

Valutazione della suscettività al dissesto idrogeologico della fascia pedemontana dell'Appennino Dauno: il caso dell'abitato di Troia (Foggia)

Giovanni Bruno¹, Claudio Cherubini¹, Rossella Pagliarulo², Carmine Surgo³, Rosamaria Trizzino²

¹Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale-Politecnico di Bari, giovanni.bruno@poliba.it, c.cherubini@poliba.it.

²CNR - Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica – Bari, r.pagliarulo@ba.irpi.cnr.it, r.trizzino@ba.irpi.cnr.it

³Comune di Troia (FG), surgo@comune.troia.fg.it

Evaluation of the instability susceptibility in the Daunia piedmont area: the case of the city of Troia (Foggia)

ABSTRACT: The present paper, as a first step, describes the geological, geomorphological and structural characteristics of the city of Troia (FG). The town, localized in the Daunia piedmont area, between the autochthonous foredeep deposits and the Apenninic thrust belt, is involved in widespread instability problems and landslides along the slopes. In the last a few years, owing to both repeated alluvial events and the earthquake of October 2002, meaningful morphological changes occurred. These worsened the existing phenomena and triggered new instability conditions. The research is the basis to evaluate the instability susceptibility of the whole area and the target is to draw up a detailed map of the hazard.

Key terms: Foredeep deposits, susceptibility, slope instability

Termini chiave: Depositi di avanfossa, suscettività al dissesto, instabilità dei versanti

Riassunto

In questo lavoro vengono descritte, in via preliminare, le caratteristiche geologico- strutturali e geomorfologiche del territorio del Comune di Troia (Foggia). L'abitato di Troia, che è localizzato lungo la fascia pedemontana dell'Appennino Dauno, tra i sedimenti autoctoni dell'Avanfossa s.s. e le coltri alloctone della Catena Appenninica, è interessato da forme di dissesto gravitativo diffuso lungo le pendici. Negli ultimi anni, a seguito dei ripetuti eventi alluvionali e dell'evento sismico dell'ottobre 2002, si sono determinate significative modificazioni fisiografiche del territorio che hanno aggravato lo stato di dissesto in essere e/o generato nuove situazioni d'instabilità. Questa ricerca costituisce la base di partenza per la valutazione della vocazione al dissesto di tutta l'area comunale, finalizzata alla preparazione di una mappa dettagliata del rischio.

1. Introduzione

Le ricerche finalizzate alla caratterizzazione, alla previsione ed alla prevenzione dei fenomeni di instabilità del territorio devono considerare l'intrinseca complessità di tali fenomeni che dipendono da un numero notevole di parametri, spesso interdipendenti. Per mitigare gli effetti degli eventi che possono verificarsi occorre valutare la pericolosità, intesa come probabilità che essi si verifichino in certi intervalli di tempo in una data area e con una certa intensità. La corretta difesa e gestione del territorio non può prescindere da

un'approfondita e puntuale conoscenza dei fattori e dei meccanismi che regolano le condizioni di stabilità dei pendii, al fine di prevedere gli effetti delle modificazioni, che risultano essere generalmente irreversibili, sulla morfologia, sulle caratteristiche fisico-meccaniche delle rocce coinvolte e sull'evoluzione dei versanti. A tal proposito, inoltre, è necessario considerare anche gli effetti delle azioni antropiche.

I fattori che provocano l'innesco del fenomeno franoso sono molteplici e fra loro interagenti. Infatti, nella definizione stessa del rischio da frana è necessario definire le diverse componenti: l'evento, la probabilità di occorrenza dello stesso, i fattori scatenanti, gli elementi coinvolti nell'evento franoso e la quantificazione del danno.

Nella presente nota, per il carattere preliminare che essa riveste e il ridotto spazio editoriale a disposizione, ci si limiterà a descrivere le fenomenologie presenti nel territorio sulla base delle conoscenze geologiche dello stesso, proponendo un modello interpretativo della complessa fenomenologia di dissesto che interessa il paese, da utilizzare come base per poter giungere alla valutazione di rischio.

2. Inquadramento geologico e strutturale

Il Comune di Troia è localizzato nel Tavoliere di Puglia a ridosso dell'Appennino Dauno. Dal punto di vista geostrutturale questo settore appartiene al dominio di Avanfossa adriatica nel tratto che risulta compreso tra i

Monti della Daunia, il promontorio del Gargano e l'altopiano delle Murge (Fig. 1). L'Avanfossa, bacino adiacente ed in parte sottoposto al fronte esterno della Catena appenninica, si è formata a partire dal Pliocene inferiore per progressivo colmamento di una depressione tettonica allungata NW-SE, da parte di sedimenti clastici; questo processo, sia pure con evidenze diacroniche, si è concluso alla fine del Pleistocene con l'emersione dell'intera area (Patacca & Scandone, 2004).



Figura 1. Localizzazione dell'area in studio ed inquadramento strutturale

Structural geological draft and the location of the studied area

Il Tavoliere di Puglia è caratterizzato da un'elevazione media non superiore ad un centinaio di metri; la parte occidentale, a ridosso dell'Appennino Dauno, presenta un paesaggio di tipo collinare, con culminazioni che raggiungono quote intorno ai 700 metri. Procedendo verso la costa, le forme del rilievo sono rappresentate da una serie di ripiani, digradanti verso il mare, variamente estesi e collegati da brevi scarpate. I ripiani e le scarpate caratterizzati da versanti terrazzati si allargano in piana alluvionale in prossimità della costa. Lungo la fascia litoranea si formano, localmente, vaste aree paludose limitate da cordoni dunari.

Il basamento del Tavoliere come pure dell'intera regione pugliese è costituito da una potente serie carbonatica di età mesozoica costituita da calcari, calcari dolomitici e dolomie su cui poggiano le coperture plio-pleistoceniche ed oloceniche costituite in particolare da:

- depositi argillosi con livelli di argille sabbiose con una potenza variabile e decrescente dal margine appenninico verso il Mare Adriatico compresa tra 200 e 1000 metri;
- sedimenti sabbioso-ghiaiosi in lenti con uno spessore che varia da pochi metri a qualche decina di metri;
- depositi terrazzati costituiti da breccie cementate ad

elementi calcarei;

- sabbie con faune litorali e dune individuate lungo l'arco del Golfo di Manfredonia.

3. Geologia dell'area

In particolare, intorno all'abitato di Troia affiorano essenzialmente dei sedimenti marini, il più profondo dei quali è costituito dalle Argille subappennine su cui poggiano, più o meno in continuità stratigrafica e con contatto regressivo, dei Conglomerati e ghiaie sabbioso-limose, del Pleistocene inferiore (Fig. 2), e dei Depositi terrazzati di origine fluviale ascrivibili all'Olocene.

Le Argille subappennine sono rappresentate da argille scistose, argille marnose e sabbie argillose e costituiscono un complesso che caratterizza la base di tutto il Tavoliere e che, localmente, si rinviene in trasgressione sulle diverse unità in facies di flysch dell'Appennino Dauno. Le Argille subappennine, depositatisi in un bacino marino subsidente e scarsamente profondo, hanno uno spessore complessivo di alcune centinaia di metri (Balduzzi et alii, 1982), e poiché non vi si riscontra la presenza di una microfauna significativa, l'attribuzione cronologica risulta comprensiva per l'intera serie al Plio-Pleistocene (Jacobacci et alii, 1967).

Con lieve discordanza angolare sulle sottostanti Argille subappennine, affiorano dei Conglomerati e ghiaie sabbioso-limose regressivi e ad assetto suborizzontale. Gli elementi costitutivi, a grado di cementazione variabile, sono rappresentati da ciottoli arenitici e/o di calcari detritici, derivanti dai flysch della vicina catena appenninica, le cui dimensioni medie rientrano nel range $10 \div 30$ cm di diametro; le ghiaie sabbioso-limose, invece, si rinvengono intercalate in lenti e/o con stratificazione incrociata. Nel complesso, questi sedimenti, depositatisi in ambiente di mare scarsamente profondo, possono essere interpretati come accumuli deltizi formati durante fasi pluviali in cui le capacità di trasporto dei corsi d'acqua ed i processi di denudamento delle rocce affioranti sarebbero stati piuttosto intensi. Lo spessore di questi sedimenti è valutabile in alcune decine di metri e la datazione è da attribuire al Pleistocene glaciale.

Per quanto riguarda i depositi terrazzati è necessario precisare che l'area del Tavoliere mostra forme del rilievo caratterizzate da una serie di scarpate, d'origine sia marina sia fluviale, i cui modesti dislivelli sono collegati tra loro da spianate variamente estese. Sia le spianate sia le scarpate sono poste a diverse altezze sul livello mare e corrispondono a paleolinee di riva e a paleo superfici d'abrasione. Nell'area oggetto del presente studio sono stati riconosciuti due ordini di terrazzi: quelli a quote più elevate di origine marina; gli altri, in prossimità dei corsi d'acqua, di natura fluviale. Le spianate dei terrazzi più alti (fino a 400 m di quota), come quello su cui poggia l'abitato di Troia, sono costituite dai Conglomerati e ghiaie sabbioso-limose con ciottoli poligenici (Caldara & Pennetta, 1991), e

risultano separati da valli molto ampie e al cui fondo affiorano Depositi terrazzati di origine fluviale (Olocene) costituiti da una coltre alluvionale prevalentemente

sabbiosa, con livelletti di ciottolame siliceo a grana fine, che raggiunge al massimo uno spessore di una decina di metri.

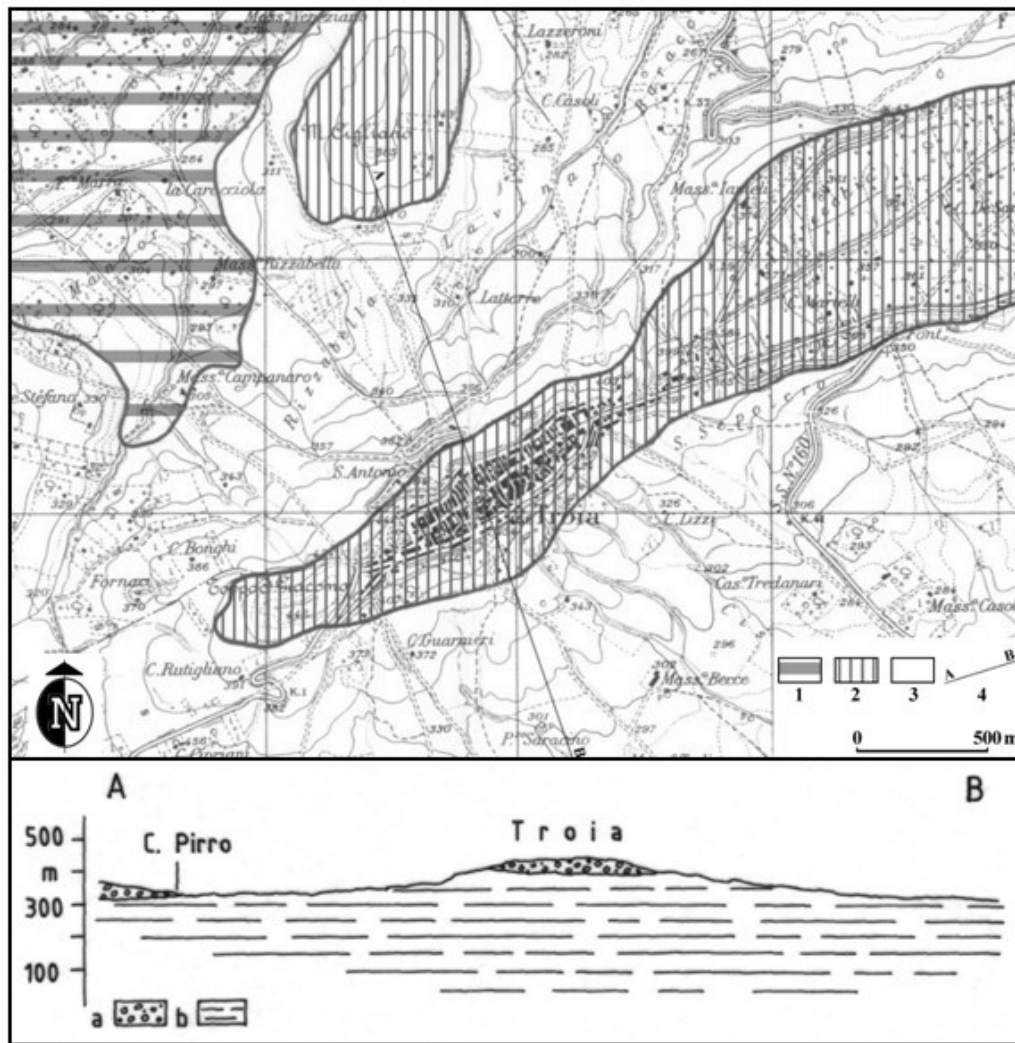


Figura 2. Carta geologica dell'abitato di Troia: 1) Alluvioni fluviali terrazzate (Olocene); 2) Conglomerati e ghiaie sabbioso-limose (Pleistocene inferiore); 3) Argille e argille sabbiose (Plio-Pleistocene); 4) Traccia della sezione geologica
 Sezione geologica: a) Conglomerati e ghiaie sabbioso - limose (Pleistocene inferiore); b) Argille e argille sabbiose (Plio-Pleistocene)
 Geological map: 1) Terraced river deposits (Holocene); 2) Conglomerates and sandy-silty gravels (Lower Pleistocene); 3) Clays and sandy clays (Plio-Pleistocene); 4) Geological section trace.
 Geological section: a) Conglomerates and sandy-silty gravels; b) Clays and sandy clays

4. Inquadramento geomorfologico

Il paesaggio dell'area oggetto di studio è caratterizzato da rilievi collinari di modesta acclività separati da ampie vallate alluvionali incise da un articolato reticolo idrografico. La morfodinamica fluviale ha giocato un ruolo fondamentale nel modellamento della parte centrale del Tavoliere (Zezza et alii, 1994), che comprende la fascia pedemontana in cui si colloca il comune di Troia, come testimoniato dai numerosi paleoalvei meandriiformi di antichi corsi d'acqua che avevano la caratteristica di non

sfociare in mare ma di andare ad immettersi nel Torrente Candelaro.

Il Tavoliere centrale può essere suddiviso in due diversi settori, uno occidentale, a ridosso dei rilievi del Subappennino Dauno, limitato altimetricamente tra i 500 m ed i 100 m, e l'altro, più orientale, che parte da quest'ultima quota e si raccorda con la piana costiera attuale.

L'area è caratterizzata, come già detto, dai depositi terrazzati alluvionali e deltizi, che si presentano sotto forma di dorsali piatte, prevalentemente allungate in direzione E-W e di limitata continuità laterale, a causa dell'intensa

attività erosiva dei corsi d'acqua.

Su una di queste dorsali, allungata in direzione SW-NE, che digrada dolcemente verso Est a partire dai 446 m di quota del Toppo S. Giacomo, si è sviluppato il tessuto urbano di Troia.

L'intera area, ma soprattutto le pendici del centro abitato, è soggetta ad una continua evoluzione dal punto di vista geomorfologico per i frequenti dissesti, piccoli e grandi, favoriti e/o innescati da diversi fattori, tra cui:

- natura dei terreni e delle rocce affioranti;
- acclività dei pendii;
- copertura vegetativa in genere inadeguata;
- fattori climatici;
- modificazioni antropiche;
- sismicità.

Un ruolo fondamentale sulle condizioni di stabilità del territorio in esame giocano i fenomeni di erosione e weathering, responsabili del continuo rimodellamento del territorio, per i quali va considerata la stabilità globale dei rilievi collinari, e non solo i singoli dissesti.

Per tener conto dell'incidenza relativa dei diversi fattori e dei pesi attribuibili a ciascuno di essi, nel prosieguo della ricerca il problema verrà affrontato considerando i fenomeni di instabilità come un sistema dinamico non lineare ad n componenti, dove ciascuno degli n termini potenzialmente influenza ed è influenzato da ciascuno degli altri (Phillips, 2005).

5. Sismicità dell'area

L'area in cui ricade l'abitato di Troia, a ridosso del fronte della catena appenninica ed in prossimità delle lineazioni tettoniche, a carattere trascorrente e particolarmente attive, che limitano il promontorio del Gargano, risente di una sismicità i cui effetti hanno avuto ripercussioni sulla stabilità del territorio sin da tempi storici.

L'ultimo evento significativo, in ordine temporale, è stato il terremoto con epicentro in Molise del 31.10.2002. La magnitudo di questo evento è stata stimata pari a 5.4 della scala Richter, un valore che comporta effetti fino al grado VIII della scala Mercalli.

Gli eventi sismici più forti, verificatisi in epoca storica nelle vicinanze dell'area in studio sono:

- la sequenza appenninica del dicembre 1456, di cui si ricordano danni gravi a Casacalenda;
- la sequenza garganica del luglio/agosto 1627, che ha provocato, fra l'altro, danni di grado VIII- IX a Termoli e di grado VIII a Campomarino;
- il terremoto del 30 marzo 1731, che raggiunse gli effetti del X grado con la distruzione di gran parte delle costruzioni del territorio comunale di Troia nonché parti della cattedrale;
- l'evento del luglio 1805, nel Matese, i cui effetti peraltro non hanno superato il grado VI.

Si hanno inoltre notizie che nell'area della Daunia potrebbe essere localizzato un terremoto medievale di cui si

hanno scarse notizie, quello dell'11 ottobre 1125, che avrebbe prodotto danni attribuibili al VIII grado. Cataloghi sismici precedenti a quelli attualmente in uso riportano un terremoto distruttivo, localizzato a Larino che sarebbe avvenuto nel 1120. Studi recenti hanno dimostrato che, con buona probabilità, si tratterebbe di una duplicazione di un evento avvenuto nello stesso anno 1120 in un'area limitrofa.

Nulla si sa, però, dei possibili effetti locali che, in una configurazione geologica e morfologica come quella del paese di Troia, si pensa possano implementarsi potendo dar luogo anche a fenomeni cosismici significativi.

6. Analisi dei dissesti

L'abitato di Troia (FG), 439 m s.l.m., si estende longitudinalmente al margine occidentale di una dorsale del tipo sopradescritto, ove lo spessore della copertura conglomeratico-sabbiosa tende ad assottigliarsi notevolmente lungo il margine perimetrale, intercalandosi, localmente, con le sottostanti argille subappennine. Ciò potrebbe spiegare, almeno in parte, la natura delle deformazioni riscontrate nell'area del centro storico ed i dissesti presenti lungo tutto il perimetro esterno dell'abitato stesso.

Gli edifici del centro storico, infatti, per la maggior parte realizzati in muratura ed in alcuni casi vetusti, non presentano lesioni, ma solo, a luoghi, distacchi alla base e scollamenti rispetto al piano stradale. Al contrario, tutte le pavimentazioni stradali, sia quelle bituminose, in genere nelle zone perimetrali del paese, sia quelle a lastre di pietra, tipiche del centro storico, presentano evidenti segni di deformazione. In particolare, nella parte sommitale ed in genere nel centro storico, si può notare una diffusa ondulazione della sede stradale, con zone di avvallamenti localizzati, ove le lastre di pietra si presentano diffusamente fratturate e sconnesse (Figura 3).



Figura 3. Dissesti della pavimentazione, a lastre di pietra, nel centro storico

Failures and joints occurred in the paving stones of a little plaza in the old part of Troia

Le strade perimetrali, ricadenti a mezza costa lungo le pendici dei versanti collinari, presentano oltre ad avvallamenti ed ondulazioni, anche una serie di fratture, in genere parallele all'asse longitudinale, ma a luoghi anche trasversali alla sede stradale, segno di un'intensa deformazione dell'intero versante.



Figura 4. Particolari di una zona in frana in località S. Antonio
Some details of S. Antonio landslides

Dall'analisi dello stato deformativo globale, sia degli edifici che delle pavimentazioni stradali, si può dedurre che l'intera collina su cui sorge l'abitato di Troia è soggetta a movimenti deformativi e di dissesto, che interessano non solo le pendici, ove magari sono più evidenti anche perchè qui il terreno affiora nel suo stato naturale, ma anche la formazione conglomeratica sommitale, che appare anch'essa interessata da movimenti deformativi plastici tipo "lateral spreading", in quanto si tratta di conglomerati scarsamente cementati, a prevalente matrice sabbioso-limoso che tende ad essere estrusa dallo scheletro litoide. Il corpo terrazzato, infatti, si è venuto a creare sia a seguito della regressione marina sia per rimaneggiamento di depositi precedenti sia per gli apporti terrigeni dei sedimenti della vicina Catena appenninica trasportati dai corsi d'acqua che confluiscono nelle vallate della fascia pedemontana.

Risulta non facile determinare le percentuali di influenza delle tre fonti precedentemente citate che, comunque, influenzano lo spessore attuale del corpo terrazzato e la litologia dei clasti. Ad esempio nell'affioramento dei terreni in frana in località S. Antonio (Figura 4) questi ultimi appaiono essere non solo di tipo calcareo, ma anche di tipo arenaceo e siltitico, provenienti dal rimaneggiamento dei depositi flyschoidi, a testimonianza dei diversi apporti.

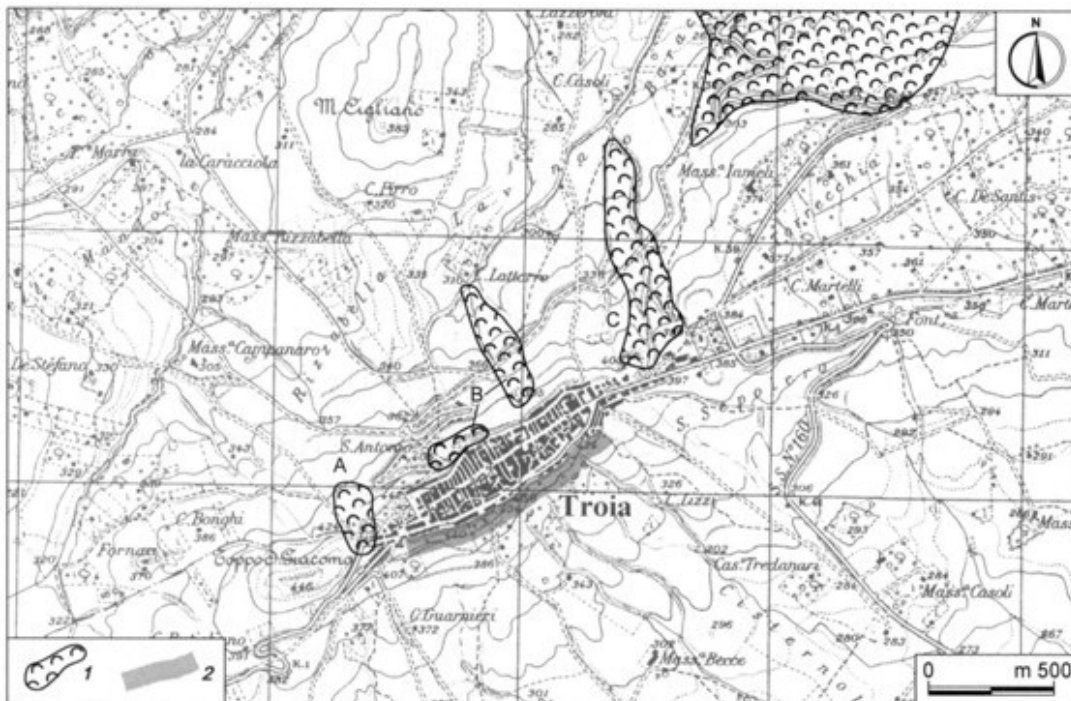


Figura 5. Carta delle frane nella zona abitata: 1) Zone in frana; 2) Aree instabili sulle quali sono stati effettuati alcuni interventi
Location of the main landslides along the slopes of the town of Troia: 1) Landslides; 2) Instable slopes with some remedial works

Si riportano in Figura 5, le zone in frana lungo il versante settentrionale, che sono attualmente oggetto di interventi di sistemazione da parte del Comune: frana di

Toppo S. Giacomo (A - in Fig. 5), rimobilizzatasi a seguito dell'evento alluvionale del gennaio 2002, "versante via Marcangelo Ambrogio - via S. Antonio" (B - in Fig. 5),

"Fosso Caprapazza " (C - in Fig. 5). Anche il versante meridionale della collina risulta affetto da diffusi dissesti, sui quali però sono state già realizzate opere di consolidamento del pendio instabile.

Nel complesso, le condizioni di stabilità dell'intera collina sono certo da definirsi precarie; è quindi di sicura importanza approfondire lo studio esaminando il complesso dell'area su cui sorge l'abitato, ritenendo gli scriventi che i fenomeni di bordo più eclatanti e pericolosi siano notevolmente influenzati dal complesso comportamento della copertura conglomeratica poggiate su terreni argillosi.7.

Bibliografia

Balduzzi A., Casnedi R., Crescenti U., 1982. Il Plio-pleistocene del sottosuolo del Bacino pugliese (Avanfossa Appenninica). *Geol. Rom.*, 21, 1-28.

Caldara M., Pennetta L., 1991. Pleistocene buried abrasion platforms in southeastern "Tavoliere" (Apulia, South Italy). *Giornate di Studio sul tema "Terrazzi marini e line di costa pleistoceniche" Il Quaternario*, IV 82), 303-309.

Jacobacci A., Malatesta D., Martelli G., Stampanoni G., 1967. Note illustrative alla carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000, F° 163 "Lucera". *Serv. Geologico d'Italia*, 48.

Patacca E., Scandone P., 2004. The plio-pleistocene thrust belt- foredeep system in the Southern Apennines and Sicily. *Special Volume of the Italian Geological Society for the IGC 32 Florence 2004*. (Crescenti V., D'Offici S., Merlino S., Sacchi L. Editors), 93-130.

Phillips J.D., 2005. Weathering instability and landscape evolution. *Geomorphology*, vol. 67, (1-2), 255-272.

Zeza F., Merenda L., Bruno G., Crescenti E., Iovine G., 1994. Condizioni di instabilità e rischio da frana nei Comuni dell'Appennino Dauno Pugliese. *Geol. Appl. e Idrog.*, Bari, XXIX, 77-141.

Conclusioni

La presente nota, a carattere preliminare, ha consentito di evidenziare i fenomeni di dissesto più significativi presenti nell'abitato di Troia in relazione alle peculiarità geologiche e morfologiche del territorio, tipico della fascia pedemontana a ridosso del Subappennino Dauno.

Tale studio costituisce la base per una zonizzazione dello stesso finalizzata alla valutazione del rischio che sarà svolta, in una continua dinamica osservazionale, tenendo conto anche dei fattori antropici e della sismicità della zona.