

GIAN CAMILLO CORTEMIGLIA (*)

SEGNALAZIONE DI CRIOTURBAZIONI NEI DEPOSITI COSTITUENTI IL TERRAZZO "FLUVIALE RECENTE" A TORTONA (Piemonte) (**)

ABSTRACT: CORTEMIGLIA G. C., *Finding of Cryoturbations in Alluvial Terrace of "Fluviale recente" near Tortona (Piedmont-Italy)* (IT ISSN 0084-8948, 1981). Sandy deposits made up of thin alternate layers of silt and clay levels have been found at a depth between 2.80 and 3.78 m on an alluvial terrace of the "Fluviale recente", located on the right bank of the River Scrivia. The sedimentary sequence is characterized by involutions which, on the basis of their morphological and textural features, can be shown to be cryoturbations. The more probable age of this sedimentary sequence seems to be the interglacial Riss-Würm. The cryoturbations, instead, show epigenetic origin; they belong to a stadial which is not more recent than Würm III.

RÉSUMÉ: CORTEMIGLIA G. C., *Retrouvemet des cryoturbations dans la terrasse fluviale du « Fluviale recente » à Tortona (Piémont - Italie)* (IT ISSN 0084-8948, 1981). Dans une terrasse alluvionnaire du Torrent Scrivia, qui appartient à ce qu'on nomme « Fluviale recente », on retrouve, à la profondeur entre 2,80 et 3,78 m, un horizon sablonneux présentant des alternances des lits de sable fin et très fin avec des lits de silt et d'argile. On retrouve aussi, dans ces alternances, des involutions qu'on reconnaît comme des cryoturbations. L'âge plus probable de la déposition c'est l'interglaciaire Riss-Würm, tandis que les cryoturbations résultent clairement épigénétiques, donc on peut les attribuer à un interstadiaire würmien pas plus récent du Würm III.

RIASSUNTO: CORTEMIGLIA G. C., *Segnalazione di crioturbazioni nei depositi costituenti il terrazzo « Fluviale recente » a Tortona (Piemonte - Italia)* (IT ISSN 0084-8948, 1981). Ad una profondità tra 2,80 m e 3,78 m dal piano campagna, in un terrazzo alluvionale sito sulla sponda destra del Torrente Scrivia e conosciuto in letteratura come « Fluviale recente », viene segnalato il ritrovamento di depositi sabbiosi mostrandoti sottili alternanze di livelli silteso-argillosi. In questa successione deposizionale viene descritta la presenza di involuzioni, che, in base alle loro caratteristiche morfologiche e tessiturali, risultano individuabili come crioturbazioni. L'età più probabile di tali depositi sembra quella dell'interglaciale Riss-Würm, mentre le crioturbazioni, chiaramente epigenetiche, possono conseguentemente essere attribuite ad uno stadio würmiano non più recente del Würm III.

TERMINI CHIAVE: periglaciale di pianura; terrazzo alluvionale; crioturbazione; Würm; Piemonte SE.

1. INTRODUZIONE

La zona costituente la sponda destra del Torrente Scrivia, nel tratto tra Serravalle Scrivia e Tortona (fig. 1), si presenta terrazzata, mostrando, con netta evidenza, una successione di vari livelli, di cui, quello morfologi-

camente più appariscente, costituisce la zona pianeggiante, a forma allungata N-S, topograficamente delimitata ad W, dall'allineamento Cassano Spinola-Villalvernia-Castellar Ponzano-Tortona, ed a E, dal piede delle colline costituenti l'allineamento Villalvernia-Carbonara Scrivia-Mombisaggio-Castello di Tortona.

Questo terrazzo, indicato da BONI & CASNEDI (1970) come « Fluviale recente », è costituito da una spianata con le seguenti caratteristiche morfologiche:

- altezza del ciglio di terrazzo degradante, da quota 191 m sul l.m.m., a Cassano Spinola, sino a quota 116 m sul l.m.m., al cimitero urbano di Tortona, per uno sviluppo di circa 15 km di lunghezza (pendenza media 0,5 %);
- larghezza variabile da un minimo di circa m 100, all'altezza della località Cavagnella, sita tra Villalvernia e Cassano Spinola, ad un massimo di 2 km, nella zona appena a S della Cascina Maghisello, presso Tortona (fig. 1).

La scarpata di questo terrazzo inizia generalmente con un ben delimitato e netto orlo ed una inclinazione, mediamente oscillante tra 30° e 40°, particolarmente evidenziabile tra Villalvernia e Tortona.

Tale scarpata, per tutto il suo sviluppo tra Cassano Spinola e Tortona, sovrasta, di circa 1 ÷ 1,3 m, un secondo terrazzo alluvionale che affiora però solo in piccoli lembi residuali, salvo che nella zona a NW di Tortona dove presenta, invece, la sua massima espansione areale costituendo quella spianata cartografata ed assegnata, per datazione radiometrica, da CORTEMIGLIA & THOMMERET (1977), a $4\,370 \pm 70$ anni B.P.

Poiché quest'ultimo terrazzo è altresì il più elevato dei livelli olocenici presenti in zona, la citata principale spianata morfologica, costituente il cosiddetto « Fluviale

(*) Istituto di Geologia dell'Università di Torino.

(**) Lavoro presentato al Convegno sul « Periglaciale » organizzato a Bologna il 1.7.1980 dal Gruppo Geomorfologia del CNR.

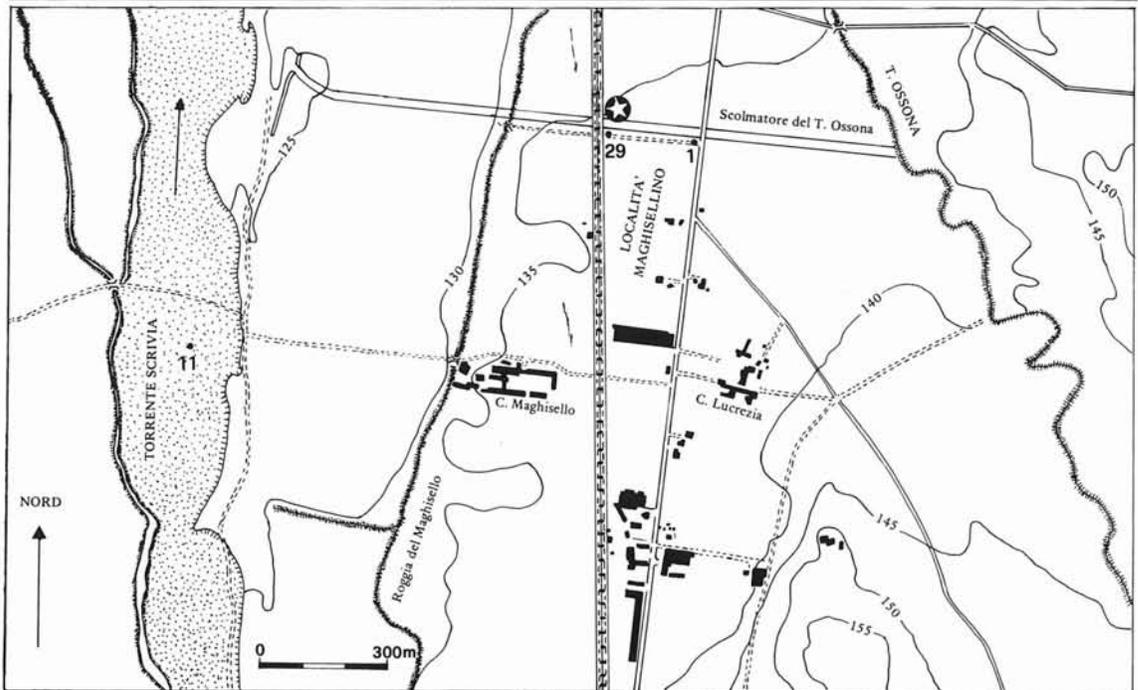
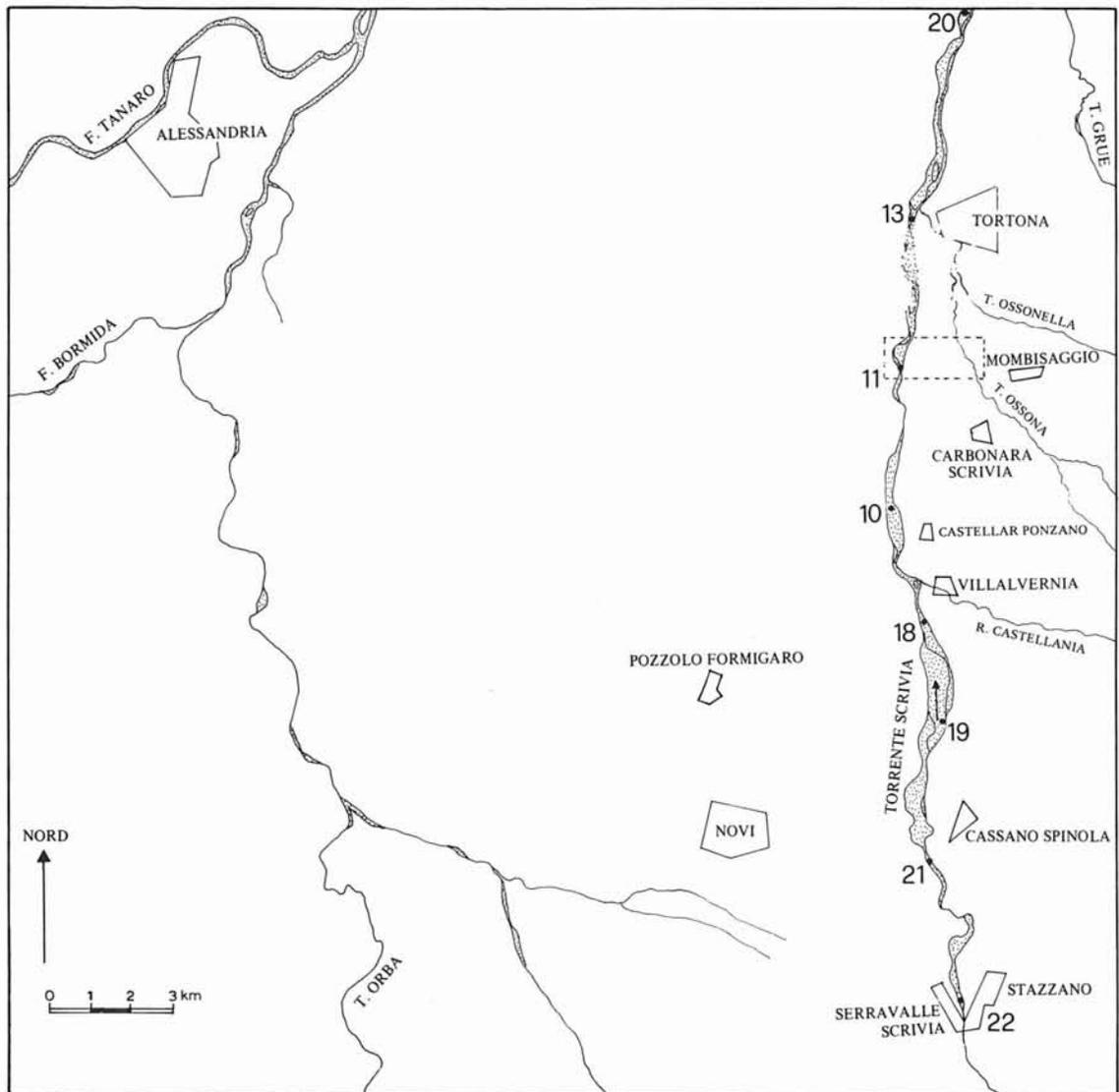


FIG. 2 - Sponda destra del canale scolmatore del Torrente Ossona all'altezza del sottopasso con la linea ferroviaria Milano-Genova (di cui si intravede una spalla dell'imboccatura sul lato sinistro della fotografia). La palina, visibile a destra nella fotografia, è posta all'altezza del limite tra alluvioni ciottolose di base e soprastanti depositi sabbiosi contenenti livelli con involuzioni, il cui particolare è riprodotto in fig. 3.



recente », è con ogni probabilità di età pleistocenica e rappresenta altresì il più basso di tali livelli alluvionali del Torrente Scrivia.

Pertanto, la scarpata che lo delimita verso valle, disposta lungo l'allineamento Cassano Spinola-Villalvernia-Castellar Ponzano-Tortona, rappresenta anche la separazione tra depositi alluvionali postglaciali ad W e depositi alluvionali pleistocenici ad E.

La citata zona collinare, contro cui termina morfologicamente la sua spianata verso E, risulta costituita da altri depositi alluvionali terrazzati del Torrente Scrivia, entro cui si possono ulteriormente distinguere almeno ancora due principali livelli, chiamati rispettivamente, dal più basso, altimetricamente, al più alto, da BONI & CASNEDI (1970), con i termini di « Fluviale medio » e di « Fluviale antico ».

Sebbene manchino, per tutti questi terrazzi alluvionali pleistocenici, elementi cronologici significativi, dai lavori di BONI & CASNEDI (1970) di BRAGA & CASNEDI (1976) e di BELLINZONA, BONI, BRAGA & MARCHETTI (1971), in linea generale, sembra possibile ritenere che, almeno indiziariamente, questi tre citati principali livelli del « Fluviale antico », del « Fluviale medio » e del « Fluviale recente », possano rispettivamente assegnarsi ad un non meglio determinato Pleistocene antico, medio e recente, senza, quindi, la possibilità di individua-

re, sulla base delle conoscenze acquisite in letteratura, ulteriori e più specifiche assegnazioni cronologiche.

Nella sopraccitata spianata del « Fluviale recente », all'altezza della sua massima larghezza, poco a N della Cascina Lucrezia e della Cascina Maghisello (fig. 1), al fine di realizzare un canale scolmatore per le piene del Torrente Ossona, è stato effettuato uno scavo a trincea largo 16 m, profondo 7 m e lungo 1 600 m che ha messo in evidenza quindi, per quasi tutta la larghezza del terrazzo, la relativa sezione trasversale.

All'altezza dell'attraversamento in sottopasso di questo canale scolmatore con la linea ferroviaria Milano-Genova, in località Maghisellino, il profilo, ricavabile sulla sua sponda destra (fig. 2), mette in evidenza la presenza di involuzioni, intese nell'accezione proposta da PRSSART (1970, p. 34), in posizione e con significato morfologici del tutto singolari ed indicativi, anche ai fini cronologici, per cui, scopo di questa nota, sono la descrizione e l'illustrazione di tale ritrovamento.

2. CARATTERISTICHE GENERALI DEL DEPOSITO COSTITUENTE IL TERRAZZO DEL « FLUVIALE RECENTE »

Il profilo verticale messo in evidenza dal citato taglio del canale di scolmamento del Torrente Ossona, ricavato per scasso a trincea entro la spianata del « Fluviale recente », in località Maghisellino, all'altezza del sottopasso FF.SS. (fig. 2), mostra la seguente successione di orizzonti dall'alto al basso:

- dalla superficie topografica (posta a quota 134,50 m sul l.m.m.) a 0,95 m di profondità si evidenzia la presenza di un terreno vegetale di colore 2,5Y 5/3,5, secondo la tabella dei colori di OYAMA & TAKEHARA (1967), mostrante strut-

FIG. 1 - Nella carta superiore viene tratteggiato l'inquadramento planimetrico generale del corso della Scrivia tra Seravalle Scrivia e Tortona con l'indicazione numerica dei prelievi di ciottoli effettuati nelle alluvioni del letto ordinario per il calcolo degli indici morfometrici; il riquadro tratteggiato rappresenta la zona riprodotta nella planimetria inferiore, dove, con l'asterisco, viene indicato il punto di ritrovamento delle crioturbazioni e con i punti numerati i campioni prelevati per lo studio del deposito.

tura prismatica e con presenza di una modestissima lettiera di tipo agropedico;

- da 0,95 m di profondità (quota 133,55 m sul l.m.m.) a 3,78 m di profondità dal piano campagna (quota 130,72 m sul l.m.m.) si nota la presenza di un deposito alluvionale di tipo sabbioso (fig. 3), che mostra una parte superiore (fig. 4), sita tra 0,95 e 2,80 m di profondità, compatta ed omogenea, prevalentemente costituita da sabbie, ed una inferiore (fig. 5), tra 2,80 e 3,78 m di profondità, rappresentata da successioni alternate di livelletti sabbiosi, di potenza al massimo centimetrica, con analoghi livelletti, però meno potenti, di depositi siltoso-argillosi. I livelletti sabbiosi di colore giallastro, risultano di granulometria media compresa tra 0,245 mm e 0,104 mm, mentre quelli siltoso-argillosi mostrano valori della stessa sempre inferiori a 0,063 mm. Nell'ambito di questa parte basale del deposito alluvionale sabbioso (fig. 5), laddove risultano con maggior evidenza le laccature giallo-rossastre dei livelletti sabbiosi, si nota la presenza di fenomeni di involuzioni, che, con evidenza, perturbano l'originaria disposizione orizzontale del sedimento (figg. 6, 7, 9 e 10);
- da 3,78 m di profondità dal piano campagna (quota 130,72 m sul l.m.m.) sino alla base dello scavo, cioè a 7 m di profondità (quota m 127,50 sul l.m.m.), appare un deposito alluvionale di tipo ciottoloso (figg. 2 e 3), con presenza di matrice a prevalente natura sabbioso grossolana e granuli, ben compattato e costipato, ma privo di fenomeni di cementazione o litificazione di qualsivoglia natura.

Tale successione di orizzonti nel profilo verticale è pienamente convalidata lungo tutto il taglio del canale di scolamento per cui, dunque, risulta confermato che, nel terrazzo del « Fluviale recente » di questa zona, il terreno vegetale rappresenta la copertura, contenuta generalmente tra 1 e 2,5 m di potenza, di un deposito alluvionale, il cui tetto, di tipo sabbioso, copre una facies ciottolosa basale piuttosto grossolana.

Solo però nel punto della sopraddescritta sezione (fig. 2), si osserva la base della facies alluvionale sabbiosa mostrante l'alternanza di livelletti sabbiosi fini e molto fini con livelletti siltoso-argillosi (fig. 5); inoltre la constatazione che solo in presenza di tali successioni si sono ritrovate le involuzioni (figg. 6, 7, 9, 10) favorisce la supposizione di una stretta correlazione tra i due fenomeni.

La spianata, quindi, del « Fluviale recente », ispezionata nella sua parte di massima larghezza ed in maniera continua, per mezzo del taglio a trincea eseguito per la realizzazione dello scolmatore del Torrente Ossona, mostra chiaramente le sue generali caratteristiche di deposito basale ciottoloso a cui succede una fase deposizionale sabbiosa, pedogenizzata solo superficialmente, per uno spessore generalmente non inferiore al metro.

La potenza complessiva di questo deposito costituente il terrazzo del « Fluviale recente » può essere valutata, con una sufficiente approssimazione, utilizzando le stratigrafie delle perforazioni eseguite per le ricerche d'acqua.

Sulla base di tali risultanze si può così tracciare l'andamento della morfologia del substrato al di sotto della spianata del terrazzo da cui si deduce che l'isopaca dei 5 m passa pressoché in prossimità del piede del versante collinare, mentre l'isopaca dei 25 m ne costeggia, più o meno, l'orlo e la relativa scarpata.

2.1. TERRENO VEGETALE DI COPERTURA

La parte superiore del terrazzo è rappresentata, come è stato precedentemente descritto, da un terreno vegetale il cui colore risulta generalmente compreso tra 2,5 Y e 5 Y di *hue*, tra 4 e 3 di *value* e tra 3,5 e 2 di *chroma*, secondo la carta dei colori di OYAMA & TAKEHARA (1967), salvo che per la zona del terrazzo sita al piede del contatto con il livello altimetricamente soprastante del « Fluviale medio », dove invece si osservano *hue* più elevate, sull'ordine di 10 YR, con *value* di 4 e *chroma* oscillante tra 3 e 3,5.

Questo aumento di *hue* del colore, soprattutto riscontrabile nella parte superficiale del terreno vegetale, come per esempio nelle zone della Val Ossonella e di Castellar Ponzano in prossimità del raccordo morfologico con il piede della scarpata del « Fluviale medio », non è climatico, bensì è attribuibile a colluviazioni provenienti da quest'ultimo e più antico deposito alluvionale pedogenizzato.

Lo spessore del terreno vegetale di copertura del « Fluviale recente », pur potendo presentare delle variazioni locali che oscillano tra 1 e 5 m, risulta mediamente contenuto entro 1 o 2 m.

Alcune prove calcimetriche hanno permesso di valutare un contenuto medio in carbonati di questo terreno vegetale sull'ordine del 12,5 %.

2.2. DEPOSITO ALLUVIONALE CIOTTOLOSO

Lo scavo per la realizzazione dello scolmatore del Torrente Ossona, eseguito (fig. 1) pressoché lungo la massima larghezza del terrazzo « Fluviale recente », ha chiaramente mostrato la presenza di un deposito ciottoloso di base, che posa quindi, per quanto precedentemente riferito, direttamente sul substrato.

I ciottoli di tale deposito alluvionale si presentano con superficie prive di patine d'alterazione, ben compatte da una matrice sabbiosa grossolana e non interessati da fenomeni di cementazione o litificazione.

Al di sopra di tale deposito ciottoloso si ritrova costantemente la presenza di un livello sabbioso, pedogenizzato e trasformato, in superficie, in terreno vegetale; al contatto tra il deposito alluvionale ciottoloso ed il soprastante deposito alluvionale sabbioso si osserva allora la presenza di arrossamenti di natura limonitica, che, sebbene di spessore variabile, risultano generalmente contenuti entro una fascia di 1,50 m.

FIG. 3 - Particolare della fig. 2 mostrante il passaggio tra alluvioni ciottolose alla base e soprastanti depositi sabbiosi, entro cui si nota, all'altezza della zona indicata dalla palina, che è ubicata nell'identica posizione della fig. 2, la chiara presenza di una successione di piccoli levelletti (laminazione).

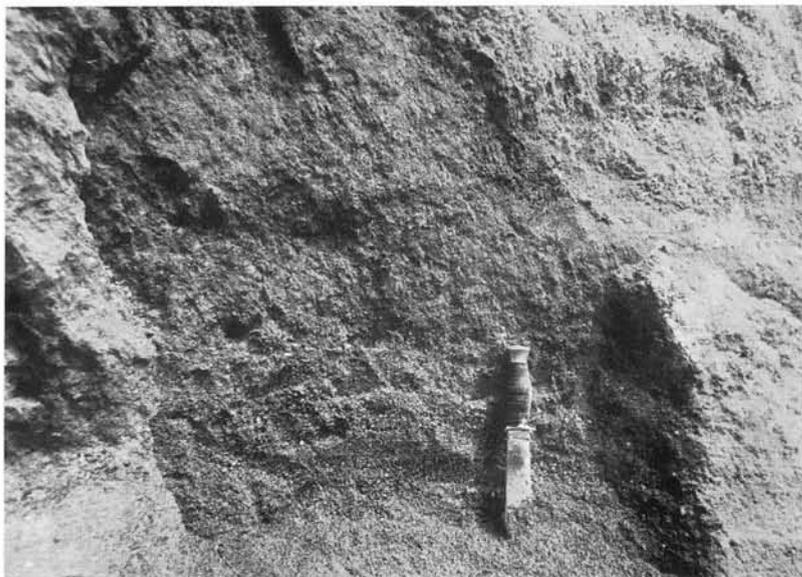


FIG. 4 - Particolare della parte superiore del deposito sabbioso, di cui alle figg. 2 e 3, mostrante la mancanza di evidente stratificazione.

FIG. 5 - Particolare della parte basale del deposito sabbioso, di cui alle figg. 2 e 3, ripresa al suo contatto con le sottostanti alluvioni ciottolose, chiaramente visibili a sinistra in basso nella fotografia. Si noti la netta presenza d'una stratificazione in lamine alternate di sabbia fine e molto fine con silt-argilla.





FIG. 6 - Particolare della zona basale del deposito sabbioso, di cui alle figg. 3 e 5, con presenza di involuzioni che turbano l'andamento regolare della stratificazione.

L'analisi petrografica rivela una netta dominanza di ciottoli di natura calcarea, a cui si associano con frequenza decrescente quelli di natura arenacea e calcarenitica, mentre, in netto subordine, risultano quelli di serpentiniti, diabasi, oficalciti e frammenti quarzo-feldspatici.

Utilizzando i ciottoli predominanti, cioè quelli di natura calcarea, sono state svolte indagini sullo stato di usura della loro superficie e sul loro aspetto generale.

Il relativo campionamento è stato eseguito sia nella zona Maghisellino (figg. 2 e 3), al di sotto cioè del livello contenente le involuzioni (camp. n. 29), quindi in posizione prossimale alla scarpata del terrazzo, sia nella zona dove il precipitato canale scolmatore del Torrente Ossoa attraversa in sottopasso la strada statale dei Giovi (camp. n. 1), in quanto tale ubicazione (fig. 1) risulta

pressoché in posizione centrale rispetto alla larghezza della spianata, che, com'è stato precedentemente ricordato, risulta la massima riscontrabile nella zona.

Si è ritenuto opportuno invece non effettuare un campionamento anche all'inizio del canale scolmatore (fig. 1), cioè in prossimità della radice del terrazzo, in quanto, in questa zona, il deposito potrebbe essere stato influenzato in maniera più o meno determinante anche dall'apporto del Torrente Ossoa.

Per ogni campione, rappresentato da una popolazione di ciottoli con lunghezza compresa tra 40 e 60 mm, sono stati così calcolati, quali parametri per l'usura della superficie, l'indice di smussamento di primo ordine di CAILLEUX & TRICART (1963) e l'indice di appiattimento di CAILLEUX & TRICART (1963) mentre, quali parametri per l'aspetto, sono stati ricavati il modulo di allungamento ed il modulo di appiattimento di ROSFELDER (1961) utilizzando il relativo diagramma a dispersione delle forme (figg. 11 e 12).

Le misure sui ciottoli sono state eseguite con un calibro con lettura del ventesimo di millimetro, mentre, per il metodo di calcolo, è stato utilizzato l'elaboratore descritto da COPAT, CORTEMIGLIA & MARCONI (1978).

I risultati ottenuti, esposti sinteticamente nella tab. 1, rivelano che la forma prevalente dei ciottoli è quella discoidale (>72 %), risultando nettamente subordinate quelle acicolari (<23 %) e del tutto trascurabili quelle sferiche (<5 %).

TABELLA 1

ANALISI MORFOMETRICA SU POPOLAZIONI DI CIOTTOLI CALCAREI.

Stato d'usura della superficie dei ciottoli

| campione | numero di ciottoli | indice di smussamento | | indice di appiattimento | |
|----------|--------------------|-----------------------|---------|-------------------------|---------|
| | | campo di variabilità | mediana | campo di variabilità | mediana |
| 1 | 82 | 69,14 - 466,02 | 258,21 | 1,61 - 5,56 | 3,06 |
| 29 | 112 | 39,56 - 512,35 | 265,78 | 1,31 - 5,17 | 2,33 |

Aspetto e forma dei ciottoli

| Campione | numero di ciottoli | frequenze | | | | | | |
|----------|--------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| | | S | DE | DD | DA | AA | AC | AP |
| 1 | 112 | 0,89 | 26,79 | 31,25 | 20,54 | 13,39 | 0,89 | 6,25 |
| 29 | 119 | 5,04 | 43,70 | 16,81 | 11,76 | 21,01 | — | 1,68 |

S=sferoidali; DE=discoidali ellissoidali; DD=discoidali lamellari; DA=discoidali allungati; AA=acicolari ellissoidali; AC=acicolari cilindrici; AP=acicolari appiattiti

I risultati sopra tabulati si riferiscono a popolazioni di ciottoli calcarei con lunghezza compresa nella classe dimensionale a limiti tra 40 e 60 mm, raccolti nel terrazzo del « Fluviale recente » sito in sponda destra del Torrente Scrivia, nel tratto compreso tra Casano Spinola e Tortona. Il punto di prelevamento dei campioni è stato riportato in fig. 1.

Le mediane degli indici di smussamento mostrano valori, come risulta dalla tab. 1, nettamente superiori a quelle riscontrabili negli attuali depositi alluvionali del Torrente Scrivia depositati nello stesso tratto tra Casano Spinola e Tortona, in quanto, sulla base di 8 campioni, prelevati lungo l'asta principale nei depositi del letto di piena (fig. 1) ogni 3 500 m circa, per un totale complessivo di 936 ciottoli (circa 117 ciottoli per cam-



FIG. 7 - Particolare della zona basale del deposito sabbioso, di cui alle figg. 3 e 5, mostrandone l'accentuata presenza di involuzioni con microforme bizzarre di spostamento del materiale siltoso-argilloso, come quella visibile sulla sinistra della parte alta del nastro metrico.

pione), si sono potuti ricavare valori contenuti nel campo di variabilità tra 198,22 e 220,00.

Se ne deduce, quindi, conseguentemente, che, all'atto della deposizione del « Fluviale recente » doveva verificarsi una decisa e più elevata capacità di elaborazione e di competenza delle acque rispetto a quella odierna.

Tale valutazione idraulica sembra altresì confermabile anche in base all'elevato valore delle mediane dell'indice di appiattimento (tab. 1), che riferendosi a calcari, cioè a rocce strutturalmente compatte, induce ad interpretare l'appiattimento come conseguenza di notevoli urti lungo il percorso ad opera di un trasporto altamente turbolento.

Al fine di ricavare anche qualche indicazione generale sul sistema correntizio deposizionale di tale alluvionamento ciottoloso, sono stati ricercati, nel punto della sopra citata descrizione del profilo (fig. 2) dei ciottoli piuttosto ben appiattiti ed allungati, mostrandone altresì la loro lunghezza pressoché in posizione orizzontale, su cui poter effettuare misure di orientazione e di immersione.

La fig. 8 riporta lo stereogramma delle direzioni azimutali delle lunghezze di 100 ciottoli rispondenti alle

caratteristiche sopra indicate, da cui si può dedurre la presenza di un importante filone di corrente con direzione azimutale di $60^{\circ} \div 240^{\circ}$, da cui, sulla base dell'immersione dei ciottoli, rivolta prevalentemente verso NE, se ne ricava una provenienza da SW.

La presenza di questa significativa linea di corrente proveniente da SW e diretta verso NE trova riscontro in altre zone di questo stesso canale di scolamento, però accanto ad altre ulteriori importanti direttrici correntizie, come appunto mostra lo stereogramma di fig. 8, relativo ad analoghe misurazioni effettuate su ciottoli della zona del punto di raccolta del precipitato campione n. 1.

Tali variabilità di direzioni correntometriche deposizionali dei ciottoli, specie se correlate con l'andamento prevalente delle loro immersioni, risultano spesso non conformi all'attuale andamento da S a N del corso del Torrente Scivia, per cui si è indotti a ritenere che, all'epoca della deposizione di questo « Fluviale recente », l'orientamento dell'asta principale dovesse presentarsi sufficientemente differenziato rispetto a quello attuale.

Tale circostanza è altresì avvalorata dalla morfologia

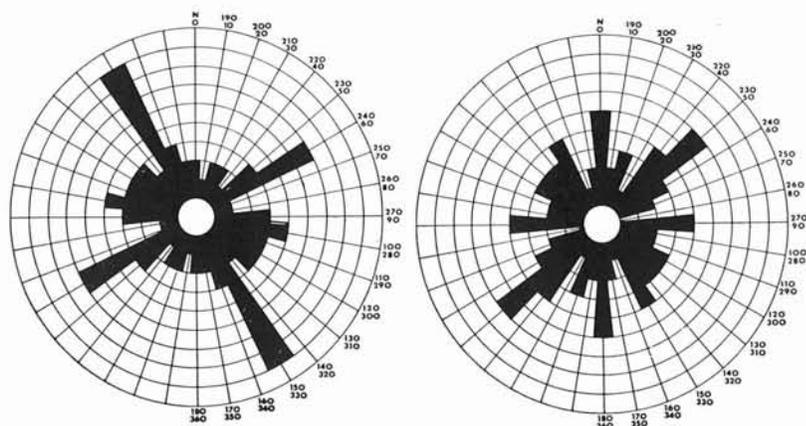


FIG. 8 - Stereogrammi di direzioni azimutali rilevate su 100 ciottoli di forma decisamente appiattita e con lunghezza disposta su un piano pressoché orizzontale, appartenenti alla spianata del terrazzo alluvionale del Torrente Scrivia, sito, sulla sponda orografica destra, tra Cassano Spinola e Tortona, e denominato « Fluviale recente ». Lo stereogramma di sinistra si riferisce ai ciottoli (camp. n. 29), del citato deposito, ritrovati, al di sotto del livello a crioturbazioni, in località Maghisellino (figg. 2 e 3) e quello di destra ai ciottoli (camp. n. 1) rinvenuti all'altezza della statale dei Giovi (fig. 1).

del conoide di deiezione delle alluvioni pleistoceniche che il Torrente Scrivia presenta a Serravalle Scrivia, allo sbocco nella piana, in quanto il suo ventaglio individua un asse deposizionale orientato da SE a NW, cioè con una direzione in pianura dell'asta principale orientata da Serravalle Scrivia verso Pozzolo Formigaro, anziché verso Tortona, come risulta attualmente (fig. 1).

Inoltre, questa stessa spianata del « Fluviale recente », in tutto il suo sviluppo tra Cassano Spinola e Tortona, rivela che ogni punto del suo ciglio di terrazzo si trova ad una quota inferiore rispetto alle corrispondenti zone della radice del terrazzo, per cui la superficie della spianata, oltre a presentare la citata pendenza verso valle, mostra anche una leggera inclinazione verso l'attuale asta principale del Torrente Scrivia.

Per di più, prolungando graficamente questa spianata, sempre con la stessa pendenza riscontrata, al di là dell'attuale asta principale del Torrente Scrivia, sino cioè a raggiungere la sponda orografica sinistra, si osserva un perfetto raccordo topografico con il ciglio del terrazzo del « Fluviale recente » presente in questa sponda del torrente, la cui spianata, inoltre mostra invece i vari punti del ciglio del terrazzo a quota superiore rispetto ai corrispondenti punti della radice del terrazzo.

Pertanto, mentre in sponda destra la spianata di terrazzo presenterebbe la regolare inclinazione verso il thalweg e la foce, quella in sponda sinistra la presenterebbe invece verso la foce e la parte opposta del thalweg.

Praticamente, quindi, la ricostruzione morfologica dell'originaria superficie di alluvionamento del « Fluviale recente » nella zona tra Cassano Spinola e Tortona mostrerebbe una primitiva pendenza dal piede delle colline verso la piana alessandrina, cioè da E verso W, con l'attuale corso del Torrente Scrivia che la solca trasversalmente secondo una direttrice da S a N.

Questo evidente cambiamento direzionale del corso d'acqua, individuabile sulla base dei citati indizi morfologici, trova analoga conferma nello studio geotecnico dei depositi alluvionali del sottosuolo svolto da BRAGA & CASNEDI (1976).

Pertanto si può affermare sulla base di tali risultanze, che l'attuale corso del Torrente Scrivia, compreso tra Cas-

sano Spinola e Tortona, si è inciso erodendo la piana alluvionale del « Fluviale recente », in conseguenza di una migrazione da W verso E dell'asta principale.

2.3. ORIZZONTE ALLUVIONALE SABBIOSO CONTENENTE LE INVOLUZIONI

Al di sopra della facies ciottolosa sopraddescritta ed al di sotto del terreno vegetale di copertura si ritrova costantemente la presenza di un orizzonte sabbioso a tessitura variabile, da zona a zona del terrazzo, tra la sabbia fine e la sabbia molto fine.

Solo nel punto del descritto affioramento di zona Maghisellino, la parte basale di tale deposito sabbioso, al suo contatto con la sottostante facies ciottolosa, presenta, per circa la potenza di 1 m (fig. 5), una fitta e continua successione di livelletti, spessi al massimo 1 cm, ma più frequentemente sui 2 o 3 mm, di sabbia alternati con silt.

Dal punto di vista sedimentologico trattasi quindi di una sequenza di lamine sottili il cui insieme costituisce un aspetto di laminazione uniforme.

Data l'impossibilità pratica di campionare una singola lamina, una indicazione orientativa media sulle caratteristiche tessiturali di tale sequenza si può ricavare dalla curva granulometrica cumulativa di fig. 13, ottenuta da un campione rappresentativo dell'insieme della laminazione.

Com'è chiaramente evidente dal grafico di fig. 13 la curva granulometrica cumulativa è tipicamente bimodale, rappresentando appunto la risultante di una miscela, da cui però si può ricavare, con la tecnica dell'analisi modale, la seguente formula modale media del sedimento

$$(0,152) 63 \% + (0,0055) 47 \%$$

Risulta così individuabile che le lamine sabbiose appaiono nel loro complesso mediamente di tipo sabbia fine, mentre quelle silteose di tipo silt molto fine.

Inoltre, un'analisi tessiturale sul solo passante al setaccio 0,0031 mm, ha permesso di evidenziare la presenza del 27,40 % di argilla e di constatare che il rapporto argilloso ($\frac{15-2}{<2}$ μ m) mostra un valore di 7,62.



FIG. 9 - Involuzioni, riprese nella zona di cui alle figg. 6 e 7, mostranti chiaramente l'avvenuto irregolare spostamento verso l'alto delle lamine siltoso-argillose, che, in alcuni punti, risultano addirittura ripiegate a virgola.



FIG. 10 - Particolare di involuzioni, riprese nella zona di cui alle figg. 6 e 7, mostranti il chiaro spostamento verso l'alto, a forma di virgola retroversa, di una lamina siltoso-argillosa.

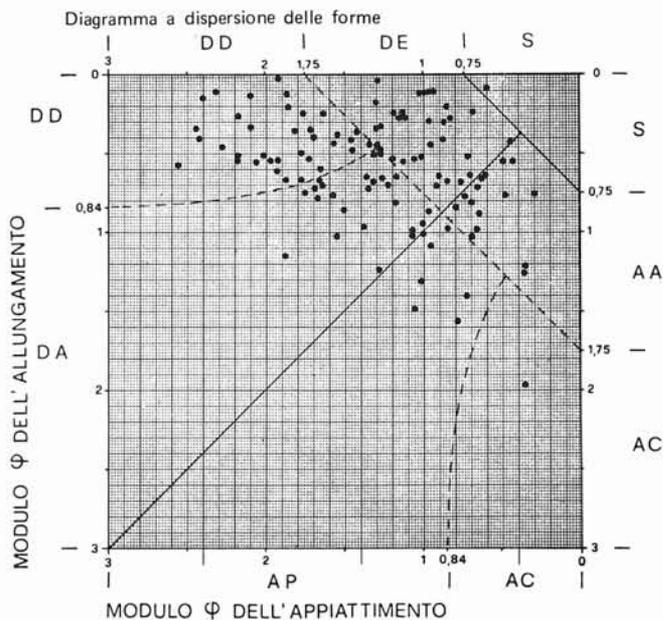


FIG. 11 - Diagramma a dispersione delle forme dei ciottoli calcarei del camp. n. 1, i cui risultati tabulati sono esposti nella tab. 1 ed il cui punto di prelevamento è stato riportato nella fig. 1.

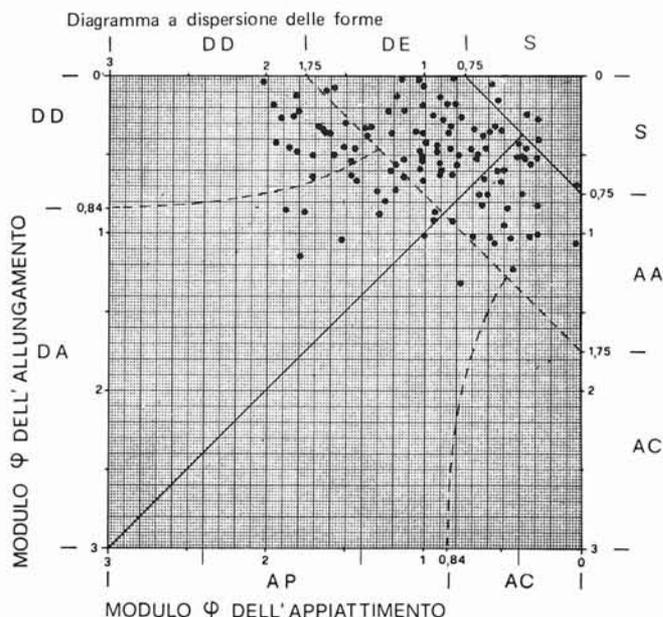


FIG. 12 - Diagramma a dispersione delle forme dei ciottoli calcarei del camp. n. 29, i cui risultati tabulati sono esposti nella tab. 1 ed il cui punto di prelevamento è stato riportato nella fig. 1.

Questa sequenza di lamine sottili di sabbia intercalate con quelle di silt presenta chiari segni di perturbazioni rispetto all'originaria deposizione orizzontale (fig. 5), come mostrano esplicitamente le figg. 6, 7, 9 e 10, cioè vi si riconosce, con netta evidenza, la presenza di strutture trans-facciali di tipo meccanico, intese nell'accezione terminologica proposta da RICCI LUCCHI (1970).

Tali perturbazioni, associabili alle cosiddette involuzioni di PISSART (1970, p. 34), dal punto di vista ge-

netico non sembra possano essere interpretate come *load casts*, in quanto l'alternanza di lamine sabbiose e siltose-argillose risultano troppo esili di spessore per dar luogo tra loro a differenze di densità tali da generare delle deformazioni o degli spostamenti verticali.

Anche la mancanza di uno strato di base plastico, normalmente presente, come indicato da KRUMBEIN & SLOSS (1963) e da PETTIJOHN & POTTER (1964), in questo tipo di struttura sul quale appunto verrebbe esercitata la spremitura da carico, peraltro qui praticamente limitata al solo spessore di 2,80 m della copertura soprastante, induce ad escludere che trattasi di *load casts*.

Inoltre, lo stesso spessore complessivo di 0,98 m della sequenza di lamine alternate di sabbia e di silt risulta troppo modesto per poter dar luogo a fenomeni di mobilitazione plastica da imbibizione delle parti siltoso-argillose presenti.

Un'altra possibile causa genetica di queste involuzioni, cioè quella associabile a pressioni esercitate da gas di produzione biochimica o chimica sulle lamine siltoso-argillose, così come ha mostrato sperimentalmente SIUTA (1962), non trova riscontro nella situazione geolitologica del profilo, mancando qualsiasi presenza consistente di materiale organico o di livelli di deposizione chimica o biochimica.

Si deve pertanto concludere che la causa genetica di tali involuzioni deve essere ricercata nelle pressioni esercitate da un processo di congelamento dell'acqua presente nel deposito. Si tratterebbe cioè di involuzioni periglaciali nel senso di PISSART (1970), le cosiddette crioturbazioni degli autori italiani, classificate ed assegnate da CAPELLO (1960, p. 63) ai fenomeni di crioturbolenza.

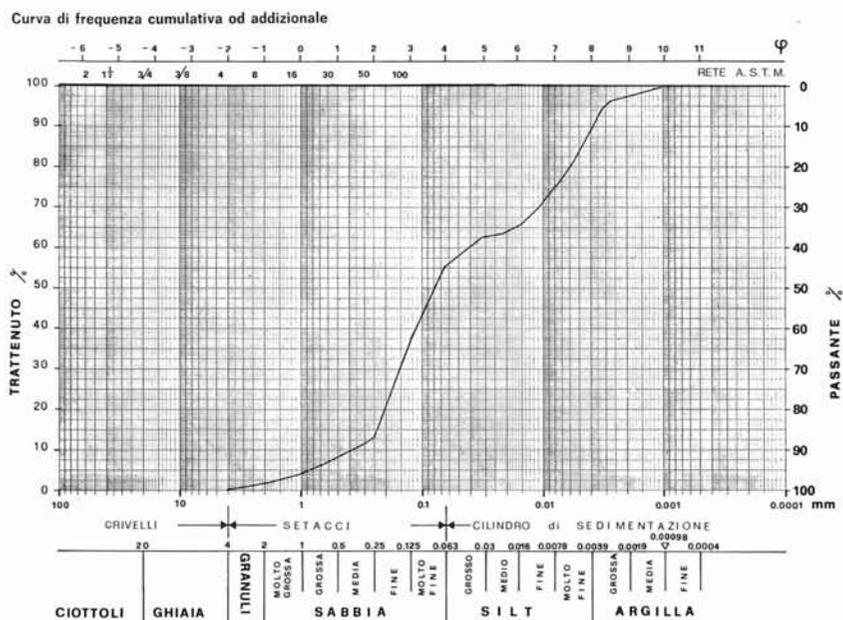
Il movimento delle particelle siltoso-argillose nelle lamine costituenti la descritta sequenza è quindi dovuta al congelamento della loro acqua di impregnazione, che avviene successivamente alla solidificazione dell'acqua contenuta nello strato sabbioso soprastante.

Questa possibilità differenziale che prima congeli l'acqua degli strati sabbiosi e successivamente quella degli strati argillosi, i quali vengono così interessati da una pressione crioclastica, che dà luogo alle involuzioni, è stata chiaramente messa in evidenza da PISSART (1970; 1973b).

Infatti PISSART ha sperimentalmente dimostrato (1973b) che l'acqua capillare gela ad una temperatura inferiore rispetto a quella libera e che (1973a) nei sedimenti l'acqua risulta capillare allorché il lume dei pori è inferiore a $2 \mu\text{m}$, come appunto si verifica nel silt e nell'argilla.

Tale aspetto genetico comporta quindi che questo terrazzo del « Fluviale recente » si sia gelato almeno sino al livello superiore delle alluvioni ciottolose, cioè mediamente sino ad una profondità di almeno 4 m dal piano campagna, mentre, nella continua ripetizione di alternanze successive di gelo e disgelo va ricercata la spiegazione di come un cumulo di piccoli movimenti, considerata la ridotta presenza di acqua capillare in questi modesti depositi siltoso-argillosi, possa generare, col tempo, le evidenti perturbazioni riprodotte nelle figg. 6, 7, 9 e 10.

FIG. 13 - Curva granulometrica cumulativa eseguita su un campione di 759,97 g, raccolto a Tortona, in località Maghisellino, ad una profondità di 3 m dal piano campagna (131,50 m sul l.m.m.) e rappresentativo della sequenza di lamine alternate di sabbia e silt-argilla contenenti le involuzioni periglaciali di cui alle figg. 6, 7, 9 e 10.



Inoltre i punti delle crioturbazioni brutalmente rivolti verso il basso (figg. 7, 9 e 10) indicano chiaramente non solo che la migrazione del materiale per criopressione è avvenuta all'interno delle lamine siltoso-argillose, ma soprattutto che, al di sopra delle stesse, doveva esistere un orizzonte rigido, già quindi completamente gelato.

L'insieme delle risultanze permette quindi di concludere che queste involuzioni periglaciali non possono essere di tipo singenetico, come quelle segnalate da PAULISSEN (1973) per i terrazzi della Mosa, ma nettamente epigenetiche, per cui i sedimenti del « Fluviale recente » vanno considerati come depositi crioturbati, successivamente alla loro deposizione, durante una fase glaciale.

4. CONCLUSIONI

L'esistenza delle descritte involuzioni periglaciali epigenetiche porta quindi a concludere che il terrazzo del « Fluviale recente », entro cui sono state rinvenute nella zona Maghisellino di Tortona, deve aver subito il clima di un periodo glaciale che, sebbene certamente non necessariamente tale da generare presenza di *pergelisol* (PISSART, 1970) pur sempre, tuttavia, da ritenersi di una certa rigidità, per poter dar luogo a siffatti fenomeni di congelamento discontinuo a profondità di almeno 4 m dal piano campagna.

La mancanza di patine d'alterazione nei ciottoli del deposito alluvionale e la colorazione del terreno vegetale di copertura di questo terrazzo, oscillante tra 2,5 Y e 5 Y, cioè tipicamente bruna, in contrasto, quindi, con le colorazioni sempre più marcatamente rossastre, assunte, nella zona, dai terrazzi geometricamente soprastanti del « Fluviale medio » e del « Fluviale antico », conduce ad identificare nel Würm il periodo glaciale responsabile di questi fenomeni di crioturbazione.

Tenuto conto che generalmente nel Würm le fasi significativamente più fredde sembra debbano ritenersi quelle del Würm II e del Würm III, più specificatamente a tali stadi si potrebbe, come prima approssimazione, assegnare le rinvenute fenomenologie periglaciali.

Il terrazzo del « Fluviale recente » pertanto, dovendo essersi depositato precedentemente ai citati fenomeni di crioturbazione, analogamente e conseguentemente, si potrebbe attribuirlo all'interglaciale Riss-Würm.

In seconda approssimazione si potrebbe anche pensare ad una attribuzione di tale terrazzo ad uno stadio o interstadio würmiano, però tale ipotesi, anche se ipoteticamente e teoricamente possibile, sembra praticamente meno probabile, almeno per il seguente duplice ordine di motivi:

- la potenza del deposito di questo terrazzo del « Fluviale recente », che, nella zona del suo orlo, raggiunge, come è stato indicato, almeno uno spessore di 30 m, risulta piuttosto compatibile con la lunga fase climatica temperato-piovosa dell'interglaciale Riss-Würm (MANCINI, 1962, p. 195; THÉOBALD, 1972 p. 31) che con quelle del glaciale würmiano;
- le descritte caratteristiche morfologiche di questo terrazzo del « Fluviale recente », correlate con quelle geologico strutturali, permettono di confermare che solo con un interglaciale si possono verificare quelle oscillazioni climatiche (inizio di fasi cataglaciale e anaglaciale) necessarie all'edificazione di un tale terrazzo climatico (THÉOBALD, 1972, p. 31).

Se pur tuttavia l'attribuzione del citato terrazzo venisse comunque ritenuta successiva al Riss-Würm, allora la sola fase compatibile con la presenza di crioturba-

zioni epigenetiche, a una profondità compresa tra 2,80 e 3,78 m dal piano campagna ed a una quota altimetrica di 134,5 m sul l.m.m., cioè di gran lunga più bassa dell'usuale ritrovamento di fenomeni periglaciali sin'ora segnalati (MANCINI, 1962, p. 119), risulterebbe quella del Würm III, in quanto ritenuta la fase sicuramente più fredda e più secca del Würm (MANCINI, 1962; THÉOBALD, 1972; LAUTRIDOU, 1973).

In ogni caso, quindi, quale conclusione generale, le crioturbazioni risulterebbero non più recenti del Würm III ed il deposito del « Fluviale recente » non più antico dell'interglaciale Riss-Würm.

Le caratteristiche morfologiche generali e quelle morfometriche dei ciottoli di tale deposito hanno però permesso di concludere che l'andamento dell'asta principale del Torrente Scrivia, nel periodo di deposizione del « Fluviale recente » doveva presentare un'orientazione da SE verso NW, cioè lungo la direttrice Serravalle Scrivia-Pozzolo Formigaro.

Poiché il deposito olocenico più antico soprastante al « Fluviale recente » di questa zona è stato datato da CORTEMIGLIA & THOMMERET (1978) a $4\ 380 \pm 70$ anni B.P., se ne deduce che solo con l'inizio dell'Olocene il Torrente Scrivia migrò con l'asta principale in questa zona provenendo da W ed incidendo così il suo nuovo corso, sino allo sbocco in Po, lungo l'attuale direttrice Serravalle Scrivia-Tortona.

Il ciglio di terrazzo del « Fluviale recente » e la sua relativa scarpata, che si sviluppano da Serravalle Scrivia a Tortona, risultano pertanto morfologicamente formati nell'intervallo di tempo compreso tra l'inizio dell'Olocene o Postglaciale, che quasi unanimemente è posto a 10 000 anni B.P. (THÉOBALD, 1972, p. 81), e $4\ 380 \pm 70$ anni B.P., che diviene, quindi, per la zona, anche indicativo di un intenso periodo erosivo del Torrente Scrivia.

BIBLIOGRAFIA

- BELLINZONA G., BONI A., BRAGA G. & MARCHETTI G. (1971) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100 000. Foglio 71, Voghera*. Serv. Geol. It., 1-121.
- BONI A. & CASNEDI R. (1970) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100 000. Fogli 69 e 70, Asti e Alessandria*. Serv. Geol. It., 1-64.
- BONIFAY E. (1973) - *Données géologiques sur la transgression versilienne le long des côtes françaises de la Méditerranée*. 9^e Congrès Int. INQUA, 137-142.
- BRAGA G. & CASNEDI R. (1976) - *I depositi alluvionali dello Scrivia (Provincia di Alessandria)*. Quaderni Ist. Ric. Acque, 28 (3), 83-89.
- BRAGA G. & RAGNI U. (1969) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100 000. Fogli 44 e 58, Novara e Mortara*. Serv. Geol. It., 1-54.
- CAILLEUX A. & TRICART J. (1963) - *Initiation à l'étude des sables et des galets*. Vol. 1 texte, 1-369, Centre Documentation Univ., Paris.
- CAPELLO C. F. (1960) - *Terminologia e sistematica dei fenomeni dovuti al gelo discontinuo*. Mem. Studi Geogr. Univ. Torino, Fac. Magist., Ist. Geogr., 6 (a), 1-320.
- COPAT C., CORTEMIGLIA G. C. & MARCONI G. (1978) - *Automatizzazione dell'analisi morfometrica dei ciottoli*. Atti 3^o Congr. AIOL, 12 pp.
- CORTEMIGLIA G. C. & THOMMERET J. (1978) - *Ritrovamento di un livello terrazzato olocenico nel Pleistocene (Fluviale recente) della sponda destra del Torrente Scrivia (Piemonte-Italia)*. Rend. Soc. Geol. It., 1, 7-9.
- KRUMBEIN W. C. & SLOSS L. L. (1963) - *Stratigraphy and Sedimentation*. Ser. Books in Geol., 1-660, W. H. Freeman and Co., San Francisco.
- LAUTRIDOU J. P. (1973) - *Les loess du Würm dans la moitié nord de la France*. 9^e Congrès Int. INQUA, 68-73.
- MANCINI F. (1962) - *Le variazioni climatiche in Italia dalla fine del Riss all'Olocene*. Boll. Soc. Geol. It., 81 (1), 181-214.
- OYAMA M. & TAKEHARA H. (1967) - *Revised Standard Soil Color Charts*. 1-29, 12 tt.
- PAULISSEN E. (1973) - *De morfologie en de kwartairstratigrafie van de Maasvallei in Belgisch Limburg*. Konink. Acad. Wetensch. Lett. Schone Kunst. Belgie, 1-266, Brussel.
- PETTIJOHN F. J. & POTTER P. E. (1964) - *Atlas and glossary of primary sedimentary structures*. 1-370, Springer-Verlag, Berlin.
- PISSART A. (1970) - *Les phénomènes physiques essentiels liés au gel, les structures périglaciaires qui en résultent et leur signification climatique*. Ann. Soc. Géol. Belg., 93 (1), 7-49.
- PISSART A. (1973 a) - *Les études expérimentales de l'action du gel, voie de recherche d'avenir*. Biul. Peryglac., 22, 233-247.
- PISSART A. (1973 b) - *Résultats d'expériences sur l'action du gel dans le sol*. Biul. Peryglac., 23, 101-113.
- PISSART A. (1977) - *Apparition et évolution des sols structuraux périglaciaires de haute montagne. Expériences de terrain au Chambeyron (Alpes, France)*. Abh. Ak. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl., ser. 3, 31, 142-156.
- RICCI LUCCHI F. (1970) - *Sedimentografia. Atlante fotografico delle strutture primarie dei sedimenti*. 1-288, Zanichelli, Bologna.
- ROSFELDER A. (1961) - *Contributions à l'analyse texturale des sédiments*. Serv. Carte Géol. Algér., n. s., 29, 1-310, ff. 1-102, tt. 1-14.
- SIUTA I. (1962) - *On the origin of some lithological soil deformation*. Przegląd Geograficzny, 34.
- THÉOBALD N. (1972) - *Fondements géologiques de la Préhistoire. Essai de chronostratigraphie des formations quaternaires*. 1-95, Doyn, Paris.