

L'Ordine dei Geologi delle Marche organizza la

Geoescursione in barca

DINAMICHE GEOMORFOLOGICHE DELLA FALESIA DEL CONERO

Numana, Venerdì 22 Luglio 2022

Docenti: prof.ssa Olivia Nesci, prof. Carlo Bisci

Guida a cura di: Farabollini P., Aringoli D, Bendia F., Bisci C. & Nesci O.



Il ruolo della gravità nell'evoluzione geomorfologica di un'area di falesia: il caso del Monte Conero (Mare Adriatico, Italia centrale)

Domenico Aringoli¹, Bernardino Gentili², Marco Materazzi¹, Gilberto Pambianchi¹, Piero Farabollini¹



Caratteri geomorfologico-evolutivi della falesia del Monte Conero - Domenico Aringoli 10 Giugno 2022



Assetto geologico

La serie stratigrafica del Conero corrisponde a quella dell'Appennino umbro-marchigiano: il nucleo centrale del promontorio è costituito da una successione di formazioni carbonatiche che vanno dal Cretaceo (Maiolica, Marne a Fucoidi e Scaglia Bianca), all'Eocene (Scaglia Rossa), a cui fanno seguito le formazioni calcareo-marnose e marnose dell'Oligocene (Scaglia Cinerea), del Miocene (Bisciaro e Schlier) e le litologie marnoso-arenacee e argillose più recenti del Pliocene inferiore/medio e del Pleistocene inferiore (Fig. 1). Al di sopra di questi litotipi sono evidenti estese coperture detritiche, alluvionali ed eluviocolluviali quaternarie. Dal punto di vista strutturale, il rilievo del Monte Conero consiste essenzialmente in un'anticlinale ad asse circa appenninico; è interessata da faglie e fratture ad andamento oltre che appenninico, anche antiappenninico e E-W. Tale assetto, che è attribuibile a più fasi tettoniche ha portato all'affioramento dei terreni mesozoico-paleogenici nel nucleo centrale e più elevato, i quali risultano bordati a nord e a sud da faglie ad alto angolo, trasversali rispetto alla struttura plicativa principale. Verso sud, l'anticlinale del Monte Conero si presenta come una macropiega da inclinata a rovesciata, con vergenza orientale e superficie assiale immergente a WSW. Il fianco occidentale di tale struttura presenta deboli immersioni verso WSW, mentre il fianco orientale è sub-verticale.

E' NECESSARIO ENFATIZZARE CHE....

.... a causa di una lacuna stratigrafica, la Scaglia Bianca del Conero è ridotta a due strati centimetrici (per uno spessore totale di circa 12 cm) di calcari bianco-giallastri riferibili all'Albiano Superiore e quindi alla sola porzione inferiore della formazione, la quale ha generalmente uno spessore che va dai 15 ai 35 m. Affiora unicamente nel promontorio "Il Pirolo" sul top degli strati delle Marne a Fucoidi, databile Aptiano Inferiore. Al di sopra degli straterelli di Scaglia Bianca poggiano alcuni strati di un calcare micritico grigio-giallastro per uno spessore totale di 60 cm attribuibili alla parte inferiore della Scaglia Rossa risalenti al Turoniano Superiore. Il livello Bonarelli, orizzonte guida di peliti nere-giallastre e siltiti ricche in radiolari, riferibile ad un evento anossico oceanico globale posto al top della Scaglia Bianca non è rappresentato nella Successione stratigrafica del Conero.



EVOLUZIONE GEOLOGICA DEL CONERO NEGLI ULTIMI 20.000 ANNI

Durante il Quaternario si alternarono periodi glaciali e interglaciali, durante i quali variazioni dell'estensione dei ghiacciai provocarono significative oscillazioni del livello marino.



Pleistocene Superiore - Pleniglaciale (circa 20.000 anni fa)

L'ultima glaciazione si concluse circa 10.000 anni fa, successivamente si verificò una trasgressione marina, con conseguente arretramento della linea di costa: seguirono ingressioni nelle piane fluviali e impaludamenti e iniziò il modellamento delle falesie, che iniziarono ad arretrare, proprio a causa dell'erosione marina, fenomeno che continua ancora oggi.



Situazione attuale

TRATTI OMOGENEI (PER CARATTERISTICHE DEL SUBSTRATO GEOLOGICO E PROCESSI GEOMORFOLOGICI)

- tratto 1 > Monte Corvi Portonovo
- tratto 2 > Portonovo Scoglio della Vela
- tratto 3 > Scoglio della Vela Scogli delle Due Sorelle
- tratto 4 > Scogli delle Due Sorelle Sirolo



- ✓ >>> elementi salienti geologico-geomorfologici dei singoli tratti
- >>> aspetti evolutivi di maggiore dettaglio >>> in rapporto alla morfogenesi gravitativa >>>
 - fattore di controllo fondamentale per l'attuale configurazione della linea di riva

Score

Monte dei Corvi

A partire da nord, il primo tratto di costa esaminato è quello compreso tra le località Monte dei Corvi (232 m s.l.m.) e Portonovo, la cui configurazione planimetrica è quella di una blanda baia. Sui versanti si rilevano dislivelli variabili da 130 ad oltre 200 m, con pendenze medie di circa 40°; al piede dei pendii si rinvengono esigui depositi continentali e di spiaggia che raramente raggiungono i 50 m di larghezza.

> Il substrato geologico prevalentemente pelitico è continuamente modellato da fenomeni franosi di tipo colamento e, in subordine, scorrimento e piccoli crolli.

E' questa la spiaggia di Mezzavalle, che sia dal punto di vista escursionistico che balneare ha numerosi visitatori.





Figura 4 - Veduta della falesia modellata nel versante sovrastante la spiaggia di Mezzavalle e lo Scoglio del Trave.

Tratto 1.

Vi affiorano i litotipi terrigeni prevalentemente pelitici: le argille marnoso-siltose (Miocene Sup.), la Formazione a Colombacci data da marne argillose con livelli conglomeratici (Miocene Sup.), il caratteristico orizzonte del Trave, cioè un livello arenaceo-calcarenitico fortemente cementato (Miocene Sup.) e le litofacies pelitiche e pelitico-sabbiose del Pliocene Inferiore. Le diverse unità lito-stratigrafiche risultano piegate secondo una struttura a sinclinale, il cui fianco nordorientale viene tagliato dalla linea di riva, con strati da molto a mediamente inclinati e giaciture secondo un generico traversopoggio. Sono presenti intensi processi di erosione areale e concentrata, che dissecano l'intera scarpata conferendo ad essa un aspetto pseudo-calanchivo, con fenomeni di erosione accelerata e freguenti fenomeni franosi di tipo colamento che raggiungono sempre la linea di riva per essere poi smantellati in occasione delle mareggiate più intense (spiaggia di Mezzavalle, Fig.4).

Tratto 2

Da Portonovo allo Scoglio della Vela il paesaggio fisico mostra la maggiore energia di rilievo che ha favorito l'attivazione dei fenomeni gravitativi più ampi e significativi di tutta l'area; a Portonovo la falesia presenta una altezza valutabile intorno ai 350 m, con un massimo superiore ai 420 metri

In quest'area affiora diffusamente la Scaglia Rosata, appartenente al fianco nord-orientale di una accentuata e asimmetrica piega anticlinalica, che in della corrispondenza costa presenta strati notevolmente inclinati, per lo più secondo un franapoggio obliquo. Il nucleo di questa piega è costituito dalla più antica formazione calcarea della Maiolica. Si può ipotizzare la presenza di sovrascorrimenti in mare e i fronti costituiti dalla falesia spesso sono interessati da faglie dirette variamente estese. Lungo queste discontinuità e lungo i livelli marnosi della successione, si realizzano spesso estesi fenomeni gravitativi.

I versanti di questo settore, oltre ad essere interessati da notevoli accumuli di frana, presentano anche spesse falde detritiche per lo più a tessitura grossolana.

In questo tratto costiero, oltre all'imponente fenomeno franoso di Portonovo, è presente un significativo scorrimento-colamento situato poco ad est, tra la Chiesa di Santa Maria e lo Scoglio della Vela; inoltre, in tutta l'area le pareti rocciose risultano incise da brevi e ripidi canaloni, frequentemente soggetti a fenomeni di *debris-flows*, soprattutto durante i periodi di intense precipitazioni.





La dinamica geomorfologica della falesia del Conero

La costa bassa di Portonovo e la grande frana

Curiosità. Studi storici testimoniano di un importante fenomeno franoso (posto poco ad est di quello di Portonovo) attivato dall'evento sismico del 558 d.C., sul cui accumulo sarebbe stata edificata la chiesa romanica di Santa Maria di Portonovo (1034-1048) con l'annesso convento, terminato nel 1070. Un successivo evento sismico, avvenuto nel 1269 d.C., è stato responsabile invece di un fenomeno franoso che ha distrutto il convento.

Carta geologicogeomorfologica dell'area di Portonovo: 1) depositi di versante; 2) Schlier; 3) Bisciaro; 4) Scaglia cinerea; 5) Scaglia variegata; 6) Scaglia rosata; 7) Marne a Fucoidi; 8) Maiolica; 9-11) accumuli di frana di tipo scorrimento,

colamento, crollo;

12-14) gradini di frana, corone di distacco e scarpate di degradazione; in rosso le forme attive e in arancio le quiescenti; 15-16) forme di ruscellamento concentrato e conoidi alluvionali; 17-18) faglie e discontinuità principali; 19) giaciture degli strati; 20) sezione geologica schematica.

(da Aringoli et al., 2014)



Geomorphological map of the Conero promontory showing the main geological and structural elements (map coordinates are in WGS84 cartographic reference system). Near-coast bathymetry (0–10 m below the sea level) is also indicated. 1: study area; 2: lake; 3: normal fault; 4: strike-slip fault; 5: Maiolica Fm.; 6: Marne a Fucoidi Fm.; 7: Scaglia Rossa Fm.; 8: gully erosion; 9: tidal notch; 10: plunging cliff; 11: landslide-toe compressional ridges; 12: rocky scarp; 13: landslide trench; 14: swamp; 15: alluvial fan; 16: stratified slope deposit; 17: sea stack; 18: beach; 19: shore platform; 20: slope debris and talus deposits; 21: debris flow; 22: debris avalanche; 23: rock avalanche; 24: rock fall; 25: rock slide; 26: diffuse gravity-driven slope deformations. Figure 1. Geomorphological map of the Conero promontory showing the main geological and structural elements (map coordinates are in WGS84 cartographic reference system). Near-coast bathymetry (0–10 m below the sea level) is also indicated. 1: study area; 2: lake; 3: normal fault; 4: strike-slip fault; 5: Maiolica Fm.; 6: Marne a Fucoidi Fm.; 7: Scaglia Rossa Fm.; 8: gully erosion; 9: tidal notch; 10: plunging cliff; 11: landslide-toe compressional ridges; 12: rocky scarp; 13: landslide trench; 14: swamp; 15: alluvial fan; 16: stratified slope deposit; 7: sea stack; 18: beach; 19: shore platform; 20: slope debris and talus deposits; 21: debris flow; 22: debris avalanche; 23: rock avalanche; 24: rock fall; 25: rock slide; 26: diffuse gravity-driven slope deposit; 17: sea stack; 18: beach; 19: shore platform; 20: slope debris and talus deposits; 21: debris flow; 22: debris avalanche; 23: rock avalanche; 24: rock fall; 25: rock slide; 26: diffuse gravity-driven slope deposit; 17: sea stack; 18: beach; 19: shore platform; 20: slope debris and talus deposits; 21: debris flow; 22: debris avalanche; 23: rock avalanche; 24: rock fall; 25: rock slide; 26: diffuse gravity-driven slope deformations. (Troiani et al, 2020)



Tratto 3

Il territorio compreso tra lo Scoglio della Vela e gli scogli delle Due Sorelle mostra pendenze e dislivelli molto elevati; vi affiorano le unità litostratigrafiche del complesso delle Scaglie (Scaglia bianca e Scaglia rosata) e della Maiolica, fortemente inclinate verso mare o sub-verticali (fianco nord-orientale della piega anticlinalica). L'ammasso roccioso è interessato da motivi disgiuntivi ad andamento circa E-W, caratterizzati da deboli dislocazioni.



In questo tratto di costa si osservano fenomeni di estesi scorrimento traslativo dall'assetto guidati giaciturale e dalle discontinuità tettoniche E-W. Gli scorrimenti traslativi suddetti sono si realizzati sul membro marnoso delle Marne a Fucoidi, asportando questo e le sovrastanti Scaglie, fino a portare in affioramento la formazione della Maiolica.



Tratto 4

Il quarto tratto è quello meno acclive e comprende la spiaggia di San Michele di Sirolo (nota come Sassi Neri); analoghi assetti e fenomenologie sono rilevabili anche più a Sud, tra Sirolo e Numana, Il versante è modellato quasi interamente nelle marne calcaree della Scaglia cinerea, anche se nella parte superiore e verso Sirolo sono rilevabili affioramenti calcareo-marnosi e marnosi delle formazioni del Bisciaro e dello Schlier. Le giaciture di detti litotipi spesso sono difficilmente rilevabili a causa di diffusi accumuli di frana, tuttavia l'assetto generale passa dal franapoggio al traversopoggio.

In questo tratto di costa si manifestano movimenti gravitativi frequenti, anche se di modesta entità, soprattutto in occasione di eventi meteorici (estremi) e sismici (anche se di lieve intensità). Queste riattivazioni vanno ad interessare spiagge di forte attrazioni turistica.

La falesia è troncata da una superficie di spianamento posta alla quota di circa 120 m s.l.m., sulla quale sorge il centro abitato di Sirolo, che "poggia" sulla formazione dello Schlier, con strati mediamente sub-orizzontali. Si tratta di un centro abitato affetto da lenti fenomeni deformativi di tipo *block slides*, che sul versante verso mare danno luogo a prevalenti ribaltamenti e crolli di diedri di dimensioni metriche. Le cause dell'instabilità del pendio vengono individuate nell'assetto stratigrafico dei litotipi e nella intensa fatturazione tettonica degli stessi, favorevoli al rilassamento dell'ammasso roccioso e quindi all'attivazione dei movimenti di massa.



Per saperne di più:

AA.VV., 1991. L'ambiente fisico delle Marche. Regione Marche.

Acciarri A., Bisci C., Cantalamessa G., Di Pancrazio G., Spagnoli F., (2017) - Escursione lungo il litorale piceno. UniCam.

- Acciarri A., Bisci C., Cantalamessa G., Di Pancrazio G. (2016) Anthropogenic influence of recent evolution of shorelines between the Conero Mt. and the Tronto R. mouth (Southern Marche, Central Italy). Catena, 147, 545 - 555.
- Angeli M.G., Barbarella M., Dramis F., Garzonio C.A., Pontoni F. (1990) A monitoring project for the definition of the geostructural model of Sirolo Landslide (Italy). Proc. ALPS, 90: 175-186.
- Aringoli D., Bisci C., Cantalamessa G., Di Celma C., Farabollini P., Fazzini F., Gentili B., Materazzi M. & Pambianchi G., 2003. Recent variations of central Adriatic coastline. In: Castaldini et al., Eds, "Geomorphological sensitivity and system response", Proc. VIII Italian-Romanian Workshop on Geomorphology, Camerino-Modena 4-9 luglio 2003, 13-20.
- Aringoli D., Farabollini P., Gentili B., Materazzi M. & Pambianchi G., a cura di, 2000. Natural Hazards on built-up areas. Field Trip Guide Book. Università di Camerino & CERG, "Intensive Corse on Natural Hazards on built-up areas", Camerino, 25-30 september 2000.
- Aringoli D., Gentili B., Materazzi M., Pambianchi G. & Farabollini P., 2015. Il ruolo della gravità nell'evoluzione geomorfologica di un'area di falesia: il caso del monte Conero (mare Adriatico, Italia centrale). Studi costireri 2014, 22, 19-32 (ISSN 1129-8588).
- Bisci C., Cantalamessa G., De Marco R., Spagnoli F., Tramontana M. (2021) Caratteri oceanografici dell'Adriatico centro-settentrionale e della costa Marchigiana. Studi costieri, 30, 7 21.
- Bisci C., Cantalamessa G., Spagnoli F., Tramontana M. (2021) Evoluzione storica e attuale del litorale delle Marche. Studi costieri, 30, 13 34.
- Soci C., Cantalamessa G., Casavecchia S., Spagnoli F., Tramontana M. (2022) Coastal dunes along the Marche littoral (Adriatic side of Central Itay). Proc. Symp. Mediterranean Coastal Areas, Livorno (Italy), in press.
- Cello G., Coppola L. (1989) Modalità e stili deformativi nell'area anconetana. Studi Geol. Camerti, XI, 37-48.
- Coccioni R., Moretti E., Nesci O., Savelli D., Tramontana M., Veneri F. & Astracedi M. (1997) Carta Geologica con itinerari escursionistici, scala 1:20.000. Parco Regionale del Conero, S.E.L.C.A., Firenze, Italia
- Colosimo P. & Crescenti U. (1972). Carta geolitologica ad orientamento geotecnico e della franosità della zona del Monte Conero. Mem. Soc. Geol. It., XII, 317-334. Elar General E., Mollema P.N. & Antonellini M. (2010). Fracture patterns and fault development in the pelagic limestones of the Monte Conero Anticline (Italy). Ital. J. Geosci., Vol. 134, 3, 495-512.
- Dramis F. con la collaborazione di Aringoli D., Bicci C., Cantalamessa G., Di Celma C., Farabollini P., Gentili B. & Pambianchi G., 2011. La Costa delle Marche. In: Ginesu S., a cura di. Le coste d'Italia (tavole regionali). Volume speciale per il Senato della Repubblica. Carlo Delfino Ed. Dramis F., Garzonio C.A., Leoperdi S., Nanni T., Pontoni F., Rainone M. (1988) - Damage due to landslides in the ancient village of Sirolo (Marche, Italy): preliminary analysis
- Dramis F., Garzonio C.A., Leoperdi S., Nanni T., Pontoni F., Rainone M. (1988) Damage due to landslides in the ancient village of Sirolo (Marche, Italy): preliminary analysis of risk mitigation on the historical site. Proc. Int. Symp. IAEG, Athens, 19:23 Sept. 1988, 1: 217-224.
- Farabollini P. & Tarli A., 2002. The Portonovo landslide: example of mass movement affecting adnatic sea cliff. In: Gentili et al., eds, 2002. Natural hazard on built-up areas. CERG Intensive Course, september 2000, 111-116.
- Fruzzetti V., Segato D., Ruggeri P., Vita A., Sakellariadi E. & Scarpelli G. (2011). Fenomeni di instabilità della falesia del monte conero: ruolo dell'assetto strutturale. Incontro Annuale dei Ricercatori di Geotecnica 2011 - IARG 2011 Torino, 4-6 Luglio 2011
- Montanari A. & Sandroni P. (1995). Le rocce del Conero raccontano. Parco del Conero. Aniballi Grafiche, Ancona.
- Montanari A., Mainiero M., Coccioni R. & Pignocchi G. (2016). Catastrophic landslide of medieval Portonovo (Ancona, Italy). GSA Bulletin (2016) 128 (11-12): 1660–1678. Troiani F, Martino S, Marmoni G.M., Menichetti M, Torre D., lacobucci G. Piacentini D. Integrated Field Surveying and Land Surface Quantitative Analysis to Assess Landslide Proneness in the Conero Promontory Rocky Coast (Italy), Appl. Sci. 2020, 10, 1-18