

## Le grandi frane della Città del Vasto (CH) - Analisi storica e ricostruzione geologica delle frane nel territorio vastese

### *Large mass movements affecting the town of Vasto (Chieti)- Historical analysis and geological reconstruction of the landslides of Vasto municipal territory*

TADDEI Daniele(\*), TRIZZINO Rosamaria(\*\*)

**RIASSUNTO** - Il versante costiero della città di Vasto è stato fin dai tempi storici interessato da importanti fenomeni franosi che hanno cambiato il tessuto urbano della città e la morfologia dell'area. L'obiettivo principale del presente lavoro è stato l'analisi della franosità diffusa lungo il versante e la sua evoluzione Pleistocenico-Olocenica correlata alle cause dei frequenti fenomeni gravitativi. Dai risultati ottenuti dal rilevamento geologico/geomorfologico effettuato e dalla ricostruzione del modello geologico-evolutivo del versante si evince che la massa di frana attualmente osservabile rispecchia un fenomeno di instabilità che si sarebbe attivato integralmente all'incirca 200 ky fa. Tale instabilità avrebbe continuato ad evolversi con eventi a carattere locale fino ai giorni nostri. Le frane definite come "storiche" sono una riattivazione delle morfologie di rottura conseguenti alla prima attivazione e l'attuale instabilità del versante risulta influenzata essenzialmente dalle condizioni meteorologiche.

**PAROLE CHIAVE:** Frane storiche, Fonti storiche, Versante costiero adriatico, Modello geologico-evolutivo, Eustatismo, Vasto (Italia)

**ABSTRACT** -The coastal slope of the city of Vasto has been affected by huge landslides since historical times which have changed the urban fabric of the city and the morphology of the area. The main objective of this work was the analysis of the landslides along the slope and its Pleistocene-Holocene evolution related to the causes of frequent landslides. The results obtained from the geological / geomorphological survey carried out and the reconstruction of the geological-evolutionary model of the slope show that the currently observable landslide mass reflects a phenomenon of instability which would have been activated approximately 200 ky ago. This instability

would continue to evolve with local events up to the present day. The landslides defined as "historical" are a reactivation of the failure morphologies resulting from the first activation and the current instability of the slope is essentially influenced by weather and climatic conditions.

**KEY WORDS:** Historical landslides, Historical sources, Adriatic coastal slope, Geological-evolutionary model, Eustatism, Vasto (Italy).

#### 1. - INQUADRAMENTO E FONTI STORICHE

Il versante costiero della città di Vasto (Abruzzo) è stato fin dai tempi storici interessato da importanti fenomeni franosi che hanno con il tempo cambiato il tessuto urbano della città e la morfologia dell'area (Fig.1).

L'obiettivo di questa ricerca è stato quello di indagare le cause di questa franosità diffusa tutt'ora in atto ed analizzare i fattori determinanti per l'innescio di dissesti gravitativi sia in epoca storica che in tempi più recenti (TADDEI 2015; CAPRIOLI *et alii*, 2015; TRIZZINO & PAGLIARULO, 2014)

Le profonde deformazioni gravitazionali di Vasto sono tipiche dei movimenti di massa che si verificano lungo la costa adriatica nelle sequenze Plio-Pleistoceniche rappresentate da argille, sabbie e conglomerati con coperture di depositi continentali (Fig. 2 B).

(\*) Sapienza Università di Roma - Dipartimento Ingegneria Chimica Materiali Ambiente (DICMA), Via Eudossiana, 18, I-00184 Rome, Italy.

(\*\*) Consiglio Nazionale delle Ricerche- Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (IRPI)- Via Amendola, 122/1 - 70126 Bari, Italy.

È possibile affermare che vi siano state deformazioni gravitative in questo settore, già da tempi molto antichi quando ancora esisteva la città romana Histonium, come provano le testimonianze archeologiche date dal ritrovamento di resti di anfore, muri e di ville di epoca romana rinvenuti sui

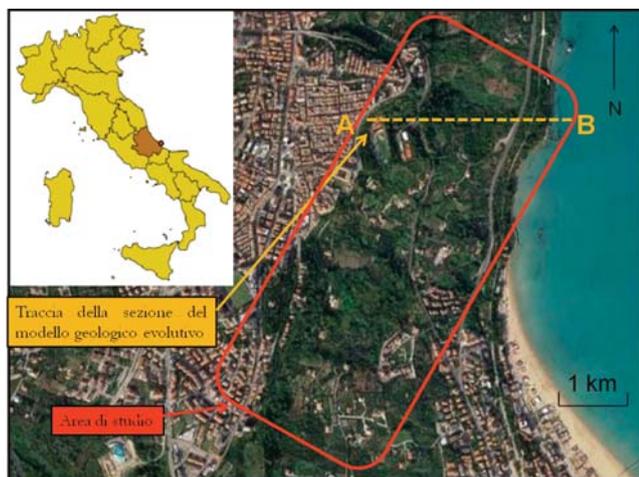


Fig. 1 - Localizzazione dell'area in studio - Versante costiero della città di Vasto.  
- Location of the study area - Coastal slope of the city of Vasto.

fondali marini antistanti il centro abitato. Inoltre il rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio effettuato in situ ha evidenziato alcune forme sul territorio che non possono essere riconducibili ad un'attività di frana iniziata in epoca storica. Molti indizi riscontrati hanno portato a pensare che il versante abbia acquisito, nel corso della sua "storia geologica", una predisposizione intrinseca ad una franosità diffusa, tanto che alcuni movimenti gravitativi potrebbero essere riconducibili a frane ben più antiche di quelle documentate (TADDEI, 2015)

Studi recenti evidenziano che le riattivazioni storiche delle frane, nonché il loro arretramento limitatamente al settore sommitale e di corona, sono riferibili a fattori destabilizzanti transitori come precipitazioni o snow-melting, come effettivamente documentato dai diversi testi storici consultati, mentre frane più antiche, di cui oggi è possibile apprezzare solo alcune evidenze sul territorio, sono da ascrivere a fenomenologie molto più complesse (Fig. 2A).

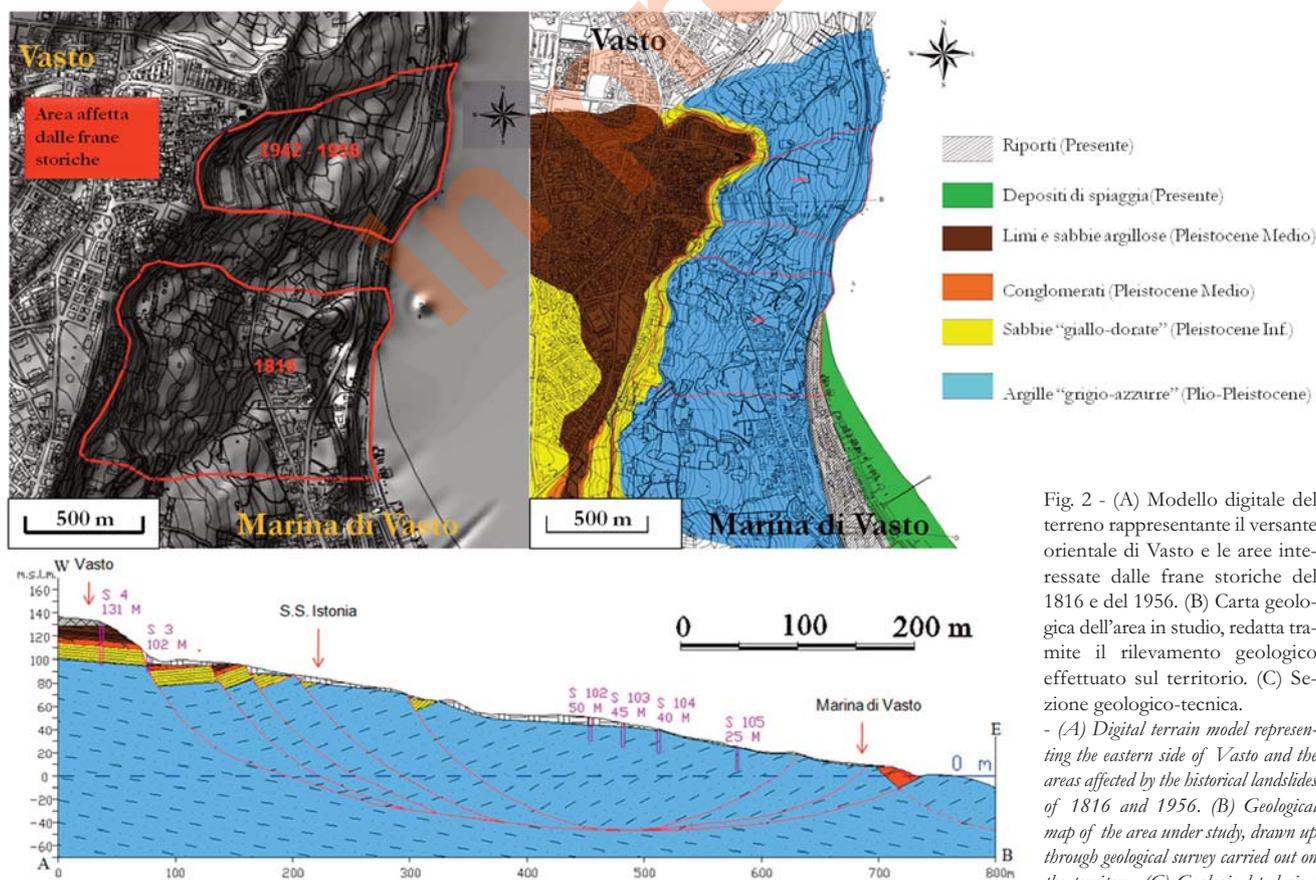


Fig. 2 - (A) Modello digitale del terreno rappresentante il versante orientale di Vasto e le aree interessate dalle frane storiche del 1816 e del 1956. (B) Carta geologica dell'area in studio, redatta tramite il rilevamento geologico effettuato sul territorio. (C) Sezione geologico-tecnica.  
- (A) Digital terrain model representing the eastern side of Vasto and the areas affected by the historical landslides of 1816 and 1956. (B) Geological map of the area under study, drawn up through geological survey carried out on the territory. (C) Geological-technical section.

Negli archivi storici locali ci sono libri, documenti, memorie, foto, etc.. che descrivono minuziosamente le grandi frane storiche che hanno interessato il territorio vastese, a partire da quella del 1° aprile dell'anno 1816 fino agli eventi più recenti del 1942, 1956, illustrandone a volte anche il movimento, le dimensioni e le cause di innesco (Fig. 3).

Qui di seguito vengono riportati alcuni estratti dei documenti storici relativi ai due eventi franosi più significativi per la storia delle città: la frana del 1816 e del 1956.

Resoconto dell'evento del 1816 di Luigi Anelli tratto dal suo volume “*Ricordi di Storia Vastese* (1885):

*1 aprile 1816. - “Nella parte orientale del Vasto incomincia un lungo scoscendimento di terreno, che dura tutto il giorno; e la terra da ogni parte si muove, si avvallava, si fende, si spalanca. È impossibile descrivere lo spavento dei Vastesi, che vedono schindersi l'abisso sotto la loro città: giunge finalmente la notte ad accrescere la desolazione ed il terrore. Alla mattina seguente si vide progredita l'opera distruttrice. Tre larghe voragini, una dopo l'altra, si erano aperte dalla Madonna delle Grazie sino alla Ripa dei Ciechi, estendendosi complessivamente circa 2500 metri. Da un momento all'altro si aspetta di veder precipitare in quelle voragini la parte orientale della città, e gli abitanti, pazzì dal terrore, abbandonano le loro case e fuggono lungi da quei luoghi di desolazione e di morte. Fortunatamente però lo scoscendimento si arresta il giorno 4 aprile e così la città è risparmiata. Questo terribile cataclisma, che per poco non rovinò il Vasto, distrusse cinque magazzini, due belle fontane, tredici casini e le chiese di S. Leonardo, di S. Maria della Neve, in contrada della Diritta, di Cona a mare e di S. Donato.”*

Memorie di L. Marchesani. - *Storia di Vasto* (1938) - sull'evento del 1956

*“Alla distanza di 140 anni la nostra città rivive e piange le giornate del grande dolore, quelle, che nessuna parola può confortare, quelle, che nessuna forza può trattenere: la via orientale, aperta all'azzurro del mare nostro, al sorriso dei nostri sogni è crollata tra il palazzo Marchesani fin quasi alla chiesa di S. Antonio. Si sono sprofondate le forti mura, le numerose casette della nostra gente di mare, la canonica di S. Pietro, che per prima ha ceduto alla violenza oscura degli elementi sotterranei alle 11,45 del 22 febbraio.[...]*

*Una lunga incrinatura lungo il muro della canonica: a mano a mano si allargava, si allargava come se si sma-*

*gliasse... cadde un mattone, due mattoni, alcuni mattoni e poi tutta la parete sprofonda in un nugolo di polvere. Il cuore si lacera, il nostro pensiero corre al caro, patriottico, italianissimo don Romeo Rucci. Ad intervalli più o meno lunghi le mura e le case a blocchi, a tronconi, come sotto i colpi d'un piccone, si rovesciano, si frantumano, sono ingoiate da profondi boati.*

## 2. - METODOLOGIA

Per uno studio più completo della franosità del pendio, si è resa indispensabile quindi, la ricostruzione di un “*modello geologico-evolutivo del versante*”: cioè si è cercato di riportare nella sua morfologia iniziale il versante prima che fosse modificato da tutti gli eventi franosi succedutisi nel tempo e che potesse spiegare l'attuale l'assetto stratigrafico e l'attuale quadro di franosità del pendio. A tal fine si è esaminata la sua possibile evoluzione a partire dal Pleistocene medio (250.000 anni fa), quando ha avuto inizio l'emersione del territorio vastese. Il versante in quell'epoca sarebbe dovuto apparire all'incirca come nella ricostruzione digitale nella figura 5 (Step 1); avrebbe assunto una forma riconducibile ad un'attuale falesia, una costa rocciosa con pareti a picco, alte e continue. Morfologie simili sono ancora presenti sul territorio vastese come la falesia odierna nel tratto costiero di Punta Penna nella zona del Porto di Vasto che si potrebbe paragonare allo stadio iniziale del versante costiero in studio.

Per ricostruire l'evoluzione di quest'area dal Pleistocene medio fino ai giorni nostri si è tenuto conto di vari dati geologici ottenuti sul terreno, da ricerche bibliografiche ed elaborazioni al computer. La morfogenesi del versante in ambiente subaereo è necessariamente iniziata in questo periodo ed è connessa all'interazione tra il sollevamento tettonico regionale e le oscillazioni eustatiche legate alle variazioni climatiche quaternarie.

Al fine di studiare questi fenomeni si è utilizzata la Curva Eustatica (Fig. 4) pubblicata da SILENZI *et alii* (2004) che rappresenta le variazioni del livello del mare rispetto alla quota attuale (marcata con lo zero nell'asse delle ordinate) e dell'insolazione dal Pleisto-

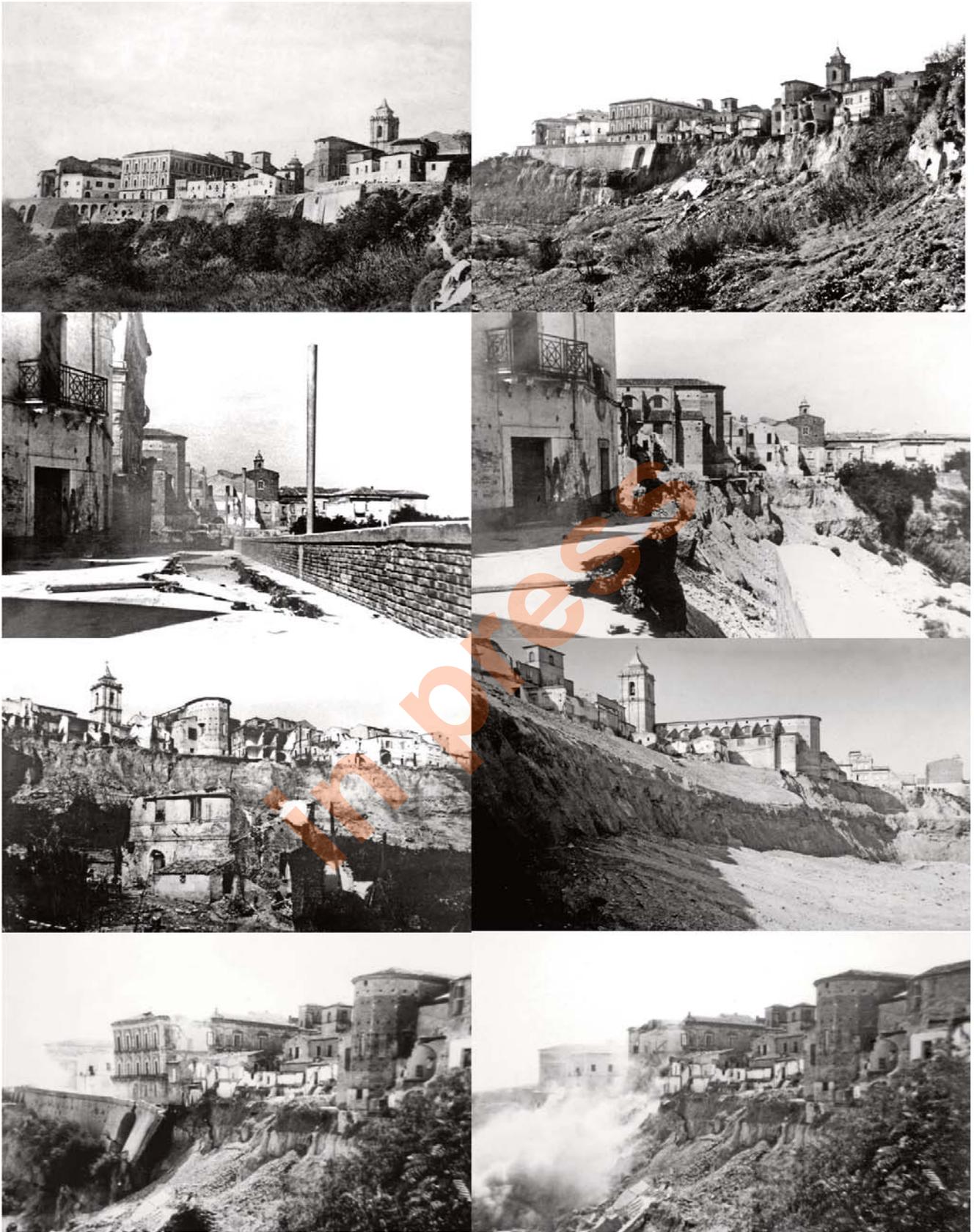


Fig. 3 - Foto storiche della frana di Vasto del 1956.  
- Historical photos of the 1956 landslide of Vasto.

cene medio all'Olocene nel settore adriatico.

Dopo aver ricostruito la paleomorfologia iniziale del versante, si è indicato un intervallo temporale, che trova il suo inizio a circa 240.000 anni fa, in cui l'innalzamento e abbassamento del livello del mare avrebbero causato le prime instabilità nel pendio inducendo un arretramento della falesia stessa fino al raggiungimento della configurazione attuale. Durante questo periodo, si è suddivisa la Curva Eustatica in sette step (o fasi), e sono state calcolate le quote del livello del mare nelle varie epoche, riferite alla quota attuale dello stesso; i sette Step corrispondono ad altrettante fasi dell'evoluzione del versante costiero, partendo dalla fase iniziale del versante fino alla forma odierna (Fig. 5).

La rappresentazione del primo step evidenzia uno stadio iniziale del livello del mare 240.000 anni fa la cui altezza si attesta oggi a + 47 metri sulla quota attuale del mare.

Nel secondo Step, collocato a 230.000 anni fa, si ha un abbassamento del livello del mare di 43 m circa in 10.000 anni (posizione attuale a + 4 m). In questo Step potrebbe essersi innescata una prima fase di instabilità del versante ed aver ribassato parte della formazione dei *Conglomerati* e della *Sabbie giallo-dorate* portandola nella posizione che attualmente corrisponde alla costa (gli attuali scogli nei pressi della zona della "Monumento alla Bagnante"). Per il successivo step 3, collocato a 200.000 anni fa,

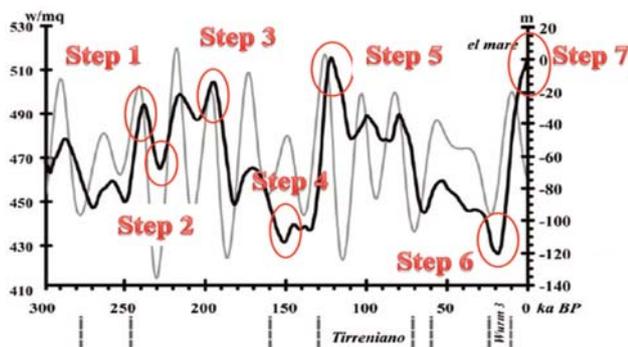


Fig. 4 - Grafico raffigurante le variazioni del livello del mare dal Pleistocene medio all'Olocene nel settore adriatico, schematizzato in sette step corrispondenti ad altrettante fasi dell'evoluzione del versante costiero di Vasto (SILENZI et alii - 2004).

- Graph depicting changes in sea level from the middle Pleistocene to the Holocene in the Adriatic sector, schematized in seven steps corresponding to the same number of phases of the evolution of the coastal slope of Vasto (SILENZI et alii - 2004).

si è evidenziata una risalita del livello del mare di 67 m in 30.000 anni (attuale posizione da +4 a +71 m. s. l. m.); durante questa fase di risalita è plausibile ipotizzare una progressiva erosione di gran parte dell'ammasso sabbioso-conglomeratico, per arretramento della falesia (tasso di arretramento medio sui 30.000 anni pari a circa 1 cm/anno) fino alla posizione indicata in figura 5 (Step 3C). Lo Step 4 corrisponde al minimo eustatico di 150.000 anni fa. Dato che il livello del mare relativo a questo picco si troverebbe oggi, al netto del sollevamento, ad una quota di -84 metri dal livello del mare attuale, la scarpata di frana dello Step 3 potrebbe essere arretrata per l'attivazione di una nuova superficie attestandosi in prossimità dell'attuale scarpata principale (via Adriatica). Da questo Step

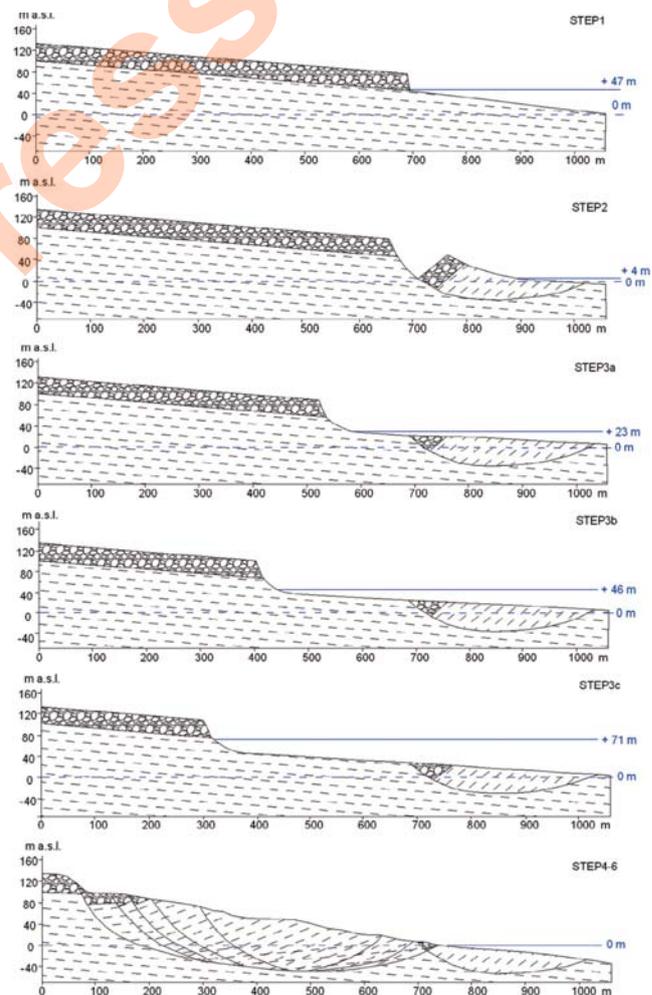


Fig. 5 - Evoluzione sequenziale del versante costiero di Vasto da 240.000 anni fa fino al presente.

- Sequential evolution of the coastal slope of Vasto from 240,000 years ago to the present.

in poi si deve supporre il completamento dell'assetto delle dislocazioni all'interno del corpo di frana (in accordo con la sezione geologico-tecnica ricostruita in figura 2C) e il raggiungimento dell'attuale configurazione morfologica del versante.

L'attuale azione erosiva del moto ondoso lungo la costa si esplica in parte proprio su quel blocco di conglomerati ribassati dalla prima frana. In particolare nello Step 5 si registra l'innalzamento del livello del mare Tirreniano, che si attesterebbe oggi a +21 m s.l.m. A questo segue lo Step 6 corrispondente all'ultima glaciazione (Wurm 18.000 anni fa), con un importante minimo eustatico, -119,9 m. Lo Step 7 infine riporta il livello del mare alla quota attuale e alle ultime fasi storiche di evoluzione del versante costiero di Vasto. I vari Step e processi evolutivi del versante sono stati successivamente validati e confermati con uno studio basato sulla modellazione numerica tenso-deformativa 2D. Tale modellazione è stata condotta utilizzando il software FLAC 6.0 (Fast Lagrangian Analysis of Continua) che utilizza un metodo risolutivo alle differenze finite (FDM); sono state simulate le varie oscillazioni eustatiche correlate ai corrispondenti stadi di arretramento della falesia. I risultati ottenuti dalla simulazione numerica hanno confermato lo schema evolutivo descritto ed in più hanno fornito informazioni circa la tipologia di movimento e l'estensione delle deformazioni lungo il versante (Fig. 6).

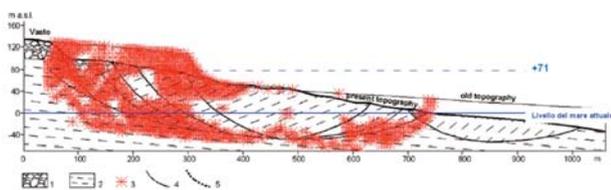


Fig. 6 - Sovrapposizione tra le zone di plasticizzazione risultanti dalla modellazione numerica sforzo-deformazione con riferimento allo Step 3 e le superfici di rottura derivanti dalla sezione geologico-tecnica lungo la traccia presente nell' "Area di studio". 1) sabbia e conglomerati; 2) argilla; 3) nodi della griglia; 4) superficie di scorrimento; 5) superficie scorrevole retrogressiva.

- *Overlap between the plasticization areas resulting from the numerical stress-deformation modeling with reference to Step 3 and the sliding surfaces deriving from the geological-technical section along the track present in the "Study area". 1) sand and conglomerates; 2) clay; 3) grid nodes; 4) sliding surface; 5) retrogressive sliding surface.*

### 3. - CONCLUSIONI

Con i dati scaturiti dalle simulazioni e dalle ricostruzioni geologiche evolutive si è reso evidente che l'assetto stratigrafico rilevato attualmente e riportato sulla sezione geologico-tecnica (Fig. 2C), non è riconducibile ad un'attività o ad una riattivazione di frana solamente in epoca storica.

La massa di frana attualmente osservabile a partire dalla scarpata che borda l'abitato di Vasto rispecchia un fenomeno di instabilità che si sarebbe attivato integralmente all'incirca 200.000 anni fa, in corrispondenza di una fase di alto stazionamento marino. Tale instabilità avrebbe continuato ad evolversi con eventi a carattere locale fino ai giorni nostri. Quanto qui discusso porta a ritenere che quelle individuate come frane storiche non siano altro che una riattivazione delle morfologie di rottura già esistenti a seguito della prima attivazione, e che l'attuale instabilità registrata sul versante risulti influenzata essenzialmente dalle condizioni meteo-climatiche. Le considerazioni fin qui esposte possono ritenersi valide per buona parte del versante costiero di Vasto come supportato dalla continuità laterale delle morfologie associate alle instabilità gravitative rilevate.

### BIBLIOGRAFIA

- ANELLI L. (1885) - *Ricordi di storia vastese*. Biblioteca Comunale di Vasto.
- CAPRIOLI M., TRIZZINO R., PAGLIARULO R., SCARANO M., MAZZONE F. & SCOGNAMIGLIO A. (2015) - *Management of environmental risks in coastal areas*. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-3/W3, ISPRS Geospatial Week 2015, 28 Sep - 03 Oct 2015, La Grande Motte, France.
- MARCHESANI L. (1938) - *Storia di Vasto*. Biblioteca Comunale di Vasto.
- SILENZI S., DEVOTI S., GABELLINI M., MAGALETTI E., NISI M.F., PISAPIA M., ANGELELLI F., ANTONIOLI F. & ZARATTINI A. (2004) - *Le Variazioni del clima nel Quaternario*. Geo-archeologia, 1.
- TADDEI D. (2015) - "Le Grandi Frane della Città del Vasto - Analisi storica e ricostruzione geologica delle frane nel territorio vastese". Canarsa Editore - Vasto - Italy.
- TRIZZINO R. & PAGLIARULO R. (2014): *Temporal and Spatial Variability in Landslide Susceptibility Analyses*. Geophysical Research Abstracts, Copernicus GmbH - Katlenburg-Lindau Ed., 16, 2014.