

MARIA GABRIELLA FORNO (\*) & MARCO GIARDINO (\*)

## STUDIO GEOLOGICO DEL FENOMENO GRAVITATIVO DI ALBUGNANO (COLLINA DI TORINO, PIEMONTE)

**ABSTRACT:** FORNO M.G. & GIARDINO M., *Geological analysis of the Albugnano landslide (Collina di Torino, Piemonte, NW-Italy)*. (IT ISSN 0391-9838, 1997).

Several mass movements and relative landforms and deposits have been recently singled out on the hills of Piemonte; chosen among these phenomena, here it is considered a slide mass extending to the SW of Albugnano. The landslide deposits cover an area of about 1 km<sup>2</sup>, with an approximate thickness of some tens of metres; the head scarp is 800 m-long, partially affecting Albugnano village. Morphological and sedimentological features are described in detail. Meso-structural data from both pre-Quaternary and Quaternary formations outcropping in the surrounding area are presented. Landslide relationships with fluvial deposits and paleodrainage features of Pleistocene age suggest us to ascribe it to a generic Holocene age; the considerable dissection of the slide mass allows us to exclude a very recent age of formation. The proximity of the Albugnano landslide to the Rio Freddo Deformation Zone (superficial expression of a crustal discontinuity between Torino Hill and Monferrato), the local occurrence of several structural discontinuities and the coincidence of hilly area to one of the sector of highest historical uplifting rate of Northern Italy allow us to suppose a connection of the landslide phenomena also to the recent geodynamic evolution, at least as predisposition to landsliding. Instability phenomena of the frontal area of the landslide mass, affecting buildings of Mistrassi area, are also described. New constructions in the Albugnano village, at the landslide head-scarp, could compromise slope stability, causing local reactivation of the mass movement.

**KEY WORDS:** Landslides, Structural discontinuities, Holocene, Collina di Torino (Italy).

**RIASSUNTO:** FORNO M.G. & GIARDINO M., *Studio geologico del fenomeno gravitativo di Albugnano (Collina di Torino, Piemonte)*. (IT ISSN 0391-9838, 1997).

Tra i fenomeni gravitativi individuati recentemente nel settore collinare piemontese viene preso in esame l'accumulo sviluppato immediatamente a SW dell'abitato di Albugnano, con estensione di circa 1 km<sup>2</sup> e spessore di alcune decine di metri: di esso vengono descritte in dettaglio le caratteristiche morfologiche e sedimentologiche; la nicchia di distacco,

con sviluppo lineare di circa 800 m, interessa marginalmente l'abitato di Albugnano. È stato inoltre effettuato uno studio meso-strutturale sulle formazioni pre-quaternarie e sui sedimenti superficiali. I rapporti del fenomeno con le tracce del modellamento fluviale pleistocenico rinvenute nelle aree contigue suggeriscono di riferirlo, in assenza di elementi cronologici più precisi, genericamente all'Olocene: la notevole dissezione dell'accumulo consente invece di escluderne il riferimento alla parte più recente dell'Olocene. La posizione dell'accumulo in un'area caratterizzata da forti tassi di sollevamento areale, il suo sviluppo in prossimità del limite tra i domini strutturali della Collina di Torino e del Monferrato e la presenza di locali discontinuità strutturali suggeriscono che la realizzazione del fenomeno sia stata condizionata anche dall'evoluzione geodinamica recente. Vengono inoltre descritti i fenomeni di instabilità che interessano il settore frontale dell'accumulo, coinvolgendo in particolare gli edifici dell'abitato di Mistrassi; la nuova espansione edilizia del concentrico di Albugnano, realizzata effettuando sbancamenti e riporti nella zona di distacco, può innescare ulteriori locali rimobilizzazioni.

**TERMINI CHIAVE:** Fenomeni gravitativi, Discontinuità strutturali, Olocene, Collina di Torino.

### PREMESSA

Nell'ambito della ricostruzione dell'evoluzione geologica recente del rilievo della Collina di Torino, tuttora in corso di studio da parte degli autori, è stata riconosciuta l'esistenza di una serie di fenomeni gravitativi, tra cui il principale è risultato quello che coinvolge parzialmente il territorio su cui sorge l'abitato di Albugnano; la stretta connessione del fenomeno preso in esame con la presenza di importanti discontinuità strutturali ha comportato un approfondimento di indagine in quest'area. Lo studio è stato curato da M.G. Forno per la parte morfologica e sedimentologica e da M. Giardino per la parte strutturale.

Le finalità dello studio sono essenzialmente la descrizione del fenomeno e la sua interpretazione dal punto di vista genetico e cronologico: il coinvolgimento di aree sensibilmente antropizzate suggerisce una prosecuzione delle indagini volte a caratterizzarlo da un punto di vista geologico applicativo.

(\*) Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università, via Valperga Caluso 35, 10125 Torino e Centro di studi sulla Geodinamica delle Catene Collisionali, Cnr, via Accademia delle Scienze 5 - 10123 Torino.

Contributo per la stampa del Cnr - Centro di studi sulla Geodinamica delle Catene Collisionali, Torino.

## INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STUDI PRECEDENTI

L'area oggetto del presente studio è compresa nel rilievo della Collina di Torino: è rappresentata nel Foglio 57 «Vercelli» della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (IIa edizione) e descritta nelle relative note illustrative (Bonsignore & *alii*, 1969 a e b). I litotipi del substrato pre-quaternario ivi affioranti appartengono ad una successione di sedimenti marini prevalentemente terrigeni (successione della Collina di Torino) che copre l'intervallo cronologico compreso tra l'Eocene superiore ed il Messiniano. I termini affioranti vengono attribuiti alla Formazione di Termo Forà (livelli conglomeratici risedimentati, alternati ad orizzonti arenaceo-pelitici riferiti all'Aquitaniense superiore-Langhiano inferiore), alla Formazione di Baldissero (silt, argille siltose e arenarie talora conglomeratiche riferite al Langhiano-Serravalliano superiore) e alle Marne di S. Agata Fossili (marne, argille ed alternanze argilloso-sabbiose riferite al Serravalliano sommitale-Tortoniano). Recentemente è stata riconosciuta una copertura discontinua di depositi fluviali pleistocenici (Carraro & *alii*, 1982).

Nelle più recenti interpretazioni paleogeografiche la successione della Collina di Torino viene differenziata, dal punto di vista stratigrafico (Clari & *alii*, 1994) e strutturale (Piana & Polino, 1994), rispetto a quella degli adiacenti rilievi del Monferrato; risulta pertanto superata la classica attribuzione dell'intero sistema Collina di Torino-Monferrato ad un unico dominio, interpretato come la terminazione nord occidentale della catena appenninica (Bonsignore & *alii*, 1969; Sturani, 1975): la successione della Collina di Torino sulla base di dati geofisici (Biella & *alii*, 1992) e geologici (Polino & *alii*, 1991) presenta substrato di tipo «alpino» ed è pertanto da considerarsi come il prolungamento verso NW del complesso riferito al Bacino Terziario Piemontese.

In particolare, l'area di Albugnano si trova, dal punto di vista geologico-strutturale, in prossimità del margine nordorientale del dominio della Collina di Torino, al contatto con la Zona di Deformazione di Rio Freddo (RFDZ in fig. 1); questa fascia, orientata in senso NNW-SSE, mostra caratteri deformativi di tipo essenzialmente transpressivo, legati all'evoluzione convergente dei domini della Collina di Torino e del Monferrato, esplicitasi nell'Oligo-Miocene (Piana & Polino, 1993). Generalmente nella Collina di Torino l'edificio strutturale è caratterizzato da anticlini asimmetriche orientate NE-SW, vergenti verso NW; nel settore sviluppato immediatamente a SW della RFDZ, l'assetto geometrico presenta invece alcune complicazioni legate al ruolo di svincolo cinematico superficiale esercitato dalla RFDZ; le giaciture della stratificazione mostrano qui direzioni NW-SE e E-W. L'insieme di queste deformazioni entro la Collina di Torino è prevalentemente di età post-Miocene superiore e va ricollegato alla traslazione verso NW della deformazione appenninica, dopo che si è esplicitata la convergenza con il dominio strutturale del Monferrato.

Le fasi più recenti del processo cinematico descritto interessano, con stili deformativi ed intensità diverse, tutte le

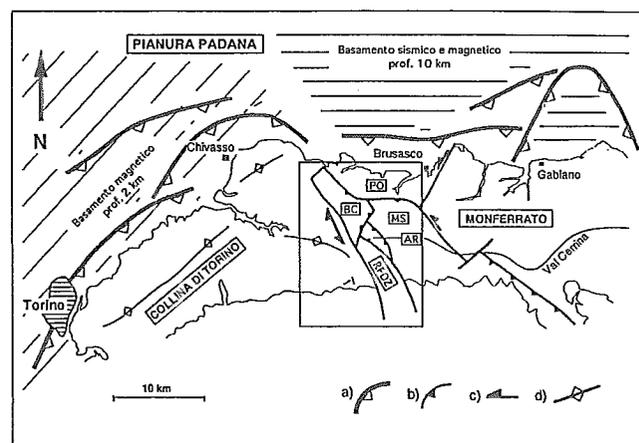


FIG. 1 - Inquadramento geologico-strutturale dell'area in esame, modificato da Piana & Polino (1995): a) fronti di sovrascorrimento plio-quadernari; b) zone di taglio interne alla catena appenninica; c) faglie trascorrenti; d) traccia dei piani assiali delle anticlini della Collina di Torino; RFDZ) Zona di deformazione di Rio Freddo. Le altre sigle corrispondono ad unità strutturali minori.

FIG. 1 - Geological and structural sketch-map of the Monferrato - Torino Hill area, modified after Piana & Polino (1995): a) Plio-Quaternary thrust fronts; b) shear zones, internal to the Apennine belt; c) strike-slip faults; d) Torino Hill anticline axis; RFDZ) Rio Freddo Deformation Zone. Other letters refer to minor structural units.

formazioni del complesso neoautoctono trasgressivo sull'edificio strutturale pre-Messiniano (Carraro & Polino, 1996). Queste formazioni sono rappresentate, alla base, dalla successione pliocenica marina e villafranchiana (che si sviluppa immediatamente a Sud dell'area in esame) e nella parte superiore da depositi fluviali pleistocenici.

Per quanto riguarda quest'ultimo termine, esso è legato ad un corso d'acqua di età pleistocenica che drenava il Bacino Piemontese Meridionale da Ovest verso Est e scorreva con gradiente modesto attraverso gli attuali rilievi collinari; le tracce relitte di tale reticolato idrografico sono rappresentate, a livello morfologico, da resti di meandri più o meno rimodellati individuati nell'Altopiano di Poirino (Forno, 1980; 1982) e nella Collina di Torino (Carraro & *alii*, 1982; Compagnoni & Forno, 1992). L'esistenza di relitti di un reticolato idrografico differente dall'attuale documenta gli importanti fenomeni di deviazione fluviale che hanno caratterizzato l'evoluzione morfologica del Piemonte centrale verso la fine del Pleistocene superiore (Carraro & *alii*, 1995); essi sono il risultato della composizione di diversi fattori riconducibili alla mobilità tettonica, alla variazione della portata dei corsi d'acqua e all'erodibilità delle formazioni via via modellate; in particolare, poco a Sud dell'area studiata, in seguito a questi fenomeni si è determinato lo sviluppo ed il successivo arretramento della scarpata che delimita verso Est l'Altopiano di Poirino. L'area di Albugnano si trova sulla prosecuzione settentrionale di tale scarpata ed i fenomeni gravitativi che la caratterizzano possono essere ricondotti all'evoluzione recente di una importante discontinuità strutturale di cui la scarpata rappresenta l'espressione morfologica (Carraro & Polino, 1996).

Una rappresentazione cartografica parziale del fenomeno gravitativo di Albugnano è contenuta nel Repertorio di Cartografia Tematica alla scala 1:100.000 realizzato dalla Regione Piemonte-Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico (1990).

## IL FENOMENO GRAVITATIVO

L'accumulo preso in esame interessa un settore relativamente esteso del versante sinistro della Valle del R. di Nevissano e in particolare l'area compresa tra il tratto di dorsale su cui sorge l'abitato di Albugnano e il tratto di fondovalle su cui si sviluppa l'abitato di Mistrassi (fig. 2).



FIG. 2 - L'accumulo di frana di Albugnano, ripreso da SW in corrispondenza al rilievo di S. Michele. Esso colma parzialmente una ampia depressione e risulta delimitato verso monte da una evidente scarpata corrispondente alla nicchia di distacco.

FIG. 2 - Albugnano landslide accumulation, SW-view from S. Michele hill. Landslide deposits partially fill a wide depression; they extend uphill to the enhanced landslide scarp, near Albugnano village.

Come spesso accade in aree collinari, povere di affioramenti, il riconoscimento dell'accumulo è avvenuto essenzialmente su base morfologica. Il principale indizio riconosciuto riguarda una anomalia nell'andamento delle incisioni vallive: nei settori di versante circostanti l'abitato di Albugnano si sviluppano incisioni strette, con profondità sino al centinaio di metri e caratterizzate da gradienti rilevanti (20-25°) (fig. 3); nel settore di versante immediatamente sottostante il concentrico di Albugnano si osserva invece una blanda depressione normale allo sviluppo del versante, caratterizzata da profondità fino a 30 metri e da gradienti modesti (5-10°) (fig. 2). Il particolare assetto morfologico consente di ipotizzare che in quest'area si sviluppasse una originaria incisione valliva, successivamente colmata dall'accumulo gravitativo. Un altro indizio è rappresentato dal fatto che la depressione citata appare attualmente priva del settore di testata, verosimilmente obliterato dalla formazione della nicchia di distacco del fenomeno gravitativo (fig. 2).



FIG. 3 - I settori circostanti l'abitato di Albugnano, ripresi dalla stessa località di fig. 2, appaiono incisi da valli strette, profonde e caratterizzate da gradienti rilevanti.

FIG. 3 - Albugnano surrounding areas, picture taken from the same shot-point of fig. 2. Slopes are characterized by steep, deep and narrow tributary valleys.

L'accumulo, con estensione complessiva di circa 1 km<sup>2</sup>, risulta composto e in particolare costituito da due «coni di frana» sovrapposti (indicati in fig. 4 rispettivamente come corpi A e B).

Il corpo A, sviluppato nella fascia altimetrica compresa tra 300 e 500 m, è caratterizzato da un notevole allungamento longitudinale (circa 2 km) in direzione NE-SW e da una minore estensione trasversale (in media 400 m). La sua superficie presenta inclinazione variabile tra 5° e 10°, inferiore se confrontata con i settori limitrofi dello stesso versante, ed è caratterizzata dalla presenza di ondulazioni ortogonali all'allungamento. In particolare si osservano settori subpianeggianti in prossimità al margine superiore e nel settore intermedio, immediatamente a Sud di Cascina Serra: in quest'ultimo si sviluppa una depressione non drenata con estensione di circa un centinaio di m<sup>2</sup>. L'accumulo mostra profilo trasversale sensibilmente convesso, evidenziato dall'andamento rilevato del settore centrale e depresso dei settori marginali, percorsi dagli affluenti del R. di Nevissano.

Il corpo B, con estensione sensibilmente inferiore al precedente, è anch'esso caratterizzato da allungamento longitudinale in direzione NE-SW (circa 350 m) e da una superficie con inclinazione media di circa 10° ed andamento subpianeggiante nel settore altimetricamente superiore; risulta sovrapposto al precedente e separato da quest'ultimo tramite una rottura di pendenza con altezza di alcuni metri.

*Spessore* - Nei settori marginali laterali dell'accumulo risulta localmente osservabile la superficie di appoggio basale, impostata nel substrato terziario e caratterizzata nel dettaglio da andamento ondulato secondo un profilo trasversale all'allungamento; sebbene non si abbiano dati diretti circa la sua prosecuzione sepolta, lo sviluppo complessivamente concavo in profilo trasversale permette di

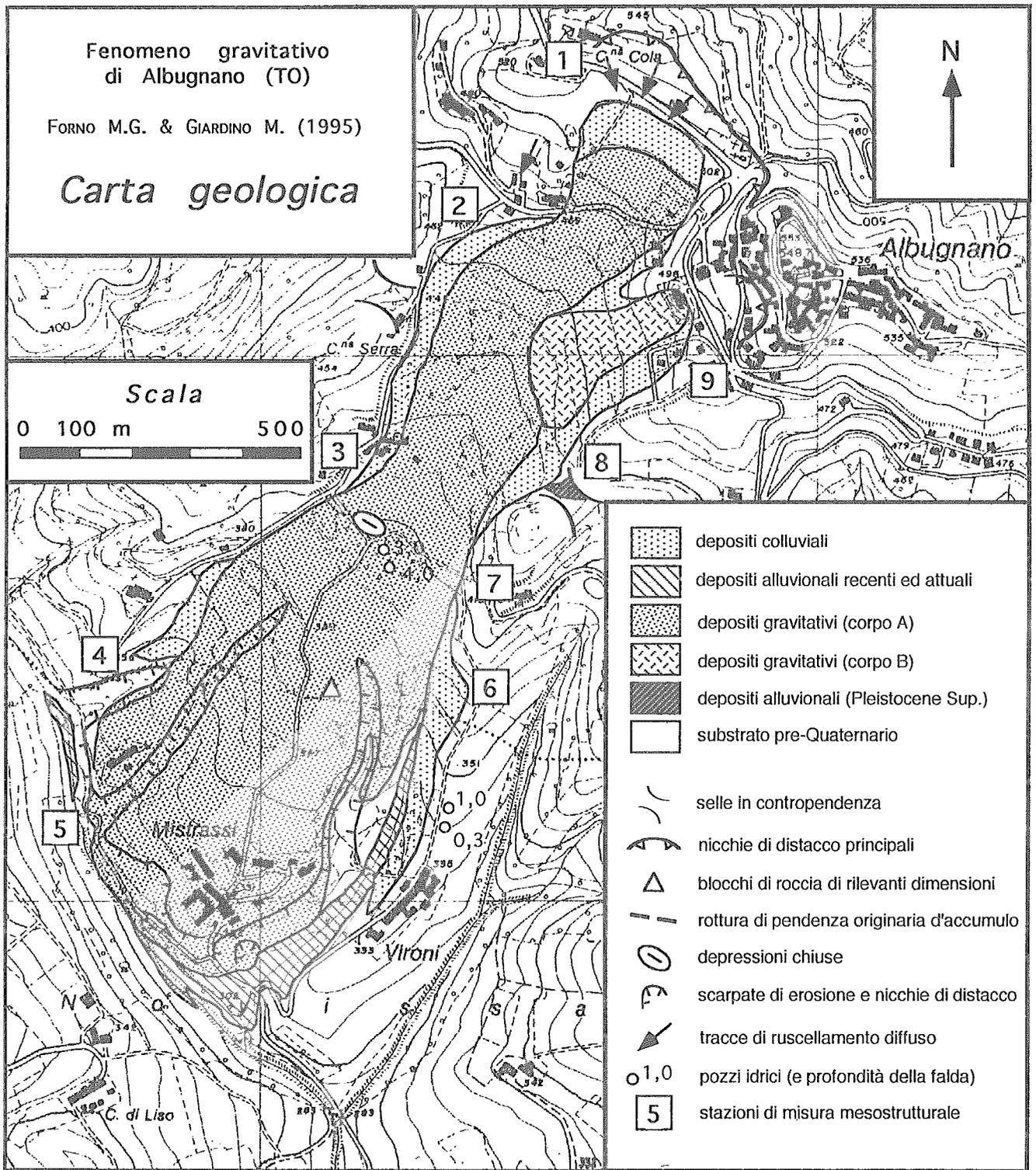


FIG. 4 - Carta geologica dell'area di Albugnano. La legenda nel riquadro definisce le unità geologiche distinte ed i simboli geomorfologici utilizzati.

FIG. 4 - Geological map of Albugnano area. Below it is the translation of the texts in the insert. Explanation texts of geological units (from the upper to the lower): 1) colluvial deposits; 2) recent and present fluvial deposits; 3) landslide deposits (A body); 4) landslide deposits (B body); 5) Upper Pleistocene fluvial deposits; 6) pre-Quaternary bedrock; Explanation texts of geomorphological symbols (from the upper to the lower): 1) counterslope saddles; 2) main scarps; 3) main rock boulders; 4) originary foot of B body; 5) closed depressions; 6) minor scarps; 7) traces of surficial run-off; 8) wells (depth in meters of water-bearing stratum); 9) sites of meso-structural measurements.

ipotizzare una sua maggiore profondità in corrispondenza al settore centrale dell'accumulo; la superficie di appoggio, dove affiorante, appare caratterizzata da inclinazione media di circa 20° verso SSW.

Anche nel settore frontale del corpo A, in corrispondenza al quale si sviluppa l'incisione del R. di Nevissano, è osservabile localmente il contatto basale dell'accumulo: esso risulta sottolineato da evidenti fratture beanti nel substrato terziario, caratterizzate da spaziatura decimetrica e apertura fino a circa 1 cm.

La scarsità di affioramenti e la loro ridotta estensione impediscono il riconoscimento dello spessore reale dell'accumulo: esso risulta osservabile solo nei settori marginali del corpo A dove è di alcuni metri (in corrispondenza ai rari affioramenti in cui è esposta la superficie di appoggio basale e in particolare nelle stazioni di misura strutturale 4 e 7). Spessori verticali visibili sensibilmente più rilevanti, superiori a 30 m, si hanno in corrispondenza alle incisioni che dissecano il corpo A senza raggiungerne la superficie basale.

*Sedimentologia* – Nei rari affioramenti l'accumulo appare costituito da una mescolanza caotica di una matrice siltoso-sabbiosa e di elementi di varie dimensioni (fig. 5); localmente si osserva un accenno di stratificazione parallela al versante, sottolineata dalla disposizione dei clasti di maggiori dimensioni. La matrice, in quantità variabile nei diversi affioramenti ma sempre preponderante, è costituita in netta prevalenza dalla frazione siltosa ed è caratterizzata da modesto addensamento; solo in alcuni affioramenti è presente una debole cementazione carbonatica. I clasti, ereditati dalle formazioni del substrato terziario, mostrano diametro variabile tra il centimetro e alcuni decimetri: risultano arrotondati e sono caratterizzati da bassa sfericità. Localmente si rinvergono elementi di maggiori dimensioni, con diametro fino ad alcuni metri, concentrati nel settore frontale. I ciottoli mostrano natura litologica eterogenea: i litotipi maggiormente rappresentati sono micascisti, serpentiniti, prasiniti, con subordinati quarziti e calcari.

I depositi costituenti l'accumulo preso in esame sono da riferire alla rielaborazione dei sedimenti essenzialmente marnosi e conglomeratici della successione terziaria della Collina di Torino. In alcuni settori dell'accumulo si osservano corpi lenticolari costituiti da sedimenti siltosi di colore bruno o bruno rossastro, interpretabili verosimilmente come il prodotto della rielaborazione dei depositi fluviali quaternari presenti localmente (fig. 5).

Nei settori marginali dell'accumulo, al di sopra dei depositi di frana caratterizzati prevalentemente da colore bruno-giallastro, si osservano prodotti colluviali di colore grigio: questi sono distribuiti sia a colmare parzialmente le depressioni sviluppate ai margini laterali sia a costituire il raccordo fra l'accumulo di frana e la sovrastante zona di distacco.

*Rimodellamento* – I due corpi di frana mostrano una differente entità di rimodellamento. Il corpo A, più esteso, appare profondamente dissecato dal reticolato idrografico sovrainposto, con formazione di scarpate alte fino a 30 m;



FIG. 5 - L'accumulo di frana risulta costituito da una mescolanza caotica di una matrice siltoso-sabbiosa e da elementi rocciosi, per lo più arrotondati, di dimensioni variabili.

FIG. 5 - Landslide deposits are a chaotic mixture of sandy silts and rocky elements of various size, prevalingly rounded.

particolarmente accentuate risultano l'incisione del R. di Nevissano, sviluppata in corrispondenza al settore frontale, e quella impostata al margine orientale, tra gli abitati di Mistrassi e di Vironi. Le scarpate mostrano di rastremarsi dal fondovalle principale verso monte, fino ad annullarsi bruscamente in prossimità dei 380 m di quota: il settore superiore dell'accumulo appare privo del reticolato idrografico superficiale; tra i due settori si osserva un limite netto in corrispondenza alle testate dei corsi d'acqua minori (fig. 4).

Il corpo B non mostra invece testimonianze evidenti di rimodellamento conservando la rottura di pendenza (con altezza di alcuni metri) che sottolineava verosimilmente già in origine il settore frontale, separandolo dal sottostante corpo A (fig. 4).

*Nicchia di distacco* – Al di sopra dell'accumulo, nella fascia altimetrica estesa tra 510 e 540 m, si sviluppa una scar-

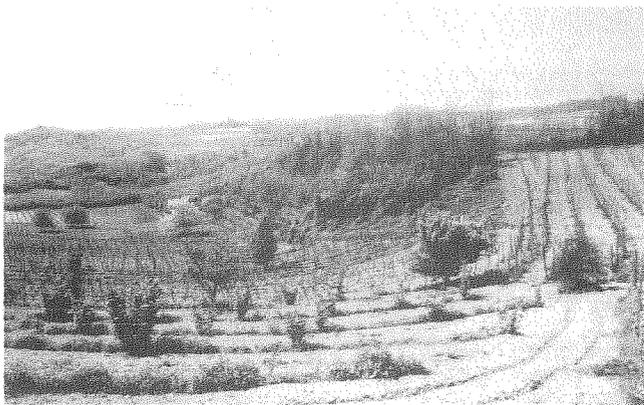


FIG. 6 - La nicchia di distacco del corpo A, modellata nei sedimenti marini della Formazione di Termo Forà, appare caratterizzata da solchi superficiali legati all'azione del ruscellamento diffuso.

FIG. 6 - The main scarp of A body is cut into marine sediments of Termo Forà Formation. Surficial run-off caused rill erosion along the scarp.

pata composta con andamento prevalente NW-SE, caratterizzata da acclività variabile tra  $15^\circ$  e  $20^\circ$ ; questa, formata da due tratti affiancati *en échelon*, rappresenta la nicchia di distacco dei due fenomeni descritti. In particolare il tratto nordoccidentale, sviluppato immediatamente a SE di Cascina Cola per una lunghezza di circa 600 m e coincidente con la testata della depressione prima descritta (che come si è detto appare decapitata), corrisponde alla zona di distacco del corpo A (fig. 6); il tratto sudorientale, sviluppato immediatamente a valle del centro storico di Albugnano per una lunghezza di circa 200 m, corrisponde alla zona di distacco del corpo B (fig. 7). La notevole acclività della scarpata favorisce il ruscellamento diffuso, testimoniato dalla presenza di evidenti solchi superficiali (indicati in fig. 4).

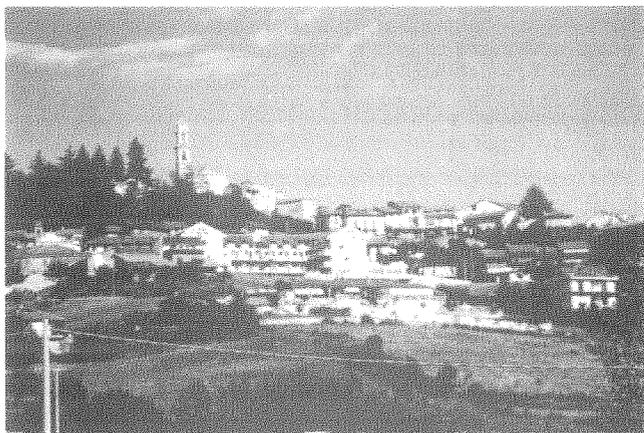


FIG. 7 - La nicchia di distacco dell'accumulo B, di forma arcuata, corrisponde al limite tra il centro storico di Albugnano e la successiva espansione dell'abitato.

FIG. 7 - The main scarp of B body is arc-shaped; it corresponds to the border between the older part and the recently developed part of Albugnano village.

*Rimobilizzazioni* - L'accumulo presenta complessivamente modesti fenomeni di rimobilizzazione: questi sono localizzati lungo le incisioni fluviali impostate nel settore frontale e ai margini laterali; risultano spesso sottolineati dall'andamento inclinato della vegetazione arborea. Particolarmente evidenti appaiono i fenomeni sviluppati in corrispondenza all'incisione che delimita verso SE il corpo A, con formazione di una successione di nicchie di distacco di neoformazione progressivamente più arretrate: ne consegue come le abitazioni di Mistrassi, frazione di Albugnano costruita sul settore frontale dell'accumulo immediatamente a monte di questa incisione, risultino sensibilmente lesionate.

L'abitato di Albugnano mostra differenti situazioni. Il centro storico è ubicato a monte della nicchia di distacco del fenomeno: attualmente gli edifici sviluppati una decina di metri all'esterno della nicchia non appaiono lesionati. La nuova espansione dell'abitato interessa invece la zona di distacco del corpo B: per rendere edificabile questo settore, relativamente acclive, sono stati realizzati sbancamenti e riporti di materiale; particolarmente marcata è la modificazione antropica della nicchia per la radicale ristrutturazione e l'ampliamento di un edificio rurale adibito a casa di riposo per anziani.

*Idrogeologia* - L'espressione morfologica dell'accumulo, che come si è detto corrisponde a una ampia depressione in parte priva di reticolato idrografico superficiale, congiuntamente con la natura litologica, rappresentata da sedimenti incoerenti e eterogenei dal punto di vista tessiturale, determinano condizioni predisponenti alla formazione di una notevole riserva di acqua entro l'accumulo. Il ristagno è particolarmente evidente nel settore superiore del corpo A e nel settore intermedio, immediatamente a valle di Cascina Valle, che risultano caratterizzati da sviluppo subpianteggiante: l'abbondanza di acqua è testimoniata dal livello elevato della falda nei pozzi idrici (fig. 4), anche in concomitanza di prolungati periodi di siccità.

## ASSETTO DEL SUBSTRATO PRE-QUATERNARIO E DISCONTINUITÀ STRUTTURALI

Entro le formazioni terziarie affioranti nell'area circostante l'accumulo gravitativo sono state svolte indagini geologico-strutturali al fine di verificare l'eventuale esistenza di discontinuità strutturali che abbiano condizionato la genesi e la messa in posto dell'accumulo gravitativo. Innanzitutto sono state verificate le condizioni giaciture della stratificazione; presso 9 stazioni di misura (SMS) sono stati quindi raccolti dati meso-strutturali (illustrati nei diagrammi di fig. 8) riguardanti sistemi di fratturazione, faglie normali ed inverse.

L'assetto giacitura complessivo delle formazioni pre-quaternali nell'area esaminata è mediamente caratterizzata da stratificazione immersa verso SSW con valori di inclinazione intorno ai  $25^\circ$  (fig. 8). Solo nel settore settentrionale, a monte dell'accumulo, si rinvennero giaciture degli strati con valori di inclinazione maggiore (fino a  $50^\circ$ ). Sui giunti di stratificazione sono stati in qualche caso rilevate

FIG. 8 - Proiezione stereografica (reticolo di Schmidt, emisfero inferiore) della distribuzione degli elementi meso-strutturali rilevati presso le stazioni di misura indicate (SMS) in fig. 4: a) faglie normali; b) faglie inverse; c) fratture; d) pitch delle lineazioni (strie meccaniche, solchi); e) poli di superfici di taglio di tipo gravitativo; f) fratture di estensione parzialmente riempite da sedimenti colluviali; g) poli delle superfici di stratificazione.

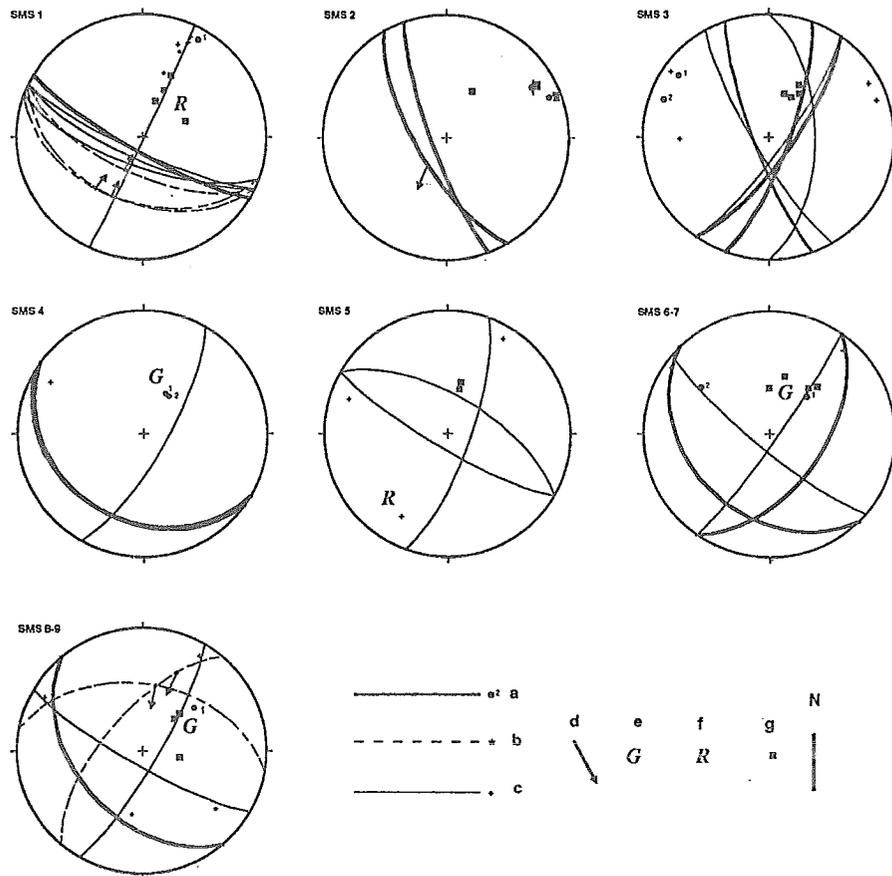


FIG. 8 - Stereographic projection (Schmidt net, lower hemisphere) of meso-structural elements from 9 sites of measurement (SMS) shown in fig. 4: a) normal faults; b) reverse faults; c) joints; d) slickenside pitches (mechanical striae, grooves); e) poles of gravity-related shear surfaces; f) extensional joints, partially filled by colluvial beds; g) poles of sedimentary beds.

tracce di scivolamento interstratale, con movimento sia normale che inverso.

L'analisi dei dati raccolti ha indicato per tutta l'area la prevalenza dei sistemi di discontinuità ad alto angolo con direzione circa N110E e N35E. Si tratta generalmente di faglie normali; nel settore di nicchia di distacco del corpo A si segnala la presenza di fratture di estensione appartenenti al sistema N110E parzialmente riempite di sedimenti colluviali limosi. Un sistema di discontinuità N160E appare subordinato come frequenza ed è rappresentato da faglie e fratture subverticali affioranti nella parte superiore del settore laterale destro del corpo A. I sistemi rilevati sono riconducibili alle discontinuità associate alla Zona di Deformazione del Rio Freddo; essi risultano in parte riutilizzati in senso gravitativo in relazione all'evoluzione del versante. Alcune superfici di scivolamento gravitativo mantengono la stessa direzione delle discontinuità verticali ma presentano un angolo di inclinazione minore.

Piani di scivolamento a basso angolo (inclinazione media di 10°-25°, cfr. fig. 8) con direzione variabile fra N100E e N120E e immersione prevalente verso SSW affiorano in corrispondenza della nicchia e nei settori laterali dell'accumulo; gli indicatori cinematici (strie meccaniche, solchi, gradini in roccia) implicano movimento di tipo inverso (settore settentrionale, a monte dell'accumulo) oppure normale (settori laterali, parte inferiore dei corpi di fra-

na); nel secondo caso i piani di scivolamento talvolta coincidono con la superficie di appoggio basale dei corpi di accumulo e sono quindi a tutti gli effetti da considerare come superfici di taglio di tipo gravitativo.

## INTERPRETAZIONE DEL FENOMENO

Per quanto riguarda l'interpretazione cronologica del fenomeno mancano riferimenti diretti: è pertanto solo possibile tentare una sua correlazione con i depositi e le forme pleistoceniche conservati nel settore in esame e in quelli limitrofi. In particolare l'accumulo coinvolge localmente i depositi fluviali pleistocenici medi e superiori, conservati in corrispondenza ai relitti di un reticolato idrografico a meandri (Alessio & alii, 1982); colma inoltre parzialmente una incisione valliva modellata, per la parte più recente, entro i depositi fluviali fossiliferi di Moncucco Torinese, riferibili alla parte alta del Pleistocene superiore (Alessio & alii, 1982). In assenza di riferimenti cronologici più precisi si può pertanto ipotizzare che l'accumulo sia genericamente olocenico: la sensibile dissezione che caratterizza il corpo A consente di escluderne il riferimento alla parte più recente di questo intervallo di tempo.

La costituzione dell'accumulo, la cui litologia corrisponde a quella delle formazioni affioranti nella zona di di-

stacco, suggerisce che esso derivi dalla rielaborazione di sedimenti marini costituenti la successione terrigena della Collina di Torino; localmente, come già accennato, il fenomeno gravitativo coinvolge anche i sedimenti fluviali pleistocenici.

Il fenomeno preso in esame si inserisce tra i numerosi movimenti gravitativi segnalati nel settore astigiano e in particolare tra quelli legati a meccanismi combinati per movimenti di tipo rotazionale passanti a colata (*slump-earthflow* in Varnes, 1978). I movimenti per colata sono suggeriti dalla forma stretta e allungata dell'accumulo, ospitato in corrispondenza ad una incisione del versante, e dalla sua natura caotica. I movimenti di tipo rotazionale sono invece suggeriti dallo sviluppo concavo della superficie di scivolamento e dalla presenza di giunti di trazione nel settore di coronamento.

Per quanto riguarda le possibili cause determinanti del fenomeno gravitativo, occorre segnalare che nel settore astigiano fenomeni analoghi a quello descritto si innescano in occasione di eventi di pioggia prolungati e «si manifestano diffusamente soprattutto in pendii modellati in formazioni a prevalente componente argillosa e/o limosa» (Regione Piemonte - Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico, 1990).

Per quanto riguarda le cause predisponenti, il presente studio suggerisce che sia da annoverare l'evoluzione geodinamica recente. Nello studio geodetico di Arca & Beretta (1985) riguardante le livellazioni di precisione nella Pianura Padana, relative al primo sessantennio dell'ultimo secolo, il settore collinare entro il quale ricade l'area esaminata è quello caratterizzato dai più rilevanti tassi di sollevamento dell'intera Italia settentrionale. Risulta inoltre molto significativa la sua posizione in prossimità di una importante discontinuità strutturale tra i domini della Collina di Torino e del Monferrato (Rfdz in fig. 1). I dati provenienti dall'analisi meso-strutturale sulle formazioni del substrato pre-quadernario nel settore di Albugnano evidenziano caratteristiche geometriche e cinematiche tipiche dell'associazione strutturale riferibile alla zona di deformazione prima citata, con prevalenza degli elementi N110E e N35E; in particolare le numerose discontinuità presenti e gli indicatori riferibili a movimenti sia normali che inversi ne testimoniano l'evoluzione strutturale complessa.

Il condizionamento dell'assetto strutturale locale sulla genesi del fenomeno gravitativo è testimoniato dalla coincidenza in alcune località tra superficie di appoggio basale del corpo di accumulo e superfici di scivolamento a basso angolo; la congruenza geometrica fra le suddette discontinuità ed alcune superfici di stratificazione fa ipotizzare che anche queste ultime possano essere state utilizzate come piani di movimento gravitativo. L'assetto giaciturale della stratificazione nel settore immediatamente a monte dell'accumulo, caratterizzato da una inclinazione maggiore rispetto al resto dell'area analizzata potrebbe inoltre aver favorito la formazione della nicchia di distacco: i riempimenti delle fratture subverticali di estensione in questo settore ne rappresenterebbero una conferma.

- ALESSIO M., ALLEGRI F., AMBROSETTI P., BARTOLOMEI G., BELLA F., BELLUOMINI G., CALDERONI G., CARRARO F., CHARRIER G., CORTESI C., ESU D., FORNO M.G., IMPROTA S., MANFRA L. & PETRONE V. (1982) - Il giacimento fossilifero pleistocenico superiore di Moncucco Torinese. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 5, 219-239.
- ARCA S. & BERETTA G.P. (1985) - *Prima sintesi geodetico-geologica sui movimenti verticali del suolo nell'Italia Settentrionale (1897-1957)*. *Boll. Geod. Sc. Aff.*, 2, 125-156.
- BIELLA G.C., CLARI P., DE FRANCO R., GELATI R., GHIBAUDO G., GNACCOLINI M., LANZA R., POLINO R., RICCI B. & ROSSI P.M. (1992) - *Geometrie cristalli al nodo Alpi/Appennino: conseguenze sull'evoluzione cinematica dei bacini neogenici*. *Abstract Book - 76° Congresso Soc. Geol. It.*, 192-195.
- BONSIGNORE G., BORGO A., CREMA G., MALARODA R., MEDIOLI F., MONTRASIO A., PETRUCCI F., RAGNI U., SCHIAVINATO G., VENZO S. & ZANELLA E. (1969a) - *Foglio 57 «Vercelli» della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000*. II ed., *Serv. Geol. It.*, Roma.
- BONSIGNORE G., BORTOLAMI G., ELTER G., MONTRASIO A., PETRUCCI F., RAGNI U., SACCHI R., STURANI C. & ZANELLA E. (1969b) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, Fogli 56-57 «Torino e Vercelli»*. II° ed. *Serv. Geol. It.*, Roma, 96 pp.
- CARRARO F. & POLINO R. (1996) - *Inquadramento geologico*. In: CARRARO F. (ed), *Revisione del Villafranchiano nell'area-tipo di Villafranca d'Asti: studio interdisciplinare sul tema «Il significato del Villafranchiano nella stratigrafia del Plio-Pleistocene»*. *Il Quaternario*, 9, 5-120.
- CARRARO F., COLLO G., FORNO M.G., GIARDINO M., MARAGA F., PEROTTO A. & TROPEANO D. (1995) - *L'evoluzione del reticolato idrografico del Piemonte centrale in relazione alla mobilità quaternaria*. In: Polino R. & Sacchi R. (eds.), *Atti del Convegno «Rapporti Alpi-Appennino» e guide alle escursioni (Peveagno (CN), 31 maggio-1 giugno 1994)*. *Acc. Naz. Sc.*, 14, 445-461.
- CARRARO F., FORNO M.G. & VALPRED A. (1982) - *Field trip in northern Italy. Guidebook. September 15th. Piedmont: Asti area*. I.G.C.P. 73/1/24 Pr. Quaternary glaciations in the northern hemisphere. Final session. September 1/17th 1982. France-Italy. *Litografia Massaza & Sinchetto*, 24 pp.
- CLARI P., DELA PIERRE F., NOVARETTI A. & TIMPANELLI M. (1994) - *La successione oligomiocenica del Monferrato occidentale: confronti e relazioni con il Monferrato orientale e la Collina di Torino*. *Atti Tic. Sc. Terra, ser. spec.*, 1, 191-203.
- COMPAGNONI R. & FORNO M.G. (1992) - *Significato geologico di depositi fluviali ghiaiosi pleistocenici medi nella Collina di Torino*. *Il Quaternario*, 5, 105-122.
- FORNO M.G. (1980) - *Evidenza di un drenaggio abbandonato nel settore settentrionale dell'Altopiano di Poirino (Torino)*. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 3, 61-65.
- FORNO M.G. (1982) - *Studio geologico dell'Altopiano di Poirino (Torino)*. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 5, 129-162.
- PIANA F. & POLINO R. (1993) - *Superficial convergent wrench zone related to deep crustal wedging at the Alps/Appennines junction zone (Northwestern Italy)*. *Acta of Int. Conf. on: «Structure and tectonics at different structural levels»*, 6-8 September 1993, Graz.
- PIANA F. & POLINO R. (1994) - *La zona transpressiva di Rio Freddo e l'evoluzione convergente della Collina di Torino e del Monferrato durante il Terziario*. *Atti Tic. Sc. Terra, ser. spec.*, 1, 167-180.
- PIANA F. & POLINO R. (1995) - *Tertiary structural relationships between Alps and Apennines: a critical Torino hill and Monferrato area, Northwestern Italy*. *Terranova*, 7, 138-143.
- POLINO R., RUFFINI R. & RICCI B. (1991) - *Le molasse terziarie della Collina di Torino: relazioni con la cinematica alpina*. *Atti Tic. Sc. Terra*, 34, 85-95.
- REGIONE PIEMONTE - SETTORE PREVENZIONE DEL RISCHIO GEOLOGICO, METEOROLOGICO E SISMICO (1990) - *Banca dati geologica*. Consorzio per il Sistema Informativo.
- STURANI C. (1975) - *Explanatory notes on Western Alps (from the Sestri-Voltaggio line to the Val d'Ossola)*. In: Ogniben L., Parotto M. & Praturlon A. (eds), *Structural model of Italy*. *Quad. La Ricerca Scientifica*, 90, 149-174.
- VARNES D.J. (1978) - *Slope movement types and processes*. In: Schuster R.L. & Krizek R.J. (eds), *Landslides: Analysis and Control*. *Transportation Research Board Special Report*, N. Ac. Sciences, 176, 11-33.