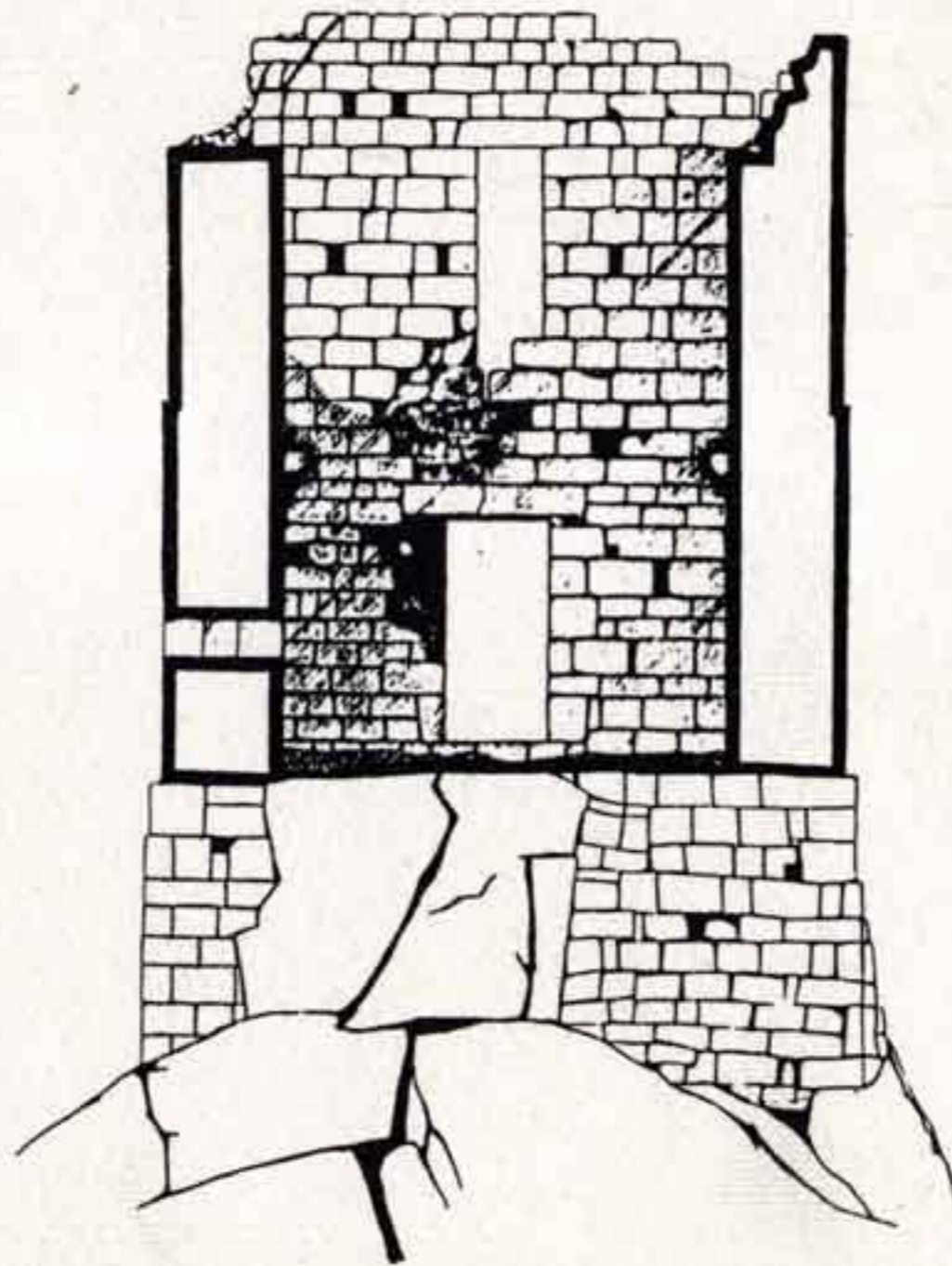


MASSIMO RICCI

# LA TORRE DI SAN GIOVANNI IN CAMPO

LA STORIA, LA TECNOLOGIA, IL RILIEVO, LO STATO CONSERVATIVO



COMUNE DI CAMPO NELL'ELBA

**A** ALINEA  
EDITRICE



COMUNE DI CAMPO NELL'ELBA

DIPARTIMENTO DI PROGETTAZIONE DELL'ARCHITETTURA  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE

ASSOCIAZIONE "FILIPPO DI SER BRUNELLESKO"

MASSIMO RICCI

# LA TORRE DI SAN GIOVANNI IN CAMPO

LA STORIA, LA TECNOLOGIA, IL RILIEVO, LO STATO CONSERVATIVO

## SOMMARIO

<i>pagina</i>	7	<i>Presentazione</i> Piero Landi Sindaco di Campo nell'Elba
	9	<i>Prefazione</i> di Massimo Ricci
	11	Massimo Ricci CENNI STORICI E NOTE TECNOLOGICHE
	16	ANALISI DELLA TIPOLOGIA
	17	ANALISI DEL PERIODO STORICO DI COSTRUZIONE
	18	LA TESSITURA STRUTTURALE ED I FENOMENI BASE DEL DISSESTO
	25	RICOSTRUZIONE DELLA CONFIGURAZIONE ORIGINARIA DEL MONUMENTO
	29	IL RILIEVO
	38	Maurizio Bartolini AZIONE DEGLI AGENTI ATMOSFERICI SULLE MURATURE
	40	Andrea Sampieri FORMAZIONE E COMPOSIZIONE DEL GRANITO
	43	APPENDICE Massimo Ricci, Angela Maria Volpi CENNI SULLA LAVORAZIONE DELLE PIETRE E DEGLI ARNESI UTILIZZATI
	46	A.M. Volpi, A. Forte STRUTTURE LIGNEE DELLA TORRE DI S. GIOVANNI



## PRESENTAZIONE

*La mia non vuol essere una prefazione, ma solo un attestato di stima e di riconoscenza ad un gruppo di giovani studiosi che guidati con passione e impegno professionale dall'Arch. Massimo Ricci, hanno dato un esempio tangibile di cosa significa "volontariato" nel campo della salvaguardia del nostro patrimonio artistico.*

*È vero che questo patrimonio è definito "minore" ma cosa sarebbe quello "maggiore" senza queste testimonianze, secondarie per l'immenso patrimonio artistico del nostro paese ma di così grande rilevanza per la nostra isola d'Elba e per il Comune di Campo nell'Elba in particolare?*

*Meta dei nostri paesani, la Torre di S. Giovanni e la vicina basilica romanica di S. Giovanni è da sempre legata alle nostre tradizioni popolari più radicate ed è diventata ora anche oggetto di particolari attenzioni dei turisti che sempre più numerosi vengono all'Elba non solo per il mare e per il sole ma anche per scoprire le vecchie tradizioni e le vestigia del nostro passato.*

*Quale migliore occasione quindi poter pubblicare questo prezioso studio dell'unità di ricerca dell'arch. Ricci che gratuitamente e col concorso di gente del posto, per lunghi mesi, ha analizzato ogni pietra della nostra Torre di S. Giovanni e ha riportato i risultati di questa ricerca in questo bel volumetto che offriamo ai nostri cittadini, ai turisti e a tutti gli appassionati della nostra storia.*

*Ma il frutto di questa opera deve servire soprattutto di stimolo ai pubblici poteri e a tutti gli interessati perché lo studio e la catalogazione del nostro patrimonio continui su questa strada appassionatamente tracciata dall'arch. Massimo Ricci e dai suoi collaboratori e si concretizzi sempre di più con lavori di conservazione che questi monumenti da tempo richiedono.*

*La pubblicazione di questo studio è il primo tangibile impegno che il Comune di Campo nell'Elba appronta in questo settore.*

**PIERO LANDI**  
SINDACO DI CAMPO NELL'ELBA



## PREFAZIONE

La presente pubblicazione è il frutto di una lunga campagna di rilievi di cui è stata oggetto la Torre di San Giovanni in Campo nell'Elba. Questo rientra nell'attività che l'Unità di Ricerca "Tecnologie Strutturali Antiche" svolge attualmente, avendo per scopo la salvaguardia del patrimonio monumentale "secondario", che molto spesso è abbandonato a se stesso e verte in condizioni veramente precarie.

L'Unità di Ricerca è composta da specialisti e studenti che svolgono la loro opera gratuitamente, facendo fronte personalmente alle spese di soggiorno e tutto quanto occorra per espletare gli studi ed i necessari rilievi. Per gli specialisti ogni campagna è fonte di preziose esperienze "dirette" per la conoscenza della tecnologia e della evoluzione del degrado di un monumento. Per gli studenti, rappresenta un'occasione di apprendimento importantissima ed efficace. Trattandosi di futuri "architetti" è chiara l'importanza di poter svolgere delle esperienze dirette, tanto carenti nel panorama dell'insegnamento universitario.

In poche parole ho inteso creare una struttura estremamente semplice, ma che permette, da un lato la "riesumazione" di un monumento e dall'altro, preziose esperienze didattiche basate sull'approccio "pratico", a problemi insiti nella conservazione dei monumenti, limitandoli per ovvie ragioni al rilievo, analisi statica del quadro delle eventuali lesioni, allo studio

delle tecniche di realizzazione dei manufatti antichi, dei materiali e del suolo. A conclusione della campagna di studi, intervengo personalmente per la formulazione di una ipotesi di restauro e, come nel nostro caso, per la "ricostruzione" su basi estremamente rigorose, della conformazione iniziale del Monumento. Si tratta quindi di una attività estremamente "semplice" e anche se condotta con mezzi esigui produce dei risultati importantissimi. In primo luogo si porta all'attenzione delle amministrazioni la situazione in cui verte il monumento. In secondo luogo se ne fissa lo stato di degrado ad una certa data e, tramite il rilievo, se ne conservano le caratteristiche architettoniche. Infine, l'amministrazione, con poca spesa, acquisisce un lavoro che svolto professionalmente ammonterebbe a vari milioni.

Credo che ogni valutazione in merito sia a questo punto superflua, c'è solo da augurarsi che si formino tanti altri gruppi come il nostro in varie altre regioni, poiché i monumenti sono tanti e le loro condizioni molto gravi, tanto che gli organi statali preposti alla tutela non possono farcela a proteggerli, a schedarne la consistenza e studiarne le varie condizioni di conservazione. Questo lavoro, con un po' di buona volontà, è possibile farlo privatamente: noi tutti abbiamo il dovere di conservare il nostro irripetibile patrimonio monumentale, attraverso il quale passa la nostra storia e la nostra dignità nazionale è quindi opinabile che al posto delle solite sterili critiche si passi alla

azione diretta, anche a costo di qualche sacrificio economico ed a qualche mancato guadagno professionale.

Il lettore potrà avere un esempio di questo lavoro leggendo la presente pubblicazione che riassume la nostra bellissima esperienza che la Torre di San Giovanni in Campo ci ha offerto.

Voglio ringraziare l'Amministrazione del Comune di Marina di Campo ed il Sindaco Piero Landi, per la gentile collaborazione prestataci unitamente all'assessore alla Cultura Paola Balestrini, all'assessore ai lavori pubblici Spinetti Gianfranco, al presidente del Consiglio di frazione Galli Antonio, al consigliere comunale Gadani Mario. Fra i privati, i signori Alberto Testa, Giorgio Giusti, Retali Guido, Andrea Gentini, Giampaolo Guidi, Montauti Lido ed il carissimo Maestro Publio Olivi, che unitamente a tanti altri ci hanno gentilmente aiutato. Un ringraziamento particolare al prof. Giuliano Evasio Maggiora, direttore del Dipartimento di Progettazione dell'Architettura della Facoltà di Firenze, per la collaborazione prestataci e per i mezzi tecnici fotografici che ha messo a nostra disposizione.

Un elogio particolare ai miei "ragazzi" che si sono distinti per l'impegno, la serietà e la competenza nello svolgimento del difficile compito di rilevamento di una struttura "da guerra".

MASSIMO RICCI



CENNI STORICI  
E NOTE TECNOLOGICHE

La storia delle fortificazioni presenti sull'isola Elba è legata alla importanza economica e strategica (nei confronti del mare circostante) che questa ha sempre avuto nel contesto geopolitico degli antichi stati che si affacciavano sul Tirreno, comprese l'isole di Corsica e Sardegna.

Il possesso dell'Isola permetteva inoltre il reperimento dei minerali come il ferro ed il rame che fino dai tempi degli Etruschi erano estratti nei suoi ricchi giacimenti, sui quali era basato lo sviluppo militare e quindi economico delle antiche civiltà.

La sua posizione centrale nel bacino dell'alto Tirreno ne faceva una importante base logistica per il controllo dei traffici mercantili e militari e quindi fu oggetto di numerose battaglie ed invasioni perpetrate per il suo possesso.

Abbiamo menzione delle prime dispute belliche fino dal tempo dei Tirreni (Etruschi) intorno all'ottavo secolo avanti Cristo e quasi in una successione ininterrotta si arriva fino al 18° secolo. Comunque, il periodo storico che più interessa riguardo alla Torre di San Giovanni è sicuramente quello relativo alla dominazione da parte della potente repubblica pisana e cioè intorno all'anno mille.

Data la carenza delle fonti storiche e l'assoluta mancanza di documenti originari (forse trafugati nel corso della dominazione spagnola dell'isola), non rimane che affidare le indagini alla sola tecnologia dell'opera per designarne il periodo di costruzione ed il ruolo.

La prima informazione sicura che scaturisce dall'esame del monumento è quella che non fu costruito su strutture preesistenti. Il suo perimetro di base o meglio la muratura di fondazione è perfettamente omogenea con quella di paramento verticale se ne deduce quindi che la





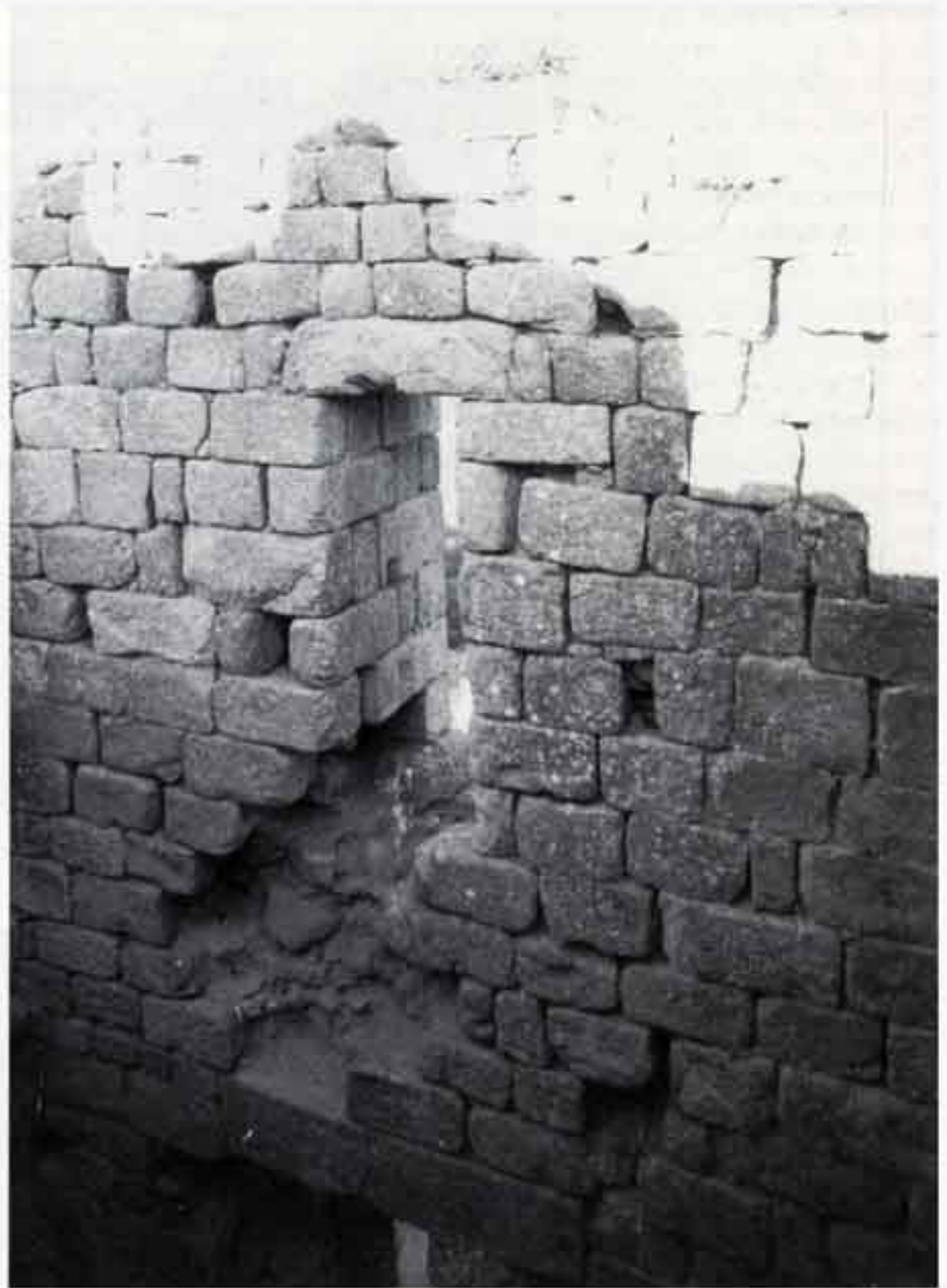


torre fu edificata di sana pianta a partire dal piano di appoggio sull'enorme sasso di granito. Lo stesso non si può dire per gli elementi lapidei che compongono la muratura. La loro pezzatura (abbastanza ridotta, in generale) fa pensare al reperimento, previa successiva squadratura, da murature preesistenti nella zona; una pietra recante segni di precedente e diverso utilizzo, sembra confermare questa ipotesi. Si tratta di una pietra da macina, recante ancora il foro per il pernio ligneo, che è stata adoperata per legare lo spigolo sinistro (per chi guarda dalla strada) in prossimità della sommità della protuberanza del sasso granitico inglobato nella muratura (foto 1 e foto 2). Altrettanto chiara è la fine dell'utilizzazione del monumento che avvenne per volontaria distruzione. Come vedremo più avanti, la torre era coperta in sommità da un grande terrazzo con salvapiede, sostenuti da una volta in conci granitici con centina "a tutto sesto" (circolare). Questa struttura era impostata parallelamente all'asse principale del monumento passante per la porta di ingresso ed aveva una tipologia "a botte" (cilindrica). Dopo un assedio, nel corso del quale i difensori si erano ritirati sulla terrazza di copertura ed avevano fatto rovinare sul nemico il solaio in legno (appoggiate sulle mensole in granito ancora visibili ai lati nella muratura del paramento interno), quest'ultimo con l'aiuto di grosse spranghe in ferro, cominciò a demolire la chiave della volta (punto di minore spessore della medesima poiché non caricata dal rinfianco in terra), e con poche energie fece rovinare a terra tutta la struttura (forse con gli stessi occupanti). Questa storia è scritta nelle murature che sono rimaste e sancita dalla analisi tecnologica della struttura. Come si vede, infatti, la volta ha trascinato nel suo crollo i muri di salvapiede e di contenimento del rinfianco, che erano posizionati ai lati di questa, in senso parallelo all'asse principale longitudinale della volta. Si noterà infatti che il muro perimetrale ove sono ricavate le aperture principali (porta e finestra) e quello gli sta di fronte

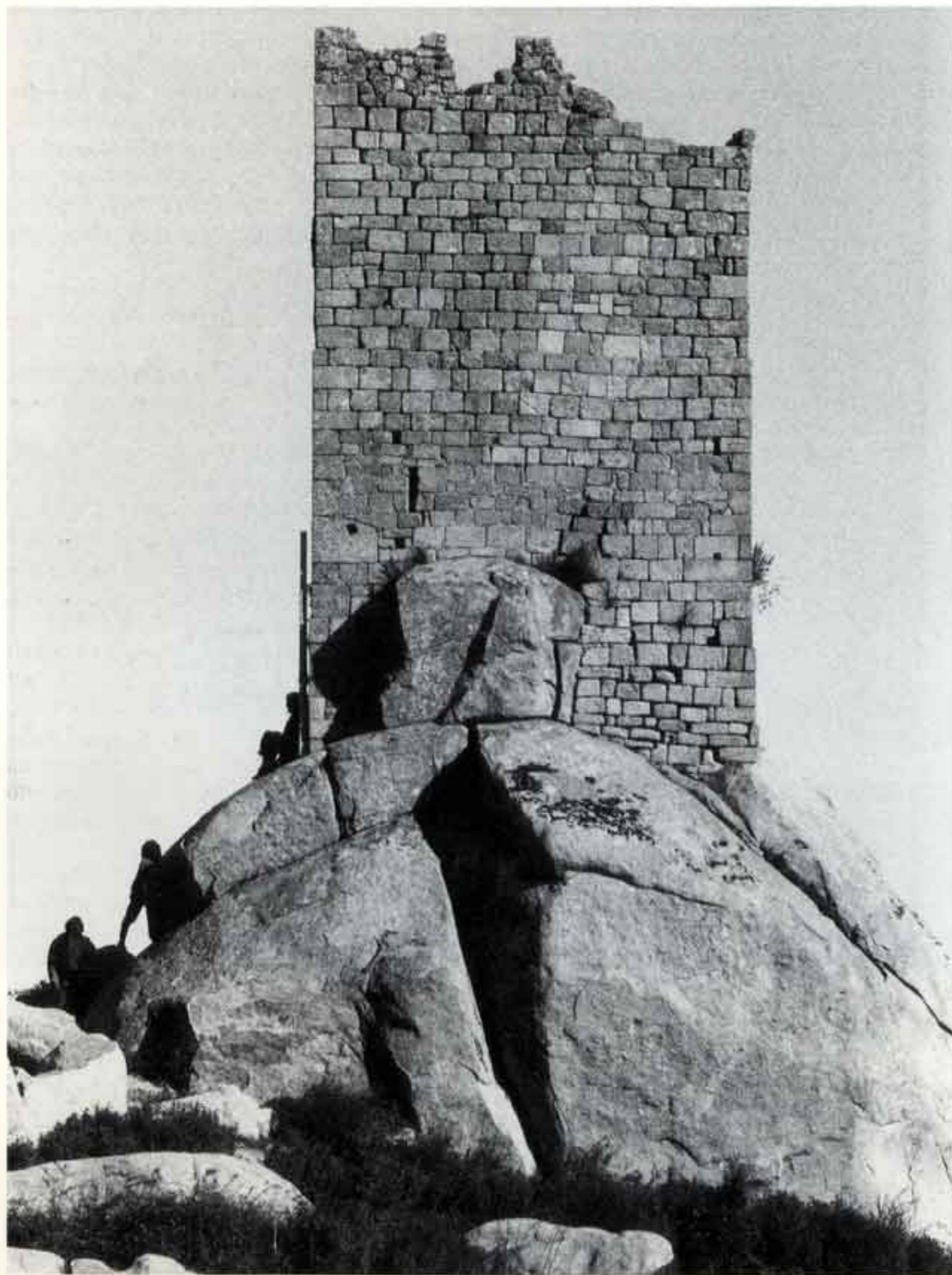












## ANALISI DELLA TIPOLOGIA

La torre di San Giovanni è un struttura a carattere difensivo. Il suo ruolo doveva essere quello di torre per l'avvistamento e segnalazione.

Questo si può evincere dalla sua collocazione, dal posizionamento ed infine dalla sua forma. La sua collocazione è stata studiata per l'avvistamento delle imbarcazioni nello stretto di Piombino. Dalla terrazza che era collocata in sommità era infatti possibile spaziare con lo sguardo per tutto quel tratto di mare, unitamente a quello prospiciente Marina di Campo. Naturalmente dalla stessa terrazza era possibile segnalare (e quindi era a portata ottica) all'abitato di San Piero ed a quello di Sant'Ilario, l'arrivo di eventuali nemici. I due piccoli paesi sono infatti entrambi visibili dalla Torre. Il posizionamento è stato realizzato sul grosso masso. Questo fu dovuto sicuramente alla volontà di conferire alla Torre una maggiore possibilità di difesa ed una maggiore altezza (a parità di struttura costruita), nei confronti della scelta di impostarla direttamente sul suolo. Questo, sicuramente complicò i problemi per la ricostruzione ed i relativi ponteggi di servizio utili a condurla, ma a quanto pare gli antichi costruttori scelsero la soluzione più strategica, che oggi vediamo. La forma della Torre è quella del tipo "difensivo". Non sono infatti presenti le merlature in aggetto con i piombatoi, che già all'epoca erano in uso nelle fortificazioni. Il piede della torre è "liscio", e quindi non utile alla difesa "piombata", manca infatti il "barbacane" (porzione di muratura inclinata addossata alla muratura di paramento) sul quale si rompevano i sassi e schizzava sotto gli scudi l'olio, gettato dalle caditoie (protette dai merli). Da quanto sopra risulta dunque chiaro che la Torre non fu costruita per offendere il nemico, ma solo per non essere sorpresi e fare in tempo le necessarie segnalazioni in caso di improvviso attacco. Ne sia prova il solaio in legno, del tipo non "fisso", che alloggiava nelle mensole ancora visibili



all'interno.

Le dimensioni delle sue murature e la tipologia del paramento, ne fissano a mio avviso la costruzione intorno al XI° secolo. Vedremo in dettaglio nell'analisi del periodo di costruzione perché esprimo questa opinione.

#### ANALISI DEL PERIODO STORICO DI COSTRUZIONE

I fatti che interessano la Torre, sono a mio avviso da collocarsi intorno all'XI° secolo. L'analisi storica ci fa sapere che intorno all'anno 755 (in cui l'Elba passa nel potere temporale dello stato Pontificio) c'erano buoni rapporti fra la Repubblica Pisana ed il Papa. Più precisamente sembra che la potente flotta della Repubblica svolgesse un'opera di tutela sulle rotte che percorrevano il Tirreno, salvaguardando gli interessi propri e quelli di altri stati fra i quali lo stesso Stato della Chiesa. Questa attività si protrasse a lungo nel tempo e sicuramente fino all'anno Mille.

All'inizio di questo secolo undicesimo, l'Isola diventa territorio pisano. Non sappiamo dai documenti come i Pisani riuscirono ad impossessarsene, si deve quindi pensare che l'Isola gli fu donata dallo Stato Pontificio, proprio in virtù della preziosa opera di difesa dalle incursioni piratesche che i Pisani svolgevano ed avevano svolto in passato. Si sa infatti di una spedizione pisana intorno all'inizio del secolo in parola, per liberare i mari di Calabria dalle continue scorribande dei pirati Greci. È quindi opinabile che l'azione di tutela fosse svolta

anche nei tratti di mare sotto il patronato dello Stato Pontificio e che per questo, cioè per ricompensa, l'isola fu donata da quest'ultimo alla Repubblica marinara toscana. Un'altra ipotesi potrebbe essere quella della cessione dell'Isola per permettere alla Repubblica di organizzarvi delle basi logistiche che ne avrebbero aumentata la possibilità di controllo militare sul bacino dell'alto Tirreno nei confronti delle scorribande piratesche.

È logico che al momento dell'entrata in possesso dell'Isola, la Repubblica Pisana abbia consolidato il suo potere con la costruzione di strutture difensive ed offensive di presidio: una di queste potrebbe essere stata la nostra Torre, che quindi risalirebbe all'anno mille.

Un interessante e pertinente indizio sul periodo di costruzione è quello riguardante la costruzione della torre sull'isola Palmaiola che secondo alcuni documenti risale all'anno 909. Questa torre fu realizzata dai Pisani per il controllo del canale di Populonia (oggi di Piombino). Anche questa torre è stata realizzata su di un grosso scoglio per aumentarne l'altezza e la possibilità di avvistamento nonché le possibilità offensive e difensive. Siamo quindi davanti ad un esempio di architettura militare molto simile a quello oggetto della presente trattazione. L'episodio storico che potrebbe stare alla base della costruzione della Torre di San Giovanni potrebbe essere stato il seguente.

Intorno all'anno 1003, Musetto, re dei Saraceni, radunate enormi forze, intraprese una spedizione contro l'Elba e la Sardegna delle quali

riuscì ad impossessarsi. L'azione delle squadre navali pisane, in un primo tempo battute, fu comunque immediata, ed in breve tempo riuscirono a riconquistare le due isole ed i territori che i saraceni avevano conquistato. Credo si debba proprio a questo episodio, la costruzione di alcuni dispositivi di presidio sull'isola da parte Pisana, proprio allo scopo di non essere sorpresi dalle incursioni piratesche come quella prima vista e per permettere alle popolazioni isolate l'eventuale rifugio.

Quanto sopra, unitamente alle considerazioni sullo stile e la tecnologia del Monumento, rafforza l'ipotesi che la Torre sia stata effettivamente costruita intorno all'inizio dell'anno 1000.

Intorno a questo periodo sono anche databili, almeno come primo impianto, le fortificazioni di San Piero e Sant'Ilario e di Capoliveri, potenziate in seguito nel corso del XIII° e XIV° secolo. Allo stesso periodo è collocabile la fortezza di Marciana (sempre come primo impianto).

In quel periodo era forse già iniziata la costruzione del Volterraio. Nel documento del 1281 in cui si cita Gherardo Rau come architetto, si adopera il vocabolo "potenziamento" della struttura e quindi si deve supporre che a quella data già era stato costruito il presidio, appunto in concomitanza con le altre costruzioni prime indicate.

Questo non fa che convalidare l'ipotesi formulata che sposterebbe l'anno di costruzione della Torre all'inizio dell'XI° secolo e non del XII° come asseriscono alcuni.



## LA TESSITURA STRUTTURALE ED I FENOMENI BASE DEL DISSESTO

La muratura è del tipo "a sacco" con bozze di granito lavorate su cinque facce, ad incastri filiformi sigillati con malta di grassello e rena. Il conglomerato di riempimento fra il paramento esterno e quello interno è invece realizzato con malta di grassello di calce e tritello di granito (di confezionamento più magro, recante l'aggiunta di colaticci presi da discariche locali e ciottoli di granito di media pezzatura (circa cm 10/8). Da rilevare la presenza nella malta di riempimento, di granelli di pirite, estremamente pericolosi per la durata del materiale, in quanto provocano la disgregazione della stessa a contatto con gli acidi contenuti nelle acque pluviali.

Questo fenomeno ha già interessato gran parte della muratura perimetrale che si presenta svuotata fra i due paramenti e quindi soggetta a degrado per scollegamento del paramento interno da quello esterno (causa principale dei numerosi crolli verificatisi nelle murature più vicine alla sommità).

Le architravature delle aperture sono del tipo "monolitico", realizzate con un'unica lastra di granito incastrata ai lati per il necessario ricambio, messa in opera in doppio esemplare per le aperture principali, costituite da un'unica porta ed una finestra. per le feritoie vediamo in opera una sola lastra di architrave, con stipiti laterali ricavati da un unico blocco lavorato opportunamente a spigolo vivo, di sezione prismatica. Il paramento interno della muratura perimetrale presenta incastri meno curati di quello esterno. Questo non è da ritenersi dovuto a motivi "estetici" ma al fatto che la muratura di paramento esterno non doveva offrire il minimo appiglio ad eventuali incursori nemici. Questo è anche rafforzato dal posizionamento dei cardini per la porta e la finestra, che sono posti verso l'esterno a completa sigillatura delle due aperture. Queste accortezze sono dettate dal tipo di "struttura militare" che la Torre rappresenta e cioè di fabbricato isolato





presidiato da poca milizia che improntava lo schema difensivo sull'impervietà del luogo (sommità di un masso quasi inaccessibile) e sulla mancanza di appigli nelle strutture stesse. È interessante notare che la soglia della porta di ingresso è posta a circa m. 2.30 dal piano di calpestio del sasso sottostante. Esisteva sicuramente una opportuna scala in legno, agganciata ai lati della porta direttamente sulla soglia, che veniva ritirata in caso di pericolo. All'interno della Torre sono ancora visibili otto mensole in granito (quattro per ognuna, in due pareti opposte). In prospicenza di ogni mensola, in prossimità dell'incastro non c'è il foro di alloggio per la trave dell'orditura principale del solaio poggiante sulle mensole. Questo fatto è dovuto all'accorgimento difensivo di "far rovinare addosso al nemico" le strutture lignee interne, in caso di un suo accesso all'interno, previo l'abbattimento della porta. In questo modo si rendeva anche inservibile la struttura una volta catturata. Gli occupanti si portavano nella parte più alta della Torre per l'ultimo tentativo di difesa ad oltranza.

In seguito a quanto sopra, si spiega la mancanza dell'incastro nei muri delle travi principali, che erano solamente appoggiate sopra le mensole, dalle quali venivano facilmente rimosse in caso di necessità.

L'esame statico del monumento si basa su risultanze ricavabili da un semplice sopralluogo, escludendo quindi la serie di accertamenti legata a saggi e sondaggi estensimetrici che avrebbero permesso una maggiore possibilità di indagine e quindi di approfondimento del quadro delle lesioni e della situazione generale del monumento.

Comunque, alla luce di quanto è emerso nei vari sopralluoghi che ho effettuato, posso trarre con sufficiente sicurezza le seguenti conclusioni.

La Torre è interessata da due tipi di fenomeni lesivi: la disgregazione della malta componente il riempimento fra il paramento interno e quello esterno di ogni muro perimetrale, e







l'azione del movimento del masso di granito su cui poggia (cipollatura del granito).

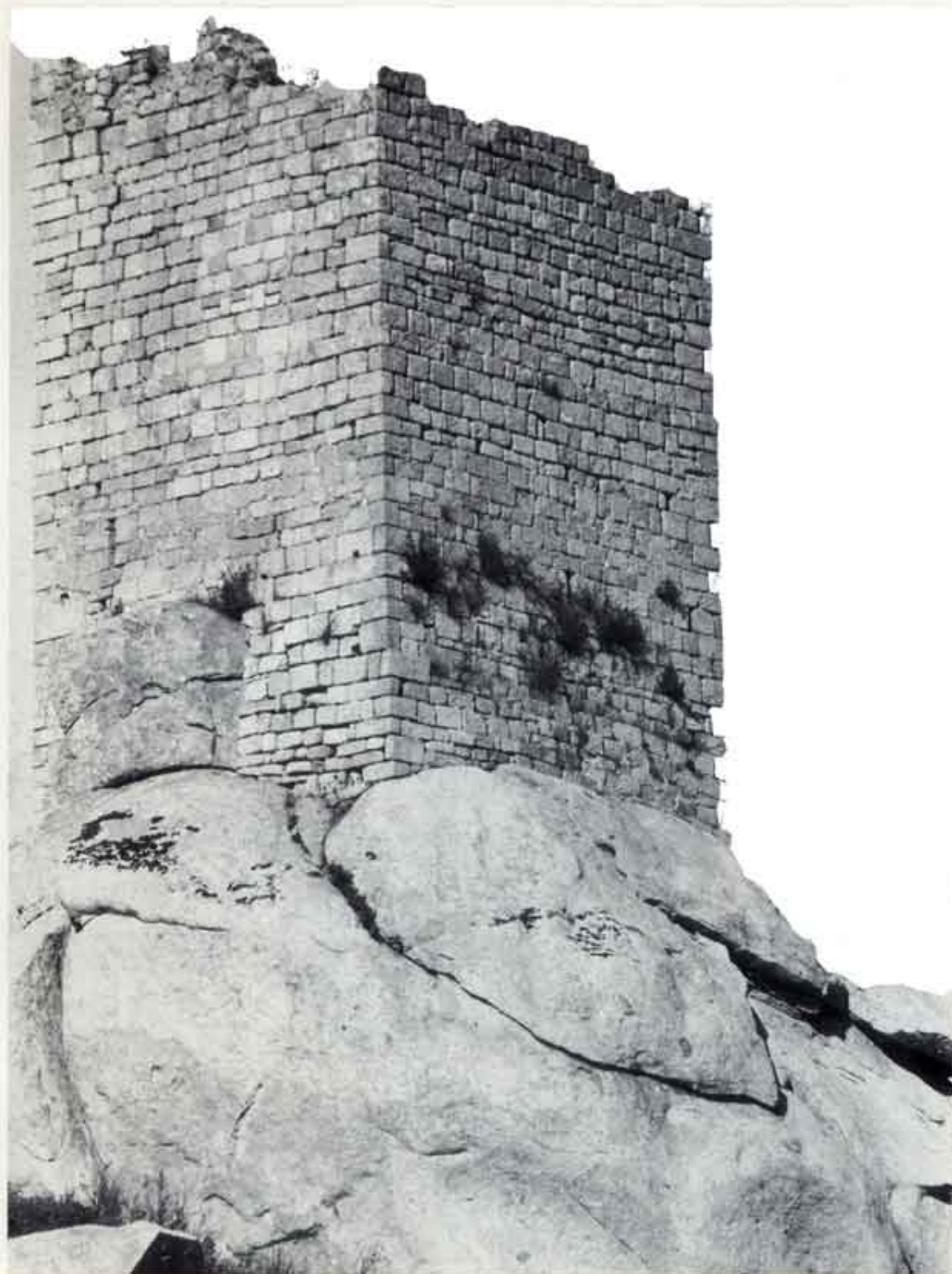
Avendo perso da remotissimo tempo la volta di copertura e quindi la difesa dalle acque meteoriche, la malta di riempimento viene lentamente dilavata da queste e quindi le murature vanno perdendo il necessario collegamento ed i benefici statici dovuti al forte spessore. In pratica ogni paramento mantiene il suo equilibrio autonomamente e trattandosi di murature molto sviluppate in elevazione nei confronti del loro spessore, tendono a cadere verso l'esterno, a cominciare dalle porzioni più vicine alla sommità e quindi più esposte a questo fenomeno. La prova di questo è chiaramente ravvisabile nel fuori piombo che le porzioni di muro in prossimità della sommità della Torre presentano e la "sgranatura" più accentuata che ne consegue, denunciata dai filari di blocchi di granito. Il fenomeno è comunque esteso anche ai filari più bassi, che cominciano ad allentarsi. Non credo che il monumento possa sopportare una tale situazione ancora per molto tempo, sarebbe quindi auspicabile un sollecito restauro. È anche da rilevare l'azione delle acque meteoriche sulle murature di appoggio della Torre che, percolando liberamente dall'interno verso l'esterno, contribuiscono ad evidenziare il fenomeno dello scioglimento della malta in una zona altamente critica per la stabilità della struttura, che insiste su uno spicco di fondazione estremamente irregolare e non piano (superficie del masso). I costruttori si limitarono a creare dei letti piani di malta per regolarizzare l'appoggio delle murature, è ovvio che l'asportazione di questi causerebbe dei gravi scompensi all'equilibrio generale del monumento. La lesione visibile all'interno, sulla parete a sinistra per chi entra, credo sia dovuta proprio a quest'ultimo fenomeno. La muratura presenta infatti un quadro lesivo dovuto a "scorrimento del piede" che credo sia tutt'ora in atto.

I fenomeni lesivi dovuti ai movimenti del masso di granito causano invece un altro tipo di inconveniente che decine d'anni fa originò









il crollo del paramento esterno della muratura perimetrale dal lato della strada.

In breve la "cipollatura" del granito, dovuta all'azione degli agenti climatici ed atmosferici, ha nel corso dei secoli subito una lenta evoluzione, che ha disturbato l'equilibrio statico della struttura, che tende ad aprirsi nel senso parallelo ai piani di lesione del masso. Sul masso è infatti rilevabile un piano di lesione coincidente con la mezzeria che lo percorre da parte a parte per l'intero volume. Questa lesione alimentata da lenti fenomeni di assestamento si ripercuote sulla Torre e causò il crollo della muratura prima ricordato (la porzione crollata fu ripristinata nel restauro del 1955 fatto dalla Soprintendenza di Pisa). La "cipollatura" superficiale che agisce in prossimità della sommità del masso, che ha già causato il distacco di grosse porzioni di questo, visibili alla sua base è praticamente impedita nell'area in cui insiste la Torre, proprio dal peso stesso di quest'ultima. Ricaricando infatti i lastroni curvilinei di granito in cui è divisa la sommità del masso, ne impedisce il distacco: in pratica è la Torre che tiene insieme queste porzioni del masso e non viceversa. In ultimo, l'acqua meteorica che percola all'interno delle spaccature del masso ne aumenta la tendenza a lesionarsi aggravando ulteriormente il fenomeno che sta alla base delle azioni lesive.

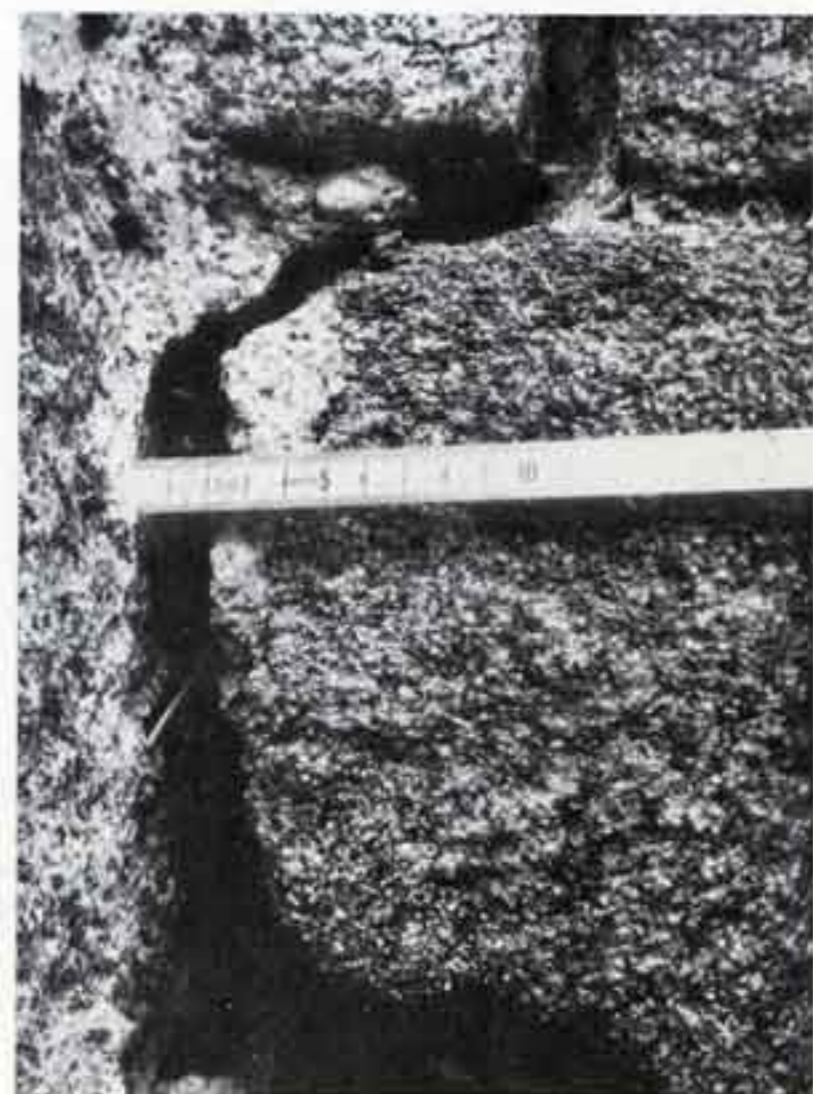
In conseguenza di quanto esposto si ritiene necessaria una profonda opera di restauro che dovrebbe interessare il complesso delle muraure, il consolidamento del masso ed infine la regimazione delle acque meteoriche.

Per la muratura va eseguita la ricostruzione del conglomerato interposto fra i due paramenti, interno ed esterno, con l'uso di un legante a base prevalentemente di calce grassa in zolle (contenuto di  $\text{CaO} + \text{MgO} \geq 94\%$ , con rendimento in grassello  $\geq 2,5 \text{ M}^3/\text{tonn.}$ ) confezionata con una parte di grassello con tre parti di sabbia a consistenza plastica (0.5 parti di acqua) ed inerte a grossa pezzatura per la



formazione del conglomerato di riempimento. Per la stuccatura dei giunti superficiali dei paramenti, si dovrebbe adoperare una malta formata da una parte di grassello per quattro parti di pozzolana artificiale, ottenendo un prodotto molto simile a quello adoperato dai primari costruttori, dalle caratteristiche idrauliche abbastanza spiccate (si sconsiglia l'uso del cemento che verrebbe asportato in breve tempo, come quello mosso in opera nel precedente restauro). Ripristinata la protezione dalle acque meteoriche della struttura si dovrebbe procedere alla regimazione delle acque di percolazione all'interno del monumento, con la creazione di piani di scorrimento sul pavimento che raccolgano l'acqua in almeno due ciabatte in piombo, raccordate ad opportuni scarichi (diametro del  $\varnothing$  100) che convogliano l'acqua all'esterno), in punti che non interessino la superficie del masso sottostante. Le porzioni di muratura già interessate dal fenomeno della "spanciatura", vanno completamente ricostituite, previo smontaggio dei filari esistenti e conseguente loro ricostituzione a piombo (numerando le pietre per la loro esatta ricollocazione). Escluderei l'uso di catene in acciaio, estremamente antiestetiche. Per la porzione di muratura (a sinistra della porta per chi entra) interessata dallo "scivolamento di piede", dopo aver verificato la portata e comportamento del fenomeno, in caso di un ulteriore aggravamento, consiglieri l'adozione di due catene in acciaio, poste in opera sotto il piano di calpestio fra il muro di destra (sano) e quello di sinistra, rispetto alla porta, a interasse di circa m. 15,0.

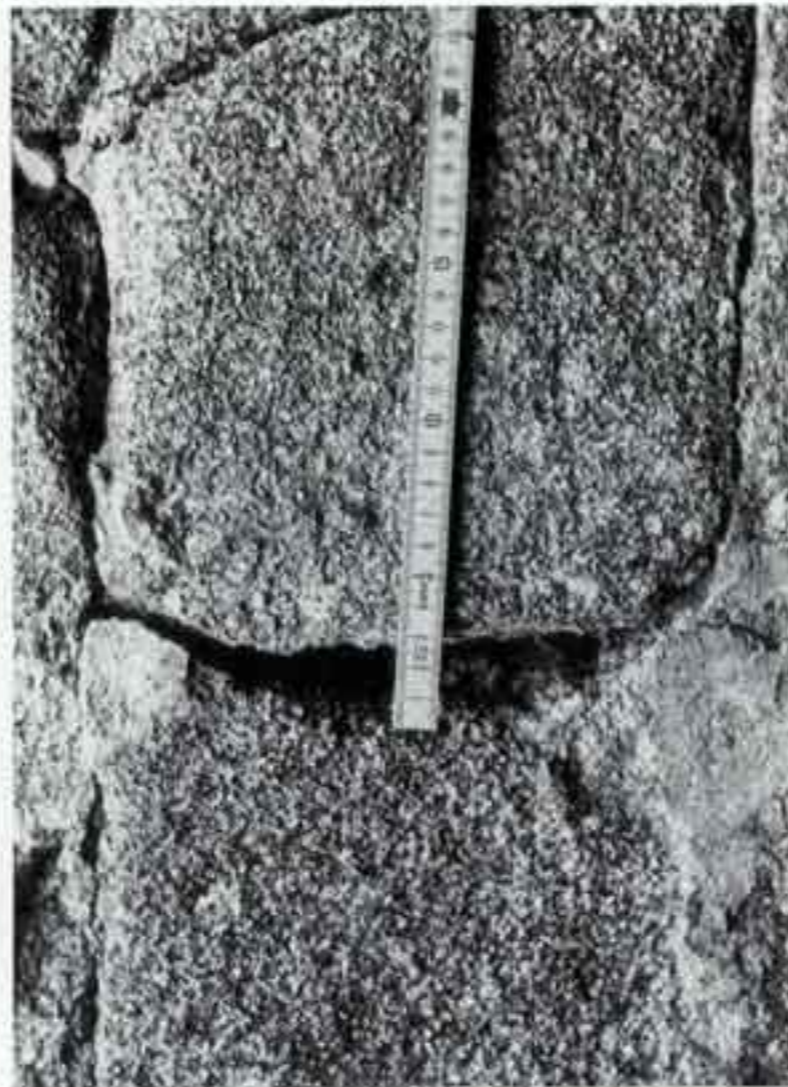
Per il consolidamento del masso di granito sottostante la Torre, consiglieri la sottofondazione della base in corrispondenza della piccola cavernetta presente, che ne indebolisce la stabilità, con conglomerato di cemento RcK=350, armato con acciaio FeB 44 K incrociato a gabbia del diametro  $\varnothing$  16, unitamente alla messa in opera di varie catene in acciaio colleganti le due porzioni principali in cui è





suddiviso. Queste catene dovrebbero essere messe in opera attraverso dei cavedi ottenuti con la trapanazione del masso, mantenendo un'interasse fra i medesimi di circa m. 1,00 in senso circolare. Il tondinello di acciaio dovrebbe avere un diametro intorno al  $\varnothing 20$ . Le piastre terminali di ripartizione, dovrebbero essere alloggiati in cavedi di opportune dimensioni, ricavati per carotaggio; una volta poste in tensione le catene, si potrebbe procedere all'occlusione dei cavedi e quindi delle piastre, tramite la rimessa in pristino delle carote di granito in precedenza asportate, sigillandole con malta di cemento.

Completata l'opera di consolidamento consiglieri la messa in funzione di alcuni estensimetri a cavallo delle lesioni principali del masso e della Torre, per tenere sotto controllo il comportamento del fenomeno fessurativo e valutare quindi il risultato dell'intervento.





## RICOSTRUZIONE DELLA CONFIGURAZIONE ORIGINARIA DEL MONUMENTO

Nel corso dei vari accessi effettuati ho potuto rinvenire alcuni reperti murari (pezzi di malta ed intonaco impermeabile a base di asfalto) che mi suggerirono la presenza di una copertura piana in muratura, formante una terrazza, da cui ovviamente venivano eseguite le operazioni di segnalazione. Provata l'esistenza della copertura in muratura mi dedicai alla ricerca di particolari costruttivi che ne indicassero il tipo e la conformazione.

Non tardai a trovare l'imposta della volta, la cui centina risultò essere a tutto sesto di raggio pari a m. 185 circa (pari a braccia a panno tre), sicuramente realizzata con conci di granito di spessore radiale pari a circa cm. 25/30. Questa deduzione è dovuta alla presenza di una rastremazione interna nella muratura di circa cm. 30/35 e detraendone circa cm. 5 per l'armatura in legno della volta, giustifica lo spessore prima ricordato.

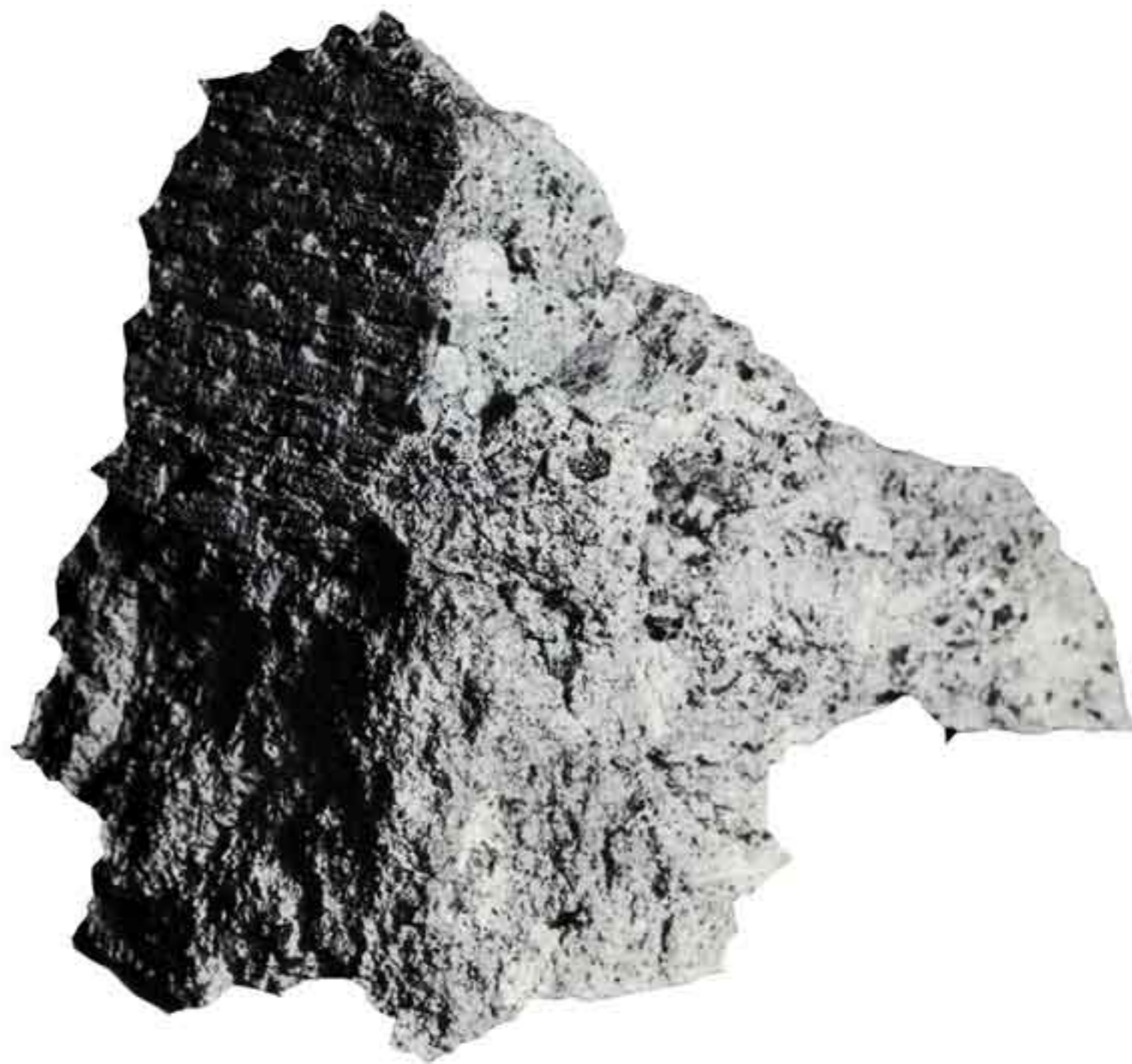
La tipologia della volta è a "botte" con le direttrici di imposta parallele all'asse di mezzeria del monumento passante per la porta di accesso (ancora oggi è perfettamente visibile la risega di appoggio dell'armatura di circa cinque centimetri, che si sviluppa poi lungo le murature ortogonali all'asse prima visto). In conseguenza di ciò è quindi possibile la totale ricostruzione delle strutture originarie, basata su reperti di sicura attendibilità.

La volta era rinfiata con colaticci e sabbia per uno spessore minimo in corrispondenza della chiave di circa dieci/dodici centimetri, proteggeva il rinfiato un rifiorimento in ghiaia granitica a grossa pezzatura, spezzata a spigolo vivo, cementata con malta di calce aerea. su quest'ultimo strato era posta la protezione impermeabile in vernice di materiale bituminoso. Terminava la struttura un salvapiede (parapetto molto basso) di circa trenta/quaranta centimetri di altezza, di spessore di circa quaranta centimetri, che riquadrava il perimetro della terrazza.

La scala di accesso alla terrazza e quindi l'apertura nella volta, si trovava nella porzione di questa alla sinistra della porta d'ingresso (in questa zona e da questo lato non è presente la risega per l'alloggio della armatura).

Graficizzando le soluzioni ipotizzate, si ottiene una configurazione formale in perfetto accordo con gli elementi tecnologici ancora oggi presenti e con la loro posizione e dimensione. Questo convalida senza ombra di dubbio, lo schema di ricostruzione proposto.

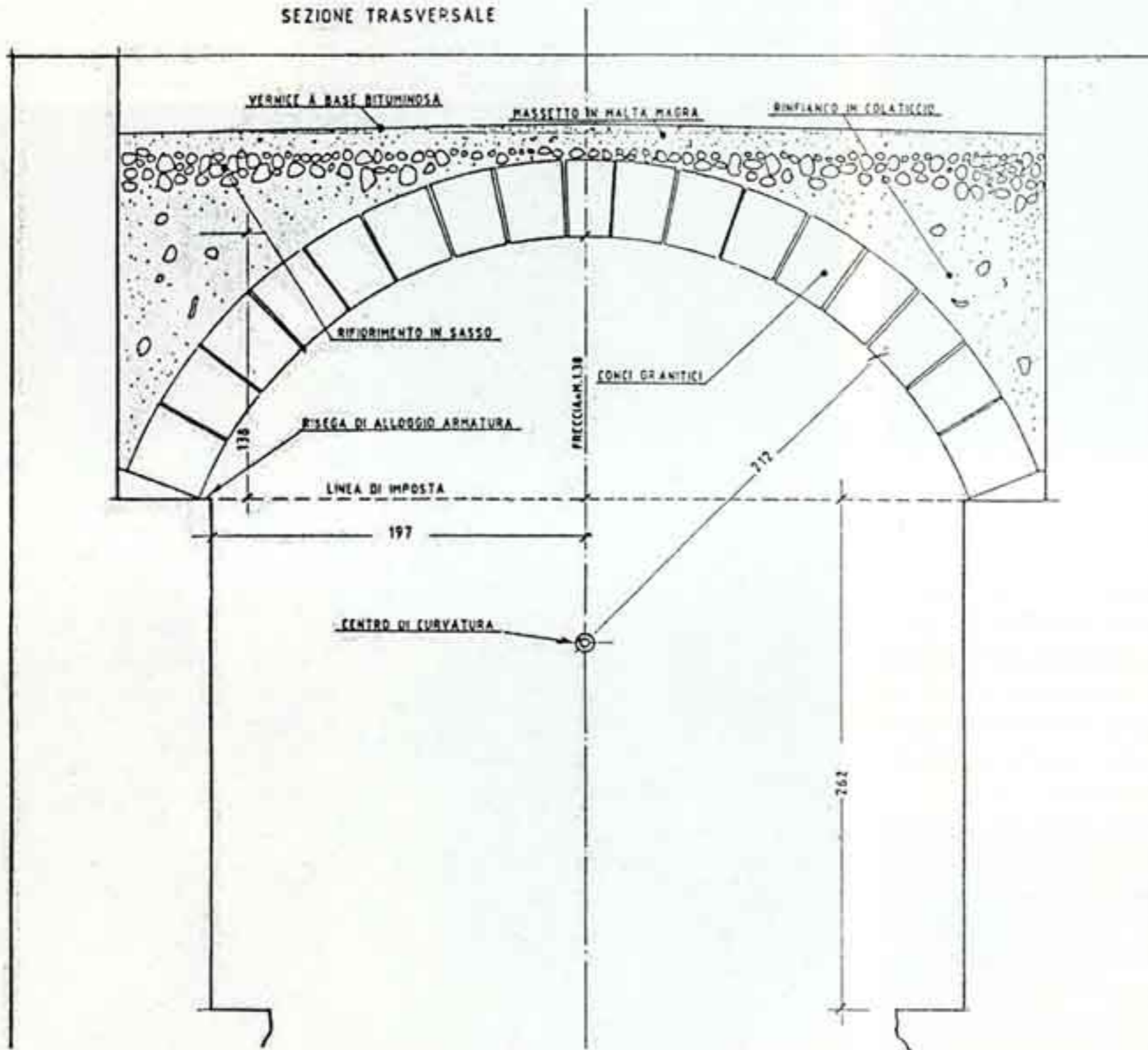
*Pezzo di malta appartenente al masseto del pavimento della terrazza di copertura dal quale è stato possibile risalire al tipo di struttura esistente in sommità. Si noti la vernice a base bituminosa adoperata per l'impermeabilizzazione della stessa terrazza.*



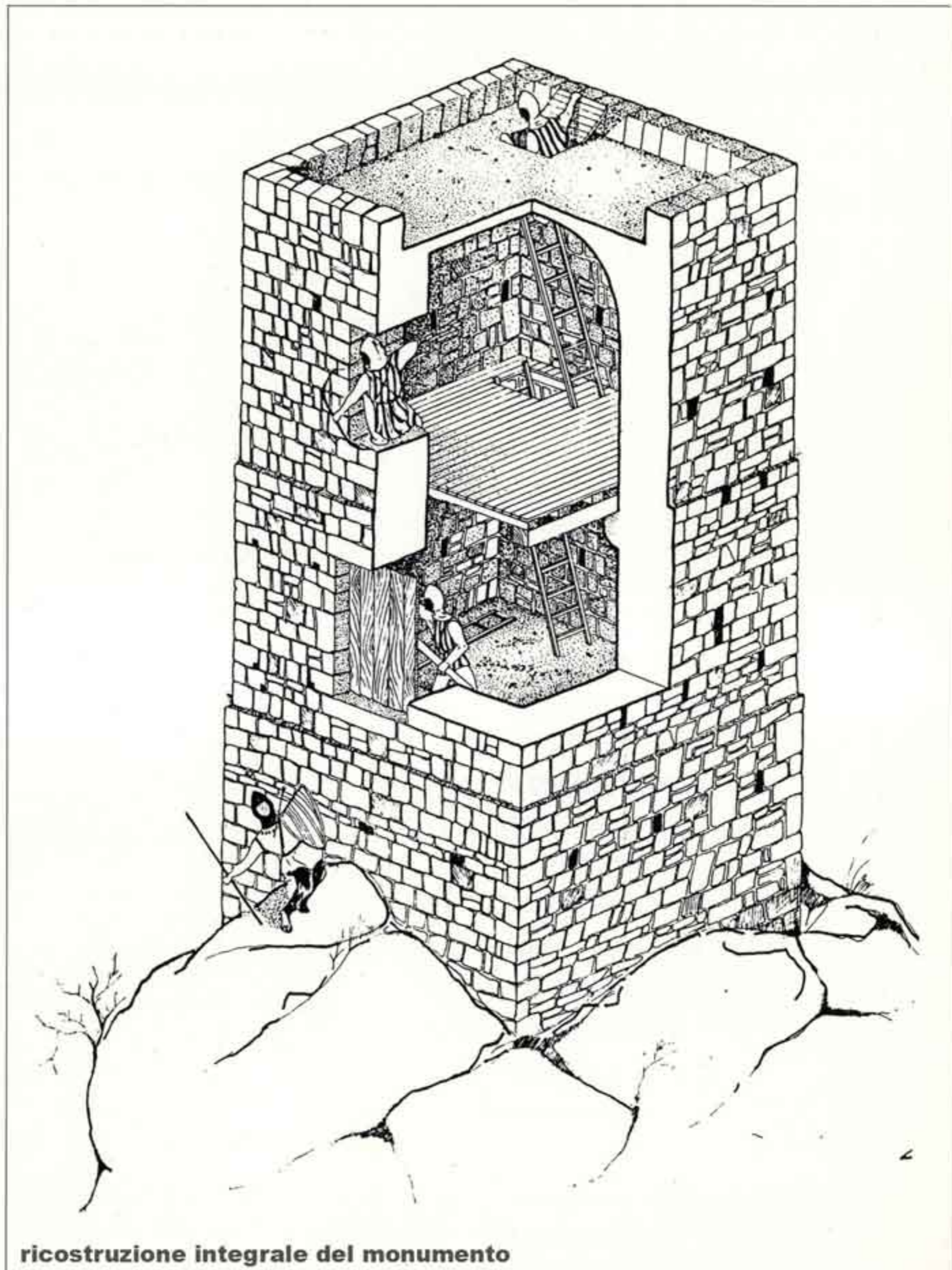


RICOSTRUZIONE ANALITICA DELLA VOLTA  
SCALA : 1:20

SEZIONE TRASVERSALE







**ricostruzione integrale del monumento**



# RILIEVO DELLA TORRE DI SAN GIOVANNI IN COMUNE DI CAMPO NELL'ELBA

Unità di Ricerca  
"TECNOLOGIE STRUTTURALI ANTICHE"

---

Operazioni di campagna:

MASSIMO RICCI

ANGELA MARIA VOLPE

LUCA MAZZETTI

ANDREA SAMPIERI

ENZO CRESTINI

RESTITUZIONE:

MASSIMO RICCI

ANGELA MARIA VOLPE

LUCA MAZZETTI

ANDREA SAMPIERI

MAURIZIO BARTOLINI

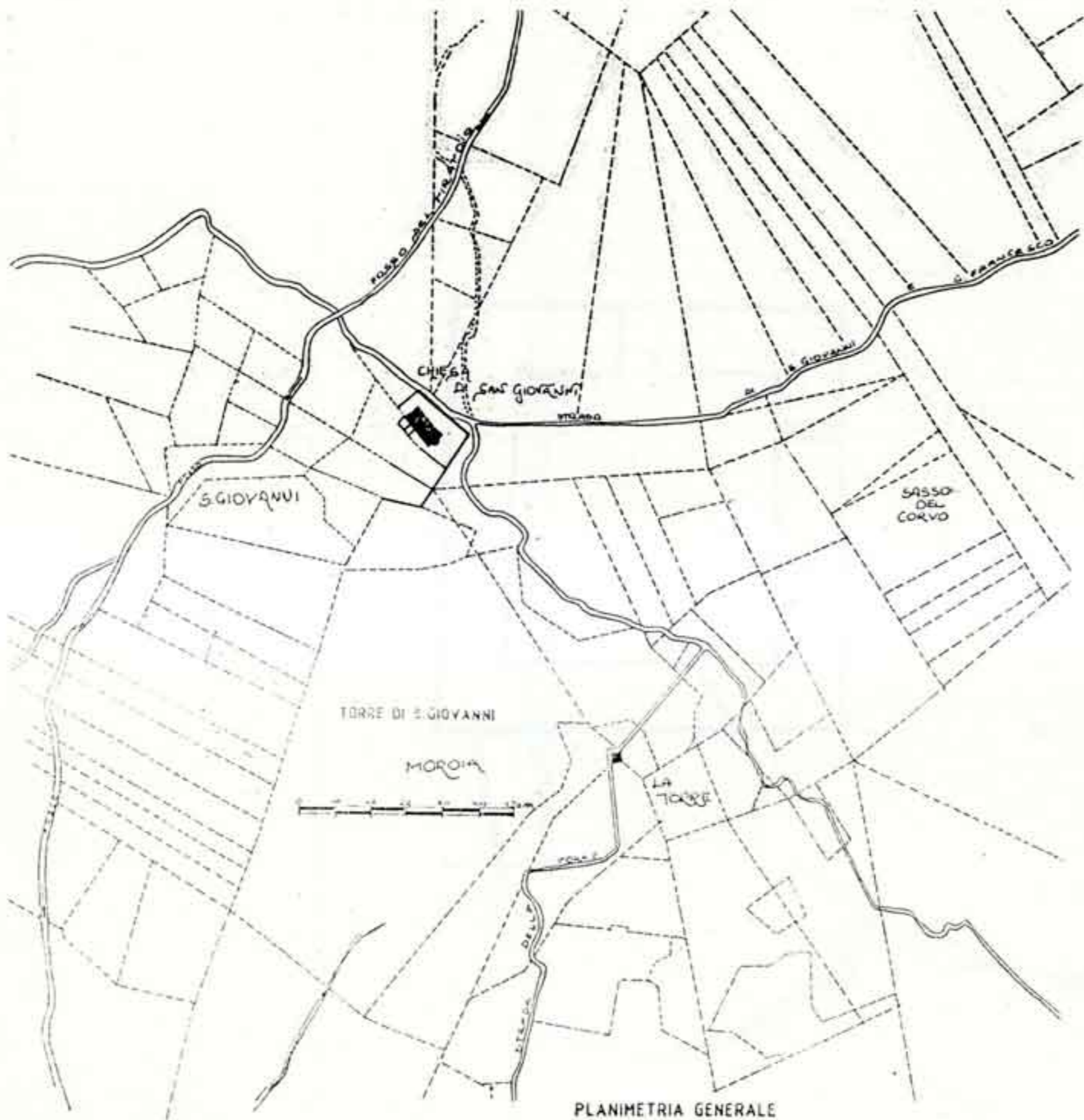
ANTONIO FORTI

Forografie per il rilievo di dettaglio:

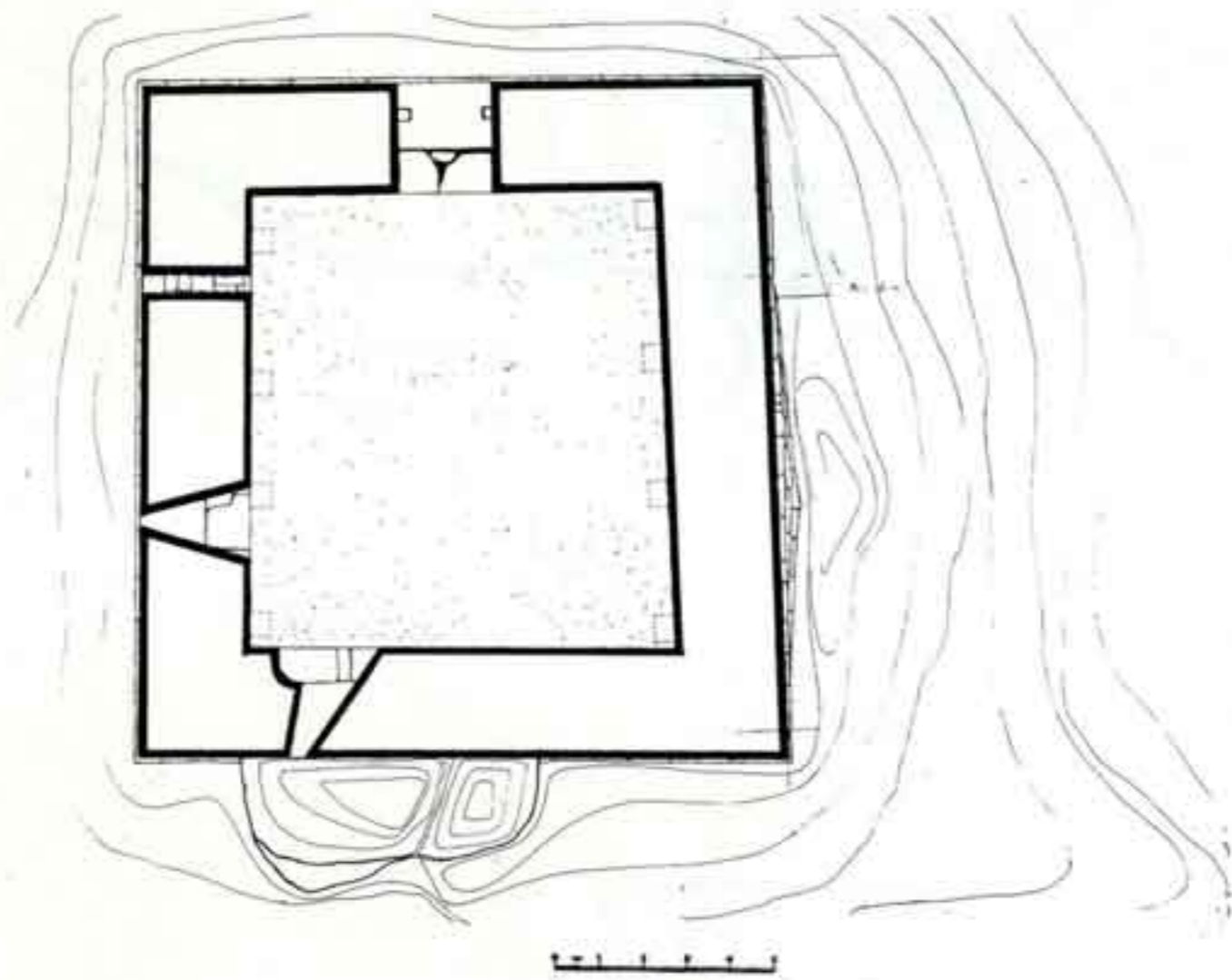
ENZO CRESTINI

---



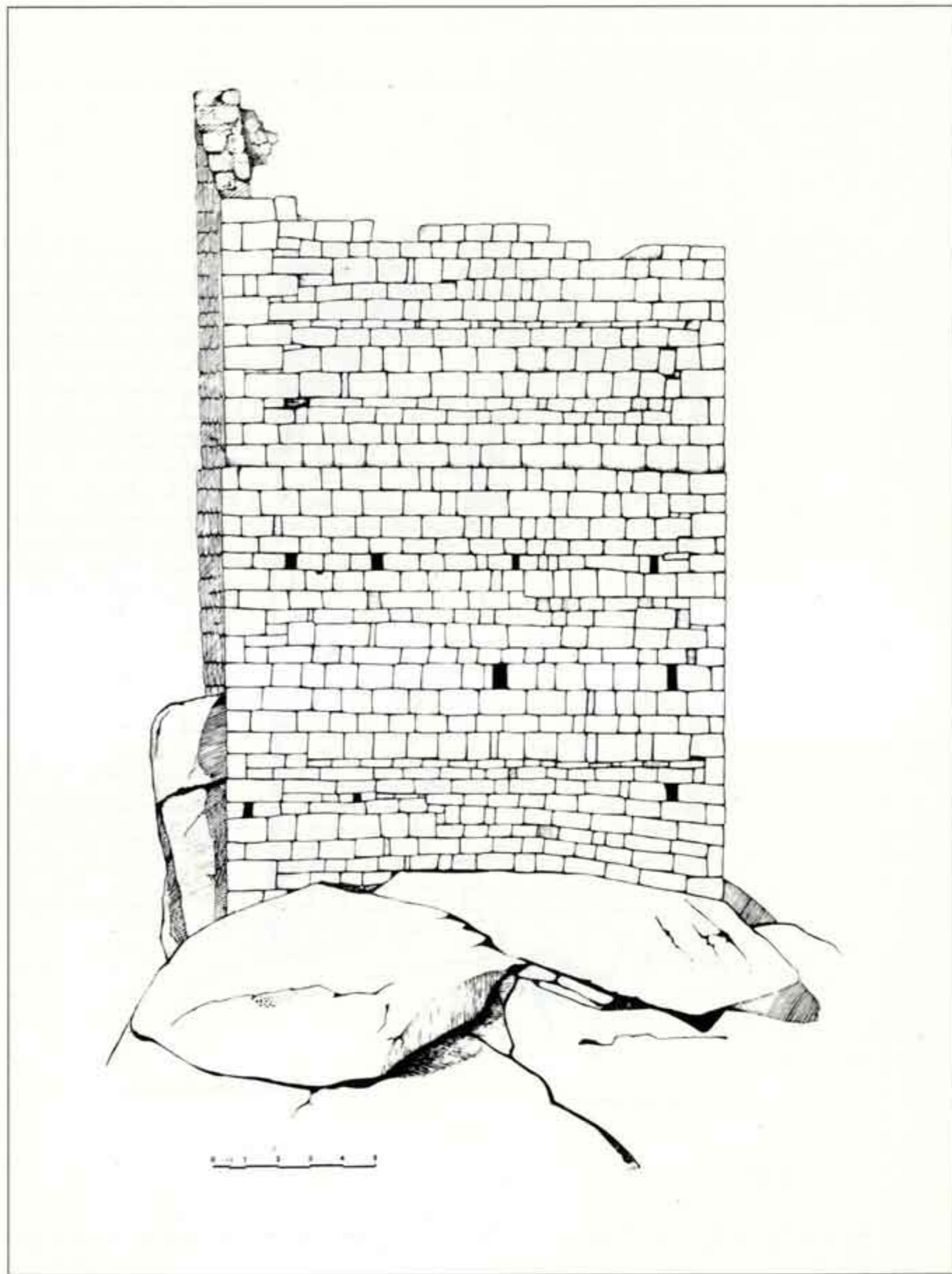






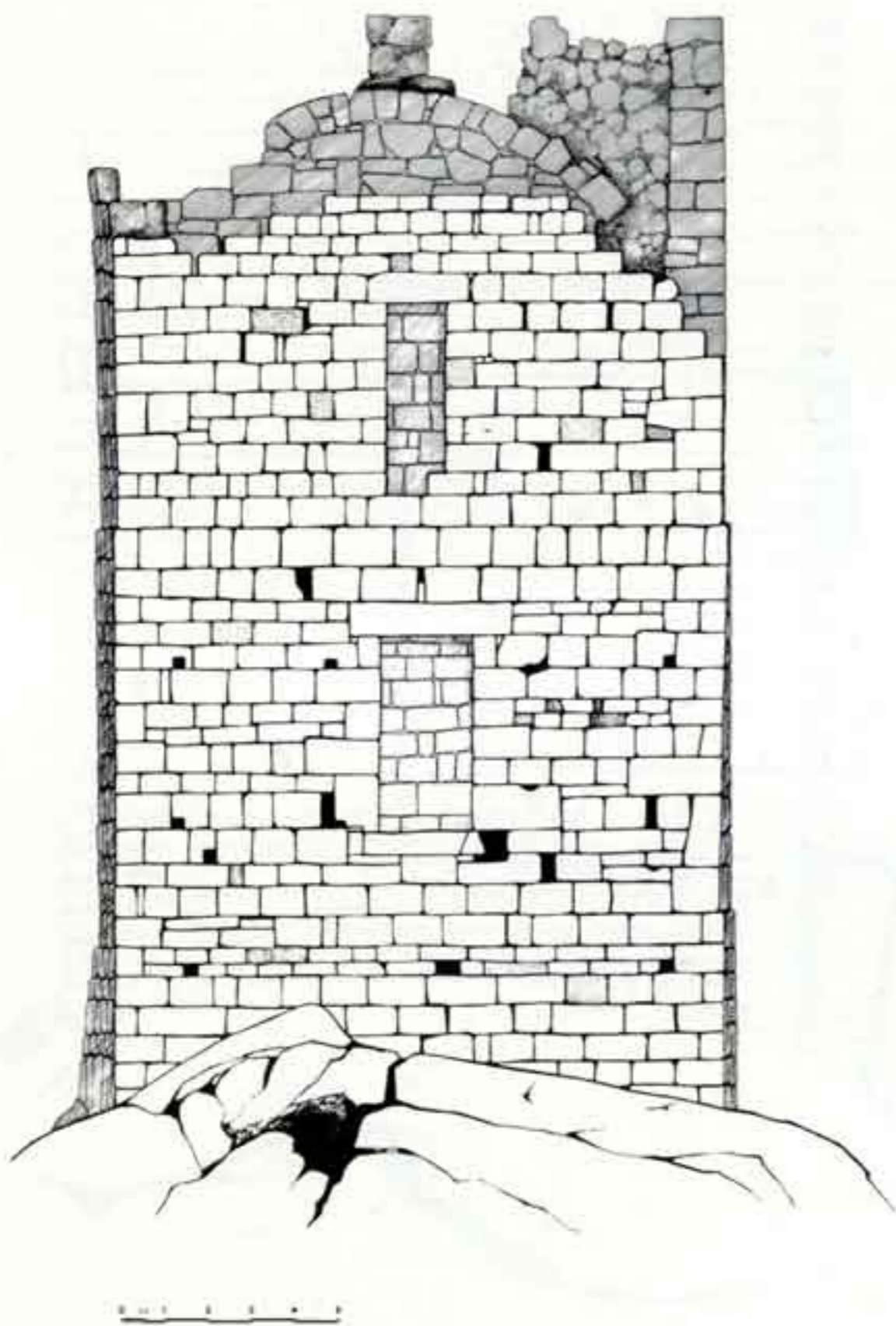
PIANTA 1





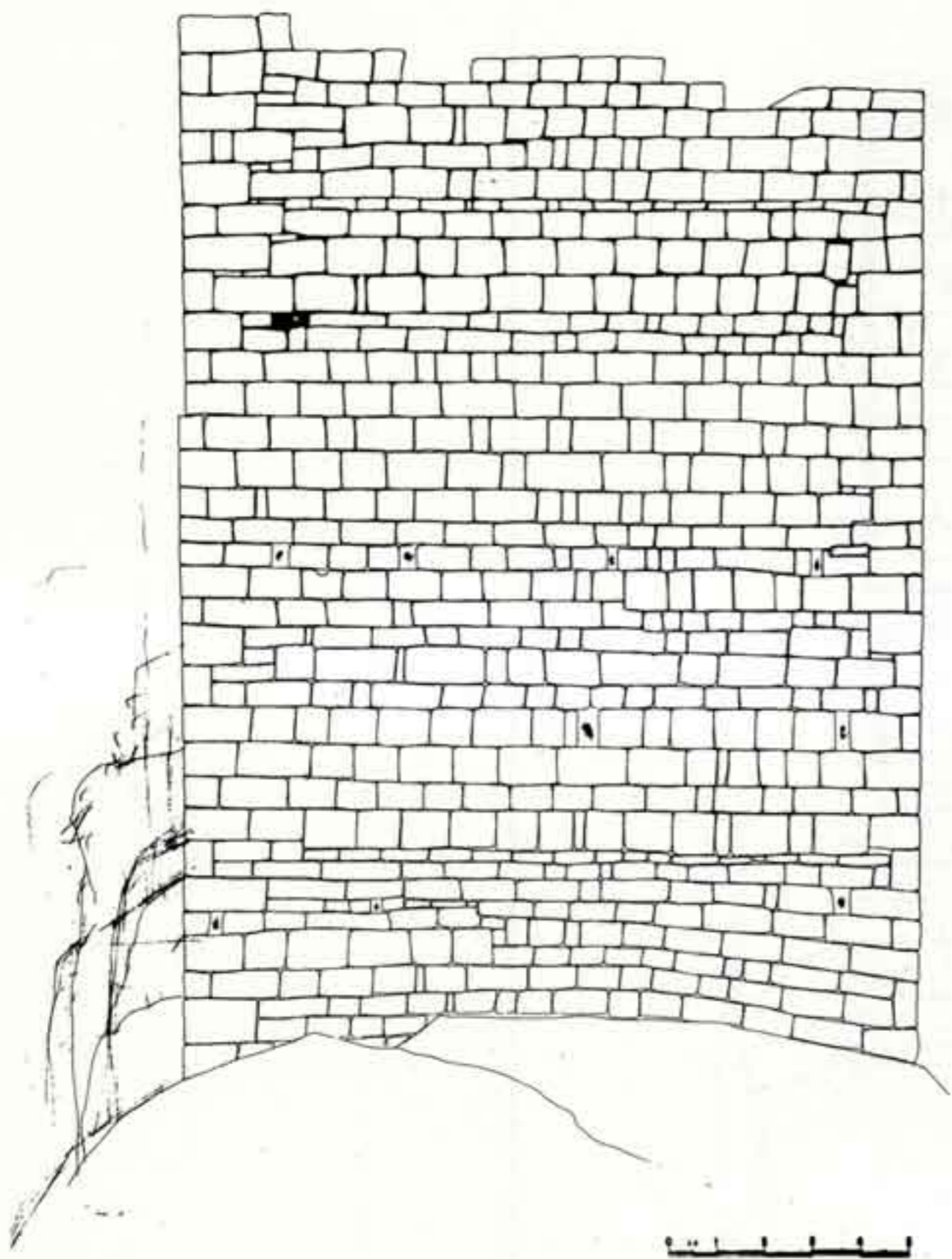
*Prospetto verso mare*





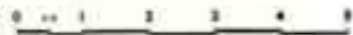
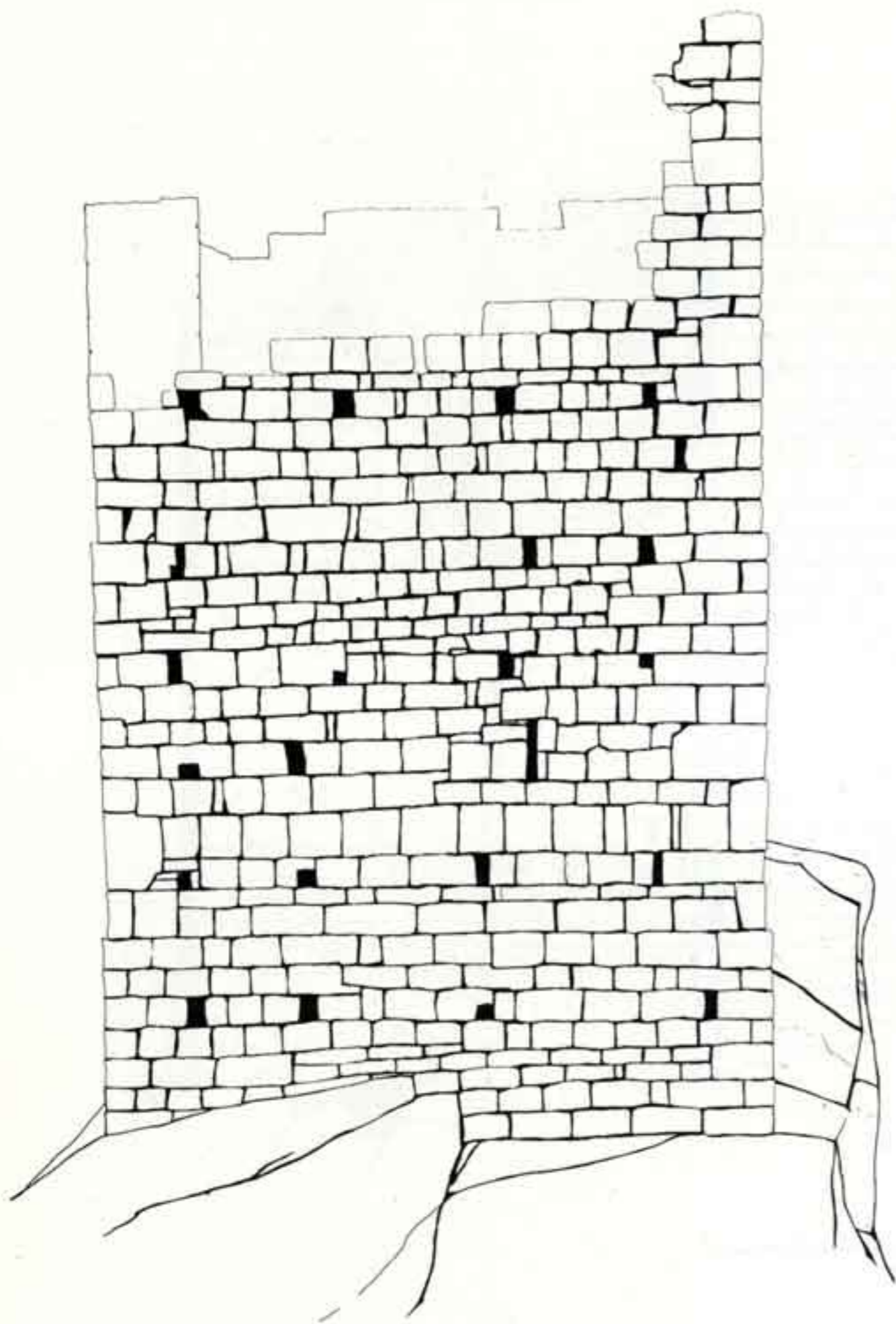
*Prospetto lato strada.*





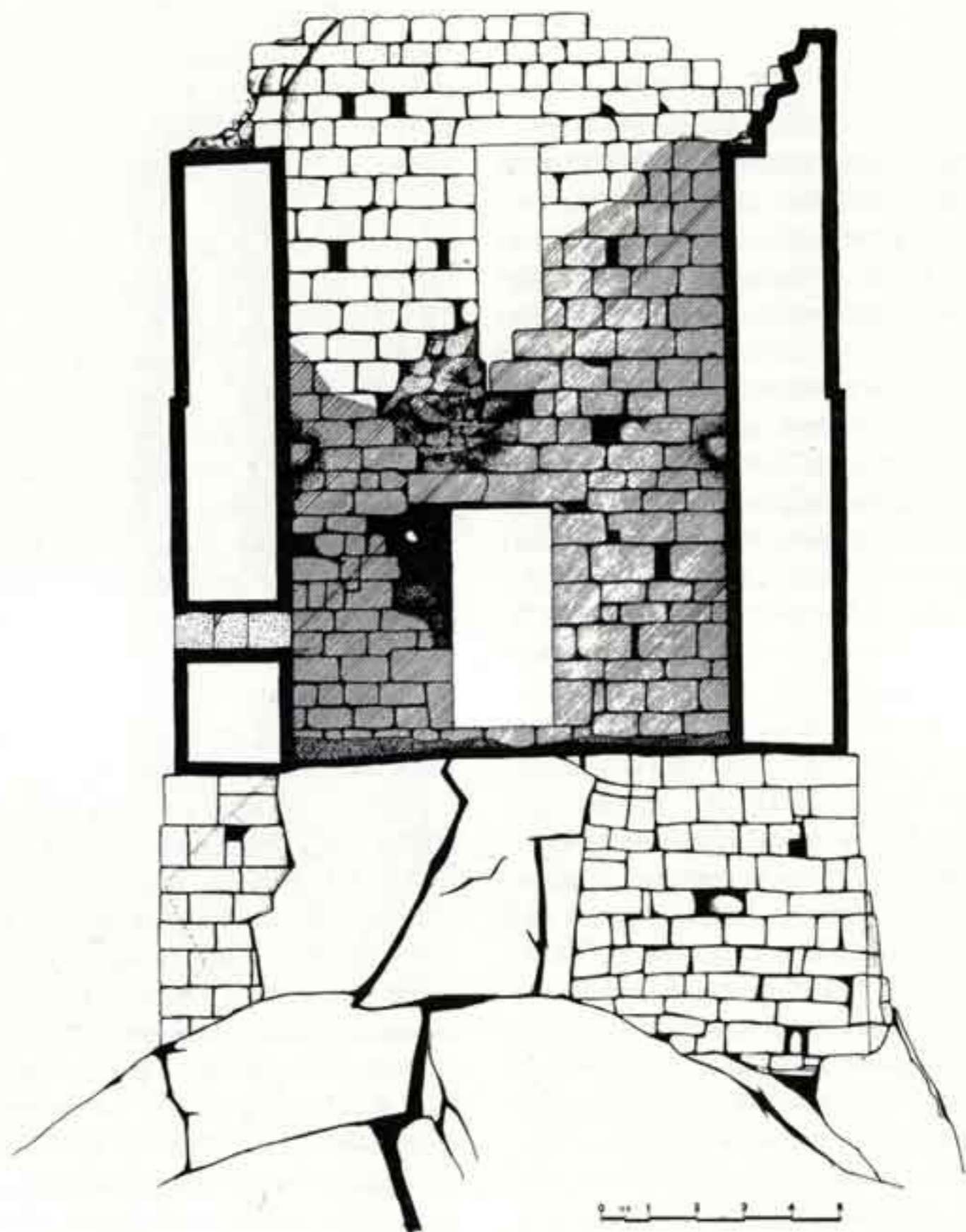
*Prospetto laterale*





*Prospetto laterale*





*Sezione originale*



## AZIONE DEGLI AGENTI ATMOSFERICI SULLE MURATURE

Nella costruzione della torre di S. Piero è stata impiegata la cosiddetta "muratura a sacco", questo tipo di muratura è formato da due pareti parallele in granito, contenenti all'interno del materiale di riempimento costituito in gran parte da terra, sassi e sabbia. L'azione degli agenti atmosferici naturalmente si esplica in varia misura sulle diverse parti del manufatto, è necessario quindi stabilire come si comportano i diversi tipi di materiale quando sono sottoposti all'aggressione dei vari composti chimici presenti sia nell'aria che nell'acqua e come le dilatazioni termiche indotte dall'irraggiamento solare influiscono sulla resistenza meccanica della pietra.

Quasi tutte le rocce se sottoposte a ripetute dilatazioni e contrazioni subiscono una degradazione per "desquamazioni" oppure per "sgretolamento". La desquamazione avviene principalmente nelle rocce semplici e abbastanza omogenee come i calcari o i gessi ed è dovuta alle tensioni che si generano nel materiale per effetto della differenza di temperatura che si viene a creare fra lo strato superiore, direttamente esposto agli sbalzi termici, e gli strati sottostanti. I graniti invece si degradano per "sgretolamento", questo fenomeno è tipico delle rocce composte (graniti, dioriti, arenarie, ecc.) i cui granuli essendo composti di minerali differenti hanno anche coefficienti di dilatazione termica diversi, per cui se sottoposti a variazioni di temperatura tendono a distaccarsi gli uni dagli altri a causa della incongruenza delle loro variazioni di volume. Lo strato superficiale della roccia allora tende a rompersi in piccoli frammenti e questo fen-

meno è tanto più intenso quanto più rapide ed elevate sono le variazioni di temperatura a cui la pietra è esposta.

Un altro fattore molto importante che può influire sull'integrità della pietra è l'azione del gelo, l'acqua può infatti penetrare nelle fessure e negli interstizi della roccia e nei periodi freddi vi può gelare, nel passare allo stato solido essa aumenta considerevolmente di volume generando un'enorme pressione sulle pareti circostanti aumentandone così le dimensioni. È stato calcolato che la pressione espansiva dell'acqua al passaggio dallo stato liquido allo stato solido corrisponde a circa 165 Kg/cm<sup>2</sup>. L'azione del gelo si fa sentire specialmente d'inverno nei climi temperati, dove fra il giorno e la notte si ha un'alternanza di gelo e sgelò, infatti durante il giorno l'acqua si scioglie per l'aumentare della temperatura, e così facendo penetra ancora più in profondità, in seguito con il successivo rigelo notturno la roccia viene lesionata ulteriormente. L'intero processo può ripetersi per diverse notti consecutive e a volte basta un solo inverno particolarmente sfavorevole per rovinare irrimediabilmente una pietra ornamentale posta sulla facciata di un edificio.

L'effetto termico e l'azione del gelo sono due fattori che contribuiscono alla disgregazione fisica del granito, ma non dobbiamo però dimenticare che l'acqua può aggredire anche chimicamente questo tipo di roccia, infatti come sappiamo il granito è formato da diversi minerali, quarzo, feldspati, plagioclasti, miche (biotite e muscovite) e anfiboli più altri minerali accessori presenti in quantità minori. Quasi tutti questi minerali anche se in maniera diversa, possono essere solubilizzati dall'acqua specialmente se in questa vi è la presenza di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), solo il quarzo è praticamente inattaccabile. Nell'idrolisi dei silicati l'acqua si dissocia nei suoi ioni H<sup>+</sup> e OH<sup>-</sup> e il processo chimico che ne segue porta alla formazione di idrossidi di sodio, magnesio, potassio e calcio oltre a quelli di alluminio silicio e ferro, l'anidride carbonica è quasi

sempre presente nell'atmosfera poiché è liberata dalle piante durante il processo di fotosintesi, per questo il processo di idrolisi è notevolmente accelerato. Le precedenti reazioni provocano la disgregazione oltre che del granito anche di molte altre rocce, specialmente se endogene o metamorfiche, per esempio possono essere idrolizzati i componenti nelle dioriti, delle sieniti, porfidi, porfiriti, gneiss, ecc. tutte rocce che a prima vista sembrerebbero molto resistenti alle intemperie. La roccia decomposta diventa friabile e sulla sua superficie si forma una crosta che si sbriciola fra le dita.

Nei luoghi e nelle città marine l'azione dell'umidità è ancora più accentuata, questo perché le gocce d'acqua che compongono l'umidità atmosferica sono spesso ricche di sali marini, e specialmente durante i periodi umidi o nebbiosi, questa umidità penetra nei pori delle pietre e delle malte, quando poi il sole riscalda la muratura i sali presenti in soluzione cristallizzano esercitando pressioni nella tessitura della roccia. Si viene così ad avere un'azione combinata di effetti chimici ed effetti meccanici che portano ad una rapida alterazione le superfici esposte ad una frequente alternanza di umidità e secchezza.

Fino ad adesso abbiamo visto come viene alterato il granito, ma la calce rappresenta in questo tipo di murature il materiale più attaccabile sia per via fisica o meccanica (sbalzi di temperatura, gelo ecc), sia per effetto delle trasformazioni chimiche che il carbonato di calcio può subire e che spesso portano alla gessificazione.

La calce viene usata unitamente ad acqua e a materiale inerte incoerente per formare le "malte" quegli impasti che sono usati nella costruzione di edifici come leganti. La calce si ottiene da rocce fortemente calcaree mediante riscaldamento a 900°, la composizione o la presenza di impurità nelle rocce di partenza porta a tipi di calce diversa, ad esempio un tipo di calce si può ottenere con la cottura della



polvere di marmo.

Per effetto del riscaldamento il carbonato di calcio si dissocia:



L'anidride carbonica viene eliminata e rimane il CaO (ossido di calcio) ovvero la cosiddetta "calce viva" la quale a contatto con l'acqua si trasforma in idrato di calcio (Ca(OH)<sub>2</sub> detto "calce spenta" o "calce idrata", se la calce viva viene lasciata troppo tempo all'aria umida tende a "sfiorire" cosa che poi ne impedisce la regolare estinzione con acqua. La calce spenta può assorbire acqua in quantità pari a circa tre volte il proprio peso, fornendo un impasto che è chiamato "grassello" aggiungendo ancora acqua si ottiene il latte di calce" e poi l'"acqua di calce".

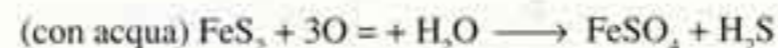
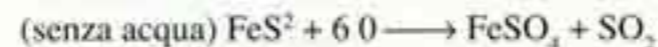
Il grassello viene mescolato con sabbia per formare le malte, la malta esposta all'aria tende a "far presa" ossia tende a solidificare perdendo acqua per evaporazione e riassorbendo anidride carbonica per ripristinare il carbonato di calcio di partenza.



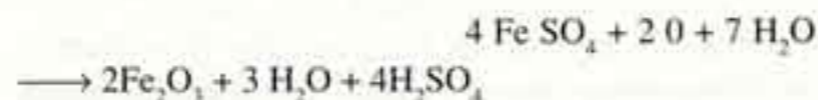
la ricostituzione del CaCO<sub>3</sub> avviene in maniera molto lenta e richiede degli anni. Si usano chiamare calci grasse quelle che si ottengono da calcari più puri, le impurità possono essere rappresentate da silice, allumina, magnesia o ossidi di ferro. Queste calci particolarmente pure fanno presa con maggior lentezza e danno luogo ad un grassello più omogeneo. Le calci magre sono quelle che derivano da calcari impuri soprattutto per la presenza di MgO (ossido di magnesio), esse forniscono un impasto meno ben legato delle calci grasse, un calcare che contiene più del 25% di MgO non si può impiegare per produrre calci. Le dolomie che sono formate da CaCO e MgO danno con la cottura delle buone calci. Se nel calcare è presente dell'argilla in misura superiore al 5-6% essa conferisce alla calce caratteristiche di

idraulicità. Per ottenere delle calci idrauliche si usa infatti un calcare contenente un 5-20% di argilla, oppure si aggiungono al carbonato di calcio delle sostanze idraulizzanti come ad esempio le "pozzolane".

Le calci, a parte quelle idrauliche e quelle contenenti pozzolane, possono essere facilmente dissolte dalle cosiddette "acque aggressive" ovvero quelle acque che contengono particolari sostanze che possono agire chimicamente sul carbonato di calcio; la trasformazione delle calci in gesso avviene tramite una reazione chimica che richiede la presenza dello ione SO<sub>4</sub> che viene fornito generalmente dall'acido solforico, il quale è presente nell'atmosfera a causa dell'inquinamento prodotto dalla combustione di idrocarburi (motori a scoppio, riscaldamento domestico, impianti industriali), a questo processo chimico va attribuito gran parte del degrado di molti monumenti posti nei centri urbani o in vicinanza di essi. La presenza di acido solforico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) non è dovuta solo all'inquinamento atmosferico ma questo acido si può formare spontaneamente in natura dalla decomposizione di alcuni minerali ferrosi e soprattutto dei solfuri (ad es. la pirite); minerali che si trovano in abbondanza nel materiale di riempimento della muratura a sacco della torre di S. Giovanni. La decomposizione si può avere sia in assenza che in presenza di acqua, naturalmente in presenza di acqua il processo è notevolmente più veloce.

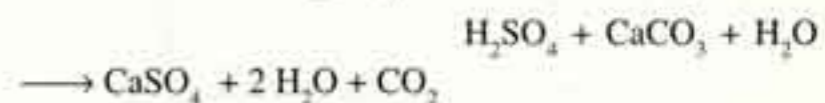


successivamente dall'Fe SO<sub>4</sub> si ottiene l'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>



L'alterazione dei minerali ferrosi presenti in alcune rocce può dar luogo alla formazione di macchie rossastre che talvolta si vedono sulle lastre di pietra usate come rivestimento ester-

no degli edifici, nei calcari invece l'azione dei solfuri di ferro causa la gessificazione locale della roccia o della calce, in conseguenza della reazione che l'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ha con il CaCO<sub>3</sub>



Il gesso (CaSO<sub>4</sub> · 2 H<sub>2</sub>O) durante il processo di cristallizzazione aumenta di volume allargando i pori e le fessure delle malte ed esercitando così un'energica azione meccanica, in seguito i cristalli gessosi vengono asportati dalle acque meteoriche, poiché questi presentano una solubilità in acqua, il processo può così iniziare di nuovo.

In realtà le rocce completamente solubili, come il salgemma, sono pochissime, il gesso però pur non essendo completamente solubile, presenta un certo grado di solubilità e con il tempo i suoi cristalli possono essere sciolti completamente; la solubilità del gesso a temperatura ordinaria è di 2,5 gr. per mille che come si vede è molto elevata anche rispetto a quella della calce (0,93 per mille) anch'essa di per sé è già abbastanza alta.



ANDREA SAMPIERI

## FORMAZIONE E COMPOSIZIONE DEL GRANITO

Nel presente articolo tratteremo, seppure in termini generali, della formazione e composizione chimica del granito integrata da quella delle specie minerali presenti e delle loro quantità relative congiuntamente alla costituzione litologica dell'Isola Elba nella sua parte ad ovest con una particolare attenzione alla zona dove si trova la torre di San Giovanni. È facile intuire come gli antichi sfruttassero in maniera totale e forse più razionale di noi le risorse offerte dal luogo dove essi risiedevano, il motivo principale era di ordine economico, la cava ed ancora di più il trasporto del materiale con i mezzi di allora incideva pesantemente sul costo di costruzione, dobbiamo poi considerare la quantità e la qualità della pietra a disposizione in luce. Infatti la composizione litologica della parte ovest dell'isola è quasi totalmente granodioritica quindi la scarsità di pietra da taglio o di altro tipo costringeva all'uso del granito come pietra da costruzione. Abbiamo accennato come il monte Capanne sia costituito in maniera pressoché totale di granodiorite, il suo insieme si chiama plutone granodioritico; le rocce costituenti i plutoni, cioè le plutoniti, sono, assieme alle vulcaniti ed alle rocce filoniane, categorie di rocce "lignee" ovvero provenienti dalla consolidazione di magmi di varia composizione ma tutti costituiti essenzialmente da una fase liquida ad alto contenuto di silice. (fase liquida silicatica)

Queste categorie si differenziano oltre che per il maggiore o minore contenuto di silice, anche per il tipo di giacitura ovvero il luogo dove il magma si solidifica. Vi sono diversi tipi di giacitura. La prima si chiama "giacitura diffusa" e si è formata a grande profondità entro

serbatoi naturali in seguito al raffreddamento del magma, questo "ammasso" può in seguito rendersi visibile a causa dello smantellamento della copertura causato principalmente dagli agenti atmosferici e da movimenti della crosta terrestre. La reale consistenza delle giaciture sarà però difficilmente valutabile data l'impossibilità di rilevarne l'estensione sotterranea.

Un secondo tipo di giacitura, ed è il caso del monte Capanne, è costituita da un plutone "circoscritto". Il plutone circoscritto si può considerare come una colonna che nella ascesa, (ascesa che è dovuta alla minore densità delle rocce da esso attraversate) allo stato fluido delle cavità sotterranee dove era raccolto si è intruso fra le rocce sovrastanti (meccanismo diapirico). Questo tipo di plutone è seguito da un numero di differenziate piccole appendici del plutone principale (vedi disegno n. 1) maggiore che per i graniti diffusi, questo è indice di una maggiore fluidità che rivela la presenza di agenti mineralizzatori che contribuiscono quindi ad una più facile ascesa del materiale liquido.

Il limite dell'affioramento può essere più o meno netto e questo perché le rocce che si sono trovate a contatto con la massa plutonica possono essersi, in maniera diversa, compenetrare in essa, questa, possiamo chiamarla assimilazione e "digestione" avviene allorché il materiale allo stato liquido del plutone va a toccare rocce di diversa composizione che vengono a loro volta totalmente o parzialmente fuse formando così il confine della giacitura, confine caratterizzato quindi da materiale lapideo che avendo subito un ulteriore riscaldamento o fusione ha cambiato struttura e viene in seguito a questo processo, chiamato "metamorfo" (vedi fig. n. 2)

La determinazione di età assoluta, in rapporto alla giacitura, mostra come le plutoniti acide (maggiore contenuto di silice) si formano quando avvengono corrugamenti di catene montuose e nelle fasi finali si formano, ed il caso del massiccio granodioritico del monte

Capanne, i plutoni diapirici.

Il plutone acido che ci riguarda è di età alpina, l'età alpina è caratterizzata dal fenomeno di orogenesi iniziato nel Giurassico inferiore, 190 milioni di anni fa, e che raggiunse la massima intensità nel terziario, 65 milioni di anni fa, dando luogo alla formazione di un insieme di catene montuose come ad esempio l'omonimo sistema alpino.

Affioramenti di plutoni di età comune a quello del monte Capanne, sono presenti a Gavorrano, Campiglia Marittima, Isola del Giglio (vedi fig. n.3).

Dopo avere accennato alla formazione dei plutoni, passiamo ad analizzare più da vicino il tipo di roccia che più ci interessa: il granito. In generale ogni roccia è formata da un numero limitato di specie minerali, in particolare se si tratta di minerali presenti in quantità rilevanti, ovvero quelli che con la loro presenza caratterizzano la "famiglia" a cui la roccia appartiene e che si chiamano "essenziali", mentre ve ne sono altri presenti in quantità minori che si chiamano "accessori" e che sono utilizzati per definire la varietà e precisarne la posizione nella "famiglia".

Come primo criterio per la distinzione delle rocce, possiamo assumere quello dell'origine: rocce ignee, rocce sedimentarie, rocce metamorfiche. Gli elementi che compongono le rocce di queste tre grandi categorie, possono dividersi e ricombinarsi fornendone altre di categoria diversa, se un granito che è di origine magmatica per azione degli agenti atmosferici si altera, i minerali originari si trasformano in altri che solitamente vengono trasportati nei mari dove, con il loro deposito, formano rocce sedimentarie che possono, in seguito ad alterazioni di pressione e/o di temperatura, diventare rocce metamorfiche o tornare ad essere rocce magmatiche.

Ad una prima osservazione ad occhio nudo in un granito notiamo principalmente tre colori: un colore bianco opaco e rosso che indica presenza di feldspati, un colore bruno che



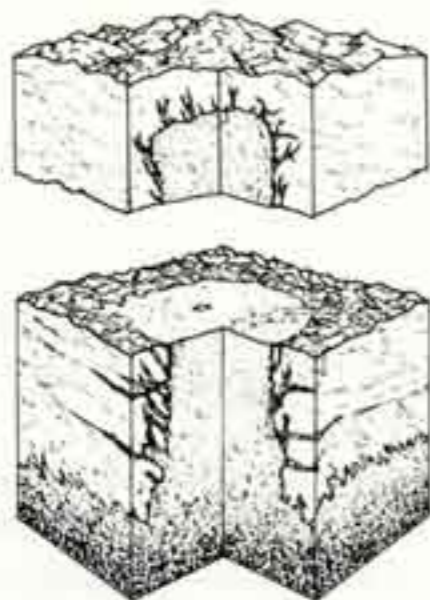


Fig. 1 Plutone granitico, la parte superiore rappresenta la ricostruzione teorica di ciò che è stato asportato dai fenomeni erosivi, la parte inferiore consiste nella sezione ipotetica del plutone, si notino i filoni e l'ammasso di granito diffuso dove la colonna diapirica prende origine (disegno tratto da "La Terra" di L. Trevisan, E. Tongiorgi).

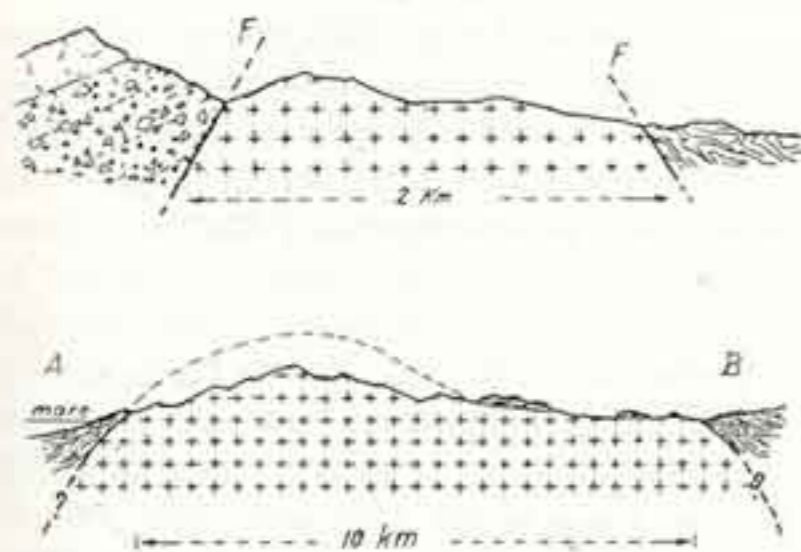
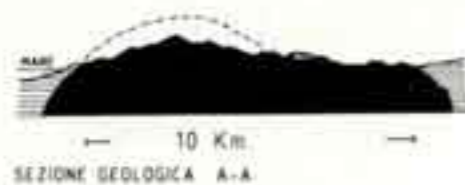


Fig. 2 Parte occidentale dell'isola d'Elba caratterizzata dal plutone granodioritico del Monte Capanne, la parte rigata rappresenta un tipo di rocce diverso dall'"ammasso" principale dette "metamorfiche". In basso sezione ipotetica della parte ovest della isola. (disegno tratto da "La Terra" di L. Trevisan, E. Tongiorgi).



Fig. 3 In nero sono rappresentati i plutoni acidi di età alpina della Toscana e dell'arcipelago toscano: 1) Elba occidentale, 2) Elba orientale, 3) Campiglia Marittima, 4) Gavorrano, 5) Isola di Montecristo, 6) Isola del Giglio.

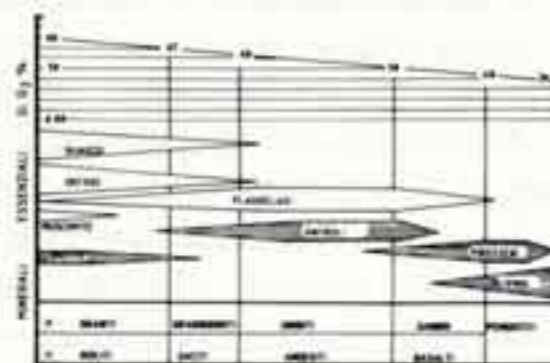


Fig. 4 Diagramma delle rocce magmatiche di stirpe alcali calcica. Ogni tratto laterale indica il 10% della composizione totale. In basso si leggono i nomi delle rocce comprese entro i limiti di composizione espressi dal diagramma. P. plutoniti V. vulcaniti (disegno tratto da "La terra" di L. Trevisan, E. Tongiorgi).

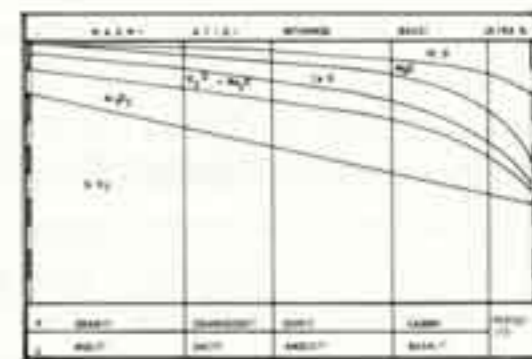


Fig. 5 Minerali essenziali delle principali rocce della stirpe alcali-calcica, ordinate secondo il percento in SiO<sub>2</sub> (disegno tratto da "La Terra" di L. Trevisan, E. Tongiorgi).



identifica la biotite ed infine il quarzo che è trasparente, la tonalità generale risulterà essere chiara punteggiata di scuro e questo perché nel granito la biotite è in quantità subordinata rispetto agli altri minerali componenti la roccia stessa. Passiamo, in seguito a quanto precedentemente detto, a fare una prima distinzione. I minerali in cui predomina la silice o l'alluminio si chiamano "sialici" (colore chiaro o trasparente) mentre quelli in cui predominano il ferro e il magnesio prendono il nome di "femici" (colore da verde a bruno a nero) alcuni di questi, i più numerosi, sono: l'olivina, i pirosseni, gli anfiboli, la biotite ecc.

Dopo questa valutazione ad "occhio nudo" l'analisi chimica ci aiuterà ad ordinare le rocce ignee secondo il loro contenuto di  $\text{SiO}_2$  applicando il criterio chimico di classificazione chiamando acide le rocce più ricche di silice e basiche (ed ultrabasiche) le più povere. Clark e Washington, analizzando la composizione media delle rocce ignee, hanno ottenuto i seguenti dati:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$  59.14 15.34 3.08 3.80 3.49 5.08 3.84 3.13 1.15 1.05. Questi dati dimostrano quanto sia limitato il numero di elementi che entrano nella composizione dei materiali ignei, è facile, adesso, intuire come la quantità delle specie minerali essenziali è molto limitata: il 99% del volume di ogni roccia ignea è costituita da:

- minerali della silice  
(essenzialmente quarzo)
- feldspati e feldspatoidi
- anfiboli, pirosseni e olivina  
miche
- apatite e magnetite in quantità  
accessorie

Focalizzando la nostra attenzione sul granito notiamo come tutti i minerali si siano cristallizzati con dimensioni visibili e questo perché il magma raffreddandosi molto lentamente ha fatto sì che i cristalli si formassero attorno a pochi centri di cristallizzazione, raggiungendo

così dimensioni visibili anche ad occhio nudo. Il motivo della lentezza del raffreddamento del magma è da ricercare nella profondità dove avviene questo processo come precedentemente accennato.

Riepilogando: una roccia, oltre alla composizione chimica, per essere classificata necessita della definizione della composizione mineralogica e della struttura. Considerando il tenore decrescente di silice, andiamo a disegnare un diagramma di questo tipo (vedi fig. n. 4) con segnalate le presenze in percentuale dell'allumina, degli alcali, del calcio, del magnesio e del ferro.

Nello schema seguente prendiamo come riferimento la composizione mineralogica considerando, sempre in ordine decrescente, da sinistra a destra il contenuto di silice (vedi fig. n. 5).

Dopo aver osservato i diagrammi precedenti, è necessario soffermarsi sulla differenza che passa tra granito e granodiorite, nella letteratura, generalmente si accomunano i due termini in quello più breve e più conosciuto di, appunto, granito, la composizione minerale e chimica tra i due è la medesima, ciò che varia sono le proporzioni dei componenti presenti. Scorrendo i vari diagrammi, notiamo come siano diverse, seppure in maniera leggera, i contenuti di  $\text{SiO}_2$  di  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}_3$ , nel granito vi è una percentuale maggiore di  $\text{SiO}_2$ , mentre nella granodiorite di cui è formato il monte Capanne, la percentuale di  $\text{SiO}_2$  è minore ma è maggiore sempre in percentuale, la presenza degli altri componenti chimici. Variando la composizione chimica, variano anche i minerali essenziali presenti nelle rocce, sempre parlando del granito e della granodiorite, vediamo che cambiano le quantità di quarzo, ortose, biotite, plagioclasti, in maniera maggiore nel caso delle prime tre nel granito, ovvero: maggiore contenuto nel granito di quarzo, ortose, biotite, minore di plagioclasti, mentre per la granodiorite maggiore contenuto di plagioclasti e minore di quarzo, ortose, biotite.

#### BIBLIOGRAFIA:

Trevisa Livio, Tongiorgi Ezio "La Terra", Ardito Desio "Geologia applicata all'ingegneria".



MASSIMO RICCI E ANGELA MARIA VOLPI

### CENNI SULLA LAVORAZIONE DELLE PIETRE E DEGLI ARNESI UTILIZZATI

Le cave di pietra sono allo scoperto o sotterranee. Il metodo più antico di escavazione sembra essere quello detto della puntata, lo si esegue con l'ausilio di cunei. I cunei possono essere di ferro, per i graniti, o di legno durissimo, per le altre pietre. Il legno quasi sempre usato è faggio ben secco e tagliato con le fibre perpendicolari alla lunghezza del pezzo. Tale metodo sembra essere usato fin dagli egizi. Viollet-le-Duc, riporta: nel Medio Evo l'estrazione delle pietre concie, molto lunghe ed esili, usate nella decorazione gotica, si faceva, praticando dei solchi o dei fori introno ai pezzi, nei quali si introducevano dei cunei di legno molto secco, dopo venivano bagnati, e gonfiandosi, producevano il distacco del pezzo.

Altro metodo meno usato era quello di lavorare con il piccone e con le leve. Una volta staccato il pezzo dalla cava lo si lavora.

La lavorazione della pietra si divide in due fasi: lo sbizzo e il compimento.

Lo sbizzo si divide a sua volta in varie operazioni: spaccatura, accapezzatura, scantonatura o smusso, intaccatura, incavatura e straforo.

*La spaccatura* è un lavoro occasionale o eccezionale. Tale lavoro è agevole per le pietre più morbide, facendosi mediante i solchi. Per le pietre più dure, graniti, si eseguono una serie di fori lungo una linea per la quale si vuol generare la spaccatura, nei fori si battono dei cunei fino a quando non si determina la rottura.

Con *la accapezzatura* si rendono le pietre più regolari. Per esempio, con lo spianare meglio le facce, renderne vivi gli spigoli, si ottengono dei conci quadrati che si impiegano nei muri

diritti.

*La scantonatura* è un'operazione che serve a smussare gli spigoli delle pietre grezze. Questo lavoro si esegue con la sabbia, serve per i conci delle volte che hanno la forma di cuneo e per le pietre conce dei muri di scarpa o per i fusti dei pilastri a pianta ottagonale ecc..

*La Intaccatura* è uno sbizzo che serve a numerosi lavori. Consiste nel togliere del materiale lungo uno spigolo in modo da farci due facce che comprendano un angolo rientrante oppure per ricavarne molte facce più o meno estese, piane o curvate.

Si ricorre all'intaccatura per realizzare pilastri con "battenti", telai di pietra per chiusini, bugne o bozze, capitelli, vasi, colonnine, balaustre ecc. La si esegue con la sabbia grossa.

*La incavatura* è uno sbizzo che consiste nel praticare un incavo, sostituendo ad una faccia piana una faccia curva rientrante.

*Lo straforo* consiste nello sbizzo con il quale si praticano nelle pietre degli incavi molto profondi che passano da parte a parte. Si realizzano opere decorative come ballatoi, rosoni, parapetti delle finestre ecc..

### LAVORI DI COMPIMENTO

Una volta che sia stata definita la forma grossolana di un manufatto, le lavorazioni dette di "compimento", consistono nella asportazione di piccoli strati di materiale a superficie uniforme. Questa lavorazione si estende a tutte le facce che rimangono "in vista". Per quelle che invece rimangono interne al manufatto, ci si limita ad una grossolana regolarizzazione dei piani di contorno. In casi particolari come rocchi di colonne o pietre che si devono incastrare perfettamente, la lavorazione si estende anche alle facce interne, ma limitatamente alla rifinitura di queste con la sabbia fine.

In tutti gli altri casi, i lavori di "compimento", si dividono e si succedono con la seguente sequenza:

- a) Gradinatura;
- b) lavoro di martellina grossa;
- c) Lavoro di martellina fine;
- d) Scalpellatura stretta;
- e) Scalpellatura estesa;
- f) Lavoro di rotatura o meglio di rifinitura.

La GRADINATURA è la lavorazione delle superfici tramite uno scalpello che ha la punta di lavoro formata da denti o tacche. Serve a spianare le irregolarità della superficie senza intaccare in profondità il materiale. Questo tipo di lavoro prende il nome dallo stesso strumento con cui si esegue: la GRADINA. Lavoro di MARTELLINA GROSSA e FINE. Questo lavoro si esegue quando le superfici necessitano di un alto grado di regolarità e levigatezza. Per esempio, si esegue in tutti quei casi in cui le facce di combaciamento devono avere un alto grado di contatto e non devono quindi presentare alcuna irregolarità, come negli incastri di rocchi di colonne o giunzioni di architravi con i piedritti o nella realizzazione delle facce laterali dei conci di un qualsiasi arco o volta. Si esegue prima il lavoro di martellina GROSSA e poi quello di martellina FINE. Col primo si sgrossano le superfici e col secondo gli si conferisce la necessaria levigatezza.

La martellina, percuotendo uniformemente le asperità delle superfici, con una cadenza costante, finisce per "macernare" le asperità, sgretolando in piccoli pezzi tutte le eventuali protuberanze lasciate dalle precedenti lavorazioni. Il lavoro di martellina FINE si dice anche "pelle piana". Quello di martellina GROSSA, "pelle arricciata".

Lavoro di scalpellatura STRETTA. Questo tipo di lavorazione è fra le più difficili da realizzarsi. Viene eseguita da operatori molto esperti, con l'aiuto di particolari scalpelli che cambiano forma e dimensione e tipo di punta a seconda del pezzo da lavorare e del tipo di pietra. Si esegue per particolari punti di un



manufatto, ove "non si entra" con altro tipo di strumenti. Si chiama infatti STRETTA poiché è eseguita in punti di particolare difficoltà operativa, come negli angoli di cornici dal lato interno, o cavità in genere, ove è impossibile operare con altri tipi di lavorazione. La difficoltà consiste nel fatto che con uno scalpello generalmente a punta incidente, si devono eseguire lavori di spianatura di superfici dure che generalmente si eseguono con punte piatte o le martelline. La bravura dell'artigianato che esegue questo lavoro deve permettergli di portare al grado estremo di rifinitura un particolare punto di un manufatto, che non può essere ARRUOTATO (levigato con pietra). Per particolari superfici, generalmente INCAVATE rispetto al piano principale, si esegue la scalpellatura ESTESA. Questo tipo di lavorazione non si può eseguire su pietre "tenere", che vengono "arruotate" immediatamente dopo il lavoro di martellina fine. Sulle pietre dure, come i graniti, prima del lavoro di "arroatura", si deve praticare la scalpellatura ESTESA di tutta la superficie in vista. È il lavoro più difficile da eseguire e che richiede la maggiore quantità di tempo, fra i lavori di "compimento". Si tratta in pratica di eliminare tutte le asperità della superficie dopo averle "ripassate" a martellina fine, mantenendo il più costante possibile il taglio dello scalpello, procedendo per linee parallele che via via interessano tutte le parti della superficie stessa, ottenendo la sua perfetta spianatura. È evidente che un errore commesso in questa fase, causa lo scarto del manufatto, che non può essere più recuperato. Ai nostri giorni esistono dei particolari stucchi, che sono in grado di ricostituire il "mancamento", ma non si può eliminare completamente il difetto dovuto all'errore prima ricordato, con le conseguenze che ne derivano. In questo tipo di lavoro giocano tutte le esperienze dell'artigiano, a cominciare dalla costanza del colpo sullo scalpello, la conoscenza del "verso" della pietra, l'angolo di attacco dell'arnese e l'"occhio". Tutti ingredienti che si maturano

in decine d'anni di esperienza e di insegnamenti da parte degli artigiani più anziani, senza i quali non è pensabile di operare. Questo tipo di lavorazione è così delicata e selettiva, che un artigiano è in grado di compierla solo per la pietra che conosce. Un artigiano che lavora il travertino non è in grado di lavorare la pietra serena o il granito. Quindi ogni tipo di pietra richiede la conoscenza di arte e segreti operativi particolari, senza i quali è impossibile lavorarla.

#### LAVORO DI ARROTATURA O RIFINITURA

La ARROTATURA è il lavoro di compimento che conclude tutte le operazioni che si effettuano su un manufatto. Questo lavoro è eseguito tramite l'ausilio di pietre più tenere di quelle da lavorare, che vengono sfregate a più riprese sul manufatto, fino a levigarne e lucidarne la superficie, sempre in presenza di acqua, che serve ad inumidire la superficie di contatto fra le pietre. Lo stesso risultato si ottiene tramite il carteggio, eseguito con particolari polveri abrasive che vengono introdotte fra le facce della pietra da lavorare e quella che serve da piano per lo sfregamento. La polvere più adoperata è lo "smeriglio". Oggi esistono delle "carte da smeriglio" dalla grana di varia pezzatura. Quelle più fini vengono chiamate "da spoltiglio". Anche queste carte sono adoperate in presenza di acqua.

Per la lucidatura a specchio delle superfici di pietre, generalmente solo le più dure, viene adoperata la cera.

L'adozione di mole meccaniche ha molto semplificato questo tipo di operazione, ma proprio perché viene eseguita con particolari elementi rotondi, è molto limitata alla forma e dimensione del pezzo da lucidare.

Ci sono poi tanti altri procedimenti operativi che sarebbe impossibile elencare, sia per il loro numero che per la loro "segretezza".

#### CONCLUSIONI

In seguito a quanto esposto in questi brevi cenni sulla lavorazione delle pietre è ovvio una semplice considerazione: siamo davanti ad un immenso patrimonio di esperienza e di "segreti" artigianali che per secoli sono stati tramandati di generazione in generazione.

Da una indagine degli autori è stato appurato che, con la introduzione di macchine e la perdita dei metodi operativi anzidetti, dovuta alla mancanza di successione nella conduzione dei laboratori, poiché gli operatori più giovani abbandonano questo tipo di attività, già oggi non siamo più in grado di reperire manodopera specializzata al pari di quella che ha operato in passato, onorando il nostro paese ed in modo particolare la nostra Toscana, con le tante opere d'arte che qui sono state eseguite. Questi oscuri personaggi dei cantieri, dall'aspetto modesto e dal volto segnato dalla fatica, hanno permesso la realizzazione dei più importanti monumenti di architettura, onorando la nostra arte e quindi le nostre vestigia. Proprio per questi meriti indiscutibili, come studiosi di opere artigianali, ci sentiamo di elevare un plauso a questi modesti operatori, miti nella figura, ma grandi dal punto di vista del loro valore artistico e sociale.

#### ARNESI PER LAVORARE LA PIETRA

*SUBBIA* La subbia è un pezzo di acciaio cilindrico o prismatico, con punta piramidale, grosso pochi centimetri, appuntito, si adoperava per sbizzare le pietre; la punta è temperata e più o meno aguzza. Le subbie si dividono in: stilata, fina, mezzana, e grossa. Il lavoro ottenuto con la subbia si dice subbiatura.

*SCARPELLO* Lo scarpello è simile alla subbia, la sua punta è piatta e affilata, di taglio più o meno sottile.



**SCARPELLETTO AUGNATO** Lo scarpelletto augnato (unghiato) è un ferro che per la sua forma sta di mezzo tra lo scarpello e la subbia; si adopera per lavorare di filo per fare la subbiatura fina sulle pietre più resistenti come per esempio i graniti.

**CALCAGNUOLO** Il calcagnuolo è un scarpello corto con una tacca nel mezzo del taglio. Si usa dopo il lavoro della subbia mezzana per fare una subbiatura più rifinita, specie sulle porzioni estese delle superfici per togliere i tramezzi.

**GRADINA** La gradina è uno scarpello, che termina con denti o tacche, si adopera dopo la subbiatura, sulle pietre di mezzana consisten-

za e particolarmente nei sottoquadri, oppure sulle superfici interne delle tinozze, di canali o di altre opere in corrispondenza dei loro incavi. Il numero delle tacche o dei denti varia da due fino a quattordici; quelle con molti denti servono agli scultori. Il lavoro di questo ferro dicesi gradinatura.

**GORBIA** La gorbia è anch'essa uno scarpello che ha il taglio curvo, si usa solo nei marmi.

**MAZZUOLO** Il mazzuolo è un martello con le bocche molto grosse ed il manico è piuttosto corto con esso si battono le teste dei ferri visti in precedenza, sulle quali si forma il riccio. Il mazzuolo è più o meno grosso e pesante secondo le qualità della pietra e del lavoro. Per i

graniti si usano mazzuoli con le bocche di acciaio temperato, essendo temperate solamente le punte ed i tagli delle subbie e degli scarpelli.

**MARTELLINA** Le martelline sono arnesi di acciaio di fogge assai svariate. Hanno tutte la forma di un martello con il manico di legno.

**ACCAPEZZINO:** Arnese che serve per la "accapezzatura" di elementi parallelepipedi. La accapezzatura consiste nella realizzazione di un contorno scavato in una faccia precedentemente squadrata. Ad esempio serve alla realizzazione del riquadro piano nelle bozze per i muri a faccia a vista in pietra. Dopo l'accapezzatura si esegue la perfetta spianatura del contorno tramite scarpello comune.



## STRUTTURE LIGNEE DELLA TORRE DI SAN GIOVANNI

A.M. VOLPI - A. FORTE - L. MAZZETTI

Tralasciando in questa sede di parlare della interessante struttura muraria della Torre, poniamo l'attenzione sulle strutture lignee, ormai perdute completamente, che la completavano, tentando una loro ricostruzione in base ai risultati della ricerca eseguita in questi anni dal nostro gruppo, che è servita ad analizzare lo stato di conservazione del Monumento e per il suo prossimo restauro.

Le strutture lignee della Torre erano costituite da un unico solaio in legno, una porta, una finestra e delle scale mobili. Il solaio serviva da calpestio del piano rialzato che permetteva sia l'osservazione del tratto di mare dall'unica finestra, sia l'accesso tramite una scala, alla terrazza di copertura, realizzata in muratura e sostenuta da una volta a botte in elementi di granito. Il solaio era costituito dalla classica struttura principale in travi di castagno (presente in grande quantità nella zona), portante dei travicelli (forse "mezzoni"), sui quali era appoggiato l'assito di calpestio.

L'elemento interessante della struttura è il suo collegamento al paramento murario interno, che a differenza della maggior parte dei casi simili, non è risolto con l'incastro, ma col semplice appoggio su mensole, ancora presenti nel Monumento. Questa soluzione tecnica, trova la sua spiegazione nelle tecniche difensive del tempo, che fondamentalmente si possono riassumere in due specie: elementi da incendiare nel corso della difesa ad oltranza; elementi da far cadere addosso agli assalitori nel corso del loro accesso all'interno del

Monumento. Entrambe le tecniche rendevano inservibile la costruzione, ma la seconda, quella della nostra Torre, era più efficace, in quanto venivano fatti cadere gli elementi lignei direttamente addosso agli assalitori e con la loro presenza, costituivano un grosso ostacolo all'accesso di altre truppe.

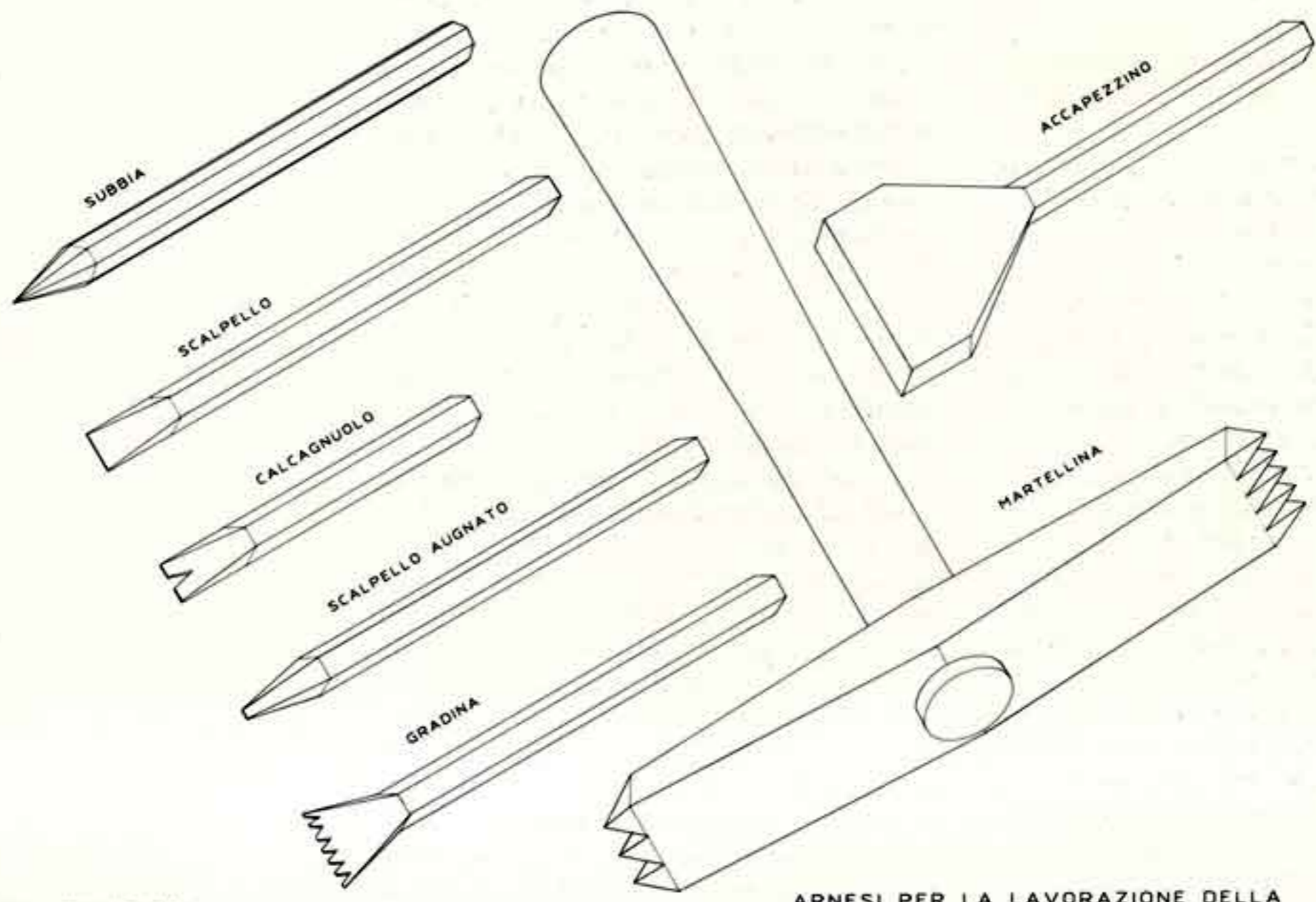
Il collegamento verticale fra i vari piani della Torre avveniva con leggerissime scale, della larghezza sufficiente a permettere il passaggio ad un solo uomo alla volta. Lo stesso criterio era adoperato per definire la larghezza dei cavedi nei solai e nelle volte di copertura. Questo espediente faceva sì che anche in caso di cattura da parte del nemico, i difensori ritirati sulla sommità della costruzione potessero agevolmente controllare l'accesso del nemico all'interno, offendendo ogni singolo uomo che di volta in volta si presentava.

Le rimanenti strutture sono la porta e la finestra superiore. La prima era incernierata su due piedritti in legno che alloggiavano nei due fori (uno sulla soglia ed uno sull'architrave) ancora visibili. Per la sprangatura veniva adoperato un grosso palo che posto trasversalmente alla porta, scorreva in un cavedio ricavato nella muratura in prossimità del piedritto. Tali strutture, vista la forma e posizione dei fori, dovevano essere poste in opera nel corso della stessa costruzione del Monumento.

La finestra superiore presenta lo stesso sistema di chiusura della porta (lo rivelano i fori presenti nella muratura che sono dello stesso tipo e posizione di quelli della porta).

Si rimanda ai disegni in allegato i chiarimenti per i dettagli delle strutture lignee della Torre, nei quali è anche presentata la ricostruzione integrale del Monumento effettuata in base a reperti tecnologici presenti.





DISEGNO: ANGELA MARIA VOLPI

ARNESI PER LA LAVORAZIONE DELLA  
PIETRA (DI USO PIU' COMUNE IN TOSCANA)