

G. PICARAZZI (*), R. TORRE (**)

INFLUENZA DELLA GEOLOGIA SULL'EDIFICAZIONE E STORIA DELLE MURA IN OPERA POLIGONALE DI ALATRI (FROSINONE, ITALIA)

Riassunto - Racchiuso all'interno della cerchia muraria urbana sulla cima di un alto colle, il centro storico di Alatri ha conservato integra la sua originaria struttura fin dai tempi più antichi. Il nucleo urbano è un intricato dedalo di viuzze medievali che confluiscono nella imponente Acropoli posta nel punto più alto del colle. Questa grandiosa opera, costruita in epoca preromana, rappresenta insieme al tessuto urbano della città e alla cinta muraria esterna il monumento più importante della città stessa.

La cinta muraria esterna è stata eretta sulle rocce calcaree della collina assecondando la struttura geologica e il profilo naturale del sito. La cerchia muraria interna (Acropoli), lunga circa 500 metri, include blocchi calcarei enormi: l'angolo sud orientale, Pizzo Pizzale, è il punto più alto della cerchia con i suoi 15,38 metri di altezza dal suolo.

Il presente lavoro intende dimostrare come la struttura geologica e le vicende tettoniche abbiano influenzato l'evoluzione dell'insediamento sin dalle origini. Sono inoltre descritti i metodi di coltivazione delle antiche cave dalle quali derivano i materiali costruttivi e infine affrontate le attuali problematiche di stabilità delle strutture murarie al fine di progettare correttamente interventi di tutela, conservazione e restauro dell'opera poligonale (Acropoli e cinta muraria urbana).

In accordo con i dati di scavo archeologico a cura della Soprintendenza dei Beni archeologici per il Lazio (1998, in Pietrafesa, 2007) e in seguito a nuove analisi geomorfologiche, geologiche, fotointerpretative e cartografiche, è stato possibile ricostruire il quadro paleogeografico basato sulle indagini geologiche effettuate sul colle denominato Monte Lungo, adiacente a quello su cui sorge Alatri, permettendo di estrapolare utili informazioni sulla nascita e sull'evoluzione dell'abitato di Alatri dal primo insediamento. La giacitura delle rocce e la struttura geologica del sito mettono in risalto la potenziale facilità di estrazione dei blocchi dalla loro sede naturale senza che l'attività umana sia eccessivamente dispendiosa in termini energetici ed economici.

Nella porzione settentrionale della cerchia muraria esterna, la pressione del terrapieno ha determinato il crollo di un tratto murario, successivamente restaurato, che non poggia sul calcare litoide ma su un deposito argilloso, di colore rossastro, prodotto da processi di alterazione della roccia sottostante. Altre porzioni di mura del circuito esterno hanno da sempre manifestato segni di instabilità dovuti principalmente alla circolazione idrica diffusa sul terrapieno a monte, creando pertanto un momento ribaltante per la struttura di contenimento, in questo caso dovuto al rigonfiamento del terreno. Le dimensioni dei blocchi utilizzati nella costruzione delle mura in opera poligonale dipendevano dalla giacitura, stratificazione e stress tettonico del substrato calcareo da cui sono stati estratti. Talora era realizzato un ancoraggio al substrato roccioso tramite una sottofondazione costituita da schegge calcaree provenienti dall'attività di cava in modo da garantire un piano di posa suborizzontale. L'attività di cava era

organizzata sfruttando al massimo le litoclasti presenti nella roccia e la sua naturale stratificazione: mediante l'impiego di cunei metallici, lignei e, grazie all'utilizzo della gradina, era facilitata l'estrazione dei conci calcarei.

Ancora oggi il tratto meridionale della cinta muraria esterna è in frana. Per uno di questi tratti, nel 1998, grazie al finanziamento della Comunità europea, sono stati realizzati interventi di restauro. Per garantire efficacia a eventuali, futuri, interventi sull'opera muraria sarà opportuno predisporre indagini basate su tecnologie georadar che potrebbero evidenziare l'esatta struttura del substrato calcareo e fornire pertanto utili informazioni sull'assetto statico dell'opera e sulle tecniche di coltivazione impiegate nel passato.

Parole chiave - Ricostruzione paleogeografica, opera poligonale, substrato calcareo, attività estrattiva.

Abstract - *Influence of geology on the building and history of the Cyclopean Walls.* This work intends to demonstrate how the geological structure and tectonic events influenced the evolution of the settlement of the town from its very beginning. Moreover, it describes the methods of cultivation of the ancient quarries that furnished the building material and the current problems concerning the stability of the wall structure in order to plan the most appropriate interventions of conservation, preservation and restoration of this magnificent polygonal work (the Acropolis and the town wall-ring).

In accordance with the data of the archeological excavation carried out by the Soprintendenza dei Beni Archeologici (1998 and Pietrafesa, 2007) and after new geomorphological, geological, photo-interpretative and cartographic analyses, we have now a broader picture of this extraordinary polygonal work and of the extraction techniques of the blocks from the lime mass. The constructive technique of the external wall-ring «is a double iron-curtain with no infill, built in polygonal work with smaller blocks than the enormous boulders of the Acropolis».

Some portions of the external wall-ring have always revealed signs of instability caused mainly by the water circulation spread on the upstream embankment, creating a tipping over movement for the structure and therefore the visible bulge.

The size of the boulders used in the construction of the polygonal wall depended on the geological conformation of the substratum and on the thickness of the lime layer from which the rocks were extracted from. In the first course we can observe an anchorage to the rocky substratum through an underlying support under the main foundation, made of lime chips extracted from the quarries. This underlying foundation was necessary when the position of the courses could not guarantee a firm sub-horizontal plane.

The activity of the quarry was organized to exploit at full the lithoclasts present in the rock for its maximum use and its natural stratification: the extraction of the lime blocks was

(*) E-mail: giannipik2@virgilio.it

(**) Via dei Tulipani 2, 03011 Alatri (Frosinone), Italy. E-mail: torroc@libero.it

facilitated by means of metallic and wooden wedges and the gradina. In order to guarantee effective interventions of restoration of the walls it will be necessary in the near future to make a survey based upon GPR technologies that could highlight the actual structure of the lime substratum and provide with useful information both about the static condition of the walls and the cultivation techniques used in the past. A paleogeographical reconstruction based upon geological inquiries carried out in the site of Monte Lungo will allow extrapolating useful information about the origins and the evolution of the built-up area of Alatri since the first settlement. The layering of the rocks and the geological structure of the area has brought out the relative easiness of the extraction of the boulders from their natural site without handwork being excessively expensive both in energetic and economical

terms. Still today the southern length of the town-walls is collapsed. Thanks to the European Community contribution in 1998 a part of it was restored to its natural beauty.

Key words - Paleogeographic reconstruction, polygonal work, lime layer substratum, the activity of the quarry.

INTRODUZIONE

Alatri è una cittadina di circa trentamila abitanti del Lazio meridionale (Ciociaria) situata nella media Valle del Fiume Sacco a circa 15 km a NW di Frosinone (Fig. 1).



Fig. 1 - Inquadramento geografico dell'area in studio (scala 1: 1.800.000).

In previsione di interventi diretti alla conservazione e valorizzazione del patrimonio archeologico, sono state eseguite indagini geognostiche comprendenti scavi effettuati a partire dal 1998 dalla Soprintendenza per i Beni Archeologici del Lazio. I risultati della campagna di prospezione hanno consentito di analizzare in modo scientifico particolari molto interessanti che hanno permesso di aggiornare il quadro delle conoscenze inerenti la struttura muraria nel suo complesso (Fig. 2).

La cerchia muraria interna (Acropoli), di forma poligonale, con sviluppo lineare di circa 500 metri, è prevalentemente opera di fortificazione in grossi blocchi di pietra calcarea locale (Calcarea cretacea), con altezza massima di m 15,38 (Pizzo Pizzale: spigolo Sud Est dell'Acropoli. Fig. 3). La cinta esterna, con funzione di

sostegno e/o difesa, interessata negli anni da interventi di restauro e riconsolidamento, misura poco meno di 2 km e presenta un'altezza media intorno ai 3 metri.

Il presente lavoro, partendo dai dati di scavo pubblicati (Pietrafesa, 2007 e bibliografia citata) e, a seguito di nuove analisi cartografiche, geomorfologiche, strutturali e fotointerpretative, fornisce una nuova lettura delle mura di Alatri in cui la geologia gioca un ruolo fondamentale.

In particolare, è stato realizzato un nuovo rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio, in scala 1/5.000, che ha permesso di integrare i dati precedenti relativi alla cartografia ufficiale. (Fig. 4) Inoltre, l'analisi accurata delle immagini satellitari ha permesso di avere un quadro strutturale più completo ed articolato.

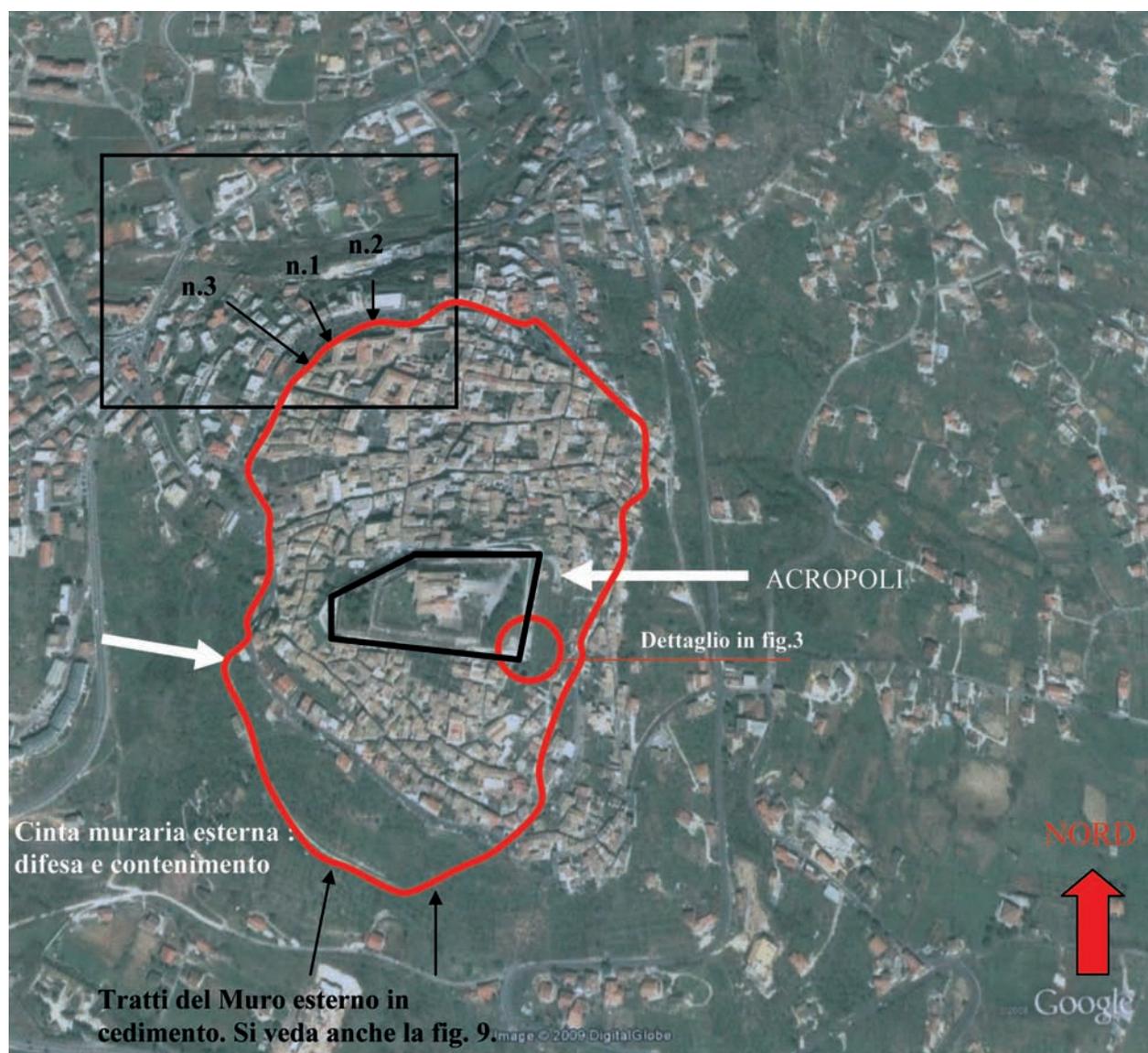


Fig. 2 - Individuazione dell'Acropoli e della cinta muraria esterna (scala 1: 6.650).



Fig. 3 - Fotografia dello spigolo SE dell'Acropoli (Pizzo Pizzale cfr. Fig. 2).

Si vuole dimostrare come l'assetto geomorfologico dell'area abbia condizionato le attività antropiche a partire dal primo insediamento.

A tal proposito si prenderà a «modello» la situazione geomorfologica di Monte Lungo, colle adiacente a quello su cui sorge il centro storico di Alatri, per cercare di ipotizzare quale dovesse essere la situazione geomorfologica originaria.

I saggi di scavo hanno permesso di analizzare nel dettaglio la struttura di fondazione delle mura, il loro stato di conservazione e di formulare ipotesi sulla provenienza del materiale calcareo costituente i blocchi delle mura in opera poligonale. Tali dati, inoltre, hanno permesso di chiarire le tecniche di coltivazione dell'ammasso calcareo e la sua lavorazione in situ.

Considerato, inoltre, che in alcuni tratti le mura presentano evidenti cedimenti, la nostra attenzione si è rivolta verso la comprensione delle cause dei dissesti e, quindi, la proposizione di ipotesi di interventi di bonifica e recupero.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO DEL TERRITORIO ALATRENSE

Il territorio del comune di Alatri è caratterizzato, da un punto di vista stratigrafico-strutturale, dalle stesse evidenze che, in generale, caratterizzano la catena appenninica nel suo insieme.

Quest'ultima, infatti, è costituita da una porzione di crosta terrestre intensamente deformata in seguito alle diverse fasi tettoniche, sia di tipo compressivo che distensivo, che l'hanno interessata a partire dal tardo Miocene.

Nel settore centrale della catena appenninica è possibile distinguere diverse Unità Strutturali, tra cui ricordiamo le torbiditi dell'Unità dei Flysch alloctoni e i depositi carbonatici dell'Unità di piattaforma laziale-abruzzese. Queste Unità vanno distinte in interne (settore Lepino-Ausono-Aurunco) ed esterne (Simbruino-Ernico) considerato che la compressione si propaga da Ovest – Sud Ovest verso Est – Nord Est (Cavinato *et al.* 1990 e bibliografia citata) con sovrascorrimento delle Unità Carbonatiche di piattaforma su quelle terrigene di baci-

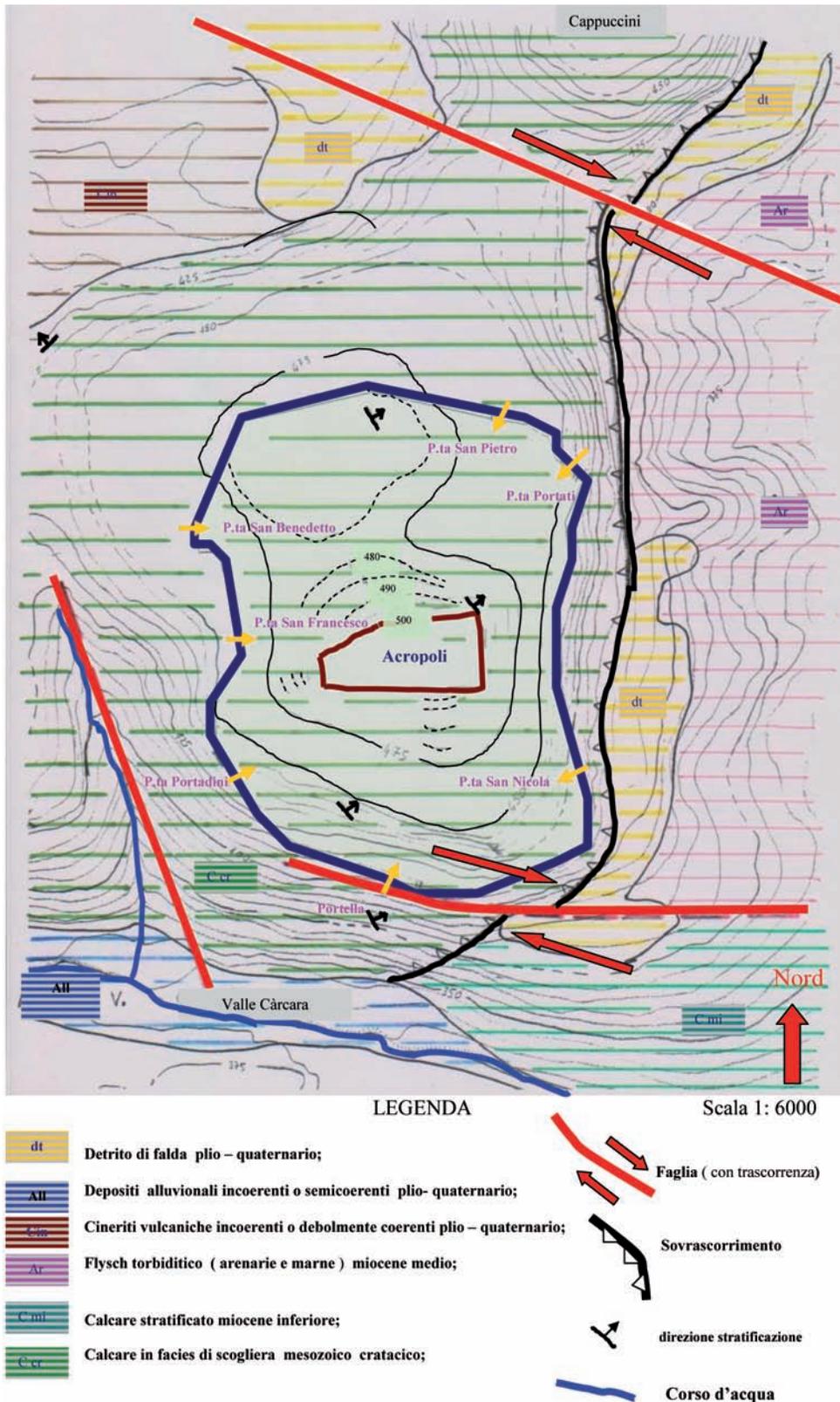


Fig. 4 - Carta geologica di Alatri.

no (Devoto & Parotto, 1967), formando la caratteristica struttura a falde di ricoprimento dell'Appennino.

Evidenza di questi sovrascorrimenti sono i bordi occidentali della Valle Latina e della Val Roveto dove, rispettivamente, il settore Lepino-Ausono-Aurunco e il settore Simbruino-Ernico sovrascorrono sui depositi torbiditici che si erano deposti nei bacini di avanfossa esterni ai settori di piattaforma suddetti.

Successivamente, in età pliocenica, la fase distensiva post orogenica, ha determinato la formazione di numerose faglie dirette e trascorrenti, in senso sia appenninico (NNW-SSE) che antiappenninico, le quali hanno ulteriormente disarticolato le sequenze meso-cenozoiche in diversi blocchi monoclinali. (AA.VV., 1993 e bibliografia citata)

La porzione principale del territorio di Alatri si inserisce all'interno del comprensorio addossato ai monti Ernici, dell'Appennino centro meridionale, denominato comunemente laziale-abruzzese, in pratica a formare un'estesa fascia di raccordo con l'area depressa della Valle Latina.

In particolare si rinvengono sia i depositi tipici di piattaforma carbonatica meso-cenozoica (settori orientale, settentrionale ed occidentale del territorio comunale), sia i depositi torbiditici silicoclastici di avanfossa, anch'essi di età miocenica (diffusi nelle porzioni periferiche del territorio a margine dei depositi carbonatici) (AA.VV., 1975; AA.VV., 1993; AA.VV., 1939; Evangelisti & Torre, 2000).

Tutti questi depositi, con le loro varie facies deposizionali, costituiscono la totalità dei rilievi collinari che caratterizzano l'orografia del territorio.

Anche per Alatri, l'assetto stratigrafico è stato smembrato da linee tettoniche, la cui azione si concentra in due fasi ben distinte (Cavinato *et al.* 1990).

La prima, in concomitanza del sollevamento orogenico, (Miocene sup.-Pliocene inf.), come testimoniato da alcune linee di evidente sovrascorrimento aventi direzione prevalente NNW-SSE, e subordinatamente NS. La seconda, invece, è da far coincidere con la fase distensiva post orogenica, che ha determinato la formazione di numerose faglie dirette e trascorrenti.

Durante questa fase, il territorio è stato investito dai depositi distali dell'intensa attività vulcanica conosciuta come «Vulcanismo della media ed alta Valle del Fiume Sacco», i cui centri eruttivi principali si sono concentrati nei pressi di Patrica, Supino, Frosinone, Anagni e Tecthiena di Alatri. Questi hanno dato origine, nelle vicinanze dei centri eruttivi stessi, a colate piroclastiche, ignimbratiche e laviche, a composizione quasi esclusivamente tefritico-leucitica; nelle aree più distali, hanno originato prodotti di ricaduta costituiti da vulcaniti cineritiche le quali hanno colmato gran parte delle aree depresse del territorio e ricoperto i rilievi dai quali, successivamente, sono state dilavate dagli agenti atmosferici. (Artini, 1958; AA.VV., 1975).

In particolare, l'apparato vulcanico di Tecthiena è costituito molto probabilmente da una considerevole fenditura, con direzione NNE-SSW (antiappenninica), da attribuirsi ad una delle suddette fasi tettoniche distensive (Picarazzi, 2008). Non sono evidenti, infatti, tracce di un ben definito edificio vulcanico associato ad

una emissione puntuale quale si manifesta, invece, nello strato-vulcano di Pofi o in quello di Roccamonfina. Completano la geologia locale i depositi alluvionali relativi al Fiume Cosa, affluente in sinistra orografica del Fiume Sacco. Questi depositi sono costituiti da una serie di alluvioni sia antiche, spesso terrazzate e a diverso grado di cementazione, sia recenti ed attuali, spesso grossolane, a testimonianza del carattere torrentizio del fiume stesso (Fig. 4).

Sul lato orientale del colle sul quale sorge l'abitato di Alatri sono ben visibili alcune strutture geologiche che è possibile ricollegare a sovrascorrimenti dei depositi carbonatici, più antichi, sopra quelli arenacei, di origine torbiditica, di età più recente.

Quest'andamento è ben visibile anche a SW del centro urbano, in corrispondenza delle pendici occidentali di Monte Caprara. Invece, analizzando il prolungamento verso N del sovrascorrimento, si nota che esso si segue abbastanza bene fino a Nord di Monte Secco dove viene sepolto dai depositi alluvionali del Fiume Cosa.

Come risulta dall'analisi della Carta Geologica, il sovrascorrimento, che caratterizza il bordo orientale del colle su cui sorge l'abitato di Alatri, coincide con un salto morfologico molto netto che, probabilmente, può aver favorito la scelta di questo sito come luogo ottimale per l'impostazione di un centro fortificato facilmente difendibile (Fig. 5).

Oltre al sovrascorrimento, anche alcune faglie dirette e/o trascorrenti presenti sugli altri tre versanti del predetto colle, hanno contribuito allo smembramento e, quindi, alla realizzazione di una morfologia piuttosto accidentata di questa porzione di territorio del Comune di Alatri.

Le faglie non sono facilmente individuabili sul terreno. Quella che limita il colle di Alatri a Nord è anche quella che ha svincolato lo stesso sovrascorrimento vista la dislocazione tra l'allineamento del Colle di Alatri e quello di Monte Secco a Nord, ambedue orientati circa NS. La faglia che limita il colle a S, invece, ha permesso l'impostazione della depressione di Valle Càrcara che presenta una direzione all'incirca EW.

L'ultima linea tettonica da analizzare è quella orientata circa NS sulla quale si è impostato l'impluvio che divide il colle di Alatri da quello su cui sorge Villa S. Francesco, ad Ovest. Quest'ultima faglia sembra essere meno importante delle altre due perché ha lasciato il territorio meno inciso e disarticolato rispetto alle precedenti. Da questo lato, infatti, una sella morfologica collega il colle di Villa S. Francesco con quello principale (Fig. 4).

LE MURA POLIGONALI DI ALATRI

Descrizione delle Mura poligonali

Se analizziamo la morfologia del colle, notiamo che esso, al suo interno, presenta una doppia cima. La principale, coincidente con la più alta, è stata scelta per la sistemazione dell'Acropoli, posta ad una quota di 502 m s.l.m.; l'altra, più bassa di circa 20 metri, a sezione circolare, occupa la porzione settentrionale. Il raccordo morfologico tra le due cime è piuttosto netto,



Fig. 5 - Linee di sovrascorrimento con indicato il verso (vista da Nord).

anche se l'intervento antropico ha obliterato notevolmente l'aspetto originario. Non si esclude, anche in questo caso, una causa tettonica per la dislocazione morfologica.

Ferdinand Gregorovius (1854), per descrivere lo stupore che provò quando vide per la prima volta le mura alatriensi, scrisse la famosa frase: «Allorquando mi trovai dinanzi a quella nera costruzione titanica, conservata in ottimo stato, quasi non contasse secoli e secoli ma soltanto anni, provai un'immensa ammirazione per la forza umana, assai maggiore di quella che mi aveva ispirata il Colosseo». «...Qui vediamo davanti a noi mura colossali, di cui ogni pietra non è un grosso pezzo quadrato, ma un vero macigno di forma irregolare e se

ci domandiamo meravigliati con quali mezzi si siano potuti sistemare tali massi gli uni sugli altri, si arriva ancor meno a comprendere come sia stato possibile incastrarli gli uni negli altri, in modo da non lasciare il minimo spazio, producendo l'effetto di un gigantesco mosaico lavorato con la massima precisione» (Fig. 6). La descrizione di Gregorovius vale, in particolar modo, per l'Acropoli, mentre, per descrivere la cinta esterna riportiamo le parole del Coarelli (1984): «Le Mura sono a doppia cortina senza riempimento, in opera poligonale di III° maniera, in generale a blocchi più piccoli nella cinta esterna rispetto alle dimensioni che hanno nell'Acropoli. [...] Durante il Medioevo tali mura furono restaurate e dotate di torri quadrate e circolari»



Fig. 6 - Lato settentrionale dell'Acropoli di Alatri.

(Quest'ultima considerazione vale soltanto per la cinta esterna).

Quasi ovunque, sia lungo il circuito murario esterno che lungo quello dell'Acropoli, il primo filare delle mura poligonali poggia sul calcare cretacico, litoide affiorante e, subito a valle delle mura, il versante tende ad aumentare la propria pendenza. Il muro poligonale di difesa è stato, dunque, costruito proprio in corrispondenza di un salto morfologico allo scopo di mettere in difficoltà gli eventuali assalitori.

Il modello «Monte Lungo»

Monte Lungo, posto subito a SW del colle su cui sorge il centro storico di Alatri, presenta caratteristiche geologiche e morfologiche abbastanza simili a quelle del sito di Alatri e fornisce, dunque, un modello per comprendere la configurazione geologico-morfologica dell'area alatrese prima della realizzazione delle mura (Fig. 7). Anche per la collina di Monte Lungo, l'evento geologico del sovrascorrimento si traduce, da un punto di vista morfologico, in un versante molto acclive (circa 70% verso settentrione). Mentre il settore meridionale è

caratterizzato da una pendenza comunque molto elevata (50%) giustificata questa volta dalla presenza di una faglia diretta che ha permesso lo scivolamento verso il basso del settore meridionale, cioè quello su cui si è impostata la depressione di località Monte San Marino. Il calcare affiorante è di età cretacea e dal punto di vista strutturale l'area, che comprende le due alture di Monte Lungo ed Alatri, è caratterizzata, da due monoclini, con immersione omogenea verso NE. Di conseguenza si evidenziano stratificazioni a reggipoggio nel versante meridionale e a franapoggio in quello settentrionale. Il litotipo presenta evidenti piani di stratificazione e di tettonizzazione, anche perpendicolari tra di loro, che hanno prodotto blocchi litoidi compatti e limitati da superfici regolari che sono stati utilizzati per realizzare opere murarie di grande bellezza ed imponenza. Lo spessore degli strati, inoltre, doveva essere elevato se si voleva produrre un muro in opera poligonale così come si evidenzia sia nella cinta muraria interna (Acropoli) sia in quella esterna.

La monoclinale di Monte Lungo N 150° – 10° NE (Alatri N 140° – 20° NE) è caratterizzata da una stra-



Fig. 7 - Individuazione dell'area di Monte Lungo rispetto all'Acropoli di Alatri.



Fig. 8 - I «sassi di Monte Lungo»: compatibili per dimensione, compattezza, geologia, caratteristiche strutturali con l'utilizzo finalizzato alla realizzazione di un muro poligonale.

tificazione ben evidente con livelli calcarei di spessore variabile tra pochi decimetri ed il metro e da una fratturazione che, a luoghi, può diventare talmente spinta da disgregare completamente l'organizzazione stratiforme. Come già evidenziato in precedenza, una configurazione geologica di questo tipo impedirebbe l'estrazione di conci idonei alla realizzazione un'opera muraria di tipo poligonale.

Quando, invece, la giacitura degli strati calcarei, il loro spessore, la densità delle litoclasti tettoniche individuano blocchi sufficientemente grandi e già definiti con superfici regolari tali da poter essere facilmente estratti, allora è possibile utilizzarli con semplici tecnologie per la realizzazione dell'opera poligonale.

Anche su Monte Lungo vi sono diversi siti dove è possibile trovare massi a forma di parallelepipedo regolare con facce tra loro ortogonali (Fig. 8).

D'altra parte, come si vede dalle foto presentate nella pubblicazione di Pietrafesa (2007), anche nei saggi effettuati in corrispondenza dei lavori di restauro del lato S della cerchia muraria esterna, si notano blocchi rocciosi delimitati da superfici di fratturazione e da superfici di stratificazione. Questi blocchi hanno una conformazione a parallelepipedo regolare con superfici nette e quasi a 90° tra di loro. Inoltre, gli stessi, separati dalla loro posizione naturale (stratificazione «a reggiopoggio»), potrebbero essere stati utilizzati nella edificazione della cinta muraria stessa, vista la loro disponibilità a poca distanza dalla loro destinazione finale e, con minimo lavoro di sbazzatura prima della sistemazione definitiva nel muro poligonale.

Probabilmente, migliore capacità e facilità di estrazione si doveva avere sul versante opposto, cioè quello «a franapoggio». Anche sul colle di Monte Lungo è possibile vedere come strati organizzati nella stessa maniera siano facilmente disponibili per eventuali asporti e/o spostamenti.

Modalità estrattive e provenienza dei blocchi

Anche se dai dati in letteratura (Pietrafesa, 2007) si evince che la tecnica costruttiva delle mura era prevalentemente basata su di una doppia cortina con i blocchi esterni che presentano una facciavista a giunti laterali levigati, alla luce degli scavi del 1998 e del 2004, e da quanto riportato in precedenza, si deduce che tale modalità costruttiva non è stata utilizzata per tutte le porzioni murarie.

In corrispondenza della porzione meridionale della cinta muraria esterna, come già detto, si sono verificati diversi crolli; nel ripristinarne un tratto è stato possibile osservare in dettaglio le opere a diretto contatto con il terrapieno (cioè quella alle spalle del muro stesso), quindi di comprendere meglio la tessitura della struttura muraria.

Nei saggi di scavo realizzati nel 1998, si osservano nette superfici (cfr. foto in Pietrafesa, 2007) da cui sarebbero state cavate le pietre utilizzate nel muro poligonale successivamente costruito. Da queste fotografie appare evidente che la cava doveva coincidere con la sequenza stratigrafica che i costruttori delle mura originarie si trovavano a monte del muro da realizzare (tra l'altro in



Fig. 9 - Fotografia tratta da Pietrafesa 2007 in cui si nota la superficie (stratigrafica) di asportazione di un blocco calcareo.

giacitura a reggipoggio su questo versante meridionale del colle su cui sorge Alatri).

Naturalmente, le dimensioni dei massi utilizzati nella costruzione delle Mura poligonali dipendevano dalla conformazione geologica del substrato (calcare «cavernoso» oppure calcare compatto o fittamente stratificato) e dallo spessore dello strato calcareo da cui erano estratti. Quindi come già evidenziato nel paragrafo precedente, non potevano essere realizzati muri in opera poligonale se, nelle vicinanze, non ci fosse stato un affioramento di roccia calcarea ben stratificata, con spessori idonei. Inoltre, la sequenza stratigrafica doveva essere accompagnata da un'intensa tettonizzazione, con giacitura sub-perpendicolare a quella della stratificazione, tale da dar luogo ad una serie di litoclasti e fessurazioni in genere, che producevano naturalmente blocchi con forme a parallelepipedo già pronti per poter essere sistemati nei vari livelli delle mura (Fig. 8).

In realtà la caratteristica di queste mura, come ha ben evidenziato Gregorovius (1854), è che i loro blocchi non sono giustapposti secondo strati regolari come nella realizzazione di un'opera muraria odierna, ma vengono a combaciare secondo superfici lisce e drit-

te, senza spazi intermedi e soprattutto senza l'impiego di leganti cementizi, secondo piani inclinati pensati dai costruttori che, invece di apportare squilibrio alla struttura muraria, garantiscono la distribuzione delle tensioni sulla roccia sottostante e assicurano un incastro perfetto che ha permesso, allo stesso muro, di restare pressoché intatto per più di duemila anni.

Spesso, come già detto, il primo filare di pietre di un tratto di muro poligonale veniva ancorato, anche tramite l'utilizzo di sottofondazione di «spegge di calcare e sabbia», alla platea rocciosa costituita da uno strato calcareo naturale (cfr. foto in Pietrafesa, 2007). Tale sottofondazione si rendeva indispensabile nel caso in cui l'immersione degli strati non garantiva, per il futuro muro da realizzare, un piano di fondazione orizzontale ma uno strato inclinato obbligato dalla giacitura naturale. È questo, appunto, il caso del versante meridionale della cinta esterna di Alatri (Fig. 9).

La porzione di calcare di base scoperta grazie ai saggi del 1998, e sulla quale insistevano le mura dirute e successivamente restaurate, è organizzata infatti in strati ben netti, di vario spessore, a direzione N 120° E, ed immersione di circa 20° verso NE, coerente con altre misure effettuate in tutti i versanti del colle di Alatri. Alcune linee di fratturazione naturale possono comunque essere state scambiate per segni antropici di taglio in cava. La tettonizzazione può, quindi, aver facilitato, l'estrazione di blocchi già relativamente squadrati il cui inserimento nel muro necessitava di una minore azione di levigazione e/o di risagomatura.

L'opera di cava organizzata su questa parte del colle può aver restituito un versante ripido e conformato a gradoni come è ben evidenziato nelle fotografie pubblicate in Pietrafesa 2007. La distanza tra la parete della cava e la struttura in opera poligonale che, successivamente, l'ha obliterata doveva essere, quindi, ridotta. Tale organizzazione degli strati calcarei assicura una giacitura a reggipoggio per questo versante sud occidentale, mentre si definisce una giacitura a franapoggio quella del versante nord orientale.

L'estrazione su quest'ultimo versante, invece, dovrebbe aver garantito un pendio meno acclive e, quindi, una maggiore distanza tra la superficie della cava e la parete costituita dal filare interno (se a doppia cortina) o la parete esterna (se costituito da un solo filare).

La stratificazione a franapoggio è ben visibile specialmente sul versante nord orientale del colle di Alatri. In particolare si fa riferimento sia allo sperone roccioso che affiora al di sotto dello spigolo NE dell'Acropoli, sia a quello presente al di sotto del lato settentrionale della Cattedrale di San Paolo. In corrispondenza di quest'ultimo affioramento sono visibili i segni della estrazione dei blocchi calcarei, cioè incisioni strette e lunghe, prodotte da cunei metallici che, successivamente, venivano riempiti con cunei lignei che, bagnati, producevano un aumento di volume che avrebbe portato al completo distacco del blocco dal banco roccioso in posto. (Fig. 10).

L'Impiego della gradina e/o della subbia (Fig. 11) permetteva l'estrazione dei blocchi; talora erano scavate opportune trincee di distacco sul piano del gradone calcareo di base. I blocchi estratti rotolavano lungo il



Fig. 10 - Individuazione del sito su cui sono evidenti tracce di lavorazione per l'estrazione delle pietre utilizzate nella realizzazione dell'Acropoli di Alatri.

fronte di cava per raccogliersi nell'antistante piazzale dove veniva data loro la forma voluta ed infine sistemati a formare il muro poligonale.

Eventuali indagini che utilizzino tecnologie a base di georadar potrebbero evidenziare l'andamento del calcare di base, litoide o fratturato che sia, in profondità e fornirci, quindi, informazioni anche sulle tecniche di coltivazione delle cave ormai sepolte.

È evidente che le capacità estrattive si sono evolute nel tempo tanto da ottenere blocchi sempre più grandi per mura sempre più imponenti.

Si ricorda che, anche se questo argomento esula dalle informazioni riportate in questo intervento, la capacità di realizzare queste Mura non è legata soltanto a tecniche estrattive sempre più accurate. Infatti, una volta estratti, questi blocchi venivano, se era necessario per il miglioramento della stabilità della struttura, ulteriormente levigati, deformati e perfettamente incastrati tra di loro.

Nei tratti costruiti più recentemente (Acropoli: II-III sec. a.C.), tra un blocco roccioso e l'altro, non vi è la possibilità di inserire neanche un foglio di carta tra le due facce dei blocchi accostati tanta è stata la cura con cui sono state levigate.

Descrizione dei dissesti

Frequentemente, prima della realizzazione del muro, l'ammasso calcareo è stato lavorato tanto da garantire

una solida base di appoggio orizzontale al primo filare dell'opera muraria. In alcuni casi, però, tale preparazione è mancata e, di conseguenza, il tratto di muro poligonale realizzato ha subito crolli o disarticolazioni più o meno spinte.

È questo il caso del tratto che si affaccia su viale Duca d'Aosta e che viene comunemente denominato «dietro le mura» (n. 1 in Fig. 2). Qui è evidente come il muro abbia subito uno «rigonfiamento» verso l'esterno che ha portato ad un crollo nella zona centrale, storicamente restaurato, che coincide con il tratto attualmente caratterizzato dal monumento dedicato alla Vergine Maria. Simmetricamente a questa porzione centrale, dove non è presente alcun originale masso poligonale riutilizzato nel muro ricostruito, si nota che essi tornano gradualmente a organizzarsi in maniera corretta e completa sia a N, zona «prato delle Monache», (n. 2 in Fig. 2) sia più a S, tratto subito precedente l'ingresso in paese da viale Duca d'Aosta. (n. 3 in Fig. 2).

In questa porzione muraria, il passaggio dal tratto crollato a quello integro è caratterizzato da un tratto intermedio nel quale il muro ha subito un basculamento e si è organizzato come un bastione medioevale (contrafforte) a sostegno della struttura alla quale è addossato, cioè con la base sporgente verso l'esterno e la parte alta, invece, spostata verso l'interno (Fig. 12). Dallo scavo si evidenzia che le pietre del primo filare del muro non poggiano sul calcare litoide ma su di un deposito argil-



Fig. 11 - Strumenti in metallo (gradina e subbia) per la lavorazione della pietra. Sotto, esempi di lavorazione su marmo cipollino.

loso e limoso sabbioso marrone rossastro, prodotto da processi di alterazione del calcare stesso.

La morfologia sub-pianeggiante, che doveva caratterizzare anche originariamente questa porzione del circuito murario, può aver indotto i costruttori a non considerare eventuali problemi di stabilità. Invece, l'acqua piovana, percolando lentamente tra il terreno argilloso impermeabile ed il primo filare delle mura, ha determinato un incremento delle pressioni neutre facendo diminuire conseguentemente le pressioni efficaci granulo-granulo e provocando, quindi, il cedimento del litotipo argilloso e sabbioso ed il conseguente scorrimento del tratto murario soprastante. Il cedimento del deposito basale si manifesta nella posizione a contrafforte assunta dal tratto murario stesso rappresentato nella Fig. 12. Per l'interpretazione del fenomeno si veda la Fig. 13.

Altre porzioni del circuito murario esterno hanno, da sempre, manifestato segni di instabilità nonostante siano fondate sul calcare litoide. Si fa riferimento, in particolare, alla porzione meridionale che ancora adesso evidenzia diversi tratti crollati. (Fig. 14).

Per uno solo di essi, nel 1998, utilizzando fondi europei, sono stati realizzati lavori di risanamento che hanno permesso la sua completa ricostruzione.

Per questo tratto specifico, l'intervento di risanamento si è potuto realizzare perché non vi erano civili abitazioni nelle vicinanze. Per quelli attualmente in dissesto, l'intervento potrebbe essere difficoltoso visto che sono addossati a fabbricati ancora abitati.

Questa diffusa instabilità è riconducibile alla differente pressione che il terrapieno esercita sull'opera poligonale. In particolare, contrariamente al caso precedente, la circolazione idrica diffusa nel terrapieno rigonfia il materiale argilloso presente in genere nella sua parte sommitale (materiale utilizzato per la coltivazione ad uliveto e ad ortaggi che da sempre hanno caratterizzato questa superficie interposta tra le mura e la parte urbanizzata), determinando un momento ribaltante per il muro di contenimento (o sostruzione) con conseguente disconnessione dei massi dalla loro sede originaria.

L'importanza del dissesto, e la sua altezza, variano da tratto a tratto.

Una delle peculiarità delle mura poligonali di Alatri è che fanno parte integrante del tessuto urbanistico della città, per cui intervenire su di esse significherebbe, nella maggior parte dei casi, affrontare problemi logistici che in un sito archeologico vero e proprio non si porrebbero. Infatti, intervenire sulle mura crollate significherebbe, prima di tutto, bonificare a monte, per evitare la spinta che ha innescato il dissesto ed, inoltre, ripristinare l'originario piano di posa, o sul calcare o su altri terreni di base, per sostenere il carico del muro ricostruito.

Sul retro del nuovo muro, una volta realizzato, dovranno essere eseguite delle efficaci opere di drenaggio che dovranno assicurare che anche eventi meteorici importanti non inficino le caratteristiche geotecniche dei terreni di riempimento che dovranno, comunque, essere selezionati tra terre a granulometria non fine.

Come evidenziato in precedenza, non sempre sul retro dei tratti in frana ci sono gli spazi necessari per poter intervenire con comodità e con le normali macchine di movimento terra. In questi casi, si potrebbe intervenire da valle con gli opportuni accorgimenti tecnici che salvaguardino sia i fabbricati esistenti ed i loro abitanti ma anche i lavoratori delle ditte che dovranno intervenire nel ripristino dell'area instabile.

CONCLUSIONI

L'analisi geomorfologica del territorio di Alatri, ha permesso di ipotizzare le motivazioni che hanno indotto le prime popolazioni ad antropizzare l'area.

Nella porzione studiata, a livello geologico, troviamo elementi stratigrafici e tettonici simili a quelli che, in generale, hanno caratterizzato l'intero Appennino: uno stress compressivo seguito da una fase distensiva.

Il colle su cui è stata edificata la città presenta una asimmetria morfologica tale da imporre tre versanti su quattro con pendenze piuttosto elevate (variabili tra il 40% del versante orientale ed il 60% del versante meridionale).

Tale morfologia, condizionata dalla realtà geologica del sito, potrebbe aver indotto antiche popolazioni a ritenere il colle di Alatri idoneo ad essere abitato, perché facilmente difendibile.

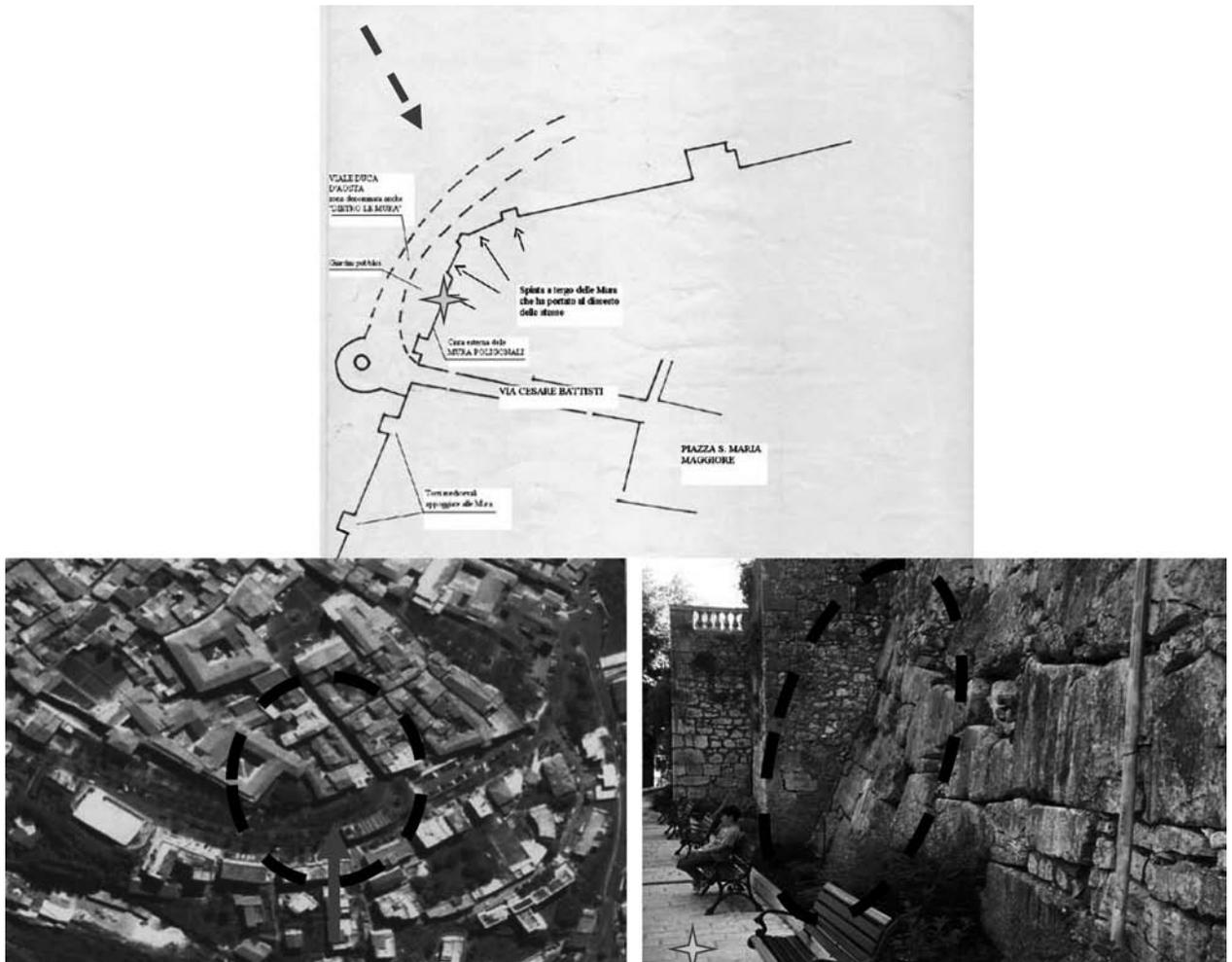


Fig. 12 - Individuazione dell'area in dissesto nella cerchia muraria esterna (zona settentrionale).

Le terre rosse, argillose, sotto il carico delle Mura poligonali, in presenza di stillicidi d'acqua, cedono inducendo uno scivolamento nelle pietre soprastanti.

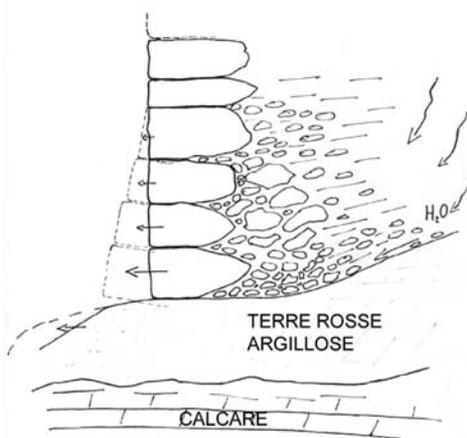


Fig. 13 - Interpretazione del dissesto analizzato nella porzione settentrionale della cerchia muraria esterna di Alatri.

In particolare, sul lato orientale di questa altura osserviamo un sovrascorrimento di depositi carbonatici, più antichi, sopra quelli arenacei, torbiditici, più recenti. Questo andamento si osserva anche in corrispondenza delle pendici occidentali di Monte Caprara, a SW, e fino a Monte Secco, a N.

Oltre al sovrascorrimento, che corrisponde ad un salto morfologico molto netto e che evidenzia una fase compressiva, è possibile individuare perimetralmente al colle anche alcune faglie dirette e/o trascorrenti che sono la manifestazione di una fase distensiva. Tali faglie sono presenti sui lati non caratterizzati dal sovrascorrimento ed hanno contribuito alla formazione di una morfologia accidentata di questa porzione di territorio del Comune di Alatri.

Dai saggi di scavo realizzati nel 1998 dalla Sovrintendenza dei Beni Archeologici del Lazio nella porzione settentrionale della cinta esterna e dall'intervento di restauro e consolidamento di un tratto della porzione meridionale, sempre della cinta esterna, si evince che l'attività di estrazione si svolgeva in siti assai prossimi al luogo nel quale i blocchi di pietra sarebbero stati successivamente posizionati.

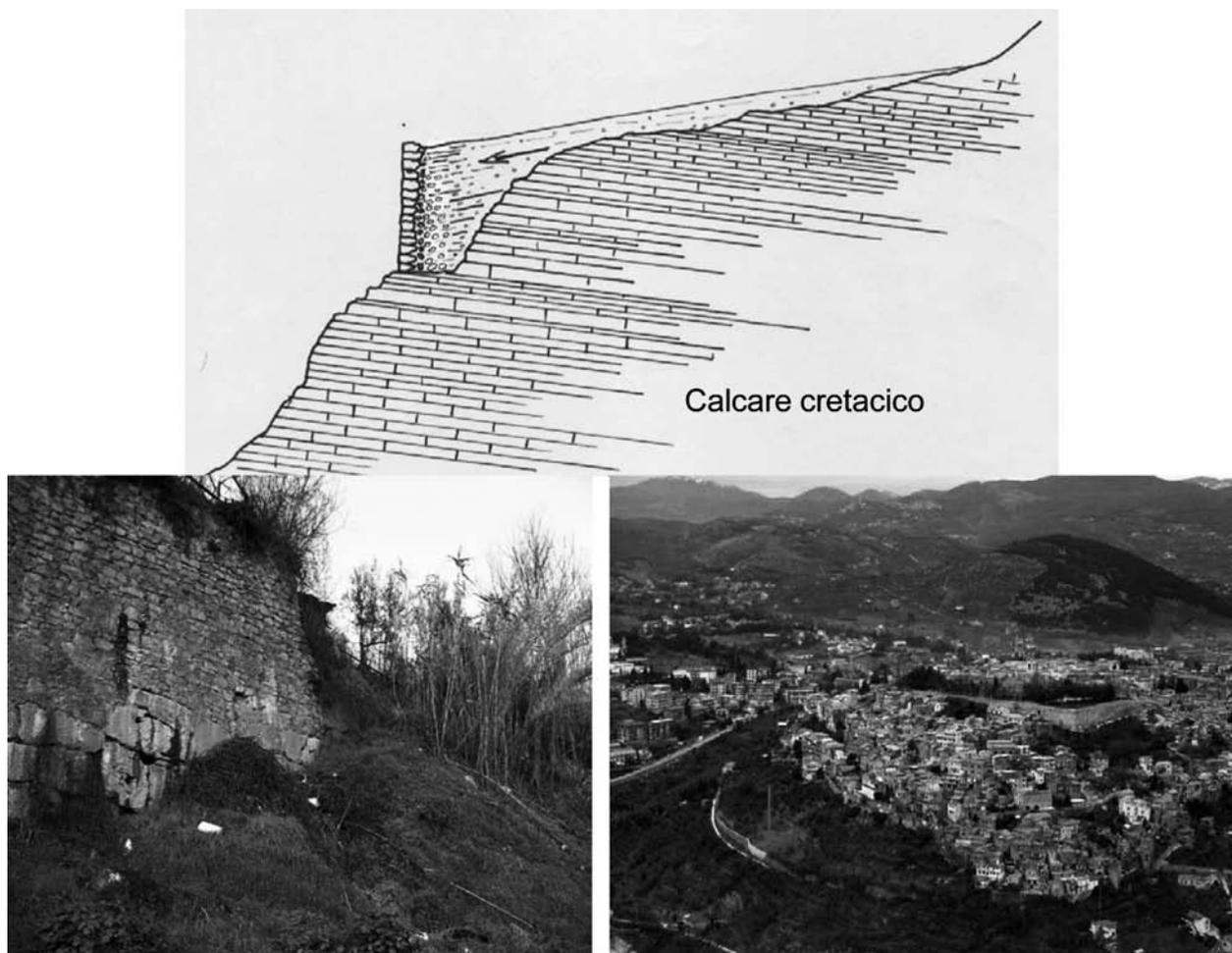


Fig. 14 - Individuazione ed interpretazione dell'area dissestata nella porzione meridionale della cerchia muraria esterna di Alatri.

In particolare, si è tenuto conto sia delle fotografie riportate nel lavoro di Pietrafesa (2007), nelle quali si osservano alcune tracce di lavorazione sulla pietra calcarea, che dei segni di attività antropiche di scavo sulle rocce affioranti alla base della Cattedrale di S. Paolo, posta sull'Acropoli (Fig. 10).

L'opera di cava relativa alla porzione meridionale del colle, così come evidenziato nelle fotografie citate precedentemente, dovrebbe aver prodotto un versante ripido e conformato a gradoni. Inoltre, la distanza tra la parete della cava e la struttura in opera poligonale, che successivamente l'ha obliterata, dovrebbe essere ridotta. L'attività estrattiva sul versante opposto, cioè quello settentrionale con disposizione degli strati a franapoggio, invece, dovrebbe aver garantito un versante meno acclive e quindi una maggiore distanza tra la superficie della cava e la parete in opera poligonale.

Per avere informazioni sulle tecniche di coltivazione delle cave eventualmente sepolte sarebbero opportune indagini che utilizzino tecnologie basate sul georadar. L'opera poligonale, nel tempo, è stata interessata da dissesti tendenzialmente legati ad un non corretto drenaggio

delle acque piovane infiltrate nel terrapieno posto alle spalle del muro. Nella porzione settentrionale, i dissesti sono da correlare invece con il fatto che il piano di fondazione dell'opera muraria non è impostato sul calcare litoide. Altri tratti della stessa cinta esterna, però, versano in cattive condizioni e, se non si dovesse intervenire al più presto, potrebbero crearsi nuove instabilità che interesserebbero i tratti adiacenti.

In generale, comunque, la situazione morfologica ed urbanistica di Alatri e delle sue opere murarie è così complessa da richiedere una organizzazione non canonica del lavoro con una equipe di esperti il cui approccio dovrà variare da caso a caso.

Infine si è fatto riferimento alla organizzazione geomorfologica del vicino colle denominato «Monte Lungo» che presenta caratteristiche geologico-strutturali e morfologiche abbastanza simili a quelle del sito di Alatri. Per questo motivo, esso fornisce un modello per comprendere le ragioni che hanno indotto i primi abitanti ad antropizzare l'altura di Alatri.

Infatti, i litotipi che costituiscono Monte Lungo sono gli stessi che formano il rilievo di Alatri; inoltre, que-

sto monte è caratterizzato da un sovrascorrimento sul versante settentrionale ed una faglia diretta su quello meridionale che si traduce, da un punto di vista morfologico, in versanti ripidi sia da un lato che dall'altro. Anche qui la stratificazione è caratterizzata da livelli calcarei di età cretacea con strati di spessore variabile intersecata da linee di fratturazione che producono blocchi litoidi di varia pezzatura.

Ipotetici massi da inserire in un'opera poligonale verranno individuati se e solo se gli strati rocciosi e disposizione si presenteranno con un adeguato spessore e interessati da una giusta tettonizzazione.

Il grado di sismicità dell'area, (zona sismica 2 sottozona B nella Riclassificazione sismica del territorio laziale BURL n. 24 del 27/06/2009), impone interventi di consolidamento finalizzati a ridurre gli effetti distruttivi delle onde sismiche.

Studi di microzonizzazione sismica permetterebbero di rendere razionali, efficaci e quindi più economici gli interventi stessi. Mediante una opportuna programmazione pluriennale che preveda prospezioni geofisiche, relativamente onerose e non invasive, e nuove campagne di scavo eseguite con metodo rigorosamente stratigrafico, si otterrebbero dei risultati su entrambi i fronti: prevenzione dei dissesti e migliore conoscenza della struttura dell'opera poligonale.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 1939. Carta Geologica d'Italia a cura del Regio Ufficio Geologico d'Italia, scala 1/100.000 - Alatri. Stabilimento Salomone, Roma.
- AA.VV., 1975. Carta Geologica d'Italia a cura della Servizio Geologico d'Italia, scala 1/50.000 - Anagni, e relative note illustrative. Litografia artistica Cartografica, Firenze.
- AA.VV., 1993. Guide Geologiche Regionali, Lazio a cura della Società Geologica Italiana. BE-MA editrice, Roma.
- Accardo G., Vigilano G., 1989. Strumenti e materiali del restauro - metodi di analisi, misura e controllo. Edizioni Kappa, Roma.
- Accordi B., 1963. Lineamenti strutturali del Lazio e dell'Abruzzo meridionali, Memorie della Società Geologica Italiana, n° 4, Bologna.
- Accordi B., Angelucci A., Sirna G., 1967. Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, F. 159 e F. 160, Frosinone e Cassino. Servizio Geologico di Stato, Roma.
- Adam J.P., 1996. L'arte di costruire presso i romani. Materiali e tecniche, Milano.
- Alonzi L., 1964. Itinerari di Ciociaria. La Tipografica, Frosinone.
- Ameti G.F., 1693. Carta del Lazio meridionale.
- Artini E., 1919. Le rocce. Hoepli, Milano.
- Alberti L.B., 1485. De re aedificatoria, 1485. Trad. it. L'architettura. Il Profilo, Milano 1966, libro III.
- Baldassarre D., Attenti L., 2008. Aletrium (Le mura poligonali). *Forma Urbis* 6.
- Baldassarre D., 2008. Mura, città e territorio. In: Le Mura Megalitiche - il Lazio meridionale tra Storia e Mito, Catalogo della Mostra omonima. Gangemi Editore, Roma.
- Barker P., 1981. Tecniche dello scavo archeologico. Longanesi Milano.
- Beneo E., 1947. L'interpretazione stratigrafica e tettonica della serie miocenica in valle Latina: importanza del rilevamento geologico. *Società Geologica Italiana* 64.
- Beranger E.M. 1988. Proposte ed interventi di restauro alle mura di Alatri: attraverso un'inedita documentazione archivistica risalente all'ultimo trentennio del XIX secolo, In: I Seminario nazionale sulle Mura poligonali, Alatri.
- Bianchi G., Parenti R., 1991. Gli strumenti degli «scalpellini» toscani. Osservazioni preliminari. In: Biscontin G., Miletto D. (Eds.), Le Pietre nell'Architettura: Struttura e Superfici, Atti del convegno, Padova.
- Blanco G., 1991. Pavimenti e rivestimenti lapidei. Carrocci, Roma.
- Bosellini A., 2005. Storia geologica d'Italia. Zanichelli, Bologna.
- Camponeschi B., 1983. In: Camponeschi B., Nolasco F. (Eds.), Le risorse naturali della regione Lazio. Regione Lazio, Roma - Per gli Ernici e la Ciociaria, Idem, 1980. Le risorse naturali del Lazio. Regione Lazio, Roma 1980 - Candidi Dionigi M., 1809. Viaggi in alcune città del Lazio che diconsi fondate dal re Saturno, Roma.
- Capone G., 1982. La progenie Hetea (Annotazioni mitico-storiche su Alatri antica). Arti Grafiche _Tofani, Alatri.
- Capone G., 2006. Alatri - Breve excursus su Mito e Storia di una città, Ornello Tofani Editore, Alatri.
- Capone G., 2008. Hernica Mater, (Alatri la sua storia e i suoi personaggi), Ornello Tofani Editore, Alatri.
- Carbonara G., 1996. In: Fiorani D., Tecniche costruttive murarie medievali - il Lazio meridionale. Ed. L'ERMA di Bretschneider, Roma.
- Castagnoli F., 1972. I monumenti dell'epoca romana. In: La Ciociaria, Soria, arte, costume, Roma, Velletri 1856.
- Castiglioni G.B., 1979. Geomorfologia. UTET, Torino.
- Cervelli P.M., 1782. Carte corografiche.
- Cialdea A., 1907. Le mure ciclopiche di Alatri. Strambi, Alatri.
- Coarelli F., 1984. Guide archeologiche. Lazio. Laterza, Bari.
- Coarelli F., 2001. Dintorni di Roma. Laterza, Bari.
- Copiz G., 1998. Come in cielo, così in terra (L'antica pianificazione del territorio della Ciociaria su modello stellare). Editoriale Bel-lator, Frosinone.
- Corsi F., 1845. Delle pietre antiche, Trattato di Faustino Corsi Romano, edizione III con notevole aggiunta al III libro. Roma 1845.
- Cremonini G., 1977. Il rilevamento geologico. Pitagora, Bologna.
- D'alatri L., 1932. Alatri e il suo celeste patrono S.Sisto I papa e martire, Veroli.
- D'alatri M., Carosi C. (Eds.), 1976. Gli Statuti medioevali del Comune di Alatri. Alatri.
- De Napoli G., 1927. Alatri e Veroli, due antichissime città, In: Le cento città d'Italia illustrate. Sonzogno, Milano.
- De Persiis L., 1885. La fontana alatrina e l'Ing. Cav. Giuseppe Olivieri. Frosinone.
- De Persiis L., 1888. Del pontificato di S. Sisto I° papa e martire, della traslazione delle sue reliquie a Roma in Alatri. Alatri.
- De Persiis L., 1892. Lo stemma alatrino, Roma.
- Devoto G., Parotto M., 1967. Note geologiche sui rilievi tra Monte Crepacuore e Monte Ortara (Monti Ernici - Lazio nord orientale). *Geologica Romana* VI.
- Desio A., 1973. Geologia Applicata all'ingegneria. Hoepli, Milano.
- Di Nocera, S., Ortolani F., Torre M., 1986. Fase tettonica dell'Appennino meridionale, *Memorie della Società Geologica Italiana* 84.
- De Angelis D'Ossat G., 1933. Materiali da costruzione, in Roma e nel Lazio. In: Istituto di Studi Romani, Millósevich F, Agamennone G. (Eds.), Le Scienze, fisiche e biologiche in Roma e nel Lazio. Ed. Leonardo da Vinci, Roma.
- Evangelisti M., Torre R., 2000. Carta Geologica e Carta Geomorfologia, in scala 1/10.000, del territorio comunale di Alatri, inedite, inserite nel P.R.G.C.
- Fiorletta F., Evangelisti V., Zannella C., 1989. Comune di Alatri, Regione Lazio, Provincia di Frosinone. 2° Seminario internazionale di studi sulle mura poligonali.
- Frusone A., 1998. Conoscere Alatri. Arti Grafiche Tofani, Alatri.
- Frusone A., Zomparelli G., XVIII sec. Alatri. Tipografia E. Strambi & Figli, Alatri.
- Gasparini A.L., 1965. Aletrium. *Quaderni dell'Istituto di Storia e di Arte del Lazio Meridionale, Frosinone*.
- Gatti S., 2004. Per una rilettura dell'Acropoli di Alatri. In: Ghina G. (Ed.), Lazio e Sabina, 3. De Luca Editore, Roma,
- Giovenale G.B., 1900. I monumenti preromani nel Lazio. In: Dissertazione della Pontificia Accademia Romana, II, v. VII.
- Gregorovius F. (1854-1873). Itinerari Laziali. Edizioni Belvedere, Latina
- Lazzaroni L., 2002. La determinazione della provenienza delle pietre decorative usate dai Romani, in Marmi colorati della Roma Imperiale. Marsilio Editore, Roma.

- Lazzaroni L., Laurenzi Tabasso M., 1986. Il restauro della pietra. CEDAM, Padova.
- Leger A., 1875. Les travaux publics, les mines, et la métallurgie aux temps de Romains. Impr. J. Dejeu & Co., Paris, pp. 65-71.
- Lena G., 2005. In: Lena G., Gaudenti Asinelli M. (Eds.), *Uso e riuso di materiali litici nella storia di una città romana: il caso di Minturnae – Traetto*. SIGEA, Roma 3/2005.
- Lugli G., 1947. Le fortificazioni delle antiche città italiche. In: Atti dell'Accademia nazionale dei Lincei, Roma.
- Lugli G., 1957. La tecnica edilizia romana. Bardi, Roma.
- Lugli G., 1957. La tecnica edilizia romana, con particolare riferimento a Roma e Lazio. Bardi, Roma.
- Manchia G. (Ed.), 1997. Studi ernici, Quaderni del Museo civico di Alatri, I, Comune di Alatri, Alatri.
- Mannoni T. et al., Archeologia ed archeometria dei muri in pietra. In: *Le pietre dell'architettura*, atti del convegno. Bressanone 1991.
- Marini A., 1924. Un mantello di S. Francesco d'Assisi in Alatri. *La Ciociaria* 6-7.
- Marocco N., 1830. *Monumenti dello Stato Pontificio*, Roma.
- Menicali U., 1992. I materiali dell'edilizia storica. Tecnologia e impiego dei materiali tradizionali. Nuova Italia Scientifica, Roma.
- Murru G., 1990. Proposta di indagine sui materiali da costruzione dei monumenti archeologici. Geologia tecnica O.N.G., Roma.
- Noyè G., 1983. Quelques données sur les techniques de construction en Italie centro-meridionale (Xe-XIIe siècles). In: Barral X., Atlet I. (Ed.), *Artistes, artisans et production artistique au Moyen Age, Actes du Colloque*, Rennes 2-6- mai 1983, vol II: Commande et travail. Paris.
- Patitucci in Bonora - Dell'Aglio - Patitucci - Uggeri. La Topografia Antica, Clueb, Bologna.
- Picarazzi G., 2003. Indagini geognostiche per il restauro del ponte e acquedotto romano di Casamari. Veroli.
- Picarazzi G., 2008. Antiche cave in materiali lapidei, argille e marmi del Lazio meridionale.
- Pierleoni G., 1916. Le antichità di Alatri. Isola, Alatri.
- Pietrafesa D., 2007. Nuovi dati per lo studio delle fortificazioni urbane di Alatri, in Saper Valorizzare. In: Maniaci M., Orofino G. (Eds.), Atti del II ciclo di conferenze «Unicità». Ed. Università di Cassino, Frosinone.
- Platner E. 1830. In: Platner E., Bunsen C., Gerhard E., Roestel W. (Eds.), *Beschreibung der Stadt Rom*. Tubingen, Bd I p. 348; ID. Op. Cit., Tubingen 1834.
- Praturlon A. 1968. Note illustrative della Carta Geologica D'Italia, Foglio 152 Sora, Servizio Geologico di StatO.
- Quattrociochi V., 1928. Gli Ernici e il loro territorio. Tip. Reali, Veroli.
- Ritarossi M., 1987. Alatri un itinerario storico-artistico. Tofani Editore, Alatri.
- Ritarossi M., 1999. Aletrium. Tofani Editore, Alatri
- Rockwell G. 1989. Lavorare la pietra. NIS, Roma.
- Scaccia Scarafoni G., 1916. Memorie storiche della badia di S. Sebastiano nel territorio alatrino. Archivio della R. Società Romana di storia patria, Roma.
- Sacchetti Sasseti A., 1947, Storia d'Alatri. Tofani Editore, Alatri.
- Sartor A. 1989. Necessità del rilevamento fotogrammetrico per le mura poligonali di Alatri. In: II Seminario internazionale sulle Mura poligonali, Alatri.
- Toubert P., 1973. Les Structures du Latium Médieval, vol. I. Società Romana di Storia Patria, Roma.
- Valchera A., 2008. Alatri. In: *Le Mura Megalitiche – il Lazio meridionale tra Storia e Mito*, Catalogo della Mostra omonima. Gangemi Editore, Roma.
- Winnefeld H. 1889. Antichità di Alatri, *RM* IV.
- Zannella C. 1988. Alatri nell'ottocento: il restauro delle mura urbane e dell'Acropoli. In: I Seminario nazionale sulle Mura poligonali. Alatri.
- Zannella C. 1989. Alatri 1846-1870: restauri alle mura poligonali. In: II Seminario internazionale sulle Mura poligonali. Alatri.
- Zannella C., De Minicis E., 1984. L'acropoli e le mura di Alatri: archeologia e urbanistica nell'Ottocento. In: *Storia dell'urbanistica*. Roma.
- Zevi F. 1976. Alatri, in *Hellenismus iin mittellitalien*. Göttingen.

(ms. pres. il 18 febbraio 2011; ult. bozze il 30 luglio 2012)