La tessitura varia da franco-sabbiosa a franco-limoso-argillosa e il drenaggio è fortemente condizionato dalla tessitura e dalla falda di subalveo. La reazione è

subalcalina o alcalina, ed i suoli generalmente calcarei.

Nelle delineazioni afferenti al basso corso del fiume Oglio e in quelle del fiume Po, i suoli sono moderatamente profondi, limitati dal substrato sabbioso e interessato, nei periodi di piena, da una falda temporanea di subalveo, a tessitura da media a grossolana, da subalcalini ad alcalini, calcarei, a drenaggio da buono a moderatamente rapido.

L'elevato rischio di inondazione e la scarsa capacità di ritenuta idrica conferiscono a queste aree un'elevata vulnerabilità idrogeologica; questi fattori, uniti alla bassa attitudine colturale di queste zone, sconsigliano un uso agricolo intensivo (classe di capacità d'uso Vw), a favore dell'utilizzo finalizzato alla conservazione dell'ambiente naturale. Le condizioni ambientali favoriscono infatti l'instaurarsi di vegetazione naturale spontanea, idrofila di ripa e di greto, in grado di ospitare diverse specie di fauna stanziale e migratoria. Un'ulteriore alternativa è rappresentata da possibili interventi di rinaturalizzazione mediante la messa a dimora di specie forestali idonee al particolare habitat edafico.

Dove queste zone sono coltivate, l'investimento prevalente è il pioppeto.

**VA 7 – U.C. 28** – Sono qui comprese le superfici nastriformi corrispondenti ad antichi percorsi fluviali sovradimensionati rispetto ai corsi d'acqua che vi scorrono attualmente; appaiono morfologicamente infossate, spesso mal drenate e localmente inondabili. È un'unità diffusa presso i bassi corsi fluviali: nelle aree a meandri corrisponde a canali abbandonati, mentre nelle piane di tracimazione coincide con quegli alvei che divagavano per la pianura prima del completamento del sistema di arginature che attualmente ne regolano il corso. L'evoluzione dei suoli risente dell'instabilità delle superfici interessate da dinamiche deposizionali recenti, della presenza costante della falda di subalveo, della freschezza dei depositi e dell'idromorfia accentuata e diffusa. Quest'ultima può localmente comportare la presenza di materiale organico poco decomposto, frammisto a sedimenti minerali fini.

L'unità cartografica 28 compare in strette delineazioni presso Ostiano, a Sud-Est di Gabbioneta, presso Calvatone, Spineda, Martignana Po, Gussola, Scandola Ravara e tra Gerra Bassa e Cremona.

Uno dei pedotipi prevalenti all'interno di questa u.c. è l'Aquic Udifluent, con profilo Ap-AC-Cg: il substrato è sabbioso grossolano calcareo e su di esso poggiano orizzonti calcarei più fini (franchi o franco-limosi). Il suolo è poco profondo, limitato dal substrato che generalmente ospita la falda, il drenaggio è da mediocre a lento, la reazione subalcalina ed il tenore in carbonati elevato. A questo pedotipo si affiancano i Typic Fluvaquents a tessitura più fine (franco-argillosa o franco-limoso-argillosa) in tutti gli orizzonti dalla superficie al substrato, profondi, calcarei, a drenaggio lento o molto lento e a profilo Ap-Cg.

I terreni presentano notevoli difficoltà di smaltimento delle acque, per cui occorre mantenere efficiente la rete di drenaggio; la presenza della falda rende inoltre tali suoli particolarmente esposti al rischio di inquinamento.

Le condizioni ambientali sconsigliano l'uso agricolo di tali aree, che si prestano ad interventi di rinaturalizzazione; sono comunque attualmente utilizzate a seminativo, prato e pioppeto; se non bonificate, sono sede di vegetazione naturale igrofila.

La limitazione più grave presente in quest'unità cartografica è l'idromorfia permanente, che la pone nella classe di capacità d'uso Ivw.

**VA 8 – U.C. 29** – Le zone in cui le valli di pianura risultano effettivamente depres-



se rispetto al livello fondamentale, separate da questo per mezzo di scarpate erosive più o meno ampie, presentano un "fondovalle" costituito da un ampio livello subpianeggiante o debolmente ondulato per la presenza di tracce della morfologia fluviale (paleoalvei e barre). Generalmente il fiume risulta depresso di alcuni metri, e questo dislivello è assorbito da altre superfici, di origine medio-recente e di dimensioni molto più ridotte, delimitate da brevi scarpate erosive.

La piana alluvionale può avere dimensioni trasversali molto consistenti, come appare ad esempio per l'Adda a Moscazzano o Montodine e per l'Oglio da Genivolta a Castelvisconti; la superficie è generalmente caratterizzata da una debole pendenza perpendicolare al corso d'acqua, che rende leggermente più stabili le aree più lontane dal fiume, il che si traduce in un rischio di inondabilità della superficie decisamente più basso, con riflessi anche sul grado evolutivo dei suoli presenti.

I depositi presentano granulometrie molto variabili, anche se, come già segnalato per il Sottosistema VT, esiste un progressivo passaggio dai termini ghiaioso-sabbiosi, prevalenti in corrispondenza dei tratti Nord delle aste fluviali, a termini limoso-sabbiosi scendendo verso la foce. In Oglio la ghiaia scende sino all'altezza di Castelvisconti-Bordolano, mentre più oltre la sua comparsa è occasionale e minoritaria; in Adda la diminuzione è evidente nel tratto a Sud di Montodine; lungo il Serio la ghiaia è distribuita in modo decisamente alterno a valle di Crema, mentre più a Nord è prevalente.

I suoli presentano segni di evoluzione nella brunificazione, nella traslocazione per dissoluzione e successiva rideposizione dei carbonati dagli orizzonti superficiali a quelli profondi, e nella strutturazione di questi ultimi.

In Adda sono comuni suoli con accumuli di sostanza organica per incorporazione profonda della stessa, da cui derivano colorazioni bruno-scure; gli orizzonti superficiali possono divenire nerastri e presentarsi soffici, con contenuti decisamente alti in sostanza organica (epipedon mollici), che si accumula a causa del rallentamento della sua demolizione, indotto in genere da idromorfia del suolo stesso.

I suoli presentano profondità ridotte, con limitazioni all'approfondimento radicale, legate alla presenza del substrato ghiaioso-sabbioso o sabbioso grossolano, in Oglio e Serio fortemente calcareo, o alla presenza di una falda freatica poco profonda; il contenuto in scheletro è variabile e la tessitura prevalente è franca o franco-sabbiosa; i suoli sono generalmente calcarei (da moderatamente a non calcarei in Adda), da subacidi (Adda) a subalcalini; le condizioni di drenaggio sono generalmente mediocri, ma con vaste aree, in genere corrispondenti a paleoalvei, a drenaggio lento.

I pedotipi prevalenti hanno profilo Ap-Bw-C(k)g (Fluventic e Fluvaquentic Eutrochrepts, nelle aree a substrato grossolano Aquic Eutrochrepts); profilo simile hanno i suoli ad epipedon mollico (Fluvaquentic Hapludolls).

Sono meno diffusi i suoli con condizioni di idromorfia più pesanti, a profilo Ap-Bg-Cg (Aeric e Typic Haplaquepts), e quelli meglio drenati, posti in genere nelle zone di barra leggermente rilevate, a profilo Ap-Bw-C(k) (Typic e Fluventic Eutrochrepts).

Le limitazioni all'approfondimento radicale, causate soprattutto da substrati grossolani e idromorfi (per la presenza di falde poco profonde), deprimono la capacità d'uso del suolo (IIIsw). Dal punto di vista ambientale queste superfici presentano una notevole criticità per lo stretto rapporto esistente tra la falda freatica ed il fiume, cosa che vale anche per le acque di superficie.

**VA 8 – U.C. 30** – Queste superfici coincidono con la stretta piana del corso attuale del fiume Serio, la cui parte distale risulta incassata rispetto alle aree comprese nell'u.c. 29. Pur valendo per queste superfici quanto detto per le altre aree appartenenti a VA 8, in questo caso i suoli prevalenti mostrano un grado evolutivo ridotto, se non totalmente assente, risultando sostanzialmente privi di orizzonti diagnostici (Entisuoli); è possibile che a produrre questa situazione concorra, almeno in parte, la presenza di suoli moderatamente evoluti (Inceptisuoli) ma sottili, i cui orizzonti d'alterazione sono stati distrutti dalle lavorazioni; un'altra causa potrebbe essere di ordine ambientale, legata cioè alla ridotta dimensione trasversale della valle, tale da rendere molto difficile la stabilizzazione delle superfici. Il profilo dei suoli dominanti è Ap-C-Cg (Typic e Aquic Udi-fluents); buona diffusione hanno anche suoli a profilo Ap-Bw-C(k)g (Typic e Aquic Eutrochrepts).

La principale limitazione d'uso è legata alla ridotta profondità, limitata dal substrato ghiaioso-sabbioso (III<sub>s</sub>).

**VA 8 – U.C. 31** – In questa unità cartografica di bassa pianura, talvolta in ambito distale di golena protetta, connessa ad un regime idrografico a canali sinuosi o rettilinei, i suoli sono generalmente più profondi e a tessitura più equilibrata rispetto alle u.c. 29 e 30, ma a drenaggio talvolta imperfetto.

Queste aree sono diffuse lungo la valle alluvionale del fiume Po, e in parte dell'Adda, da Pizzighettone a Gussola. Al loro interno si rilevano Typic ed Aquic Udifluents. Il recente apporto di sedimenti ha influito sulla loro genesi ed evoluzione: questi suoli, pur essendo profondi, manifestano infatti uno scarso sviluppo di orizzonti genetici (la sequenza del profilo è del tipo Ap-AC-C) (Foto 12). Nelle aree da più tempo affrancate dall'attività fluviale si rinvengono dei Fluventic Eutrochrepts, caratterizzati da un orizzonte d'alterazione, a profilo Ap-Bw-C. I suoli sono calcarei, da subcalcini ad alcalini, a granulometria da limosa a sabbioso-limosa, la lisciviazione dei carbonati all'interno del profilo è scarsa e l'andamento del carbonio organico è irregolare. Il drenaggio è generalmente buono, ma localmente può essere mediocre o rapido. Attualmente l'uso prevalente è il seminativo.

Le principali limitazioni d'uso sono costituite dalla profondità non sempre ottimale (substrato sabbioso) e dal drenaggio talvolta rapido o mediocre (classe di capacità d'uso IIS).

**VA 9 – U.C. 32** – Non tutte le aree di paleoalveo vengono interrite dai sedimenti di decantazione o di deposito dei flussi idrici dotati di energia sempre minore che lo percorrono; se l'abbandono di un canale è repentino, esso si trasforma in una lanca in cui andranno accumulandosi materiali organici, sino a dar luogo ad un deposito torboso.

Buona parte di queste superfici sono state bonificate sia per drenaggio che per colmatatura; la ricopertura in alcuni casi è antropica, ma può avere origine naturale, derivando da alluvioni fini di copertura della sequenza deposizionale. La morfologia è depressa e meandriforme.

Le delimitazioni di questa u.c. sono concentrate nella zona di Crotta d'Adda, Pizzighettone ed Acquanegra Cremonese; un'altra è cartografata di fronte ad Ostiano.

Il drenaggio è decisamente problematico (da lento a molto lento), con presenza di falde nel suolo a pochi decimetri di profondità.

I suoli sono Thapto-Histic Fluvaquents con profilo a sequenza Ap-Cg-O, o degli

Haplaquolls Ap(g)-Cg, ed hanno profondità limitata sia dagli orizzonti torbosi sepolti che dalla falda. La tessitura è media o moderatamente fine (franca, franco-argillosa), sono subalcalini o alcalini e calcarei.

Le limitazioni all'utilizzo agricolo sono riferibili al drenaggio rallentato con possibile asfissia radicale delle colture (cui consegue la classe di capacità d'uso IVw) ed alla problematica lavorabilità e trafficabilità delle superfici, che in condizione di forte inumidimento sostengono con difficoltà i mezzi agricoli.

Qualora nell'ambito dell'attività dei parchi fluviali si volessero perseguire obiettivi di valorizzazione delle caratteristiche ambientali, queste aree sono sicuramente tra le prime da candidare a possibili interventi di rinaturalizzazione.

---

## BIBLIOGRAFIA

1. **Andreoli L., Buffa S., Galassi L., Marini G., Rasio R., Tartaglia P.** (1989): *Unità di paesaggio e capacità d'uso del territorio provinciale di Mantova, progetto finalizzato I.P.R.A. area 2.4*, Amm. Prov. Mantova, Mantova.
2. **Anfossi G., Gelati R. et alii** (1967): *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, F° 60 "Piacenza"*. Roma.
3. **Bassi G., Casati E.** (1988): *Contributo allo studio geomorfologico del pianalto pleistocenico di Romanengo* (Cremona). Pianura n° 2, pp 57-64, Cremona.
4. **Boni A., Cassinis G., Venzo S.** (1970): *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, F° 47 "Brescia"*. Ercolano (Napoli).
5. **Casati E., Previtali F., Olivieri M.** (1987): *Caratteristiche paleopedogenetiche dei suoli del pianalto pleistocenico di Romanengo* (Cremona). *Il fragipan e la petroplintite*. Pianura n° 1, pp 7-42, Cremona.
6. **Cremonini Bianchi M.** (1990): *Un antico percorso fluviale della pianura cremonese: la "Valle dei Navigli"*. Pianura n° 3, pp. 55-68, Cremona.
7. **Desio A.** (1965): *I rilievi isolati della pianura lombarda ed i movimenti tettonici del Quaternario*. Rend. Ist. Lomb. Sc. Lett. Arti, sez. A, vol. IC (4), pp 881-894.
8. **Desio A., Comizzoli G., Gelati R., Passeri L.D.** (1969): *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, F° 45 e 46, "Milano" e "Treviglio"*. Ercolano (Napoli).
9. **ERSAL** (1988): *I suoli della bassa pianura bresciana tra i fiumi Mella e Chiese*. (di Grossi G., Scalone N., Zanoni R.), progetto Carta Pedologica in scala 1:50.000, Milano (SSR 1).
10. **ERSAL** (1990): *I suoli dell'Isola Bergamasca*. (di Bonalumi G., Roncalli W., Vitali G.), progetto Carta Pedologica in scala 1:50.000, Milano (SSR 3).
11. **ERSAL** (1991): *I suoli della pianura ostigliese*. (di Andreoli L., Buffa S., Marini G., Tartaglia P.), progetto Carta Pedologica in scala 1:50.000, Milano (SSR 6).
12. **ERSAL** (1992): *I suoli del Casalasco*. (di Andreoli L., Buffa S., Marini G., Tartaglia P.), progetto Carta Pedologica in scala 1:50.000, Milano (SSR 9).
13. **ERSAL** (1993): *I suoli della pianura bresciana centrale*. (sez. A di Ancarani L., Laruccia N., Pelle S., sez. B di Marini G., Minelli R.), progetto Carta Pedologica in scala 1:50.000, Milano (SSR 13).
14. **ERSAL - Provincia di Cremona** (1993). *Indagine pedologica di semidettaglio finalizzata all'utilizzazione agronomica dei liquami zootecnici nel territorio comunale di Offanengo (CR)*, aggiornamenti di agrometeorologia e pedologia, Milano.

15. **ERSAL** (in stampa): *I suoli della pianura trevigliese*. (di Bonalumi G., Roncalli W., Vitali G.), progetto Carta Pedologica in scala 1:50.000, Milano.
16. **ERSAL** (1991): *Carta delle unità pedopaesaggistiche della provincia di Cremona*, in scala 1:100.000. a cura di Grossi G., Minelli R., Tartaglia P., Zanoni R. (inedita).
17. **ERSAL** (1994): *Cartografia pedopaesaggistica della pianura lombarda orientale (sinistra Adda)*, in scala 1: 100.000 e Carta della capacità d'uso dei suoli, in scala 1: 250.000 (di Bonalumi G., Minelli R., Roncalli W., Vitali G.), (inedite).
18. **ERSAL** (1997): *I suoli della pianura cremonese centro-orientale*. (di Joannas G., Tartaglia P.) progetto Carta Pedologica in scala 1:50.000, Milano.
19. **Ferrari V., Uberti E.** (1979): *I fontanili del territorio cremasco*. Crema.
20. **Grossi G., Minelli R., Zanoni R.** (1988): *Carta di sintesi delle unità di paesaggio territoriali della pianura bresciana*. Amm. Prov. di Brescia (inedita)
21. **Marchetti M.** (1992): *Geomorfologia ed evoluzione recente della pianura padana centrale a nord del fiume Po*. Tesi di dottorato, Università degli Studi di Milano, sez. di Geologia e Paleontologia, Milano (inedita).
22. **Minelli R.** (1995): *Geomorfologia e pedologia della pianura centrale bresciana; in "Manerbio, storia ed archeologia di un comune della bassa bresciana"*, Museo civico di Manerbio (BS).
23. **Minelli R., Zanoni R.** (1992): *I paleosuoli dei dossi di Soncino (Cremona)*. Pianura n° 4 pag. 82-95 – Cremona.
24. **Passeri L.D.** (1966): *Antichi alvei del fiume Serio a sud di Crema*. Rend. Ist. Lomb. Sc. Lett. Arti, vol. 100 (4), pp 1148-1157.
25. **Petrucci F., Tagliavini S.** (1969): *Note illustrative della carta geologica d'Italia, F° 61 "Cremona"*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
26. **Provincia di Cremona – Assessorato all'Ecologia:** *"Idrografia della Provincia di Cremona"* a cura di G. Bassi, Prismastudio, Cremona, 1985.
27. **Servizio Geologico d'Italia** (1970): *Carta geologica d'Italia, F° 61 "Cremona"*, Roma.
28. **Servizio Geologico d'Italia** (1938): *Carta geologica d'Italia, F° 62 "Mantova"*, Roma.
29. **Servizio Geologico d'Italia** (1966): *Carta geologica d'Italia, F° 46 "Treviglio"*, Roma.
30. **Servizio Geologico d'Italia** (1967): *Carta geologica d'Italia, F° 60 "Piacenza"*, Roma.
31. **Servizio Geologico d'Italia** (1970): *Carta geologica d'Italia, F° 47 "Brescia"*, Roma.
32. **Soil Survey Staff – U.S.D.A.:** *Tassonomia del suolo* (1975), ediz. italiana a cura di C. Giovagnotti, Edagricole, Bologna, 1980.
33. **Soil Survey Staff – U.S.D.A.:** *Keys to Soil Taxonomy*, Cornell Univ., Ithaca, N.Y., 1990

## 5) APPLICAZIONI DELL'INDAGINE

### 5.1) LA PIANIFICAZIONE ALLA SCALA REGIONALE

(Stefano Brenna)

I diversi comparti che costituiscono il sistema sociale, economico e produttivo sono sempre più integrati ed interdipendenti; ciò causa un aumento della pressione esercitata sui processi che regolano le decisioni in merito alla destinazione d'uso del territorio e delle risorse naturali.

Anche nella tradizionale cultura urbanistica e pianificatoria si sta pertanto facendo strada la consapevolezza che la traduzione di un programma di intervento nel progetto necessario alla sua realizzazione, necessita di un adeguato supporto conoscitivo sullo stato, le proprietà e le potenzialità delle risorse messe in gioco.

Peraltro il territorio è una matrice complessa, frutto e luogo di interazione di molteplici componenti, fra i quali di primaria importanza è il suolo, punto di incontro e di fusione degli ecosistemi naturali ed agrari.

Le risorse pedologiche, infatti, sono l'interfaccia tra l'uomo e il pianeta, sopportano l'impatto di gran parte delle attività antropiche, sono l'origine della nostra alimentazione e il sistema depurante dei nostri rifiuti, il loro comportamento influenza profondamente numerose dinamiche ambientali, prima tra tutte la degradazione delle falde idriche e delle acque superficiali.

Le applicazioni pratiche della pedologia possono così riguardare campi diversi, quali la gestione del territorio, l'agronomia, la selvicoltura; meno conosciute, ma sempre più frequenti, sono poi le applicazioni che concernono la pianificazione urbanistica, la valutazione di impatto ambientale di grandi opere o di tracciati stradali o ferroviari, la conservazione dell'ambiente naturale e la difesa dall'inquinamento, la definizione di politiche e programmi di intervento per le aree rurali periurbane.

D'altra parte, nei procedimenti di valutazione del territorio la conoscenza dell'organizzazione spaziale dei suoli necessita di essere funzionale al tipo di scelte e di interventi propri del livello decisionale che pianifica la gestione delle risorse territoriali (regionale e sovraregionale, provinciale, comunale).

Esiste infatti una relazione tra scala, densità informativa e obiettivi pianificatori prospettati, che ha riflessi anche sui costi e i tempi di realizzazione degli inventari pedologici.

Si tratta, in sintesi, di identificare la scala spaziale e, implicitamente, il livello di indagine più idonei ad analizzare la distribuzione e i modelli di funzionamento dei suoli, in dipendenza del tipo di azione progettuale da studiare; la scala spaziale considerata deve fornire una conoscenza del livello di organizzazione tridimensionale della copertura pedologica corrispondente al dettaglio e all'articolazione delle scelte da effettuare.

In modo più grossolano si potrebbe affermare che la scala più adatta è quella che consente di tenere contemporaneamente sotto osservazione, rendendo così più agevole la comprensione delle relazioni tra struttura e funzioni ecosistemiche dei suoli, l'intero ambito territoriale che si è chiamati a pianificare.

Di grande importanza risulta quindi il confronto tra scala della cartografia pedologica utilizzata e contenuto informativo della medesima; se, infatti, da un lato ci sono limiti alla possibilità di ingrandire a scale maggiori indagini poco

approfondite, d'altra parte per i livelli decisionali più elevati e generali informazioni troppo dettagliate possono risultare poco efficaci, lente e difficoltose da gestire, oltre che eccessivamente costose.

Un valido esempio di questo approccio viene dall'Olanda ove, dopo diversi anni, a valle di una copertura sistematica di tutto il territorio a scala 1:50.000, è stata allestita una Carta Pedologica a scala 1:250.000.

Il livello regionale si identifica in sostanza con la redazione di strumenti sintetici, in scale che vanno orientativamente da 1:100.000 a 1:250.000. La pianificazione a questa scala ha infatti normalmente l'obiettivo di definire un quadro generale di interventi, di proporre linee ed orientamenti di massima allo sviluppo economico del territorio, di identificare priorità e "aree problema" su larga scala, di consentire la realizzazione di piani di fattibilità.

A questo livello di dettaglio le aree delineate sulle mappe raggruppano suoli simili dal punto di vista morfogenetico e delle relazioni con l'ambiente in cui si sono evoluti, ma che possono differire in una certa misura nel comportamento idrologico, chimico o fisico-meccanico.

In alcuni casi una politica di intervento o gestione del territorio può essere impostata a livello regionale o anche sovraregionale a partire da una valutazione preliminare di larga massima, basata su informazioni molto sintetiche; a livelli decisionali più bassi l'azione pianificatoria può poi essere progressivamente ed ulteriormente articolata e differenziata facendo ricorso, per le informazioni pedologiche, ad inventari di base più dettagliati.

Solo tale tipo di approccio, integrato a scale diverse, può peraltro favorire una razionale utilizzazione delle terre, fondata sulla valorizzazione delle qualità intrinseche e permanenti del territorio e sulla conservazione dell'attitudine dei suoli a servire con versatilità e flessibilità a diversi usi e bisogni.

La valutazione del territorio per obiettivi di pianificazione alla scala regionale può riguardare, soprattutto in aree fortemente industrializzate, vari aspetti di utilizzazione del suolo. Non a caso, nella Comunità Europea e in Italia, lo stesso sistema normativo attuale attribuisce in genere al livello regionale il compito di delineare le scelte di indirizzo e di piano fondamentali sulle problematiche di maggiore complessità e valenza territoriale.

### **Le politiche agroambientali comunitarie**

A seguito degli eccessi di produzione e delle mutate condizioni di mercato, il modello di uso del territorio rurale subirà nella Comunità Europea profonde modificazioni nel prossimo futuro.

A fronte di una continua erosione, soprattutto nelle aree più industrializzate ed economicamente sviluppate, delle terre arabili, vi è infatti stato un progredire delle agrotecnologie che, incrementando le rese unitarie, ha portato a superare l'autosufficienza alimentare per gran parte dei più importanti prodotti agricoli. Inoltre l'internazionalizzazione dei mercati e la crescente sensibilità alla qualità della vita e dell'ambiente portano inevitabilmente ad una più accesa conflittualità fra diversi gruppi di interesse; ciò rende assolutamente necessaria una razionale pianificazione dell'utilizzazione delle terre.

In questo scenario, al settore agricolo non viene più richiesto esclusivamente di produrre materie prime alimentari, ma di puntare alla qualità delle produzioni e di diventare protagonista della salvaguardia dell'ambiente naturale e della riqualificazione del paesaggio rurale. Il governo di questi obiettivi necessita di orientamenti sia metodologici e di contenuto che geografici; infatti deve trovare una generale coerenza a livello sovraregionale e al tempo stesso dettare le linee

per l'articolazione delle scelte e degli interventi in tutti i successivi livelli decisionali, fino a quello dell'azienda agricola.

In questa direzione si muovono tutte le più recenti normative comunitarie in materia agroambientale (es: Reg. 2078/92, Reg. 2080/92, Dir. 676/91) che, non a caso, accanto ad aspetti di contenuto prevedono la zonizzazione del territorio regionale; viene posta cioè la necessità di identificare e selezionare le "aree problema" e di differenziare gli interventi in funzione delle loro caratteristiche.

Per quanto sia evidente che la pianificazione territoriale presuppone la valutazione sia delle componenti biofisiche che di quelle socio-economiche, esiste una chiara differenza nel ruolo e nell'impatto dei fattori fisici, che sono relativamente stabili, e dei fattori legati all'antropizzazione che, invece, sono soggetti a maggiore variabilità e devono essere valutati in uno scenario temporalmente dipendente.

Per assicurare una sostenibile gestione delle risorse, i procedimenti di valutazione del territorio dovrebbero quindi basarsi innanzi tutto sulle proprietà stabili, quali sono, prioritariamente, quelle legate al clima e al suolo, e prevedere poi eventuali differenti alternative in funzione delle condizioni antropiche.

Per favorire l'applicazione a livello regionale delle politiche agroambientali, la Commissione delle Comunità Europee ha recentemente avviato dei programmi di lavoro finalizzati all'allestimento di inventari e di cartografie pedologiche a scala 1:250.000.

Una base conoscitiva dei suoli alla scala regionale è infatti anche un supporto utilizzabile per la parallela pianificazione delle azioni dei Servizi di Sviluppo Agricolo, che necessariamente devono completare, per dare loro reale efficacia, le misure comunitarie.

## **La difesa del suolo e la gestione delle risorse idriche**

L'acqua è una risorsa indispensabile per una crescita armoniosa e sostenibile delle attività socio-economiche ed è un indicatore della qualità dell'ambiente naturale.

I consumi idrici nella Comunità Europea negli ultimi 15 anni sono aumentati del 35%. L'industria manifatturiera, il settore energetico, il settore agricolo e il settore turistico dipendono tutti fortemente dalla disponibilità di acqua di buona qualità e in quantità sufficienti: i conflitti di interesse tra i diversi settori di utenza sono sempre più frequenti e si acuiscono soprattutto quando, tipicamente in estate, i consumi a fini irrigui crescono fortemente in coincidenza con i periodi stagionali più caldi e siccitosi dell'anno.

Contemporaneamente, e per certi versi quasi paradossalmente, ha una connotazione storica lo sforzo dell'uomo di difendersi dall'eccesso idrico, sia per estendere le terre economicamente sfruttabili, sia per contenere i danni diretti e le conseguenze economiche e sociali del dissesto idrogeologico e delle alluvioni.

Infine, non si può trascurare che gli stessi utilizzatori delle acque contribuiscono poi in larga misura anche al loro inquinamento.

La complessità delle relazioni tra acqua, ecosistemi naturali ed attività antropiche e la mancanza di un approccio sistemico alla gestione delle risorse idriche ha portato ad un progressivo degrado del territorio e alla crescita della pericolosità e del rischio ambientali.

Solo con la L. 183/89 ("Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo") viene infatti sancita ufficialmente in Italia l'importanza del rapporto acqua/soilo nella pianificazione.

I piani di bacino previsti dalla legge, per la redazione e l'attuazione dei quali ampie competenze sono direttamente o indirettamente assegnate alle Regioni, dovrebbero concretizzarsi nella "difesa del suolo, nel risanamento delle acque, nella fruizione e gestione del patrimonio idrico, il tutto nel quadro di un razionale sviluppo economico e sociale in sintonia con la tutela ambientale".

D'altronde, anche lo stesso Programma generale per le bonifiche e il riordino irriguo previsto in Lombardia dalla L.R. 59/84 dovrebbe essere impostato sulla base di un adeguato quadro conoscitivo del sistema fisico e ambientale regionale.

Purtroppo ancora oggi prevale spesso una visione ingegneristica del problema e i piani tendono ad essere concepiti prevalentemente come elenchi di opere e sistemazioni idrauliche da realizzare, invece di divenire strumenti di pianificazione integrata degli elementi acqua, suolo e paesaggio.

Infatti gestire le relazioni tra acqua e territorio, sia quelle positive per l'uomo (usi economici, ricreativi e sociali), sia quelle negative (alluvioni, dissesti, ...), solo in termini di infrastrutture, come dimostrano anche le più recenti esperienze, riesce in genere solo a differire nello spazio e/o nel tempo i rischi e le conflittualità: ad esempio il rinforzo e l'impermeabilizzazione di argini e sponde tende a canalizzare i corsi d'acqua spostando, aumentandoli, i rischi più a valle; l'estensione delle reti e delle aree irrigue è un impulso alla diffusione di colture più esigenti in acqua e causa un incremento nei consumi.

La formulazione di un modello di uso del territorio adatto ai bisogni delle comunità che vi vivono e compatibile con la sua conservazione, non può invece prescindere da una attenta valutazione e valorizzazione prima di tutto delle risorse pedologiche che lo caratterizzano: i suoli, infatti, hanno la capacità di fare da "spugna" e favorire l'infiltrazione delle acque in eccesso, allungando i tempi di corrivazione e riducendo i rischi di alluvionamenti disastrosi, di esercitare un'azione depurativa nei confronti delle acque sottosuperficiali, filtrando e tamponando gli inquinanti, di fungere da serbatoio e riserva idrica per le colture agrarie.

Data la rilevanza economica e sociale che tali questioni assumono per lo sviluppo e l'assetto del territorio, la definizione, a livello regionale e di bacino idrografico, delle condizioni quadro relativamente ai temi idrogeologico e pedologico dovrebbe idealmente costituire il riferimento per la pianificazione urbanistica e paesaggistica e per i diversi piani di settore previsti dalle normative vigenti.

### **Lo smaltimento e il riciclaggio dei rifiuti**

La produzione di rifiuti e scarti dei processi produttivi è in continuo e preoccupante aumento; i rifiuti rappresentano una fonte di pericolo per la salute delle popolazioni e di inquinamento dell'ambiente, ma in realtà, in certe condizioni, possono costituire anche una fonte di energia e materie prime.

Con l'avvento dell'industrializzazione e della meccanizzazione i cicli produttivi, che erano "chiusi" e fondati sostanzialmente sull'autoconsumo e l'autorigenerazione, sono diventati "aperti". Questa trasformazione ha interessato tutti i settori produttivi, compresa l'agricoltura, ed ha modificato la stessa organizzazione sociale ed economica del territorio; se da un lato si è prodotto benessere e sviluppo, dall'altro sono stati alterati i cicli naturali degli elementi. Il risultato di tutto ciò è l'accumulo sempre maggiore di rifiuti e sostanze tossiche, che tutti in qualche modo contribuiscono a generare e di cui tutti, contemporaneamente, subiscono gli effetti negativi.



La gestione dei rifiuti ha quindi una rilevanza strategica prioritaria e richiede, come indicato anche a livello comunitario, l'integrazione di politiche e di programmi di intervento finalizzati a prevenzione, riutilizzazione e ottimizzazione dello smaltimento per le sostanze che non possono essere riciclate.

La valutazione delle risorse pedologiche, che può contribuire alla pianificazione di vari aspetti legati alla gestione dei rifiuti (es: localizzazione di discariche), diviene di fondamentale importanza quando ne sia prevista o incentivata la riutilizzazione sui suoli agricoli.

Il riciclaggio attraverso lo spandimento agronomico è la scelta più razionale ecologicamente ed economicamente per i reflui zootecnici e sta ora diffondendosi sempre più anche per i rifiuti di origine extragricola, quali compost e fanghi di depurazione urbana.

Per tutti questi materiali e in particolare per i fanghi, che possono presentare tenori in metalli pesanti e patogeni potenzialmente molto pericolosi per l'ambiente, la salute e l'igiene delle produzioni vegetali, si confida sulla capacità di fissazione e immobilizzazione dei suoli.

Il problema dei rifiuti presenta quindi numerosi e complessi risvolti; alla delicatezza degli aspetti igienico-sanitari vanno infatti aggiunti gli interessi economici in gioco, la necessità di non settorializzare troppo gli interventi per tenere conto dell'impatto non solo di singole sostanze, ma anche di quello cumulato di più tipologie di rifiuti sullo stesso suolo (es: liquami, più fanghi, più composti), l'esigenza di inserire l'utilizzazione agronomica in una strategia globale.

Prescrizioni e vincoli non sono sufficienti per una gestione moderna ed eco-compatibile dei rifiuti, che invece richiede anche programmazioni e monitoraggi di più ampio respiro.

Tale approccio metodologico, che peraltro dovrebbe auspicabilmente trovare un'applicazione più concreta e diffusa di quanto non si osservi attualmente, è previsto dal D.L.vo 99/92 ("Attuazione della direttiva 86/278/CEE concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura"), che affida alle Regioni (art. 6) la responsabilità di predisporre a scala regionale "piani di utilizzazione agricola dei fanghi, tenendo conto delle loro caratteristiche quali-quantitative, della loro utilizzazione in atto e potenziale, delle caratteristiche e degli apporti ai suoli in nutrienti, sostanza organica e microelementi derivanti da altre fonti, dei criteri di ottimizzazione dei trasporti e delle tipologie di trattamento".

---

## BIBLIOGRAFIA

1. **Brenna, R. Rasio** (1992), "*Utilizzazione delle informazioni pedologiche: alcuni spunti dalla esperienza della Regione Lombardia*", Atti della Società Agraria di Lombardia - *Bullettino dell'Agricoltura* n.2/92.
2. **Rasio, G. Vianello** (1989), "*Cartografia pedologica nella pianificazione e gestione del territorio*", *Collana sistema agricolo italiano - progetto finalizzato IPRA-CNR*, Franco Angeli Editore.
3. **Reeve** (1989), "*Soils*" in "*Earth science mapping for planning, development and conservation*" pp. 119-154, Graham and Trotman Inc.- Kluwer Academic Publishers Group.
4. **Verheye** (1991), "*Aspects of land assessment for rural land use planning in industrialized countries with particular emphasis to the european communities*", *Quaderni di Scienza del Suolo - Vol.III*, Firenze 1991.

## **5.2 LE UTILIZZAZIONI DELLA CARTA "PAESAGGI E SUOLI" NELLA PIANIFICAZIONE PROVINCIALE** (Roberto Zanoni)

### **Il piano territoriale di coordinamento**

Nel corso del 1994 la Provincia di Cremona ha iniziato, insieme al Politecnico di Milano Dipartimento di Scienze del Territorio, gli studi preliminari alla stesura del Piano Territoriale di Coordinamento. Nell'ambito delle analisi relative al sistema fisico-naturale, si è ravvisata la necessità di suddividere il territorio provinciale in aree ambientalmente omogenee, ciascuna delle quali potesse essere messa a confronto con ipotetiche modificazioni delle destinazioni d'uso dei suoli o con l'utilizzo agricolo o naturalistico.

Poichè la carta pedo-paesaggistica, pur fornendo una rappresentazione complessiva delle caratteristiche fisico-naturali provinciali, con particolare riferimento agli aspetti geomorfologici e pedologici, suddivide il territorio in aree omogenee (ovviamente a scala di riconoscimento, quindi adeguata per pianificazioni d'area vasta), è stata utilizzata come base per l'analisi fisico-naturale. Sono state inizialmente derivate interpretazioni (realizzata secondo metodologie consolidate o originalmente elaborate) esplicitate sotto forma delle seguenti carte tematiche:

- Carta delle capacità d'uso dei suoli
- Carta delle rilevanze paesistico-ambientali
- Carta della vulnerabilità verticale dell'acquifero

Queste interpretazioni, riferite alle unità cartografiche della carta "Paesaggi e suoli" (integrata da informazioni sulla qualità biotica), sono state poste a confronto, tramite una matrice delle potenzialità fisico-naturali, con le possibili destinazioni d'uso (strutture mobilità, industria, servizi alla produzione, alla residenza ed alla persona, allevamenti intensivi) e con le valutazioni d'idoneità all'uso naturalistico, agricolo intensivo ed estensivo. I giudizi espressi nella matrice, servono d'orientamento per la localizzazione ottimale degli usi del suolo e per la verifica delle loro compatibilità ambientale a scala provinciale; a tal fine è stata realizzata una cartografia delle "potenzialità fisico-naturali" parziale, (che diverrà definitiva allorchè integrata dalle informazioni relative alle qualità delle acque e dell'aria), attraverso il sistema della sovrapposizione di mappe tematiche.

### **Carta delle capacità d'uso dei suoli**

La carta delle capacità d'uso dei suoli ha lo scopo precipuo di fornire materiale di facile consultazione per poter operare nel campo della pianificazione territoriale locale in aree come quella studiata, importanti dal punto di vista produttivo ma anche notevolmente sollecitate alla trasformazione d'uso.

Essa è valida a fini programmatori in quanto consente di proteggere i suoli agronomicamente più pregiati creando fondate possibilità d'uso in armonia con le naturali limitazioni ambientali e interne ai suoli.

I criteri adottati per la suddivisione del territorio in base alla valutazione della capacità d'uso dei suoli ai fini agro-silvo-pastorali, secondo lo schema redatto

dall'ERSAL, discendono direttamente dalla "Land Capability Classification" (L.C.C.), classificazione elaborata nel 1961 dal Soil Conservation Service del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America (USDA).

Questo sistema prevede l'attribuzione di porzioni del territorio a categorie, classi, sottoclassi, unità in base al numero, al tipo e alla gravità delle limitazioni fisiche alla crescita delle colture. Le classi, il più altro livello della gerarchia, sono otto e vengono designate da un numero romano secondo lo schema seguente.

<b>Suoli adatti all'agricoltura</b>	
Classe I	Suoli che presentano pochissimi fattori limitanti il loro uso e che sono quindi utilizzabili per tutte le colture.
Classe II	Suoli che presentano moderate limitazioni che richiedono una opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative.
Classe III	Suoli che presentano severe limitazioni, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative.
Classe IV	Suoli che presentano limitazioni molto severe, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione.
<b>Suoli adatti al pascolo e alla forestazione</b>	
Classe V	Suoli che pur non mostrando fenomeni di erosione, presentano tuttavia altre limitazioni difficilmente eliminabili tali da restringere l'uso al pascolo o alla forestazione o come habitat naturale.
Classe VI	Suoli che presentano limitazioni severe, tali da renderli inadatti alla coltivazione e da restringere pertanto il loro uso, seppur con qualche ostacolo, al pascolo, alla forestazione o come habitat naturale.
Classe VII	Suoli che presentano limitazioni severissime, tali da mostrare difficoltà anche per l'uso silvo-pastorale.
<b>Suoli inadatti ad utilizzazioni agro-silvo-pastorali</b>	
Classe VIII	Suoli che presentano limitazioni tali da precludere qualsivoglia uso agro-silvo-pastorale e che, pertanto, possono venire adibiti a fini ricreativi, estetici, naturalistici o come zona di raccolta delle acque. In questa classe rientrano anche le zone calanchive e gli affioramenti di roccia.

Tabella 1 - Capacità d'uso dei suoli secondo le norme della "Land Capability Classification" (USDA).

I territori classificati in una classe sono paragonabili per la gravità (il peso) delle limitazioni, anche se queste non sono necessariamente le stesse; così suoli molto diversi possono rientrare nella medesima classe.

Le sottoclassi specificano all'interno di ciascuna classe in modo generico il tipo di limitazione che interessa l'uso del suolo tramite le seguenti lettere minuscole:

e = limitazioni legate al rischio di erosione;

w = limitazioni legate all'abbondante presenza di acqua, dentro e sopra il suolo, sì da interferire con il normale sviluppo delle colture;

- s = limitazioni legate a caratteristiche negative del suolo come l'abbondante pietrosità, la scarsa profondità, la sfavorevole tessitura e lavorabilità ed altre;
- c = limitazioni legate a sfavorevoli condizioni climatiche.

Questi suffissi seguono il numero della classe (ad esclusione della I che non ha sottoclassi) e definiscono la sottoclasse (IIIsw, II<sub>s</sub>).

I simboli che contraddistinguono il livello della sottoclasse raggruppano ciascuno diverse limitazioni che sono individuabili secondo due grossi ambiti: le limitazioni dovute al suolo e le limitazioni dovute all'ambiente. Le prime, relative alle caratteristiche negative del suolo, sono le più importanti in un ambiente poco diversificato come quello della pianura e determinano una penalizzazione fino alla V classe. Il più basso livello gerarchico, infine, è costituito dalla unità di capacità d'uso, i cui suoli rispondono in modo simile ai diversi sistemi di conduzione, sono sufficientemente uniformi per ospitare specie di colture simili, presentano potenzialità produttive comparabili e richiedono interventi conservativi uguali.

Esse vengono definite aggiungendo un numero arabo alla classe e sottoclasse (III swl, dove III è la classe, sw la sottoclasse, l l'unità di capacità d'uso). Nella elaborazione proposta, il territorio è stato suddiviso, vista la scala poco dettagliata, fino al livello di sottoclassi. Le classi di capacità d'uso rilevate vanno dalla I alla V (golene aperte), con prevalenza di suoli ad elevata vocazione produttiva. Esse sono state raggruppate, per motivi di sintesi, secondo tale modalità: Alta (I + II), MEDIA (III + IV), BASSA (V).

### **Carta delle rilevanze paesistico-ambientali**

La sempre crescente necessità di conoscenza delle realtà fisico-ambientali richiede l'elaborazione di documenti cartografici in cui siano evidenziate e descritte le diverse unità fisiografiche che compongono un determinato territorio; quest'ultimo è in qualche modo scomponibile in unità relativamente omogenee, aventi una storia evolutiva peculiare attualmente leggibile o interpretabile sulla base delle forme e delle qualità pedoambientali. Risulta perciò quanto mai opportuno il censimento e la caratterizzazione di tali unità di paesaggio, per una corretta comprensione dei diversi fenomeni evolutivi che hanno plasmato il territorio, attualmente riflettenti in modo inequivocabile sulla sua utilizzazione, più o meno corretta, da parte dell'uomo. La elaborazione è stata effettuata sulla base delle informazioni raccolte tramite la ricerca bibliografica (sono state in larga parte utilizzate le informazioni contenute nell'ipotesi di piano territoriale paesistico provinciale, con particolare riferimento alle analisi geomorfologiche e paesaggistiche), la fotointerpretazione ed il rilevamento dei suoli, associando, ad ogni unità della carta pedopaesaggistica, una sintetica descrizione dei suoi caratteri principali (origine, forma, aspetti fisico-ambientali dominanti). All'interno di ogni unità di paesaggio sono talvolta presenti elementi puntiformi (testate di fontanili, stagni) e lineari (scarpate di terrazzi fluviali e corsi d'acqua alberati ad andamento naturale), aventi un elevato valore storico, naturale e paesaggistico, che non è stato possibile evidenziare a tale scala. La valutazione della rilevanza paesaggistico-ambientale di ciascuna unità cartografica della carta pedo-paesaggistica ha comportato l'individuazione di 4 classi: ALTA, MEDIO-ALTA, MEDIO-BASSA, BASSA. La valutazione del paesaggio è stata effettuata prevalentemente in chiave fisico-morfologica, attribuendo valori elevati agli

elementi che presentano caratteri di unicità in ambito provinciale (pianalto della Melotta e di Soncino), che testimoniano l'azione modellante dei fiumi Po, Oglio Adda, Serio (valli fluviali attuali e relitte, paleoalvei, dossi), che si caratterizzano per la presenza di fontanili. La graduazione del giudizio di rilevanza rispetto a ciascuna unità è stata effettuata considerando il diverso combinarsi delle condizioni sopracitate, tenendo come riferimento (salvo differenti valutazioni, talvolta dovute alle differenti basi cartografiche di partenza) le proposte dell'Ipotesi di piano territoriale paesistico, elaborata dalla Provincia nel 1989.

La cartografia descritta è altresì utilizzata, nell'ambito della pianificazione delle attività estrattive, nella valutazione delle istanze di autorizzazione alle attività di bonifica agricola.

Infatti, secondo la metodologia provinciale, le aree che ricadono in ambiti di rilevante pregio paesaggistico vengono sottratte a tali pratiche che, modificando l'assetto morfologico delle superfici, determinano consistenti alterazioni ambientali. Inoltre, le informazioni pedologiche contenute nella carta pedopaesaggistica di base, costituiscono un quadro di riferimento preliminare ai fini della valutazione delle effettive migliorie agronomiche conseguibili mediante gli interventi di bonifica previsti.

### **Carta della vulnerabilità verticale**

La Vulnerabilità Verticale naturale (o intrinseca) di un acquifero rappresenta la facilità con cui un inquinante fluido riversato sulla superficie del suolo può raggiungere l'acquifero; essa dipende dalla permeabilità del non saturo (suolo + substrato), dal suo spessore e dalla soggiacenza della 1<sup>a</sup> falda. La Carta realizzata offre una valutazione complessiva della Vulnerabilità Verticale del territorio provinciale, utile per un inquadramento generale preventivo e di indirizzo in vista di lavori di maggior dettaglio.

La Carta della Vulnerabilità è stata redatta utilizzando la documentazione esistente ed in particolare la carta "Paesaggi e Suoli della Provincia di Cremona" ed i dati ENEA sulla litologia del substrato e sulla soggiacenza della 1<sup>a</sup> falda (ENEA 1992). Similmente al lavoro eseguito dell'ENEA, la valutazione della Vulnerabilità è stata espressa in termini di rischio relativo fra le diverse aree, discretizzando il territorio secondo 4 classi di Vulnerabilità (riducibili a 3 nel caso venga richiesta una maggiore sintesi):

<b>VULNERABILITÀ VERTICALE</b>	<b>INDICE DI RISCHIO RELATIVO</b>
ALTA	300 - 30000
MEDIO ALTA	30 - 300
MEDIO BASSA	3 - 30
BASSA	1 - 3

La suddivisione del territorio provinciale è stata effettuata a partire dalle unità cartografiche della Carta pedopaesaggistica, valutando per ciascuna di esse il potere protettivo offerto dalle tipologie medie di suolo, del substrato e la soggiacenza media della 1<sup>a</sup> falda; più precisamente tale valutazione ha comportato inizialmente una stima dei tempi (teorici) di arrivo di un inquinante dalla superficie del suolo all'acquifero nelle diverse unità cartografiche, assegnando suc-

cessivamente ad esse un indice di Rischio Relativo (inversamente proporzionale ai tempi stimati), ponendo arbitrariamente valore 1 all'indice di Rischio dato dalla situazione di massima protettività (corrispondente al caso di minima permeabilità di suolo e substrato e massima soggiacenza della falda).

La Carta così ottenuta evidenzia, in sostanziale accordo col lavoro ENEA, come buona parte del territorio provinciale si trovi in situazione di Vulnerabilità Alta o Medio Alta, fatta eccezione per il Pianalto di Romanengo e Soncino ed alcune aree a SE di Cremona.

La procedura seguita per produrre la Carta della Vulnerabilità Verticale offre evidentemente solo indicazioni di massima valide, vista l'impostazione del lavoro, come inquadramento generale; una fase successiva potrebbe consentire la valutazione delle singole delineazioni cartografiche, assegnando ad ognuna un dato valore di Vulnerabilità (indipendentemente quindi dalla valutazione media assegnata alla unità cartografica di appartenenza). La mancanza di uno studio idrogeologico di maggior dettaglio rispetto a quelli esistenti non ha consentito l'utilizzo di metodologie di analisi più precise. Si riporta di seguito una tabella sinottica nella quale, ad ogni unità della carta "Paesaggi e suoli della provincia di Cremona" sono associate le valutazioni relative alla Capacità d'uso dei suoli, alla rilevanza paesistico-ambientale, alla vulnerabilità verticale.

## **Interpretazioni agro-ambientali**

La cartografia "Paesaggi e suoli" è stata utilizzata dal Servizio Agricoltura della Provincia come base per l'elaborazione di documenti cartografici finalizzati ad una corretta gestione delle risorse agro-ambientali.

### ***A) Orientamento allo spandimento dei reflui zootecnici***

Questa elaborazione esprime l'attitudine dei suoli a ricevere liquami zootecnici in base alle caratteristiche esterne ed interne del suolo e in relazione al rischio di inquinamento per le acque superficiali e profonde. Si presuppone uno spandimento agronomico durante il "periodo asciutto", corrispondente ai mesi da aprile a settembre, in cui statisticamente l'evapotraspirazione potenziale prevale sulle precipitazioni; esso è più opportuno per lo spandimento dei liquami, in quanto tale pratica risulta essere più efficace dal punto di vista agronomico, per la presenza di colture in atto che ne utilizzano gli elementi nutritivi e meno rischioso per il pericolo di inquinamento da nitrati a carico delle acque superficiali e profonde. Lo spandimento dei liquami durante il periodo umido (da novembre a febbraio) è sconsigliato sia per i maggiori rischi di inquinamento legati alle più copiose precipitazioni, sia per l'assenza delle colture in fase vegetativa. Durante i mesi di marzo e ottobre, di transizione fra i due periodi, lo spandimento è plausibile solo se le condizioni climatiche (piovosità) lo consentono. Inoltre non va dimenticato che per la corretta utilizzazione agronomica dei liquami a livello aziendale è indispensabile un approfondimento dell'indagine pedologica poichè, una carta a scala 1:100.000 è utile soprattutto a livello pianificatorio per la valutazione complessiva della sostenibilità zootecnica di un territorio e come base per successivi approfondimenti; inoltre potrebbe costituire un documento di inquadramento generale del territorio provinciale e della relativa "vulnerabilità" secondo quanto previsto dalla L.R. 37/93 sull'utilizzazione dei reflui zootecnici.

UNITÀ CARTOGRAFICA	CAPACITÀ D'USO DEL SUOLO	VULNERABILITÀ VERTICALE ACQUIFERO	RILEVANZA PAESAGGIO
1	M	B	A
2	M	A	Mb
3	A	Ma	Mb
4	M	A	Mb
5	M	A	Ma
6	M	A	A
6*	M	A	A
7	A	Ma	Mb
8	A	Mb	Mb
9	A	A	Ma
10	A	Ma	B
11	A	Ma	B
12	A	B	B
13	A	Ma	B
14	A	Ma	B
14*	A	Ma	B
15	M	Mb	B
16	A	Ma	Ma
17	M	A	Ma
18	A	Ma	Ma
19	A	Ma	Ma
20	M	A	Ma
21	A	A	Ma
22	M	A	Ma
23	A	Ma	Ma
23*	M	A	A
24	A	Ma	Ma
24*	A	Ma	A
25	M	Mb	Ma
25*	M	Mb	A
26	M	A	A
27	B	A	A
28	M	A	A
29	M	A	A
30	M	A	A
31	A	A	A
32	M	A	A

Tabella 2: corrispondenza tra le unità cartografiche della carta "Paesaggi e suoli" ed interpretazioni per il P.T.C. provinciale.

LEGENDA	
A	= ALTA
Ma	= MEDIO-ALTA
M	= MEDIA
Mb	= MEDIO -BASSA
B	= BASSA

La valutazione di tale attitudine è il risultato dell'interpretazione delle caratteristiche dei suoli tramite il seguente schema elaborato dall'ERSAL in cui sono elencati i fattori (ed il relativo peso) che ne limitano l'idoneità, al fine di individuare suoli adatti, moderatamente adatti, poco adatti e non adatti.

FATTORI LIMITANTI	CLASSE DI ATTITUDINE E SUOLI			
	Adatti	Mod. Adatti	Poco Adatti	Non Adatti
e rischio di inondabilità	assente	da lieve a moderato	alto	molto alto
rocciosità %	assente	0-2	2-10	> 10
pietrosità %	0-15	15-50	15-50	> 15
pendenza %	0-5	5-10	10-15	> 15
drenaggio	buono mediocre lento	lento mod.lento mod. rapido (con falda > 150 cm)	mod. lento (con falda < 150 cm) mod. rapido (con falda < 150 cm) rapido (con falda > 150 cm)	impedito  rapido (con falda < 150 cm)
profondità della falda cm	> 150	100-150	75-100	< 75
scheletro % (1)	< 35	35-70	35-70	> 70
caratteristiche vertiche	fessurazioni assenti o presenti (con orizz. fino a 100 cm a tess. media, fine o mod. fine)	fessurazioni presenti (con orizz. a tess. mod. grossolana entro 100 cm)	fessurazioni presenti (con orizz. a tess. grossolana entro 100 cm)	fessurazioni presenti (con orizz. a tess. grossolana entro 100 cm e con falda)
strato permeabile cm	> 80	50-80	30-50	30-50 (con falda < 150 cm)
tessitura primo metro	F AS FSA FA FL L FLA A AL	FS	SF (con falda > 150 cm)	S SF (con falda < 150 cm)
orizzonti organici	assenti	presenti tra 100 e 150 cm	presenti tra 100 e 150 cm	presenti entro 50 cm

(1) Parametro da valutare con riferimento ai primi 100 cm di suolo (valore medio ponderato).

Si riporta di seguito la tabella di conversione che ad ogni classe di attitudine allo spandimento dei reflui zootecnici associa le relative unità cartografiche della carta "Paesaggi e suoli della Provincia di Cremona":



CLASSI ATTITUDINALI UTILIZZO REFLUI	UNITÀ CARTOGRAFICHE
SUOLI ADATTI SUOLI MODERATAMENTE ADATTI	3, 10, 11, 12, 18, 19, 23, 24, 28 1, 2, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 20, 21, 23*, 24*, 25, 25*, 26, 29, 30, 31
SUOLI POCO ADATTI SUOLI NON ADATTI	4, 5, 17, 22, 28 6, 6*, 27, 32

Tabella 3 - Corrispondenza tra unità cartografiche della carta "Paesaggi e suoli" e classi attitudinali per l'utilizzo dei reflui zootecnici.

### B) Attitudini dei suoli all'arboricoltura da legno

Da alcuni anni è aumentato l'interesse per la coltivazione delle specie arboree adatte alla produzione di legname pregiato. A livello normativo (ad es. reg. CEE 2080/92) viene incentivato l'impianto di specie forestali su terreni agricoli; risulta però quanto mai opportuno, anche considerando l'entità degli investimenti economici necessari agli impianti degli arboreti, poter disporre di studi ed indagini appropriate sulle attitudini dei suoli ad ospitare e supportare tali colture legnose.

L'attitudine dei suoli all'arboricoltura da legno è stata valutata prendendo in esame i "caratteri limitanti esterni al suolo" e i "caratteri limitanti interni al suolo". Lo schema di valutazione deriva da sintesi originale in considerazione

### Schema di valutazione

Attitudine arboricoltura da legno	Caratteri limitanti esterni al suolo		Caratteri limitanti interni al suolo			
	rischio d'inondazione	tessitura	scheletro	drenaggio	profondità	reazione
S1	assente	media mod. fine mod. grossolana	assente scarso	buono	molto profondo profondo	subacida neutra subalcalina
S2			comune frequente abbondante	mediocre (rapido*)	moderatamente profondo	acida alcalina
S3	lieve moderato	grossolana fine		mod. rapido rapido - lento	sottile molto sottile	
N	alto molto alto			molto abbondante	molto lento impedito	

(rapido\*) solo se il suolo ha drenaggio rapido e rischio d'inondazione lieve o moderato in quanto quest'ultimo compensa la limitazione del drenaggio

delle indicazioni rilevate nella letteratura che tratta l'argomento ed in relazione alle caratteristiche dei suoli presenti nella provincia di Cremona.

Per tale motivo nei caratteri esterni al suolo non si è tenuto conto della pendenza e del clima in quanto il territorio pianeggiante del cremonese non presenta limitazioni, alla crescita delle piante da arboricoltura da legno, derivate da questi due fattori.

Si tratta di una valutazione "generale" dei suoli all'attitudine all'arboricoltura da legno e non di una valutazione per singola specie forestale da legno pregiato.

Lo schema di valutazione adottato e sottoriportato considera 4 classi di attitudine.

S1	Suoli adatti all'arboricoltura da legno in quanto non presentano particolari limitazioni
S2	Suoli moderatamente adatti all'arboricoltura da legno in quanto presentano limitazioni tali da determinare ridotta produttività
S3	Suoli poco adatti all'arboricoltura da legno in quanto presentano gravi limitazioni tali da determinare una scarsa produttività
N	Suoli non adatti all'arboricoltura da legno in quanto presentano severe limitazioni allo sviluppo delle piante

Le classi di attitudine vengono differenziate in sottoclassi che raggruppano i suoli in funzione del tipo di limitazione individuata dalle lettere minuscole "a", "d" e "s" o dalla loro combinazione.

d	Limitazioni legate all'inondabilità dei suoli
d	Limitazioni legate al drenaggio
s	Limitazioni legate alla capacità del suolo a costituire un supporto edafico per le piante

Poiché la Carta dell'attitudine dei suoli all'arboricoltura da legno è derivata dalla carta "Paesaggi e suoli della provincia di Cremona" alla scala 1:100.000, nella quale ogni unità cartografica viene descritta nella legenda come un complesso di suoli si è reso necessario, per attribuire una classe di attitudine a ciascuna unità cartografica, valutare le caratteristiche dei suoli predominanti.

Si riporta di seguito la tabella di conversione che ad ogni sottoclasse di attitudine associa le relative unità cartografiche della citata carta di base.

SOTTOCLASSE ATTITUDINE	UNITÀ CARTOGRAFICHE
S1	10,11,18,19,23
S2 s	3,8,9,20,26,31
S2 d	14,14*,21,24,24*
S2 a	27
S2 sd	7,11,13,16,29,30
S3 s	2,23*,25,25*
S3 d	1,5,6,15,17,28
S3 sd	4,22
N1 d	6*,32

Tabella 4 – Corrispondenza tra le unità cartografiche della carta "Paesaggi e suoli" e sottoclassi di attitudine all'arboricoltura da legno.

Sono state inoltre realizzate, per 8 tipologie di suolo caratteristiche dei territori della provincia di Cremona, le schede di attitudine forestale in cui vengono riportate:

- la descrizione del suolo comprensiva della definizione dell'ambiente e dei principali caratteri del suolo;
- i caratteri per il riconoscimento della tipologia di suolo in campagna tramite osservazione con trivella manuale;
- la sequenza tipica degli orizzonti pedogenetici;
- la classificazione USDA;
- le qualità del suolo;
- la valutazione dell'attitudine all'arboricoltura da legno valutata in generale e per le principali specie utilizzate in arboricoltura (noce, ciliegio, frassino, farnia, pioppo);
- consigli alle pratiche colturali per impianti di arboricoltura da legno.

---

## BIBLIOGRAFIA

1. **ENEA** (1992) *Individuazione di aree potenzialmente idonee all'insediamento di impianti di discarica per rifiuti di prima categoria nella provincia di Cremona - inedito*;
2. **ERSAL** (1986), *Norme generali per il rilevamento e la compilazione della Carta Pedologica della Lombardia scala 1:50.000*, a cura di R.Rasio, Milano;
3. **Provincia di Cremona - Politecnico di Milano** (1995), *Studi finalizzati alla redazione del P.T.C.P. ex lege 142/90 - Primo rapporto - inedito*;
4. **Provincia di Cremona** (1996), *Attitudine dei suoli all'arboricoltura da legno - inedito*;
5. **Klingebiel A.A., Montgomery H.P.** (1961), *Land capability classification, Agriculture Handbook n. 210*, USDA, Washington D.C..



Foto 1: U.C.1 Fragiudalf. Paleosuolo in cui è evidente la reticolatura del fragipan.



Foto 2: U.C.2 - Hapludalf. Si nota, oltre la matrice sabbioso-ghiaiosa, la presenza di un orizzonte argilloso arrossato poggiante sul substrato (biancastro) arricchito in carbonati secondari.



Foto 3: U.C. 5 - Haplaquept. Sono presenti marcati caratteri di idromorfia (colori grigi) ed un livello di accumulo di carbonati secondari (striscia biancastra).



Foto 4: U.C. 13 Hapludalf. Sono evidenti caratteristiche aquiche (screziature grigiastre ed aranciate in profondità) nonché accumuli di carbonati secondari (zone biancastre).



Foto 5: U.C. 3 - Hapludalf. Suolo arrossato e profondo su materiali sabbiosi. L'orizzonte argillico è molto sviluppato.

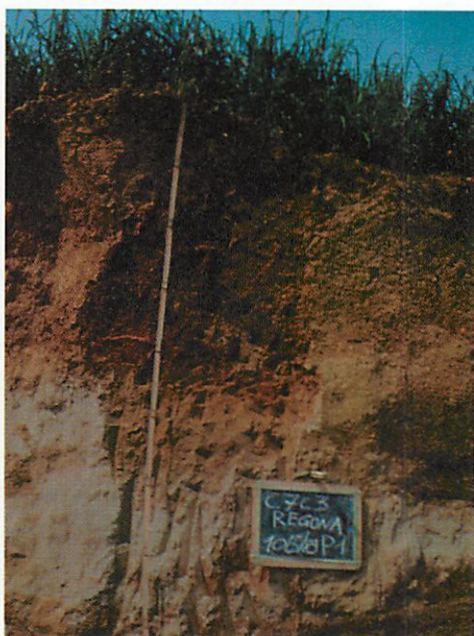


Foto 6: U.C. 10 - Hapludalf. Suolo con evidente orizzonte argillico poggante su sabbie.



Foto 7: U.C. 10 - Hapludalf. Suolo a pedogenesi molto profonda, caratterizzato da potenti orizzonti argillici



Foto 8: U.C. 10 - Hapludalf. Sono evidenti le lamelle, sottili strati dell'orizzonte argillico intercalati al substrato sabbioso.



Foto 9: U.C. 12 – Hapludalf. Suolo con orizzonte argilloso arrossato poggiate sul substrato sabbioso – limoso arricchito in carbonati secondari.

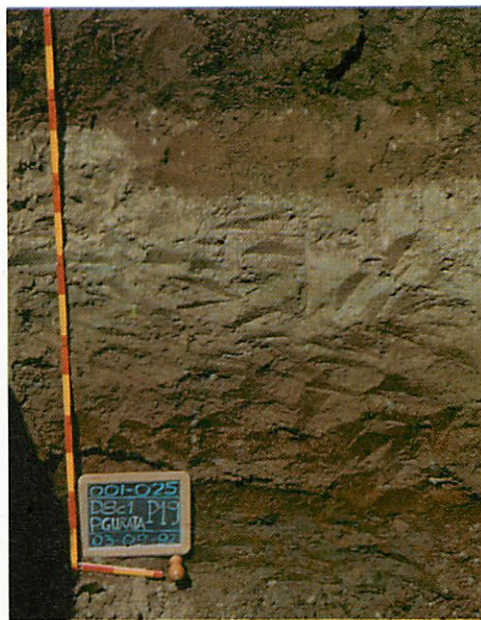


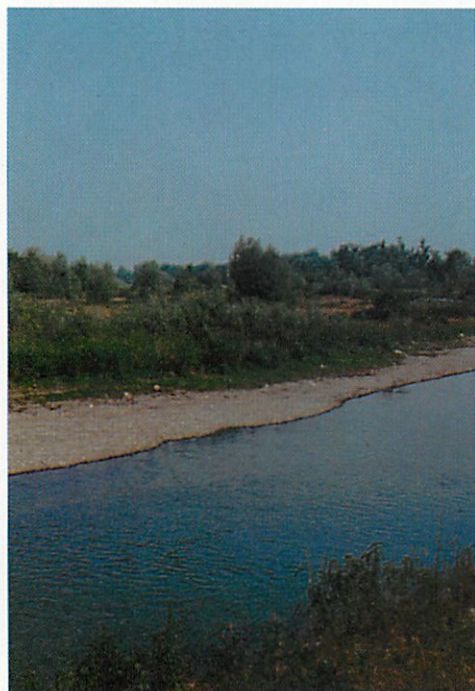
Foto 10: U.C. 12 – Eutrochrept. Si nota la presenza, al di sotto dello strato arato, di un orizzonte biancastro, arricchito in carbonati secondari. Sono presenti screziature grigie e arancio in profondità.



Foto 11: U.C. 25 – Eutrochrept vertico. Suolo uniformemente argilloso, scuro, molto plastico.



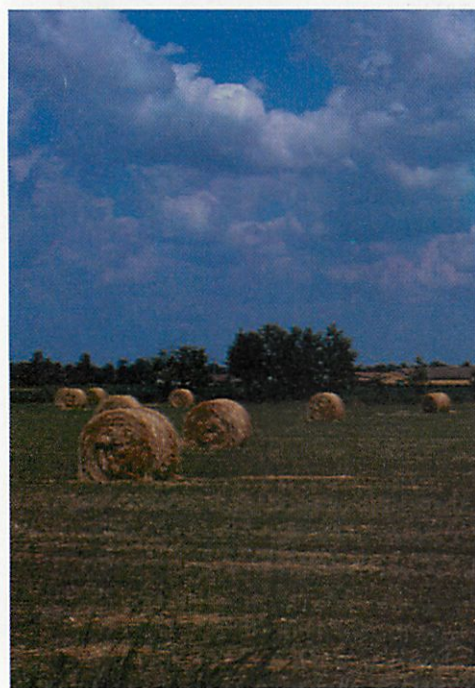
Foto 12: U.C. 31 – Udifluvent – Suolo alluvionale recente del Po in cui è evidente il substrato sabbioso poco profondo.



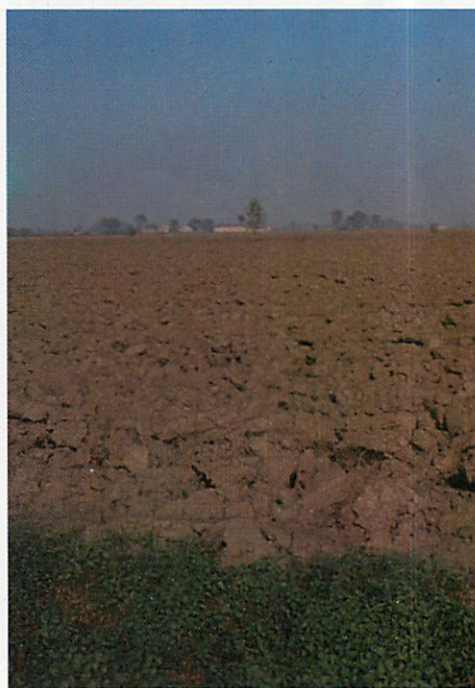
*Foto 13: Fiume Oglio a Genivolta.*



*Foto 14: Pianalto della Melotta (U.C. 1).*



*Foto 15: Pianura cremonese.*



*Foto 16: Pianura casalasca.*



Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia



PROVINCIA DI CREMONA  
Assessorato Agricoltura

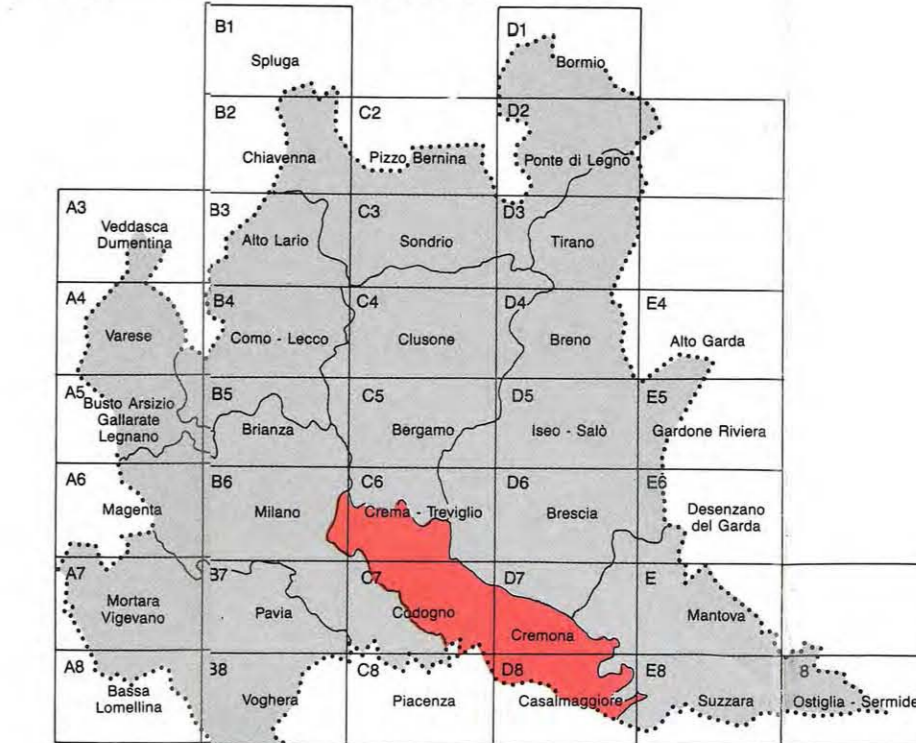


Progetto "Carta Pedologica"

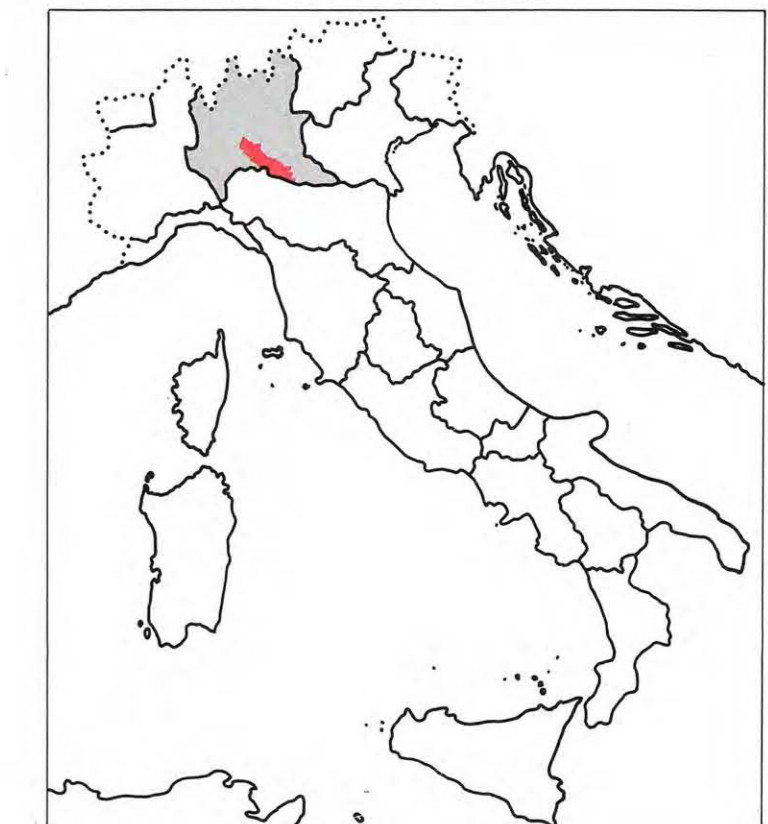
# PAESAGGI E SUOLI DELLA PROVINCIA DI CREMONA

Scala 1:100.000

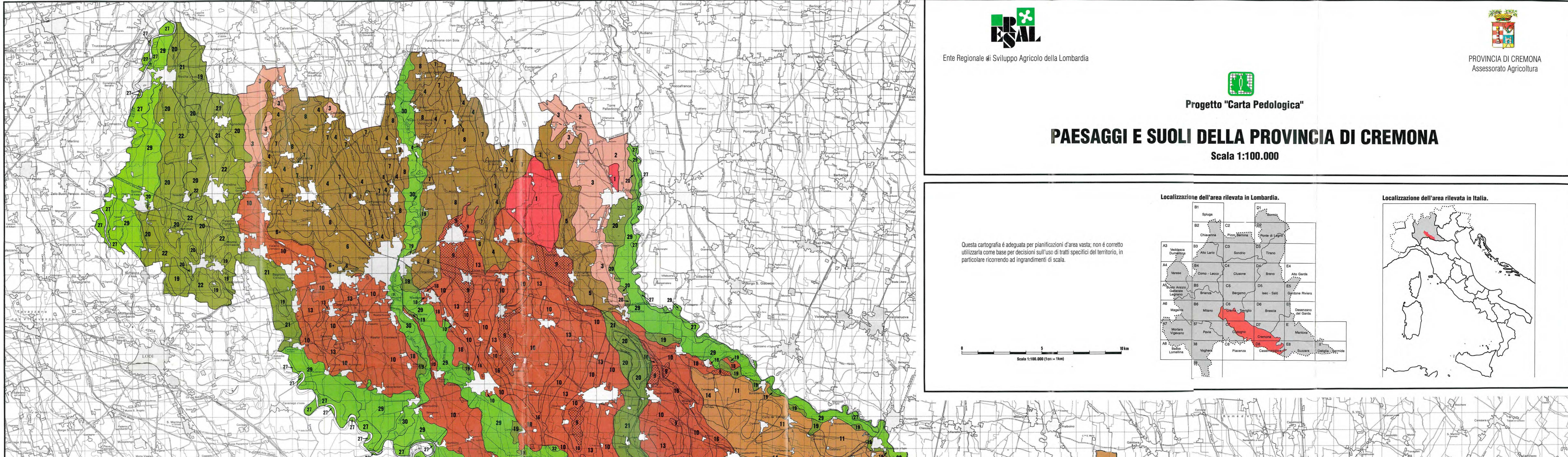
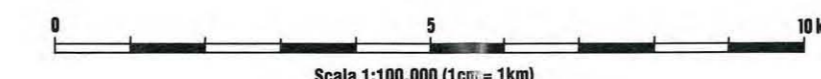
Localizzazione dell'area rilevata in Lombardia.



Localizzazione dell'area rilevata in Italia.



Questa cartografia è adeguata per pianificazioni d'area vasta; non è corretto utilizzarla come base per decisioni sull'uso di tratti specifici del territorio, in particolare ricorrendo ad ingrandimenti di scala.



AMBITI GEOGRAFICI	PAESAGGIO (*)	NUMERO U.C.	DESCRIZIONE PEDOMENTALE	SUOLI DOMINANTI (SUI TASSONOMI U.S.D.A. (1990))	CAPACITA' D'USO (SUI CLASSE)
1	1	1	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
2	2	2	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III s
3	3	3	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III s
4	4	4	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
5	5	5	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
6	6	6	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
7	7	7	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
8	8	8	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
9	9	9	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
10	10	10	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	I
11	11	11	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	I
12	12	12	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
13	13	13	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
14	14	14	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
15	15	15	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
16	16	16	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
17	17	17	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
18	18	18	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	I
19	19	19	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	I
20	20	20	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III s
21	21	21	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
22	22	22	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
23	23	23	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	I
24	24	24	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
25	25	25	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
26	26	26	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
27	27	27	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
28	28	28	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
29	29	29	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
30	30	30	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
31	31	31	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv
32	32	32	Area di collina calcarea con moderatamente profundi. Inclinazione moderata, suoli di tipo Typic Hapludalf.	Typic Hapludalf	III sv

Classi utilizzate per la descrizione dei suoli in legenda

Profondità (cm) (*)	Reazione (**)	Drenaggio
< 25	< 4,5	rapido
25 - 50	4,5 - 5,5	buono
50 - 100	5,6 - 6,6	moderato
100 - 150	6,7 - 7,2	lento
> 150	7,4 - 8,2	molto lento
	> 8,3	impedito

Scheletro (%)	Saturazione (***)	Classe di pietrosità superficiale
< 1	< 35	Quantità (%)
1 - 5	35 - 50	1 0 - 0,1
5 - 15	50 - 75	2 0,1 - 2,0
15 - 35	75 - 85	3 3 - 15,0
35 - 50	85 - 90	4 15 - 50,0
50 - 75	> 90	5 > 50,0
> 75		6 > 100,0

Tessitura	Carbonati totali (%)	Dimensione delle pietre (cm)
S & F	0 - 0,5	1 1 - 25
FS grossolana	0,5 - 1,0	2 25 - 75
FS fine	1,0 - 2,0	3 > 75
FS molto fine	2,0 - 5,0	
FS fine	5,0 - 10	
FS, FA, FLA	10 - 20	
FA, AL, ALA	> 20	

**Direttore del progetto:**  
E. Sturani

**Direttore del rilevamento:**  
R. Rasio

**Con la collaborazione di:**  
Fotointerpretazione:  
G. Grossi, R. Minelli

**Analisi di laboratorio:**  
Istituto Superiore Lattiero Caseario (Regione Lombardia)  
Laboratorio analisi Amministrazione Provinciale di Brescia

**Rilevamento:**  
L. Andreoli, N. Balboni, S. Buffa, G. Marini;  
N. Orrodeli, J. Wollesen

**Coordinamento e redazione:**  
R. Zanoni

**Cartografia:**  
L. Andreoli, R. Minelli

**Elaborazione grafica:**  
Ditta Emmejorgi di M.G. Pincastelli - Bologna

Finito di stampare nell'ottobre 1994

Nota bene: (\*) Secondo la classificazione dei suoli pedo-pedologica dell'ISRA. La classificazione è sempre da usare nella cartografia 1:100.000 e di scala ad essa.