

INDAGINI GEOMORFOLOGICHE E POLLINICHE LUNGO IL TRATTO FINALE DEL FIUME ADDA - LA SEZIONE DEI PRA' MARCI (CREMONA, ITALIA)

M. Marchetti & C. Ravazzi

Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Milano e C.N.R. Centro di Studio
per la Geodinamica Alpina e Quaternaria, Milano

RIASSUNTO - *Indagini geomorfologiche e polliniche lungo il tratto finale del Fiume Adda. La sezione dei Pra' Marci (Cremona, Italia)* - Il Quaternario, 6(1), 1993, 93-102 - Nei depositi fluviali olocenici del tratto finale del Fiume Adda è stata studiata una sezione stratigrafica comprendente un'unità ricca di sostanza organica, datata con il metodo ^{14}C (5540 ± 190 BP). Viene confermato che intensi fenomeni di incisione attribuibili ai principali corsi d'acqua alpini non erano più attivi dall'Atlantico. Inoltre si conferma che al termine dell'Atlantico sussistevano condizioni di stabilità sia geomorfologica che vegetazionale. Gli spettri pollinici indicano che la vegetazione forestale non differiva sostanzialmente dalle formazioni di caducifoglie mesofile ed igrofile potenziali attualmente nell'area, se non per una probabile maggiore diffusione del faggio.

ABSTRACT - *Geomorphologic and palynologic studies along the low course of the Adda River. The Pra' Marci section (Cremona, Italy)* - Il Quaternario, 6(1), 1993, 93-102 - The Holocene evolution of a Central Po Plain sector is reconstructed by means of geomorphological studies and pollen analyses on a peat horizon buried below fluvial sediments. The ^{14}C age (5540 ± 190 y. B.P.) suggests that no large erosional phenomena along the main alpine rivers have occurred after the Atlantic climatic phase. Biostatic conditions are documented also by pollen spectra: the wood vegetation in the area was similar to the present potential forests (oak-hornbeam mesophilous formations and alder hygrophilous formations). An important question is discussed about the beech presence, which is not included in the present potential vegetation of the Central Po Plain. This suggests more oceanic conditions in the late Atlantic bioclimate.

Parole chiave: Olocene, dinamica fluviale, palinologia, Adda, Italia Settentrionale.
Key-words: Holocene, fluvial dynamics, palynology, Adda, Northern Italy.

1. INTRODUZIONE

Durante gli studi condotti nell'ambito del Progetto Nazionale "Geomorfologia ed Evoluzione recente della Pianura Padana" sono emersi numerosi problemi connessi con l'interpretazione dell'evoluzione geomorfologica ambientale dal tardo Pleistocene all'Attuale. In particolare sono state identificate evidenze geomorfologiche e stratigrafiche indicative di variazioni nelle caratteristiche climatiche, idrologiche, nello sviluppo pedogenetico ed ambientale in senso lato che permettono di stabilire gli eventi principali che contribuirono alla trasformazione del paesaggio, attraverso fasi di aggradazione e di erosione, fino all'attuale conformazione.

Questo lavoro si propone di comprovare l'esistenza di condizioni di sostanziale stabilità geomorfologica nella Pianura Padana Centrale a Nord del Fiume Po almeno dall'Atlantico. Vengono inoltre forniti elementi di valutazione delle condizioni vegetazionali e climatiche di questa fase dell'Olocene, supportati da una datazione radiometrica.

L'area esaminata è ubicata in sinistra idrografica lungo l'incisione fluviale dell'Adda tra Pizzighettone e il Fiume Po e comprende anche la "Depressione del Serio di Grumello" (Fig. 1). L'intera area è stata intensamente

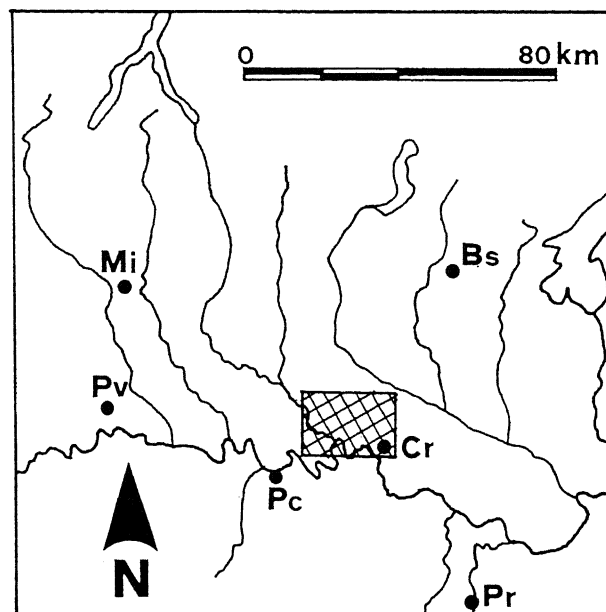


Fig. 1 - Area studiata.
Geographical setting.

rimodellata a fini agricoli; anche per questo motivo le possibilità di diversioni fluviali dell'attuale idrografia (in particolar modo dell'Adda) sono estremamente limitate per la costante presenza di opere idrauliche che regimano l'idrografia superficiale.

La tessitura dei depositi è prevalentemente rappresentata da sabbie e limi, talora con elevato contenuto di sostanza organica (torbe e "torbe alluvionali").

Lungo il tratto finale dell'Adda possono essere distinte tre unità morfologiche (Fig. 2):

- U1) "Livello fondamentale della pianura" (*sensu* Petrucci & Tagliavini, 1969);
- U2) "Superficie del Serio del Grumello", a quota intermedia tra U1 e la successiva unità;
- 3) Superficie corrispondente al "terrazzo olocenico" di cui i fiumi attuali occupano solo una parte molto ridotta (Fig. 3).

Il "livello fondamentale della pianura" è caratterizzato in quest'area da topografia a gradiente pressochè costante e pendenza media di circa 0.2-0.3% con micro-anomalie, in rilievo o in depressione sul "livello fondamentale della pianura" stesso, difficilmente identificabili se non con un'attenta analisi altimetrica di dettaglio. Le tracce di idrografia abbandonata presentano caratteristiche geometriche sovradimensionate rispetto all'attuale idrografia (Marchetti, 1990). In genere i raggi di curvatura

dei paleoalvei sono circa 6 volte più lunghi di quelli dei corrispondenti meandri degli alvei attuali. La paleoidrografia è stata perciò attiva in condizioni di maggior portata idrica. Dury (1965) stima che le portate per fiumi nordamericani con caratteristiche geometriche sovradimensionate rispetto alle attuali di 5-6 volte fossero circa 20 volte le attuali. Condizioni di portata di questo tipo ci costringono ad immaginare che l'attività di questi fiumi dovesse necessariamente essere connessa a importanti deflussi dagli apparati glaciali alpini, in un periodo in cui i processi glaciali e fluvioglaciali erano più rilevanti che nell'Olocene recente.

La "superficie del Serio di Grumello" è rappresentata in quest'area da un'incisione larga tra 500 e 1000 metri, delimitata da due scarpate continue con dislivelli superiori a 5 metri. Tale unità morfologica si è formata in seguito all'incisione parziale del "livello fondamentale della pianura". La presenza di suoli con caratteristiche simili a quelli che si rinvengono sulla precedente unità (U1) induce a pensare che la fase di incisione debba risalire almeno all'Olocene iniziale. Secondo Cremaschi (1987) gli alfisuoli sviluppati sul "livello fondamentale della pianura" hanno infatti subito la massima spinta evolutiva durante l'Atlantico. Per questo la fase di incisione deve essere avvenuta tra l'ultima deglaciazione e l'inizio

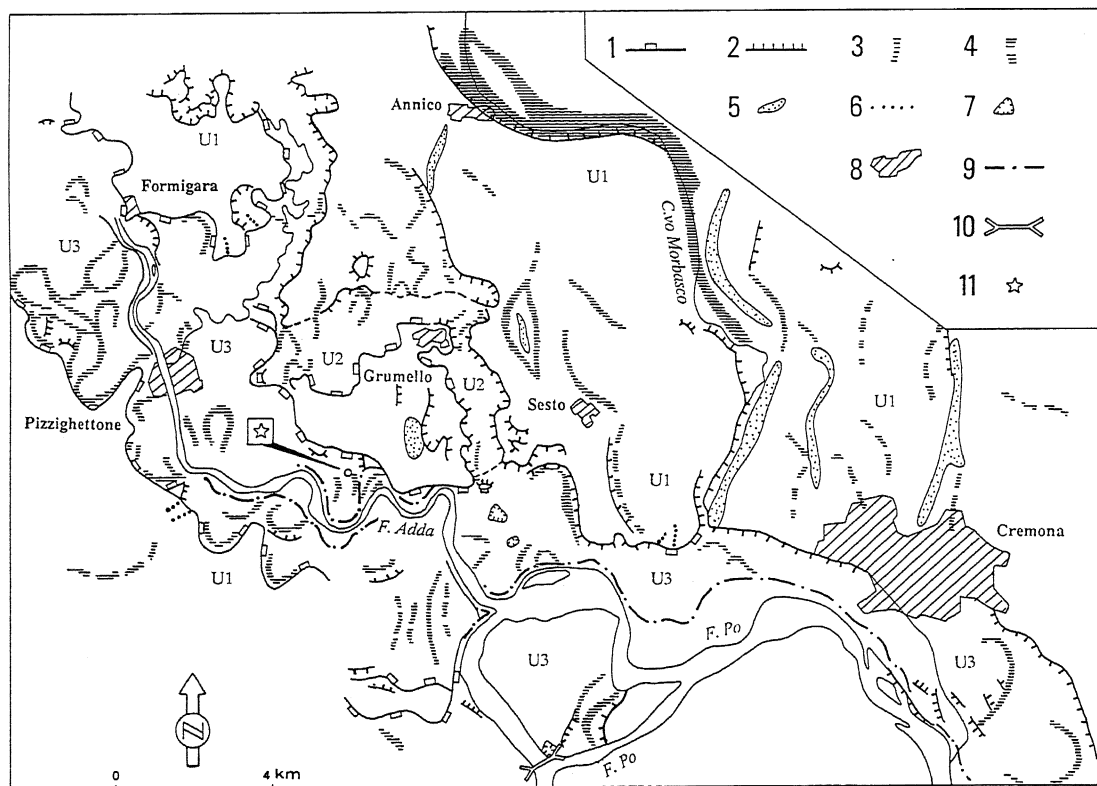


Fig. 2 - Carta geomorfologica del tratto finale del Fiume Adda. Legenda: 1) Orlo di scarpata fluviale con dislivello maggiore di 5 m; 2) Orlo di scarpata fluviale con dislivello minore di 5 m; 3) Paleoalveo evidente; 4) Paleoalveo poco evidente; 5) Dosso fluviale; 6) Vallecola a V; 7) Cava; 8) Area urbanizzata; 9) Argine artificiale; 10) Sbarramento fluviale; 11) Sezione studiata.

Geomorphological map of the low course of the Adda River. Legend: 1) Fluvial scarp higher than 5 m; 2) Fluvial scarp less than 5 m; 3) Well-preserved fluvial palaeocourse; 4) Not well preserved fluvial palaeocourse; 5) Alluvial ridge; 6) Gully; 7) Quarry; 8) Built-up area; 9) Artificial levee; 10) Fluvial dam; 11) Studied section.

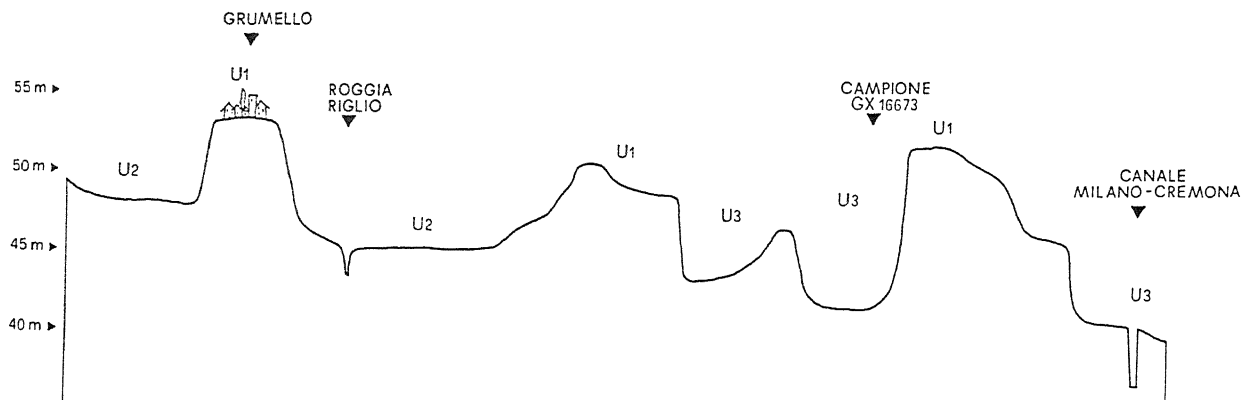


Fig. 3 - Profilo trasversale a direzione NE-SW dell'area studiata.
NE-SW transversal profile across the studied area.

dell'Olocene. La formazione di queste superfici, attualmente non interessate da idrografia con portate significative, deve essere avvenuta in un breve lasso di tempo, in seguito ad un'intensa erosione fluviale. Lungo la "superficie del Serio di Grumello" mancano tracce ben definite di idrografia abbandonata che consentirebbero di attribuirne la formazione al Fiume Adda piuttosto che al Serio o al Po. Alcune tracce, desunte da variazioni di tono di colore del suolo, permettono comunque di ipotizzare che un paleoSerio abbia interessato, in periodo a noi più vicino questa superficie così da giustificarne la relativa toponomastica.

La superficie del "terrazzo olocenico" è costituita, come la precedente, da un'incisione nel "livello fondamentale della pianura", delimitata da scarpate continue con dislivello maggiore di 5 metri. La larghezza della superficie è di circa 3 km; i suoli presentano un grado di evoluzione minore rispetto a quelli precedentemente indicati, in genere classificabili come entisuoli. Anche le forme, tutte attribuibili a processi fluviali, presentano una maggiore freschezza rispetto a quelle identificabili sul "livello fondamentale della pianura". La presenza di numerose tracce di meandri abbandonati evidenzia inoltre un alto tasso di variabilità del tracciato del Fiume Adda anche in periodo storico. Il "Serio di Grumello" ha arrestato la sua evoluzione in seguito alla diversione (e all'abbandono) dal corso d'acqua che lo interessava, mentre l'evoluzione della superficie del "terrazzo olocenico" dell'Adda è continuata successivamente, come dimostrano le tracce di idrografia abbandonata che indicano il progressivo spostamento del tracciato fluviale verso W.

2. LA SEZIONE STUDIATA

E' stata esaminata una sezione stratigrafica aperta nei depositi fluviali del "terrazzo olocenico" dell'Adda.

La sezione è localizzata a W di Crotta d'Adda nella località "Torbiera dei Pra' Marci" (coordinate geografiche

45°9'40" latitudine N, 2°36'30" longitudine W M. Mario e altitudine 42 m s.l.m.), sfruttata alla fine della seconda guerra mondiale per la produzione di torba.

Il profilo ha interessato un livello di torbe di 45 cm coperte da un livello di argille grigie (Fig. 4):

A 0-40 cm, franco limoso, colore bruno (10YR 4/4), aggregazione prismatica mal espressa, mediamente consistente, radici abbondanti, limite inferiore graduale a:

B 40-75 cm, franco limoso, colore bruno (10YR 4/4), aggregazione prismatica poco espressa, mediamente consistente, radici comuni, pori comuni, limite inferiore chiaro a:

Il C 75-90 cm, argille limose, colore grigio-chiaro (2.5Y 7/2), massivo, con rari gasteropodi, limite inferiore netto erosivo a:

III Ab 90-110 cm, limo organico, colore grigio-scuro (2.5Y 4/1), aggregazione poliedrica angolare minuta molto ben espressa, consistente, porosità media, radici comuni, grandi pori e buchi di "vermi". Presenza di sporadici frammenti di rami carbonificati; limite inferiore chiaro a:

III Cb 110-140 cm, limi organici scarsamente sabbiosi, colore nero (5Y 2/1), sporadici piccoli frammenti di foglie di monocotiledoni, limite inferiore chiaro a:

140-170 cm, limi torbosi neri (5Y 2/1), con letti di foglie di monocotiledoni in frammenti fino a 10 cm di lunghezza. Non è stato rinvenuto legno; limite graduale a:

170-185 cm, limi sabbiosi torbosi grigio scuri (5Y 3/1), contenenti piccoli e sporadici frammenti di tessuti vegetali, limite graduale a:

185-215 cm, sabbie limose grigio-bruno pallide (2.5Y 6/2), senza evidenti strutture, limite inferiore graduale a:

215-260+ cm, sabbie grigie (5 Y 5/1), a laminazione incrociata concava. Alla profondità di 260 cm compaiono sabbie medie con rari ciotoletti delle dimensioni di una nocciola, arrotondati, sede della I falda; limite inferiore non raggiunto.

Le sabbie alla base della successione si sono deposte in condizioni di elevata energia, durante fasi di cor-

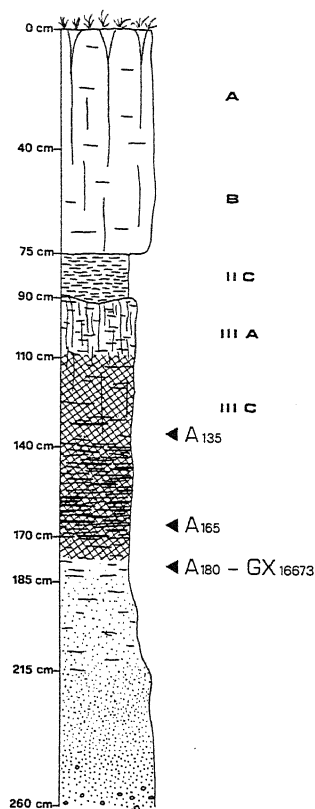


Fig. 4 - La sezione studiata. Simboli tratti da West (1977) e Cremaschi (1987). I triangoli indicano la posizione dei campioni sottoposti all'analisi pollinica (A 135, A 165, A 180) e della datazione ^{14}C (GX 16673).

The studied section. Symbols from West (1977) e Cremaschi (1987). Solid triangles show the location of the samples analyzed for pollen content (A 135, A 165, A 180) and radiocarbon dating (GX 16673).

rente. Il graduale aumento della frazione limosa e della sostanza organica indica il passaggio ad una facies di canale abbandonato, con rari apporti dall'attiguo canale e l'instaurarsi di condizioni palustri (limi neri torbosi). A tetto dei depositi torbosi è presente un inceptisuolo evoluto in ambiente forestale, per il contenuto di frammenti di legno e l'elevata attività biologica. Esso è eroso alla sommità e sepolto da un livello argilloso, probabilmente da interpretare come deposito di esondazione del canale principale su di un'area ormai colmata e non più interessata da ambienti palustri. Al di sopra dei depositi argillosi vi sono orizzonti franco limosi probabilmente connessi alle opere di spianamento e di modellamento soprattutto ad uso agricolo in epoca storica.

Alla profondità compresa tra 180 e 185 cm è stato prelevato un campione per la datazione ^{14}C . La datazione, eseguita presso i laboratori Krueger Enterprises (campione GX-16673), ha fornito un'età di 5540 ± 190 anni B.P. (data non calibrata). Questa data ci permette di affermare che la superficie del "terrazzo olocenico" dell'Adda era sicuramente già formata a quel tempo: si tratta quindi di una data minima per la formazione di questa unità.

3. ANALISI POLLINICA DEI LIVELLI TORBOSI

Sono stati esaminati tre campioni provenienti dai livelli torbosi, rispettivamente alla profondità di 180, 165 e 135 cm (A180, A165, A135). I primi due campioni sono torbe sabbioso-limose, contenenti frammenti anche centimetrici di foglie di monocotiledoni, debolmente compresse. Nel campione estratto a 180 cm la frazione minerale è prevalente su quella organica.

Sono stati trattati 10 g di materiale, secondo i metodi classici (attacco con acidi forti, macerazione con alcali, acetolisi di Erdtman). La determinazione è stata condotta utilizzando principalmente le chiavi di Moore *et al.* (1991), e di Northwest European Pollen Flora (Punt *et al.*, 1976 e segg.).

3.1. Flora pollinica rinvenuta

Le gimnosperme sono rappresentate da granuli di *Pinus* (dimensioni ed attacco delle sacche fanno propendere per *P. sylvestris* o *P. mugo*), ed inoltre da *Abies* e *Picea*. È stato rinvenuto anche un granulo di *Pinus* con attacco delle sacche non ristretto, che corrisponde a *P. cembra* (Accorsi *et al.*, 1978).

Sono presenti tutti i principali generi di angiosperme arboree proprie della foresta temperata alluviale a carattere medioeuropeo. Osserviamo in particolare che *Tilia* è rappresentato unicamente dal tipo cordata (Christensen & Blackmore, 1988); inoltre, tra i granuli triporati tipo *Carpinus-Ostrya*, vi è netta prevalenza del tipo *C. betulus/orientalis* (sec. Torri *et al.*, 1990).

Le principali famiglie di piante erbacee sono rappresentate; in particolare si segnala la presenza di granuli di *Iris*, *Scabiosa* e di numerosi morfotipi all'interno delle *Compositae Asteroideae*, tra cui sono stati determinati *Cirsium* e tipo *Centaurea*.

Infine si segnala la presenza di granuli rimaneggiati nel campione più antico (A180), riferibili ad un *Normapolles* tipo *Nudopollis*.

3.2. Condizioni deposizionali dei granuli

I caratteri della sequenza indicano che la sedimentazione organica ha avuto inizio al termine di un ciclo di aggradazione fluviale, in ambiente palustre all'interno di una grande lanca di meandro. In tali condizioni la corretta interpretazione degli spettri richiede una approfondita valutazione degli apporti pollinici da parte del fiume: le lanche funzionano sovente come "effetto trappola" per i palinomorfi alloctoni, trasportati dalle correnti fluviali (Darrell & Hart, 1970). Si può tuttavia ritenere che la componente autoctona sia rilevante dal momento che la frazione organica prevale nel sedimento, e che vi sono evidenze di macroresti vegetali depositi in situ (campioni A165 e A135).

A questo proposito può essere utile l'esame dello stato di conservazione dei granuli e della frequenza

pollinica, nonchè la valutazione di eventuali granuli rimaneggiati da rocce più antiche.

Nei livelli di limi torbosi (A165 e A135) i granuli sono in buono stato: manifestano però processi di degradazione per corrosione, che si riscontrano comunemente in questo tipo di sedimento a causa dell'attività microbiologica (Havinga, 1984). La concentrazione pollinica è sufficientemente elevata (A165: 3690 granuli/g; A135: 5500 granuli/g); mancano i granuli tipo Normapolles, presenti nel sottostante livello A180. La presenza di questi palinomorfi nei corsi d'acqua è determinata dall'erosione delle formazioni cretacic-paleogeniche del margine prealpino bergamasco: pertanto il loro ritrovamento è indizio certo di trasporto fluviale prolungato. Nel campione A180 si osserva inoltre un'elevata frequenza di granuli soggetti alla degradazione delle sculture dell'esina ed una concentrazione pollinica più bassa (1100 granuli/g).

Le differenze riscontrate tra i campioni di limi torbosi e quello sottostante di sabbia torbosa si possono imputare ad una più marcata incidenza della componente alloctona e regionale dello spettro pollinico nel livello inferiore, ove è prevalente la frazione terrigena.

Infine osserviamo che la posizione stratigrafica del deposito torboso, sigillato superiormente da un livello argilloso, consente di escludere la possibilità di percolazione di granuli provenienti dalla superficie, sia in seguito all'azione delle acque di infiltrazione, sia per effetto dell'aratura.

3.3. Ricostruzione della vegetazione

Lo spettro dei campioni A165 e A135 mostra una composizione coerente con le condizioni palustri precedentemente ipotizzate.

Le *Cyperaceae* rappresentano il 47 ed il 31% dello spettro; un ruolo importante ha anche *Alnus* (9 e 8%). Tra i taxa legati all'ambiente palustre possiamo includere, oltre a *Salix*, *Populus* e *Iris*, anche una parte delle *Compositae Asteroideae* determinate come *Cirsium* e come *Centaurea* (tra le *Asteroideae* non discriminate a livello generico dal polline vi possono essere *Carduus*, *Petasites*, *Eupatorium*).

L'ambiente era localmente dominato da magnocariceti palustri (ord. *Phragmitetalia*; alleanza: *Magnocaricion*), di cui restano frammenti di foglie nel deposito, e da alberi igrofilii (*Alnus*, *Salix*, *Populus*: classe *Salicetea albae*). I granuli di *Iris* possono essere attribuiti su base ecologica a *Iris pseudacorus*, che è specie caratteristica di ordine (*Phragmitetalia*).

La foresta caducifoglia temperata è rappresentata dai componenti fondamentali del querceto alluviale mesofilo di tipo medioeuropeo (*Quercus*, *Ulmus*, *Tilia cordata*, *Corylus*, *Carpinus*, *Fraxinus*), ed è pertanto inquadrabile nell'ordine Fagetalia. Il faggio è documentato dal ritrovamento di 4 soli granuli, ma, tenuto conto della limitata produzione pollinica e della degradabilità

del polline di questa specie, il reperto ci sembra sufficiente per dimostrarne la presenza nella bassa valle dell'Adda.

Al contrario la presenza di alcuni granuli di conifere è meno significativa, tenuto conto dell'elevata produzione e della flottabilità del polline bisaccato (Davis *et al.*, 1969); il polline del pino cembro proviene, quasi certamente, dalla Valle Spluga o dalla Valtellina. Per quanto riguarda *Picea* e *Abies*, che presentano una maggiore frequenza nei campioni (granuli per lo più in frammenti), non si può escludere che fossero presenti (come sporadiche) nelle foreste caducifoglie della bassa valle dell'Adda. In attesa di più approfondite indagini sul trasporto pollinico attraverso il Lago di Como, preferiamo astenerci da un giudizio definitivo.

Per un esame dei rapporti tra vegetazione forestale, palustre e altre vegetazioni (cespuglieti, praterie), si prende sovente in considerazione il tasso di afforestamento, che, negli spettri esaminati, risulta molto basso (24%, 41%, 48%). Tuttavia le piante erbacee sono in gran parte elofite legate a magnocariceti e fragmiteti (*Phragmitetalia: Cyperaceae, Asteroideae* tipo *Cirsium*), o idrofite (*Potamogeton*); anche i rappresentanti di altre famiglie rinvenute (*Dipsacaceae, Ranunculaceae, Umbelliferae, Rosaceae* tipo *Sanguisorba, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Labiatae, Liliaceae*), benchè distribuite in un ampio range ecologico, sono in questo caso probabilmente riferibili a comunità gravitanti nei *Phragmitetalia* o nei *Molinetalia* (ad esempio *Succisa pratensis, Galium palustre, Apium, Mentha aquatica* ecc.). Una componente di pollini provenienti da vegetazioni erbacee mesofile o xerofile non è individuabile. Il paesaggio vegetale si deve pertanto ritenere formato prevalentemente da formazioni palustri nelle aree di pertinenza perialveare (canneti in senso lato, cariceti, comunità idrofittiche) e da foreste di latifoglie igrofile (alneti) e mesofile (querco-carpineti, querco-ulmeti, foreste miste con faggio) nelle aree stabili.

3.4. Confronto con la vegetazione attuale

Attualmente il territorio della torbiera dei Pra' Marci è occupato per intero da colture agricole e pioppete d'impianto, con esclusione di alcune vasche di estrazione della torba, dove vegetano fragmiteti. Lungo le sponde dell'Adda, tra Pizzighettone e la confluenza con il Po, si trovano solo ridotti lembi di vegetazione elofittica e di alneto.

Per un esame della vegetazione forestale spontanea conviene riferirsi agli studi di Giacomini (1946), Cavani *et al.* (1981), Hofmann (1981), Sartori & Zucchi (1981) e Andreis & Cerabolini (1992).

I boschi presenti sulla superficie del terrazzo olocenico dell'Adda, a S della linea dei fontanili, comprendono, oltre alle formazioni ripariali a salici, cenosi igrofile a *Populus alba* e mesofile a *Quercus robur* e *Ulmus minor*,

Tabella 1 - Risultati dell'analisi pollinica. N = Numero di pollini conteggiati; conc poll/g = Concentrazione pollinica espressa in pollini per grammo di sedimento secco; % = Valori percentuali riferiti al totale delle Spermatofite.

Pollen analysis data. N = Number of counted pollens; conc poll/g = Pollen concentration expressed in pollen/g of dry sediment; % = Taxa percentage referred to the Spermatophytæ sum.

	Adda 135			Adda 165			Adda 180		
	N	conc poll/g	%	N	conc poll/g	%	N	conc poll/g	%
GIMNOSPERME									
<i>Pinus cembra</i>	1	30	0.5	0	0	0.0	0	0	0
<i>Pinus t. sylvestris/mugo</i>	24	620	11.5	15	165	5.7	6	70	6
<i>Picea</i>	6	185	2.8	3	35	1.1	0	0	0
<i>Abies</i>	6	185	2.80	7	75	2.7	0	0	0
GIMNOSPERME tot.	37	490	17.5	26	285	9.8	6	70	6
ANGIOSPERME legn									
<i>Quercus</i>	9	275	4	12	130	4.5	3	35	3
<i>Corylus</i>	17	520	8	15	165	5.7	4	50	4
<i>Carpinus t. betulus</i>	4	120	2	4	45	1.5	2	25	2
<i>Ostrya/Carpinus orientalis</i>	0	0	0	1	10	0.4	0	0	0
<i>Tilia t. cordata</i>	3	90	1.4	2	20	0.8	2	25	2
<i>Ulmus/Zelkova</i>	8	245	3.8	2	20	0.8	0	0	0
<i>Fraxinus</i>	2	60	1	2	20	0.8	2	25	2
<i>Fagus</i>	0	0	0	4	45	1.5	0	0	0
<i>Alnus</i>	18	555	8.5	24	260	9.1	6	70	6
<i>Populus</i>	0	0	0	5	55	1.9	0	0	0
<i>Salix</i>	1	30	0.5	2	20	0.8	0	0	0
<i>Betula</i>	2	60	0.9	0	0	0.0	2	25	2
<i>Euonymus</i>	1	30	0.5	0	0	0.0	0	0	0
ANGIOSPERME legn. tot.	65	2000	30.7	83	905	31.4	21	255	21
ANGIOSPERME erb									
<i>Compositae Asteroideae N</i>	28	860	13.2	43	470	16.3	10	120	10
<i>t. Cirsium</i>	0	0	0	1	10	0.4	0	0	0
<i>t. Centaurea</i>	0	0	0	5	55	1.9	0	0	0
<i>Composite Cichorioideae</i>	3	90	1.4	21	230	8.0	17	205	17
<i>Cyperaceae</i>	66	2030	31.1	124	1355	47.0	26	315	26
<i>Gramineae</i>	6	185	2.8	20	220	7.6	7	85	7
<i>Caryophyllaceae</i>	3	90	1.4	0	0	0.0	3	35	3
<i>Labiatae</i>	2	60	0.9	1	10	0.4	0	0	0
<i>Sanguisorba</i>	2	60	0.9	1	10	0.4	0	0	0
<i>Umbrelliferae t. Heracleum</i>	0	0	0	3	35	1.1	0	0	0
<i>Thalictrum</i>	0	0	0		35	1.1	0	0	0
<i>Iris</i>	0	0	0	4	45	1.5	0	0	0
<i>Liliaceae ND</i>	0	0	0	1	10	0.4	1	10	1
<i>Succisa</i>	0	0	0	1	10	0.4	0	0	0
<i>Dipsacaceae ND</i>	0	0	0	5	55	1.9	5	60	5
<i>Rubiaceae</i>	0	0	0	2	20	0.8	1	10	1
<i>Euphorbiaceae t. Mercuriali</i>	0	0	0	1	10	0.4	1	10	1
<i>Potamogetaceae</i>	0	0	0	0	0	0.0	1	10	1
ANGIOSPERME erb. tot.	110	3380	52	231	2520	70.8	72	870	73
Pollini tot.	212	5870	100	338	3690	100	99	1200	100
Pteridofite tot.	78	2395	36.8	54	590	20.5	12	145	12

attribuite all'*Aino-Padion* Knapp 1942.

Sul livello fondamentale della pianura sono descritte formazioni mesofile ascrivibili al *Carpinion*, con *C. betulus* nello strato arboreo e talora con aspetti secchi (con *Q. pubescens*, *Fraxinus ornus*, *Ruscus aculeatus*) in rapporto con il substrato drenante. Mancano tuttavia esempi di formazioni prossime al *climax*, soprattutto in rapporto con la scarsa evoluzione dei suoli,

spesso erosi (Cremaschi, 1987). Questo fatto non consente di documentare le attuali potenzialità del faggio nella Pianura Padana centrale, che tuttavia sembrano molto limitate, in rapporto con la comparsa di un periodo di deficit idrico estivo nel bilancio idrico del suolo (sec. Thornthwaite & Mather, 1957) ovvero di un "periodo di semiaridità" (sec. il termoudogramma di Walter, 1970). L'attuale potenzialità del faggio può essere pertanto

ricondata alla possibile partecipazione di alberi sparsi in ambienti forestali particolarmente freschi, quali le superfici dei "terrazzi olocenici" o il delta del Po, dove fonti storiche ne attestano la presenza (Zangheri, 1970).

Il quadro vegetazionale così delineato sembra dimostrare una discreta affinità con la ricostruzione paleovegetazionale proposta nel capitolo precedente. Tuttavia sembra probabile che il faggio occupasse un'area più ampia di quella corrispondente alle sue attuali potenzialità ⁽¹⁾.

3.5. Considerazioni cronologiche e climatiche

Secondo la cronostratigrafia pollinica attualmente in uso in Europa Centrale ed in Italia Settentrionale (Firbas, 1949; Mangerud *et al.*, 1974), il deposito esaminato si colloca nella parte terminale dell'Atlantico. Per questo intervallo di tempo disponiamo di alcuni studi pollinici sui bacini lacustro-torbosi al piede meridionale delle Alpi (Keller, 1930; Bertoldi, 1968; Schneider, 1978; 1985; Schneider & Tobolski, 1985) e di alcune indagini paleobotaniche (Biagi *et al.*, 1979), che lasciano tuttavia quasi completamente scoperto il settore centrale della Pianura Padana.

La parte superiore dell'Atlantico interessa un periodo di espansione delle specie oceaniche (*Abies* e, più tardi, *Fagus*), che segue l'affermazione del querceto mesofilo. Il querceto era pertanto già bene affermato in pianura, come sembra confermato dagli spettri pollinici qui presentati (Tab. 1). Essi mostrano che olmo e tiglio erano ben rappresentati. La presenza nel polline di *Fagus*, *Picea* e *Abies* si accorda bene con i dati in letteratura che documentano l'espansione di queste essenze durante l'Atlantico. E' da notare che il faggio si trova qui poco dopo la sua prima comparsa per l'Olocene padano, posta tra 8000 e 6000 B.P. (Bertoldi, 1968; Schneider, 1985; Schneider & Tobolski, 1985).

4. CONCLUSIONI

I risultati della presente indagine evidenziano che, già al tempo della deposizione dei sedimenti torbosi della sezione studiata, il "livello fondamentale della pianura" era fortemente inciso. La formazione dell'unità U3 si ritiene imputabile a drastiche condizioni erosive avvenute tra l'ultima deglaciazione e l'Olocene (Marchetti, 1990; 1992), con diminuzione delle caratteristiche geomorfologiche degli alvei meandriformi. Queste condizioni sono state riscontrate in tutta l'Europa continentale (Davis, 1913; Kozarski & Rotnicki, 1977; Starkel, 1977) ed in Nordamerica (Dury, 1964; Schumm, 1985).

La presenza di tracce di meandri abbandonati (Fig. 2) — tra cui questo grande meandro abbandonato

che diede origine ad una palude con una superficie di circa 50 ettari — permettono di stabilire che episodi di intensa attività erosiva o di aggradazione non hanno interessato il tratto inferiore dell'Adda negli ultimi 5500 anni.

I caratteri tessiturali e sedimentologici dei sedimenti sottostanti ai livelli torbosi inducono a credere che le condizioni idrodinamiche dell'Adda non fossero dissimili dalle attuali anche in un periodo precedente a quello indicato dalla datazione radiocarbonica.

La composizione della vegetazione, quale risulta dalle analisi polliniche, evidenzia condizioni sostanzialmente biostatiche: non vi sono infatti evidenze della presenza di ambienti di degradazione della foresta mesofila di latifoglie, che ricopriva la Pianura Padana centrale evidentemente già da molto tempo.

La vegetazione perialveare presunta era costituita esclusivamente da elofite e da formazioni forestali igrofile, mentre la vegetazione pioniera dei greti era probabilmente poco rappresentata. Questi dati indicano condizioni di scarso drenaggio e l'assenza di vaste aree in erosione, in accordo con il modello di alveo a canale singolo e ad alto indice di sinuosità.

La composizione della vegetazione forestale era simile all'attuale vegetazione potenziale della bassa Padania, ma probabilmente il faggio aveva un'estensione maggiore, specie lungo le incisioni oloceniche dei corsi d'acqua alpini, in rapporto con una maggiore oceanicità del clima.

Non è superfluo ricordare che il quadro ambientale appena tracciato non può essere applicato nella zona prossimale dei conoidi pedevalpini (alta Pianura Padana), dove le condizioni geomorfologiche ed idrodinamiche differivano (e differiscono tuttora) profondamente. Pertanto va evitata ogni generalizzazione fondata sulla presunta omogeneità della vegetazione climacica nella Valle Padana durante l'Olocene (il cosiddetto "querceto misto" riportato da molti autori).

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano il prof. G. Orombelli per gli utili suggerimenti e la costruttiva discussione nata dalla rilettura del manoscritto. Il lavoro è stato svolto nell'ambito dei programmi del Centro di Studio per la Geodinamica Alpina e Quaternaria, CNR Milano.

BIBLIOGRAFIA

- Accorsi C.A., Bandini Mazzanti M., Forlani L., 1978 - *Modello di schede palinologiche di Pini italiani* (*Pinus cembra* L., *Pinus pinea* L., *Pinus silvestris* L. *subsp. silvestris* L. *ecotipo emiliano*). Arch. Bot. Biogeogr. It., **54**(3/4), 65-101.
- Andreis C. & Cerabolini B., 1992 - *La vegetazione della brughiera briantea: stato di fatto e prospettive*. Congr. "Ecologia del paesaggio e progettazione ambientale", Camerino, 19-21 marzo 1992.

(1) Durante l'età del Bronzo la diffusione del faggio in padania è documentata da studi etnobotanici (Castelletti & Rottoli, 1987).

- Anfossi G., Desio A., Gelati R., Laurieri S., Petrucci F., Venzo S., 1971 - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, Foglio 60-Piacenza*. Roma.
- Bertoldi R. (1968) - *Ricerche pollinologiche sullo sviluppo della vegetazione tardiglaciale e postglaciale in sedimenti della Laguna Veneta*. St. Trent. Sc. Nat., B, **45**, 87-162.
- Biagi P., Castelletti L., Cremaschi M., Sala B., Tozzi C., 1979 - *Popolazione e territorio nell'Appennino Tosco-Emiliano e nel tratto centrale del bacino del Po, tra il IX ed il V millennio*. Emilia Preromana, 13-36.
- Castelletti L., Rottoli M., 1987 - *Resti vegetali macroscopici - Rapporto preliminare*. In: De Marinis R. (ed.): *Gli Etruschi a nord del Po*, **1**, 177-183.
- Cavani M.R., Sartori F., Zucchetti R., 1981 - *I boschi planiziali del basso corso dell'Adda*. Not. Fitosoc., **17**, 19-25.
- Christensen P.B., Blackmore S., 1988 - Tiliaceae. Rev. Palaeobot. Palyn., **57**, 33-43.
- Cremaschi M., 1987 - *Paleosols and Vetusols in the Central Po Plain (Northern Italy)*. Ed. Unicopli, Studi e Ricerche sul Territorio, Nr. 28.
- Cremaschi M., 1990 - *Pedogenesi medio-olocenica ed uso dei suoli durante il Neolitico in Italia Settentrionale*. In: Biagi P., *The Neolithisation of the Alpine Region*. Monografie di "Natura Bresciana", **13**, 71-89.
- Darrell J.H. & Hart G.F., 1970 - *Environmental determinations using absolute miospore frequency. Mississippi River delta*. Geol. Soc. Am. Bull., **81**, 2513-2518.
- Davis R., Brewster A. & Sutherland J., 1969 - *Variation in pollen spectra within lakes*. Pollen et Spores, **XI**(3), 557-571.
- Davis W.M., 1913 - *Meandering valleys and underfit rivers*. Am. Assoc. Geographers Annals, **3**, 3-28.
- Dury G.H., 1964 - *Principles of Underfit Streams*. Geological Survey Professional Paper 452-A.
- Dury G.H., 1965 - *Theoretical Implications of Underfit Streams*. Geological Survey Prof. Paper 452-C.
- Dury G.H., 1976 - *Discharge prediction, present and former, from channel dimensions*. J. of Hydrology, **30**, 219-245.
- Firbas F., 1949 - *Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich des Alpen*. 2er Band: *Allgemeine Waldgeschichte*. Jena.
- Giacomini V., 1946 - *Aspetti scomparsi e relitti della vegetazione padana. Documenti sulla vegetazione recente delle "Lame" e delle torbiere fra l'Oglio ed il Mincio*. Atti Ist. Bot. Lab. Critt. Univ. Pavia, **5**(IX), 127-188.
- Havinga A.J., 1984 - *A 20-year experimental investigation into the differential corrosion susceptibility of pollen and spores in various soil types*. Pollen et Spores, **XXVI**(3-4), 541-558.
- Hofmann A., 1981 - *Ecologia degli ambienti golenali e il querceto planiziaro "Bosco Fontana"*. Not. Fitosoc., **17**, 1-9.
- Keller P., 1930) - *Die postglaziale Entwicklungsgeschichte der Wälder von Norditalien*. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich, **9**, 187 pp.
- Kozarski S., Rotnicki K., 1977 - *Valley floors and changes of river channel patterns in the north Polish Plain during the Late Würm and Holocene*. *Questiones Geographicae*, **4**, 51-93.
- Mangerud J., Anderson S.T., Berglund B.E. & Donner J., 1974 - *Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification*. *Boreas*, **3**, 179-181.
- Marchetti M., 1990 - *Cambiamenti idrologici nella Pianura Padana centrale a Nord del Fiume Po: i casi di "Underfit Streams" dei Fiumi Mincio, Oglio e Adda*. Geog. Fis. Dinam. Quat., **13**, 1, 53-62.
- Marchetti M., 1992 - *Geomorfologia ed evoluzione recente della Pianura Padana Centrale a Nord del Fiume Po*. Tesi di dottorato.
- Marziani G.P., Iannone A., Patrignani G., Schiattareggia A., 1991 - *Recostruction of the tree vegetation near a Bronze Age site in Northern Italy based on the analysis of charcoal fragments*. Rev. Palaeobot. Palyn., **70**, 241-246.
- Moore P.D., Webb J.A. & Collison M.E., 1991 - *Pollen Analysis*. Blackwell, Oxford.
- Petrucci F. & Tagliavini S., 1969 - *Note illustrative della carta geologica d'Italia, F. 61 - Cremona*. Roma.
- Punt W. et al., ed. 1976/1991 - *The Northwest European Pollen Flora*. 6 vols., Elsevier, Amsterdam.
- Ravazzi C., Forlani L., Cremaschi M. (in stampa), - *Ricostruzione della storia e della vegetazione padana tra l'età del Bronzo e l'Alto Medioevo in relazione all'intervento antropico. La successione pollinica del fossato della Terramara di Poviglio (RE)*. Arch. Bot. Biogeogr..
- Sartori F. & Zucchi C., 1981 - *Relitti di vegetazione forestale lungo il corso planiziaro del fiume Oglio (Italia Settentrionale)*. Not. Fitosoc., **17**, 11-17.
- Schneider R., 1978 - *Pollenanalytische Untersuchungen zur spätglazialen bis mittelpostglazialen Vegetationsgeschichte im Raume Bozen*. Linzer Biolog. Beitrage **7**, 225-247.
- Schneider R., 1985 - *Palynologic research in the Southern and Southeastern Alps between Torino and Trieste*. Diss. Bot., **87**, 83-103.
- Schneider R. & Tobolski K., 1985 - *Lago di Ganna - Late-Glacial and Holocene environments of a lake in the Southern Alps*. Diss. Bot., **87**, 229-271.
- Schumm S.A., 1965 - *Quaternary paleohydrology*. In: Wright H.E. & Frey D.G. (Ed.), *The Quaternary of the United States*. Princenton University Press, 783-794, Princenton, NJ.
- Schumm S.A., 1979 - *Geomorphic thresholds: the concept and its applications*. Institute of British Geographers Transactions, n.s. 4, n. 4, 485-515.
- Starkel L., 1977 - *Last glacial and Holocene fluvial chronology in the Carpathian valleys*. *Studia geomorpho-*

- logica Carpatho-Balcanica, **11**, 33-51.
- Thornthwaite C.W., Mather J.R., 1957 - *Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and water balance*. Centerton.
- Torri P., Accorsi C.A., Bandini Mazzanti M., Forlani L., 1990 - *Flora palinologica italiana: Ostrya carpinifolia Scop., Carpinus betulus L., Carpinus orientalis Miller: schede palinologiche e chiave specifica*. Giorn. Bot. Ital., **124**(1), 182.
- Walter H., Harnickell E. & Muller-Dombois S., 1975 - *Climate-diagram Maps*. Springer, Berlin.
- West R.G., 1977 - *Pleistocene Geology and Biology* (2 ed.). Longmans, London.

Manoscritto ricevuto il 12.11.1992
Inviato all'Autore per la revisione il 21.1.1993
Testo definitivo ricevuto il 5.3.1993