



Università degli Studi di Padova - Dipartimento dei Beni Culturali

CATERINA PREVIATO

NORA. LE CAVE DI PIETRA DELLA CITTÀ ANTICA



Edizioni Quasar

SCAVI DI NORA

VI

NORA. LE CAVE DI PIETRA
DELLA CITTÀ ANTICA

SCAVI DI NORA

VI



Università degli Studi di Padova - Dipartimento dei Beni Culturali

CATERINA PREVIATO

NORA. LE CAVE DI PIETRA DELLA CITTÀ ANTICA

con contributi di

Michele Agus, Stefano Cara, Giovanna Falezza, Carlo Matzuzzi



Edizioni Quasar

La collana *Scavi di Nora* raccoglie studi monografici sulla città antica editi dalle Università di Cagliari, Genova, Milano e Padova che operano in sinergia con la Soprintendenza Archeologia della Sardegna. L'ideazione e la redazione dei volumi è coordinata da Jacopo Bonetto, Giorgio Bejor, Biancamaria Giannattasio, Marco Giuman, Sandro Filippo Bondi, Andrea Raffaele Ghiotto.

Comitato scientifico

Paolo Bernardini (Università di Sassari), Massimo Botto (CNR, ISMA), Peter van Dommelen (Brown University, USA), Hélène Dessales (École Normale Supérieure, Paris), Maria Letizia Gualandi (Università di Pisa), Rossana Martorelli (Università di Cagliari), Carlo Tronchetti (Cagliari), Cinzia Vismara (Università di Cassino), Enrico Zanini (Università di Siena), Raimondo Zucca (Università di Sassari).

I volumi sono soggetti a peer review da parte di revisori anonimi.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



Università di Padova - Dipartimento dei Beni Culturali: archeologia, storia dell'arte, del cinema e della musica
Piazza Capitanato, 7 - 35139 Padova
Tel. +39 049 8274672 - +39 049 8274591
www.beniculturali.unipd.it



Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo
Soprintendenza Archeologia della Sardegna
Piazza Indipendenza, 7 - 09124 Cagliari
Tel. +39 070 605181 fax: +39 070 658871
www.archeocaor.beniculturali.it

La presente opera è l'esito di una ricerca sostenuta e autorizzata dal Ministero dei Beni e delle Attività culturali e del Turismo, Soprintendenza Archeologia della Sardegna (autorizzazione prot. N. 3964/2011).

Le immagini (rilievi e fotografie), opera dell'Autrice, sono pubblicate su concessione del MiBACT - Soprintendenza Archeologia della Sardegna (autorizzazione prot. N. 12667 del 6 luglio 2016).

Si ringrazia la Soprintendenza Archeologia della Sardegna per la disponibilità.

Impaginazione e layout grafico: Caterina Previato
Stampa: tipografia FP srl - Noventa Padovana (PD)

ISBN: 978-88-7140-730-2

© Roma 2016

Edizioni Quasar di S. Tognon srl
via Ajaccio 41/43, 00198 Roma
Tel. 06 85358444 - Fax 06 85833591
www.edizioniquasar.it

Per informazioni e ordini: qn@edizioniquasar.it

Tutti i diritti sono riservati. È vietata in tutto o in parte la riproduzione dei testi e delle illustrazioni.

A Nora e alla sua magia

Indice generale

PRESENTAZIONI

di Jacopo Bonetto.....	pag.	XIII
di Marco Edoardo Minoja.....	«	XV

PREMESSA

di Anna Gutiérrez Garcia-M.	«	XVII
----------------------------------	---	------

INTRODUZIONE.....	«	XXI
-------------------	---	-----

1. LE CAVE DI PIETRA DELLA SARDEGNA: STORIA DEGLI STUDI.....	«	1
--	---	---

1.1. Le cave della Sardegna settentrionale e centrale.....	«	2
--	---	---

1.2. Le cave della Sardegna meridionale.....	«	3
--	---	---

2. ARCHEOLOGIA DELL'EDILIZIA A NORA. STORIA DEGLI STUDI SULLE CAVE E SULL'USO DELLA PIETRA.....	«	7
---	---	---

2.1. Storia degli studi	«	7
-------------------------------	---	---

2.2 I litotipi in uso all'interno della città: materiali di provenienza locale e di importazione.....	«	12
---	---	----

3. NORA E IL SUO TERRITORIO: INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	«	13
---	---	----

4. LE CAVE DI NORA E DEL SUO TERRITORIO.....	«	19
--	---	----

4.1. Le cave di arenarie tirreniane	«	19
---	---	----

4.1.1. La cava di Is Fradis Minoris	«	19
---	---	----

Posizione e inquadramento topografico (19); Inquadramento geologico (20); La cava (22); I loci estrattivi del settore meridionale della penisola (23); I loci estrattivi del settore settentrionale della penisola (33); L'estensione della cava e il suo rapporto con il mare (36); La tecnica estrattiva: i segni degli strumenti (38); Morfologia del materiale estratto e considerazioni metrologiche (40); Organizzazione del lavoro (45); Stime sulla quantità di materiale estratto (45); Lo spostamento e il sollevamento dei blocchi (46); Il trasporto dei blocchi (47); La vita all'interno della cava: strutture e infrastrutture antropiche (47); Cronologia di sfruttamento (49)

4.1.2. La cava della cala nord-orientale.....	«	51
---	---	----

Posizione e inquadramento topografico (51); Inquadramento geologico (51); La cava (52); L'estensione della cava e il suo rapporto con il mare (53); La tecnica estrattiva: i segni degli strumenti (54); Morfologia del materiale estratto e considerazioni metrologiche (54); Il trasporto dei blocchi (55); Cronologia di sfruttamento (56)

4.1.3. Altre tracce di estrazione sull'istmo di Nora: le necropoli	«	56
<i>Inquadramento geologico (56); Le tracce di estrazione (57); Quantità di materiale estratto (58); Cronologia di sfruttamento (58)</i>		
4.1.4. La cava di Perd'e Sali	«	60
<i>Posizione e inquadramento topografico (60); La cava (60); Morfologia del materiale estratto e considerazioni metrologiche (60); Il trasporto dei blocchi (60); Strutture e infrastrutture antropiche (61); Cronologia di sfruttamento (61)</i>		
4.1.5. L'impiego delle arenarie tirreniane a Nora	«	61
<i>Contesti d'uso (62); Cronologia di diffusione delle arenarie tirreniane a Nora (63); Modalità di impiego delle arenarie tirreniane in ambito edilizio (64); L'uso delle arenarie tirreniane per la realizzazione di elementi architettonici e altri manufatti (66)</i>		
4.2. Le cave di andesite	«	68
4.2.1. Il promontorio di Sant'Efisio	«	68
<i>Posizione e inquadramento topografico (68); Inquadramento geologico (68); La cava (68); Morfologia del materiale estratto e tecnica estrattiva (68); Il trasporto dei blocchi (69)</i>		
4.2.2. Santa Vittoria e Su Guventeddu.....	«	70
<i>Posizione e inquadramento topografico (70); Inquadramento geologico (70); Santa Vittoria (70); Su Guventeddu (71)</i>		
4.2.3. Punta d'Agumu	«	72
<i>Posizione e inquadramento topografico (72); Inquadramento geologico (72); La cava (72); La tecnica estrattiva: i segni degli strumenti (74); Morfologia del materiale estratto e considerazioni metrologiche (75); Stime sulla quantità di materiale estratto (75); Il trasporto dei blocchi (75); Cronologia di sfruttamento (76)</i>		
4.2.4. Su Casteddu	«	77
<i>Posizione e inquadramento topografico (77); Inquadramento geologico (77); La cava (77); Morfologia del materiale estratto (79); Quantità di materiale estratto (79); Il trasporto dei blocchi (79); Cronologia di sfruttamento (79); Strutture e infrastrutture antropiche (80)</i>		
4.2.5. L'impiego delle andesiti a Nora	«	80
<i>Contesti d'uso e cronologia di diffusione delle andesiti a Nora (80); Modalità di impiego delle andesiti in ambito edilizio (82); L'uso delle andesiti per la realizzazione di elementi architettonici (83)</i>		
4.3. Le cave di arenaria grigia	«	84
4.3.1. La cava di Sa Perdera	«	84
<i>Posizione e inquadramento topografico (84); Inquadramento geologico (84); La cava (86); La tecnica estrattiva: i segni degli strumenti (86); Morfologia del materiale estratto (86); Il trasporto dei blocchi (86); Cronologia di sfruttamento (86)</i>		

4.3.2. Altre cave di arenaria grigia.....«	87
<i>Sito estrattivo ad est del Rio San Giovanni Daga (87); Sito estrattivo ad ovest del Rio San Giovanni Daga (88); Sito estrattivo ad est del Rio Sa Perdera (88)</i>	
4.3.3. L'impiego dell'arenaria grigia a Nora«	88
<i>Contesti d'uso e cronologia di diffusione dell'arenaria grigia a Nora (88); Modalità di impiego dell'arenaria grigia in ambito edilizio (89); L'uso dell'arenaria grigia per la realizzazione di elementi architettonici ed altri manufatti (89)</i>	
5. LE CAVE DEL TERRITORIO DI NORA: CONSIDERAZIONI DI SINTESI.....«	91
5.1. Cronologia di sfruttamento.....«	91
5.2. L'attività estrattiva: tracce di strumenti e metrologia.....«	94
5.3. La tecnica estrattiva.....«	97
5.4. Dinamiche di sfruttamento delle cave.....«	97
5.5. Il trasporto della pietra.....«	99
5.6. Le cave di Nora: proprietari e maestranze.....«	100
6. LO SFRUTTAMENTO DELLE CAVE E L'USO DELLA PIETRA A NORA DALL'VIII SECOLO A.C. ALL'ETÀ TARDOANTICA.....«	103
6.1. L'età fenicia (VIII-VI secolo a.C.).....«	103
6.2. L'età punica (VI-III secolo a.C.).....«	105
6.3. Contesti d'uso e modalità di impiego della pietra a Nora in età punica.....«	105
6.4. I litotipi in uso a Nora in età punica: provenienza e modalità di reperimento.....«	107
6.5. Dinamiche di sfruttamento delle cave di arenaria in età punica e saperi tecnici applicati.....«	108
6.6. Le cave di arenaria sfruttate in età punica: considerazioni cronologiche.....«	109
6.7. Nora dalla conquista romana della Sardegna (227 a.C.) alla prima età imperiale.....«	111
6.8. Contesti d'uso e modalità di impiego della pietra tra il III secolo a.C. e la prima età imperiale: i dati dall'area del foro e dal teatro.....«	113
6.9. Lo sfruttamento delle cave del territorio tra l'età cesariana e la prima età imperiale.....«	115
6.10. L'età severiana (193-235 d.C.).....«	117
6.11. Contesti d'uso e modalità di impiego della pietra a Nora in età severiana.....«	117
6.12. Le cave di pietra in età severiana.....«	118
6.13. Nora in età tardoantica e altomedievale.....«	119
6.14. L'uso della pietra a Nora e lo sfruttamento delle cave del territorio in età tardoantica e altomedievale.....«	121
7. ATLANTE DEI MATERIALI LAPIDEI DEL TERRITORIO DI NORA.....«	123
di Michele Agus, Stefano Cara, Carlo Matzuzzi	
7.1. Rocce sedimentarie cenozoiche.....«	123
7.2. Rocce vulcaniche andesitiche oligo-mioceniche.....«	124
7.3. Formazioni sedimentarie sabbioso-conglomeratiche quaternarie.....«	129
BIBLIOGRAFIA GENERALE.....«	135

TAVOLE

(DALLA TAVOLA III ALLA TAVOLA XVI IN FONDO AL VOLUME)

- Tavola I - Cava di Is Fradis Minoris, planimetria generale
- Tavola II - Cava della cala nord-orientale, planimetria generale
- Tavola III - Cava di Is Fradis Minoris, quadro d'unione
- Tavola IV - Cava di Is Fradis Minoris, area estrattiva J
- Tavola V - Cava di Is Fradis Minoris, area estrattiva K
- Tavola VI - Cava di Is Fradis Minoris, aree estrattive J e K
- Tavola VII - Cava di Is Fradis Minoris, area estrattiva A
- Tavola VIII - Cava di Is Fradis Minoris, aree estrattive K e L
- Tavola IX - Cava di Is Fradis Minoris, aree estrattive B, C e K
- Tavola X - Cava di Is Fradis Minoris, aree estrattive A e B
- Tavola XI - Cava di Is Fradis Minoris, area estrattiva M
- Tavola XII - Cava di Is Fradis Minoris, area estrattiva L
- Tavola XIII - Cava di Is Fradis Minoris, aree estrattive D e L
- Tavola XIV - Cava di Is Fradis Minoris, aree estrattive B e C
- Tavola XV - Cava di Is Fradis Minoris, area estrattiva M
- Tavola XVI - Cava di Is Fradis Minoris, aree estrattive G e M
- Tavola XVII - Cava di Is Fradis Minoris, aree estrattive E e F
- Tavola XVIII - Cava di Is Fradis Minoris, aree estrattive D e E
- Tavola XIX - Cava di Is Fradis Minoris, area estrattiva M
- Tavola XX - Cava di Is Fradis Minoris, aree estrattive H e M
- Tavola XXI - Cava di Is Fradis Minoris, area estrattiva G
- Tavola XXII - Cava di Is Fradis Minoris, area estrattiva M
- Tavola XXIII - Cava di Is Fradis Minoris, aree estrattive H e I
- Tavola XXIV - Cava di Is Fradis Minoris, sezioni A e B
- Tavola XXV - Cava di Is Fradis Minoris, sezioni C e D

Presentazione

di Jacopo Bonetto

Il Dipartimento dei Beni Culturali dell'Università di Padova accoglie con grande soddisfazione l'edizione dello studio archeologico di Caterina Previato dedicato ad alcuni aspetti specifici dell'architettura antica della città di Nora.

La struttura che rappresento ha infatti tra i suoi prioritari obiettivi lo sviluppo di ricerche inedite da parte dei giovani ricercatori impegnati nell'applicazione delle metodologie più avanzate per l'analisi dei contesti storici, producendo su di essi pubblicazioni capaci di coniugare analisi e sintesi rigorose come avviene nel presente caso. Proprio muovendosi nel solco di questi indirizzi, l'assegnista Caterina Previato ha messo a frutto la sua lunga esperienza presso il sito di Nora, iniziata nei primi anni di studio e protrattasi senza interruzione fino ai livelli più alti dell'impegno universitario, ed ha affrontato il tema dell'approvvigionamento dei materiali da costruzione impiegati nell'insediamento antico, dall'epoca fenicia fino all'Altomedioevo. Lasciando ad altri discettare sui caratteri scientifici del lavoro, preme in questa sede sottolineare il valore che esso assume nel quadro delle politiche di intervento del Dipartimento sul territorio. Il volume si inquadra infatti come tassello seriale in un ampio progetto che da venticinque anni vede impegnato l'Ateneo di Padova ai fianchi della Soprintendenza Archeologia Belle Arti Paesaggio della Sardegna meridionale per lo sviluppo di una conoscenza sempre più completa di una delle aree dell'isola più ricche di realtà culturali, che narrano lo sviluppo della civiltà mediterranea antica dal secondo millennio avanti Cristo fino al pieno Medioevo. Questo studio delle cave antiche e del loro rapporto produttivo, economico e commerciale con lo sviluppo architettonico della città antica costituisce un concreto esito di questo radicato rapporto istituzionale e ha trovato un alto gradimento presso gli

enti ministeriali. Esso infatti permette di conoscere aree fisicamente marginali rispetto all'insediamento antico e permette di trasformare sia le forme della tutela sia quelle della valorizzazione da esperienze puntiformi, che si concentrano sulle principali aree archeologiche, in prassi diffuse e dilatate nello spazio che vanno ad estendere l'attenzione sulla rete di tracce dell'attività dell'uomo sul diffuso territorio.

Per questa genesi il volume appare un buon modello di come possano articolarsi gli interventi sui paesaggi culturali in un futuro difficile a causa dell'applicazione di recenti riforme che depotenziano l'azione delle sempre più deboli Soprintendenze. Come avviene da molti anni a Nora, e come questo libro illustra egregiamente, gli Atenei sono infatti in grado di affiancarsi in modo sempre più dedicato agli enti periferici del Ministero per ottenere da essi un mandato diretto e incondizionato che sviluppi quel processo di conoscenza del territorio quale base necessaria su cui mantenere poi viva l'opera di protezione e gestione del patrimonio.

Solo in questa integrata, fisiologica e indispensabile sinergia che supera le datate logiche delle "concessioni di scavo e ricerca", ancora previste da un codice in palese anacronismo rispetto alle nuove dinamiche normative e territoriali, e che scardina le dicotomiche divisioni tra Soprintendenze e Università si può intravedere un futuro di possibile gestione del patrimonio storico, artistico e archeologico.

Oltre che per il ruolo che questo volume svolge nelle relazioni istituzionali nel quadro territoriale, un volume come quello qui proposto da Caterina Previato genera però anche soddisfazioni profonde per l'istituzione universitaria. In esso si vedono infatti fondersi e palesarsi i tre orizzonti esistenziali dell'Università, costituiti dalla ricerca, dalla formazione dei giovani e dal trasferimento delle conoscenze in quella che è oggi definita la "Terza Missione".

Se di questa e del rapporto con le Soprintendenze si è già parlato, è facile infatti notare come il volume costituisca un ottimo prodotto di ricerca scientifica secondo i crismi della più aggiornata metodologia e sia anche il frutto dell'opera di formazione messo in campo dallo stesso Ateneo, in quanto l'autrice, come accennato, proprio a Nora ha mosso i suoi primi passi nelle attività di tirocinio volte a formare studiosi e operatori del futuro.

È questo in sintesi un volume che vede luminosamente realizzato quell'ideale percorso di formazione dei giovani, produzione di ricerca scientifica e disseminazione dei risultati che ogni Università auspica di intraprendere per realizzare la propria sostenibile missione nella società contemporanea.

Jacopo Bonetto
*Direttore del Dipartimento dei Beni Culturali
dell'Università degli Studi di Padova*

Presentazione

di Marco Edoardo Minoja

Da oltre un ventennio lo scavo di Nora rappresenta, nel quadro dell'archeologia della Sardegna in particolare ma con una sua indiscussa peculiarità anche a livello nazionale, un importante e originalissimo esempio di ricerca integrata.

Da decenni infatti il sito costituisce il terreno, fertile e inesauribile, all'interno del quale si attua una feconda collaborazione tra diversi atenei italiani, che nel tempo ha visto gli apporti delle università di Pisa, di Venezia, di Viterbo, di Genova, di Milano, di Cagliari, di Padova.

Quest'ultima in particolare ha rivolto la propria attenzione in maniera approfondita ad una serie di aspetti che riguardano complessivamente l'intorno rispetto all'epicentro urbanistico del sito, rinnovando una tradizione di studio integrato tra città e paesaggio che già nel corso degli anni Novanta del XX secolo aveva visto Nora al centro di uno degli esperimenti di survey territoriale più ampio e articolato che si siano condotti sul territorio insulare.

A questa prospettiva di ricerca, in qualche modo ampia e multidisciplinare, possiamo ascrivere ad esempio tutto il rilievo batimetrico compiuto recentissimamente lungo i fondali intorno al promontorio occupato dalla città, ma anche la pubblicazione, per la prima volta in un quadro di ricerca scientifica all'interno di questa stessa collana di studi, delle ricerche sottomarine realizzate nel corso degli anni Settanta dalle équipes di indagine capitanate da Michel Cassien, in una stagione degli studi di archeologia subacquea del tutto pionieristica ma proprio per questo foriera di informazioni estremamente ricche e articolate.

Oggi il quadro delle ricerche si amplia e si arricchisce grazie al prezioso lavoro di Caterina Previato, che ci riporta solidamente alla terraferma e anzi ancor più radicalmente a quel materiale, la pietra e le sue cave di estrazione, che rappresenta

per così dire l'elemento fondativo della città antica e la garanzia della sua costante persistenza all'interno del panorama morfologico del promontorio che dalla città romana prende il nome.

Pietra di cui il presente lavoro studia innanzitutto la tipologia, la relazione con i monumenti della città, la sua differente adattabilità nel quadro delle scelte costruttive; pietra di cui soprattutto lo studio indaga i luoghi di provenienza, quelle cave di materiale da costruzione cui l'Autrice ha dedicato, non solo in Sardegna, ampia parte del suo lavoro di ricercatrice, confluito in una articolata bibliografia sull'argomento.

Le cave dell'hinterland norense vengono dunque analizzate in una duplice prospettiva; quali siti archeologici in sé, con gli strumenti e i metodi di indagine e documentazione, la schedatura, il rilievo grafico e fotografico, tipici della corretta indagine archeologica di contesto, e quindi quali luoghi di provenienza degli elementi lapidei presenti nei monumenti cittadini, attraverso l'analisi di tutta la filiera produttiva, dall'individuazione delle diverse litologie alla loro estrazione, lavorazione, trasporto e destinazione ai diversi prodotti edilizi finiti.

Veniamo così a conoscere siti di grande rilievo nel circondario della città, quali l'area di Is Fradis Minoris o quella di Punta d'Agumu, per i quali possiamo ora disporre per la prima volta in modo sistematico, dopo le importanti ricerche che negli anni passati ne avevano consentito la localizzazione e l'inquadramento, di un'analisi esaustiva e documentata; ma parimenti arricchiamo la nostra informazione relativamente ai punti di approvvigionamento più prossimi alla città, come la cava dell'area nord-orientale, sul medesimo promontorio dell'insediamento antico; o le stesse aree di necropoli, in particolare quella delle tombe a camera lungo la costa orientale dell'istmo, sfruttate anche in modo secondario come gettito di materiale da costruzione.

Lo studio delle cave norensi ha dunque il merito di mostrarci la città di Nora come elemento dinamico, soggetto in evoluzione nel corso dei secoli: aiutandoci a coglierne un'identità di lunga durata e sovvertendo una prospettiva di oggetto presente, che spesso, a dispetto della consuetudine con la sua complessa stratificazione storica, la città, proprio in virtù della sua monumentale evidenza, rischia di offrire. Ha inoltre il pregio di portarci a osservare in maniera più ampia e articolata il contesto di territorio e di paesaggio in cui la realtà urbana viene ad inserirsi; la città diviene dunque leggibile all'interno di un quadro in cui gli elementi di geomorfologia, uniti alle caratteristiche dell'ambiente e agli effetti dell'intervento antropico, descrivono una dimensione complessa, all'interno della quale l'oggetto monumentale della città si anima di una dimensione storica e geografica che rappresenta l'oggetto ultimo della ricerca archeologica.

Un simile metodo di indagine rappresenta peraltro un prezioso contributo al fine dell'applicazione di strategie di tutela integrata tra bene culturale e paesaggio, all'interno del quale il bene stesso viene ad inserirsi. Un approccio alle esigenze della tutela che tende a sfruttare appieno il potenziale offerto dai diversi ambiti della disciplina di salvaguardia, unendo le diverse parti del Codice dei beni culturali e del paesaggio secondo una visione unitaria dei contesti, che anche la nuova articolazione degli istituti ministeriali di tutela invita a privilegiare.

Uno studio dunque non solo al passo con le esigenze stesse della ricerca, ma perfettamente inserito all'interno dei nuovi modelli di relazione con il patrimonio culturale e foriero di utili suggerimenti e spunti per la sua tutela e salvaguardia.

Per la Soprintendenza, dunque, un libro prezioso.

Marco Edoardo Minoja
*Segretario Regionale del MiBACT
per la Lombardia
già Soprintendente Archeologo
per la Sardegna*

Premessa

di Anna Gutiérrez García-Moreno

«*Lapidum natura restat, hoc est
praecipua morum insania*»

Plinio el Viejo
N.H., XXXVI, I.1

La piedra, una de las materias primas más abundantemente empleadas a lo largo de la historia, ha despertado un interés desigual en el marco de la investigación del mundo antiguo. Si bien los *marmora* fueron objeto de un vivo interés ya desde el siglo XVI y especialmente a partir de los siglos XVII-XVIII, el valor de caracterizar e identificar el origen de los materiales no-ornamentales ha sido reconocido de manera más reciente gracias a la tendencia general en la Arqueología Clásica de entender los aspectos técnicos como fundamentales para comprender las estructuras económicas, tan intrínsecamente a las otras esferas de la sociedad. Si bien este giro tuvo en primer lugar un efecto determinante en el estudio de los mármoles blancos¹, el mismo llevó inevitablemente a percatarse de la importancia de localizar las canteras. Así, además del desarrollo de las técnicas analíticas necesarias para establecer de forma fiable la procedencia y, por tanto, la relación entre talleres escultóricos y materias primas empleadas, una consecuencia no menos importante fue la constatación de la dimensión de las canteras como yacimientos arqueológicos *per se*, más allá de su papel como “subministradoras” de muestras de referencia para los estudios arqueométricos. Los trabajos de J.

¹ Con la aplicación de técnicas propias de otras disciplinas científicas (especialmente la geología pero también la química y la física) al estudio de los mármoles blancos. La progresiva aplicación de técnicas arqueométricas llevó, en las décadas de los 80 y 90 del siglo pasado, a la definición de las principales características discriminantes de cada uno de los litotipos, permitiendo correlacionar el material empleado en los objetos artísticos o elementos arquitectónicos y el afloramiento geológico de origen; entre las numerosas aportaciones, cabe destacar los trabajos de N. Herz, L. Lazzarini y D. Attanasio, junto con aquellas presentadas en el marco de los sucesivos congresos de ASMOSIA (*Association for the Study of Marbles and Other Stones in Antiquity*).

Röder sobre las canteras del Rhineland, Asuán y Dokimeion² fueron los precursores de estudios de mayor envergadura, como los del equipo dirigido por R. Rakob en Chemtou³ o de D. Peacock y V. Maxwell en el desierto oriental de Egipto⁴, que marcaron un punto de inflexión en lo que se refiere a la comprensión del gran potencial de estos yacimientos.

Paralelamente, se han hecho cada vez más evidentes las enormes posibilidades de la aplicación de esta misma aproximación al resto de los materiales lapídeos. Por un lado, la atención en el material ha llevado a un progresivo interés en el estudio de producciones artísticas elaboradas con rocas de menor calidad o incluso no ornamentales. En el caso de la epigrafía y la arqueología de la edificación, siguiendo el camino marcado por G. Susini en *Il lapicida romano* (1966) y J.P. Adam en *La construction romaine* (1984), se ha superado la simple indicación de “piedra” – en oposición a “mármol” en su acepción de roca ornamental y de prestigio – entre los varios materiales empleados para ahondar en los tipos de roca, incluso locales, y las razones de su empleo; claro ejemplo de ello son el creciente número de contribuciones centradas en productos elaborados en rocas “menores” presentadas en los congresos internacionales de ASMOSIA y *Arqueología de la Construcción*. Por el otro lado, las exhaustivas compilaciones de A. Dworakowska *Quarries in Ancient*

² Este autor publicó entre 1956 y 1959 varios artículos sobre canteras de la región de Pellenz y poco después sobre las del famosos granito rojo de Egipto (1965) y de *marmor Phrygium* en la actual Turquía (1971).

³ Rakob, F. (ed.) 1993, *Simmitthus I. Die Steinbrücke und die Antike Stadt*, Mainz.

⁴ Peacock, D. & Maxfield, V. 2007, *Mons Claudianus: survey and excavation 1987-1993*, Cairo; Maxfield, V. & Peacock, D. 2001, *The Roman Imperial quarries: survey and excavation at Mons Porphyrites 1994-1998*, London.

Greece y Quarries in Roman provinces ilustran esta nueva línea de estudio, especialmente próspera en las provincias tradicionalmente menos ricas en materiales de prestigio. Es en este contexto que nacen trabajos de F. Braemer y especialmente J.-C. Bessac, cuya obra sobre *La Pierre en Gaule Narbonnaise et les carrières du Bois des Lens (Nîmes). Histoire, Archéologie, Ethnographie et Techniques* demuestra la indiscutible aportación del estudio profundizado de estos yacimientos para entender no sólo la evolución técnica de una industria indiscutiblemente ligada a la edificación sino también las dinámicas de población y aprovechamiento de los recursos naturales del territorio. Todo ello ha sentado las bases para un interés creciente y ha consolidado, en las últimas décadas, del reconocimiento de su importancia para entender los mecanismos que permitieron la explotación, distribución y empleo de los materiales lapídeos. Prueba de ello son, por ejemplo, el proyecto *QuarryScapes. Conservation of ancient stone quarry landscapes in the Eastern Mediterranean*, cuyos objetivos van desde la búsqueda, estudio y contextualización de las canteras como parte del paisaje arqueológico hasta la propuesta mecanismos de protección, conservación y gestión sostenible⁵, o la multiplicación de la investigación en canteras y áreas de explotación hispanas, reflejado en el reciente coloquio internacional *Carrières antiques de la Péninsule Ibérique*, celebrado en la Casa de Velázquez y organizado por P. Rouillard y quién escribe.

No obstante esta tendencia, a diferencia de las ciudades, *villae* y monumentos que jalonan el paisaje antiguo, y en palabras de E. Bloxam, las canteras, «as non-moumental sites, they largely figure low on heritage conservation agendas and in public consciousness and are still rather peripheral to archaeological research»⁶. Efectivamente, los estudios extensos y sistemáticos de las explotaciones de un territorio o ciudad siguen siendo aún excepcionales. Y, no obstante, tal como demuestra de forma magnífica el volumen que tenemos entre manos, éstas son el primer estadio y parte indisociable no sólo de la elaboración de un sinfín de objetos y elementos (esculturas, retratos, sarcófagos, epígrafes, mobiliario, etc.) sino también, y muy especialmente en el caso de las rocas no-suntuarias, de los procesos

constructivos que llevaron a dar forma concreta al mundo antiguo, eminentemente urbano.

El presente volumen nace del enfoque completo sobre el estudio de la realidad arquitectónica y urbanística, aplicado al caso concreto de la ciudad de Nora, centro urbano de larga trayectoria en época antigua situado en el promontorio del extremo suroeste del Golfo de Cagliari (Cerdeña) y objeto de estudio por parte del Prof. J. Bonetto y su equipo del Departamento dei Beni Culturali dell'Università di Padova desde hace varias décadas. No se trata, sin embargo, de un trabajo aislado puesto que se engloba dentro de una de las líneas más dinámicas de este departamento, dedicada a la arqueología de la construcción, y que viene desarrollando también proyectos en territorios tan alejados de Cerdeña como la ciudad de Aquileia o el territorio de la *Cisalpina*. La larga trayectoria de la Dra. Previato, quien participa activamente en estos proyectos así como en la organización de seminarios y reuniones científicas de gran calidad, entre las que cabe destacar el coloquio *Arqueología de la Construcción VI* por su atención a los sistemas de explotación, garantiza la profunda comprensión que la autora tiene de la complejidad de esta temática así como de su valor para llegar a comprender en todas sus dimensiones, la concepción de los proyectos arquitectónicos y el desarrollo de las técnicas edilicias. En efecto, ya en su anterior volumen monográfico *Aquileia. Materiali, forme e sistemi costruttivi dall'età repubblicana alla tarda età imperiale*, resultado de su tesis doctoral y recientemente publicado, demostraba una gran capacidad de análisis que, aunando los datos recogidos en la producción bibliográfica preexistente y aquellos derivados de las excavaciones arqueológicas llevadas a cabo durante los primeros años del siglo XXI, y por lo tanto, directamente observados por C. Previato, le permitió llevar a cabo un estudio crítico-interpretativo de todas las construcciones y complejos monumentales de la ciudad. Sin ser objeto principal, en este trabajo demostró una especial sensibilidad hacia los materiales de construcción empleados, entre los que se encontraba la piedra, a los que dedicó uno de los últimos capítulos.

Siguiendo, pues, la línea ya apuntada en sus trabajos anteriores, C. Previato hace un paso adelante en el intento de entender los mecanismos de aprovisionamiento de material lapídeo empleado, en este caso, en la antigua ciudad de Nora. Pero a su vez, este estudio también deriva de manera directa del interés para las formas de relación establecidas entre el hombre y el entorno derivados de la ocupación y el desarrollo del centro urbano a lo largo de

⁵ Como ejemplo de su aplicación en el caso de la antigua ciudad, es especialmente interesante el estudio dirigido por P. Degryse *The Sagalassos quarry landscape: bringing quarries in context* (2007).

⁶ Bloxam, E. 2011, "Ancient quarries in mind: pathways to a more accessible significance", *World Archaeology* 43/2. *New approaches to stone mines and quarries: materials and materiality*, pp. 149-166.

los siglos. En el marco del estudio del acceso a los recursos hidráulicos, las modificaciones en el litoral y en general la explotación de los recursos naturales disponibles, entre los cuales los materiales lapídeos destinados a la construcción ocupan un lugar preeminente.

Varias circunstancias hacen de Nora y su territorio un caso de estudio ideal. Por un lado, la rica documentación arqueológica disponible, tanto en lo que se refiere al territorio circundante como a la misma ciudad, gracias a numerosas campañas de prospección, excavación e incluso de caracterización arqueométrica de algunos de los materiales empleados. Todo ello, convenientemente recopilado y analizado, se convierte en la sólida base sobre la que se asienta el estudio de C. Previato. Por otro lado, la vida de la ciudad, desde el finales del siglo VI a.C. hasta su definitivo abandono en época tardoantigua, junto con la ausencia de posteriores ocupaciones de la ciudad hace que ofrezca un escenario edilicio inalterado en cuya lectura se puede trazar la evolución diacrónica de las tipologías constructivas y materiales empleados desde la transformación del emporio fenicio en colonia de Cartago primero, y en núcleo romano de gran proyección comercial después. Pero además, la ausencia de una clara actividad extractiva post-romana en la mayor parte de las canteras documentadas en su territorio (con casi la única salvedad de la cantera de Su Casteddu) ha permitido la conservación de una gran variedad de evidencias de extracción, panorama excepcional en lo que se refiere a canteras situadas en áreas actualmente pobladas como el entorno de Pula y por lo tanto, sujetas a una presión demográfica y urbanística considerable.

La íntima correlación entre los tres grandes ejes que articulan el estudio – tipificación y caracterización geológica de la piedra empleada; identificación y estudio en profundidad de los puntos de extracción; examen de su empleo en la edilicia de la ciudad – es fiel reflejo de esta concepción global antes mencionada. La necesaria interdisciplinariedad de la tarea, llevada a cabo en colaboración con colegas del propio equipo y de otras instituciones, es especialmente evidente en el apéndice dedicado a la clasificación de los materiales lapídeos del territorio de Nora, dónde la descripción petrográfica de cada una de las muestras viene situada dentro de la cantera de origen bien con coordenadas específicas bien en reconstrucciones en 3D de los frentes de cantera.

Sobre la base de los numerosos tipos de piedra local identificados en las construcciones norenses, el estudio de las extracciones del territorio de Nora es abordado de manera sistemática y rigurosa. En lo

que constituye el grueso del trabajo, se examina su situación geográfica, las evidencias de las técnicas y estrategias aplicadas, el volumen aproximado de la piedra obtenida, así como la organización de la explotación, las posibles vías para el traslado del material hasta la ciudad y su destino final. Un aspecto a destacar es la innegable importancia de la cantera de Is Fradis Minoris, con varios *loci* identificados y excepcionales evidencias como las posibles rampas y agujeros de anclaje en el extremo suroriental, lugar dónde se hallaría la zona de embarco de los bloques para ser trasladados a la ciudad. Pero a la vez y en la medida de lo posible, todas las canteras reciben el mismo trato, independientemente de su extensión y cantidad de evidencias conservadas. El cúmulo de datos que derivan son intensamente examinados de manera particular para cada explotación pero también en lo que respecta a todas las canteras que suministran un mismo tipo de piedra e igualmente de manera global, proporcionando así a la vez un elenco de datos precisos que permiten comparar cada una de las canteras de Nora con explotaciones de otros territorios y una visión coherente y global de la actividad extractiva en el territorio. Al agruparlas en función del material que éstas proporcionan, presentando las características geológicas que determinan las propiedades de cada tipo de roca y marcando explícitamente la relación con los edificios o elementos concretos de la ciudad dónde se han identificado, se hacen evidentes la riqueza de materiales empleados así como los factores que determinaron su empleo y las distintas pautas que parecen haberse desarrollado a lo largo de la larga vida de la ciudad, desde época fenicia hasta finales del período imperial. En efecto, el gran ejercicio de sistematización de los datos recopilados para ponerlos en relación con cada uno de los distintos períodos en los que se divide la evolución edilicia de la ciudad (época fenicia, época púnica, época altoimperial, época severiana y época tardoantigua) y su análisis de los contextos de extracción y modalidades de uso (capítulo 6) constituye una de las grandes aportaciones de este volumen.

La alta competencia de la autora en el trabajo de campo, difícil y a menudo poco agradecido en el caso de las canteras situadas en entornos densamente poblados, ha dado como resultado la exhaustiva documentación de los vestigios conservados en las canteras – prueba de ello son el magnífico material gráfico y las completas tablas recopilatorias. Se establecen así los fundamentos sobre la que se asientan las hipótesis interpretativas altamente interesantes y que llevan esta obra a ser mucho más que un mero inventario de canteras. A modo de ejem-

plo, destaca el excelente estudio metrológico de los bloques y evidencias en negativo que, sin dejar de lado la prudencia necesaria, permite vislumbrar aspectos tan interesantes como la coexistencia de dos tradiciones extractivas, púnica y romana, a partir de la entrada de Nora en la esfera de control de Roma. Igualmente en este sentido, resulta sumamente interesante la identificación del inicio de la cantería propiamente dicha con la llegada de nueva población de tradición púnica, a quienes se debería la introducción de una nueva práctica funeraria (tumbas en hipogeo). Así, se trasciende lo puramente económico-tecnológico para llegar a saber un poco más de las dinámicas sociales y esfera cultural de las personas involucradas en la industria de la piedra.

Por todo ello, es innegable el gran interés del trabajo de la Dra. Previato. El minucioso estudio de cada uno de los frentes de extracción y su edición

sistemática sin duda alguna suponen un paso adelante significativo en nuestro conocimiento de los procesos que llevaron al desarrollo edilicio de Nora, pero a la vez serán igualmente de gran ayuda para observar posibles patrones tecnológicos comunes o especificidades en el contexto mediterráneo. Pero más allá de esto, se trata de una obra de referencia especialmente por su aproximación integral a la industria de la piedra de construcción y por su capacidad de expresar el “jugo del conocimiento” de los datos disponibles. Manteniendo en todo momento la estrecha interrelación entre los dos extremos de la *chaîne opératoire* – canteras y ciudad – y que, insertándola en el contexto social, y cronológico, consigue hacernos llegar la dimensión humana de aquellos que trabajaron en las primeras y cuyas acciones y esfuerzos erigieron la segunda.

Anna Gutiérrez Garcia-M.
*Chaire Junior LabEx Sciences
Archéologiques de Bordeaux*

Introduzione

Il presente volume è dedicato alle cave di pietra del territorio circostante l'antica città di Nora, insediamento fenicio, punico e romano situato lungo la costa meridionale della Sardegna, all'estremità sud del Golfo di Cagliari, nei pressi dell'attuale paese di Pula (Cagliari) (figg. 1 e 2). Esso costituisce il primo risultato di un più ampio progetto di ricerca del Dipartimento dei Beni Culturali dell'Università di Padova che ha per oggetto lo studio dei materiali da costruzione e delle tecniche edilizie utilizzate a Nora nel corso della sua storia.



Fig. 1. Posizione della città antica di Nora (Pula, Cagliari).

La scelta di dedicare tempo e risorse a questa ricerca è nata dalla consapevolezza che, analogamente a quanto si riscontra per altri centri urbani antichi, anche per Nora non si dispone oggi di conoscenze esaustive sulle caratteristiche più “tecniche” dell’architettura, quali appunto i materiali da costruzione e le tecniche edilizie impiegate negli edifici urbani. Nel materiale edito relativo alla città si trovano infatti solo labili accenni a queste tematiche, che sono state finora trattate in modo piuttosto generico e sbrigativo.

Questa carenza documentaria e conoscitiva appare oggi ancora più evidente, alla luce del sempre maggiore interesse manifestato dalla comunità scientifica verso questi aspetti del costruito antico, apparentemente privi di particolare valore, ma in realtà forieri di un incredibile potenziale informativo. Le sempre più numerose ricerche dedicate ai materiali da costruzione, alle tecniche edilizie, così come alle numerose sfaccettature dei processi costruttivi, moltiplicatesi negli ultimi anni, hanno infatti messo in luce come lo studio di queste tematiche sia uno strumento prezioso per comprendere e ricostruire la storia dei centri urbani antichi e dei loro territori¹.

¹ Per avere un’idea della varietà e della ricchezza di contenuti e spunti offerti dalle più recenti ricerche e sui nuovi approcci con cui viene oggi affrontato lo studio degli edifici del mondo antico e del mondo classico in particolare, è sufficiente passare in rassegna i numerosi contributi contenuti nei volumi della collana *Arqueología de la construcción*, esito di una serie di convegni di carattere internazionale svoltisi in anni recenti (*Arqueología de la construcción I*; *Arqueología de la construcción II*; *Arqueología de la construcción III*; *Arqueología de la construcción IV*). In generale, lo studio dell’architettura antica viene oggi affrontato a scale diverse: alcuni studiosi si soffermano infatti sull’analisi di singoli edifici, come J. DeLaine nel suo studio dedicato alle Terme di Caracalla (DELAINE 1997), altri su singoli centri urbani, come A. Pizzo per quanto riguarda *Augusta Emerita* (PIZZO 2010), altri ancora su intere regioni, come A. Bacchetta,



Fig. 2. La città di Nora oggi (foto Archivio fotografico Consorzio Agenzia Turistica Costiera Sulcitana-STL Karalis, realizzata dai fotografi Ales&Ales).

Da qui l'interesse ad analizzare l'architettura norense da un nuovo punto di vista, al fine di ottenere un quadro esaustivo delle caratteristiche "tecniche" degli edifici urbani, ma anche di definire il contesto sociale, culturale ed economico che determinò la nascita e lo sviluppo del linguaggio costruttivo locale, nonché di comprendere le relazioni esistenti tra la città e le risorse presenti nel suo territorio.

Questi sono a grandi linee gli obiettivi della ricerca, che finora si è concentrata sui materiali da costruzione, e in particolare sulla pietra e sui relativi bacini di approvvigionamento, che costituiscono l'oggetto di questo libro. L'analisi dei modi d'uso della pietra in ambito urbano, cui in quest'opera viene fatto solo qualche accenno, così come lo studio degli altri materiali da costruzione e delle tecniche edilizie impiegate in città saranno presto affrontate e, ci auguriamo, pubblicate in un secondo volume all'interno di questa collana.

La scelta di dedicare un intero libro alle cave di Nora trova motivazione nel fatto che la pietra è senza dubbio il materiale da costruzione più diffuso e attestato all'interno della città, e che essa venne impiegata nella costruzione degli edifici e delle in-

frastrutture urbane per un lungo periodo di tempo, e cioè dalla fine del VI secolo a.C. fino almeno al IV-V secolo d.C., senza soluzione di continuità.

Alle origini di questa ricerca, promossa da Jacopo Bonetto, è uno studio condotto su una serie di campioni lapidei prelevati nell'area del foro di Nora, sottoposti ad analisi archeometrica in occasione della pubblicazione dello scavo di quest'area urbana².

Lo studio, condotto da G. Falezza per gli aspetti archeologici e da M. Agus, S. Cara e M. Mola per gli aspetti petrografici, ha infatti permesso di riconoscere la presenza, nell'area del foro, di un'ampia gamma di litotipi provenienti da numerosi siti estrattivi, a testimonianza di come la città antica si avvallesse di diversi bacini di approvvigionamento situati lungo la costa e nell'entroterra.

Da questa esperienza è nata la volontà di andare alla ricerca delle cave sfruttate in epoca antica, per meglio comprendere i rapporti tra Nora e il suo territorio, nonché per ricostruire le complesse dinamiche economiche, sociali e culturali connesse all'approvvigionamento e all'estrazione della pietra.

Ulteriore stimolo ad approfondire lo studio sulle cave del territorio norense è stata inoltre la presa di coscienza dell'esistenza nei dintorni di Nora di numerosi siti estrattivi utilizzati in epoca antica e

che si è occupato dell'edilizia rurale della Cisalpina (BACCHETTA 2003). Per una sintesi sulla storia degli studi dedicati all'archeologia dell'edilizia, si veda PREVIATO 2015, pp. 35-38.

² AGUS *et alii* 2009.

poi abbandonati, in cui le tracce di cavatura si conservavano in ottimo stato.

Nell'affrontare la ricerca sono stati presi a modello non tanto gli studi dedicati alle grandi cave di marmi bianchi e colorati del Mediterraneo, le cui dinamiche di sfruttamento non sono paragonabili per complessità e caratteristiche a quelle delle cave di Nora, quanto più gli studi dedicati alle cave di pietre da costruzione a diffusione locale e/o regionale, tra cui *in primis* i numerosi lavori di Jean-Claude Bessac e di altri studiosi sulla cave della Gallia³. Di grande utilità si è rivelato inoltre il volume di Anna Gutiérrez García-Moreno sulle cave della Spagna nord-orientale⁴.

Ulteriori spunti sono stati tratti infine dai numerosi contributi contenuti nel quarto volume della serie *Arqueología de la construcción*, specificatamente dedicato alle cave antiche⁵.

Metodologia della ricerca

Nell'affrontare la ricerca, si è proceduto innanzitutto ad uno spoglio del materiale edito, finalizzato a raccogliere tutte le informazioni disponibili circa le cave (antiche e moderne) presenti nel territorio circostante la città di Nora.

Punto di riferimento fondamentale sono stati i due recenti studi dedicati ai materiali da costruzione impiegati nel foro⁶ e nel teatro⁷, e in particolare i risultati delle analisi archeometriche su di essi condotte, che hanno portato all'individuazione delle cave di provenienza dei litotipi impiegati nei due monumenti.

Numerosi e preziosi dati sono stati ricavati inoltre dai risultati delle ricognizioni effettuate nel territorio circostante la città di Nora dal gruppo di ricerca coordinato da M. Botto, S. Finocchi e M. Rendeli negli anni Novanta del secolo scorso⁸.

³ I lavori di J.C. Bessac sono innumerevoli. Tra i più significativi vi è senza dubbio la poderosa pubblicazione del 1996 dedicata alle cave di Bois des Lens (BESSAC 1996), cui vanno aggiunti i numerosi contributi contenuti nel volume n. 59 della rivista Gallia (si veda in particolare BESSAC, SABLAYROLLES 2002). Di grande interesse è inoltre un articolo del 1986 (BESSAC 1986), contenente indicazioni sull'approccio metodologico con cui affrontare lo studio delle cave di pietra. Altri articoli sulle cave della Gallia sono contenuti nei volumi degli Atti dei convegni della serie *Carrières et Construction en France et dans les pays limitrophes* (*Carrières et constructions en France et dans les pays limitrophes I, II, III*). Alle cave della Gallia sono dedicati inoltre un recente volume di J. Gaillard edito nel 2011 e dedicato alle cave della Charente (GAILLARD 2011) e il volume del 2013 di C. Pédini sulle cave della Couronne (PÉDINI 2013).

⁴ GUTIÉRREZ GARCÍA-MORENO 2009.

⁵ *Arqueología de la construcción IV*.

⁶ AGUS *et alii* 2009.

⁷ MELIS, COLUMBU 2000.

⁸ A proposito delle ricognizioni nel territorio circostante Nora si veda BOTTO, RENDELI 1998; RENDELI 2005; BOTTO 2011, con

Per quanto riguarda le cave costiere inoltre, informazioni molto utili sono state tratte da alcuni recenti studi sulle variazioni del livello del mare che, tra i markers funzionali a definire il livello marino in epoca antica, hanno preso in considerazione anche alcune cave situate nei pressi di Nora⁹.

Parallelamente, si è proceduto ad una disamina di articoli e pubblicazioni di carattere scientifico, al fine di comprendere le caratteristiche geologiche del territorio e di ottenere un quadro esaustivo delle rocce affioranti nei pressi della città antica.

A queste due attività hanno fatto seguito una serie di ricognizioni nel territorio, che hanno permesso di verificare l'esistenza e la posizione delle cave già note da bibliografia, nonché di individuarne di nuove. Tutte le cave sono state quindi posizionate e schedate.

Per la schedatura è stata utilizzata una scheda appositamente creata, funzionale a raccogliere informazioni inerenti la posizione, le caratteristiche geologiche, la morfologia del sito estrattivo, nonché dati sulle tecniche di estrazione, sull'organizzazione interna della cava, sulla cronologia di sfruttamento.

Dove possibile inoltre è stato realizzato un rilievo topografico dell'intero sito estrattivo, finalizzato ad ottenere una mappatura di dettaglio degli spazi di cava, così da decifrare tutte le tracce dell'attività estrattiva antica. Il rilievo è stato effettuato utilizzando stazioni totali laser (Leica TS 02 e TS06), con restituzione dei dati in formato .dxf su supporto cartografico georeferenziato a coordinate Gauss-Boaga, utilizzando software di grafica vettoriale (VectorWorks 2016, *Educational version*).

L'attività di rilievo si è focalizzata inizialmente sulla cava di Is Fradis Minoris, sito estrattivo di notevole estensione che occupa una penisola posta circa 500 m ad ovest del promontorio di Nora e che costituisce senza dubbio una delle cave antiche meglio conservate di tutta la Sardegna.

In tale sito, oggi parte di una meravigliosa oasi naturalistica e sede di un centro per la didattica ambientale e per il recupero di cetacei e tartarughe marine, il rilievo ha richiesto un notevole impegno in termini di tempo, data la quantità delle tracce di cavatura conservatesi. Per permettere l'ancoraggio del rilievo alla cartografia della regione, sulla penisola sono stati predisposti due capisaldi topografici.

Le attività di rilievo a Is Fradis Minoris, avviate nell'ottobre del 2010, sono riprese nel 2012 e sono state quindi completate nei mesi di settembre e ottobre del 2013 e del 2014. In questo sito, oltre alla

bibliografia precedente.

⁹ MELIS 2000; MELIS 2002; AURIEMMA, SOLINAS 2009; ANTONIOLI *et alii* 2007; ANTONIOLI *et alii* 2012.

planimetria è stata realizzata una serie di sezioni funzionali a chiarire la morfologia della penisola e il suo rapporto con il mare, nonché a comprendere le modalità di sfruttamento della cava.

Completate le attività a Is Fradis Minoris, si è proceduto quindi al rilievo topografico anche di altri bacini estrattivi ove le tracce di cavatura erano particolarmente ben conservate, e cioè una piccola cava situata nella cala a nord-est di Nora, e un'altra cava situata sul promontorio di Punta d'Agumu.

Per le cave di Su Casteddu e di Sa Perdera, poste rispettivamente presso il centro di Pula e nel suo retroterra, per ragioni di tempo, accessibilità e visibilità, non è stato invece possibile effettuare un rilievo altrettanto dettagliato, ma si è proceduto comunque ad un inquadramento topografico dei siti e ad un rilievo dei fronti di estrazione visibili. Le altre cave censite e presentate nel volume sono invece state solo posizionate in forma generica su Carta tecnica regionale e documentate dal punto di vista fotografico.

Inoltre, in tutte le cave è stata effettuata un'analisi di dettaglio delle tracce lasciate dagli strumenti utilizzati per l'estrazione (segni di piccone, trincee di separazione tra i blocchi, fori per cunei, etc.).

Infine, in ogni sito sono stati prelevati uno o più campioni lapidei¹⁰, presentati nell'ultima sezione del volume dedicata all'Atlante dei litotipi.

Articolazione del volume

Il libro è suddiviso in 7 capitoli. Apre il volume una breve storia degli studi sulle antiche cave di pietra della Sardegna (capitolo 1). A seguire vi è una storia degli studi sui materiali lapidei in uso a Nora e sui relativi bacini di approvvigionamento (capitolo 2), a sua volta seguita da un sintetico inquadramento geologico del territorio di Nora (capitolo 3).

La parte centrale del volume è interamente dedicata alle cave del territorio norense (capitolo 4). Le cave sono suddivise in tre gruppi, a seconda del tipo di pietra in esse estratto. Al primo gruppo appartengono le cave di arenaria tirreniana (paragrafo 4.1), al secondo le cave di andesite (paragrafo 4.2) e al terzo le cave di arenaria grigia (paragrafo 4.3).

Ad ogni cava è dedicato un paragrafo, contenente informazioni sulla posizione del sito, sulle sue caratteristiche geologiche, una descrizione della cava e delle tracce di estrazione in essa presenti, dati sui sistemi di trasferimento e trasporto del materiale estratto e su eventuali strutture e infrastrutture visi-

bili all'interno del sito, e infine, informazioni circa la cronologia di sfruttamento. Per la cava di Is Fradis Minoris e per quella della cala nord-orientale, particolare attenzione è stata prestata al rapporto tra il sito estrattivo e il mare, tema affrontato all'interno di specifici paragrafi curati da Giovanna Falezza.

La descrizione di ogni sito è corredata inoltre da un apparato fotografico affiancato, per le cave che sono state oggetto di rilievo topografico, da planimetrie e sezioni.

A conclusione della presentazione delle cave di un determinato tipo di pietra, vi è un paragrafo di sintesi che illustra le modalità di impiego dello specifico litotipo nella città di Nora.

Nell'ultima parte del volume vengono quindi discusse le dinamiche di sfruttamento dei siti estrattivi (capitolo 5) e viene proposta una lettura in chiave storica dello sfruttamento delle cave del territorio, in relazione alla storia edilizia della città (capitolo 6).

Infine, a conclusione del volume vi è un capitolo (capitolo 7), dedicato ai campioni lapidei prelevati nelle cave e curato da M. Agus, S. Cara e C. Matzuzzi. I campioni, raggruppati per litologia, sono presentati sotto forma di schede, al cui interno vengono riportati il numero del campione, l'area di prelievo, la definizione petrografica, nonché una foto macroscopica e una foto in sezione sottile.

I campioni così presentati costituiscono un vero e proprio "Atlante dei litotipi" del territorio, che potrà in futuro essere implementato nonché utilizzato per il riconoscimento dei materiali impiegati a Nora e per interventi di restauro da effettuarsi sugli edifici antichi.

Ringraziamenti

È con grande soddisfazione, ma soprattutto con grande emozione che porto a termine questo volume, che affronta temi a me cari, e cioè le cave e i materiali da costruzione, in relazione ad un luogo, Nora, a me altrettanto caro, dove ho mosso i miei primi passi come archeologa, e che costituisce per me molto più che un comune sito archeologico, perché legato a ricordi e persone indimenticabili.

Desidero specificare che il volume che qui si presenta porta il mio nome, ma è in realtà il frutto di una ricerca cui molti hanno partecipato attivamente in questi anni, senza il cui aiuto la pubblicazione di questo volume non sarebbe stata possibile.

Desidero quindi ringraziare innanzitutto il prof. Jacopo Bonetto, per la fiducia accordatami e per avermi dato l'opportunità di svolgere questa entusiasmante ricerca in uno splendido contesto qual è Nora, nonché per il costante supporto e il concreto aiuto sul campo, nelle attività di rilievo e di ricognizione.

¹⁰ All'interno della stessa cava sono stati prelevati campioni diversi quando si è notata la presenza di diversi litotipi, distinguibili già a livello macroscopico (colore, grana, etc.). Nelle cave di rocce sedimentarie, si è prelevato un campione da ognuno dei diversi livelli che compongono gli affioramenti.

Un ringraziamento spetta quindi alla collega e amica Giovanna Falezza che, dopo essersi occupata dell'uso della pietra nell'area del foro, mi ha coinvolto nello studio della cava di Is Fradis Minoris, per poi lasciarmi generosamente alla guida di questo progetto.

Desidero ringraziare quindi la Soprintendenza Archeologia della Sardegna, in particolare nella persona del dott. Marco Edoardo Minoja, che ha autorizzato la presente ricerca, e il prof. Michele Agus, il dott. Stefano Cara e il dott. Carlo Matzuzzi dell'Università di Cagliari, che mi hanno accompagnato nelle campagne di campionamento e che si sono occupati delle analisi petrografiche dei campioni prelevati nelle cave.

Un grazie speciale spetta quindi a tutti i ragazzi e in particolare ad Alessandro Mazzariol, Alessandro Coppola, Alessandro Piazza, Monica Ranzato, Federica Trivisonno, Anna Ferrarese, Federica Stella Mosimann, Ludovica Savio, Anna Bertelli, Arturo Zara, Matteo Tabaglio, Filippo Carraro, Matteo Zampar e Luca Zamparo che con pazienza, entusiasmo e curiosità in questi anni hanno partecipato alle ricognizioni nelle cave e soprattutto mi hanno aiutato nelle operazioni di rilievo, trascorrendo con me

lunghe ore a Is Fradis Minoris, a Punta d'Agumu e negli altri siti del territorio. Un grazie anche a M. Chiara Metelli e a Giovanni Gallucci, che si sono occupati del rilievo della cava della cala nord-orientale.

Ringrazio quindi di cuore i signori Ollano, Giovanni Lenti e Andrea Orrù, che in questi anni ci hanno sempre accolti con il sorriso a Is Fradis Minoris, mostrando infinita disponibilità, Remigio Zucca, che per primo ci ha fatto conoscere la cava di Sa Perdera, il signor Tommaso Argiolas, attuale proprietario della cava, che ci ha aperto le porte della sua casa, e Luca Olla, che mi ha fornito preziose informazioni sul territorio di Pula.

Desidero ringraziare Rita Auriemma, per aver condiviso le informazioni e alcune foto relative alla cava di Perd'e Sali, Giovanni Meloni, per la fantastica gita alle cave di Tharros e per gli utilissimi scambi di dati e informazioni, Anna Gutiérrez Garcia-Moreno per i preziosi consigli e infine Claudio Floris, per gli interessanti scambi di opinione "da geologo ad archeologo" sul territorio di Nora.

Infine, grazie anche ad Andrea Ghiotto e Arturo Zara per i suggerimenti e per l'attenta lettura del testo, e ad Alessandra Didonè per gli utilissimi consigli redazionali.

Caterina Previato

Padova, 1 giugno 2016

Capitolo 1

Le cave di pietra della Sardegna: storia degli studi

La Sardegna viene per la prima volta analizzata dal punto di vista geologico nell'Ottocento da parte di Alberto La Marmora, che pubblica i dati raccolti nel corso del suo soggiorno sull'isola nella ben nota opera *Voyage en Sardaigne*¹. Successivamente, nella seconda metà del secolo, in occasione dell'apertura delle miniere di piombo zincifero del Sulcis Iglesiente, viene approfondita l'analisi geologica del settore sud-occidentale dell'isola. Le ricerche si susseguono quindi per più di un secolo soprattutto ad opera delle scuole di Cagliari, Siena e Pisa fino a giungere, intorno agli anni '60 - '70 del Novecento, ad una conoscenza geologica esaustiva di tutta l'isola².

Dal punto di vista geologico, la Sardegna si caratterizza per la presenza di un basamento paleozoico affiorante nel settore sud-occidentale e orientale dell'isola, lungo una fascia estesa in senso nord-sud, la cui formazione è legata all'orogenesi ercinica, che ha prodotto deformazioni, metamorfismo e un importante magmatismo intrusivo ed effusivo. L'isola è altresì caratterizzata da una copertura vulcanica e sedimentaria di età compresa tra il tardo Paleozoico e il Quaternario³.

La lunga storia geologica della Sardegna, che si svolge dal Precambriaco (600 Ma) al Quaternario, ha dato origine ad un'ampia varietà di rocce che affiorano in varie parti dell'isola. Tra queste, particolarmente diffuse sono i granitoidi, le rocce vulcaniche e carbonatiche (fig. 1).

I graniti, rocce compatte, abbastanza dure (6-7 scala di Mohs) e lucidabili, affiorano da nord a sud soprattutto nel settore orientale dell'isola, e in misura minore anche nel settore sud-occidentale. Tali rocce furono utilizzate dall'uomo già nel Neolitico medio (IV millennio a.C.), come dimostrano alcuni manufatti ritrovati sull'isola di Santo Stefano. Il

granito sardo conobbe quindi enorme fortuna in età romana, quando trovò diffusione non solo in ambito locale, ma anche a Roma e in tutto il Mediterraneo, dove fu impiegato quale sostituto di alcuni graniti egiziani. Il granito destinato all'esportazione veniva estratto nel settore nord-orientale della Sardegna, nella regione della Gallura, caratterizzata dalla presenza di estesi affioramenti di granito.

Dopo l'età romana, in Gallura il granito continuò ad essere utilizzato localmente quale pietra da costruzione finché, all'inizio del XX secolo, si verificò un vero boom dell'attività estrattiva, che determinò l'apertura di numerosissime cave in questo

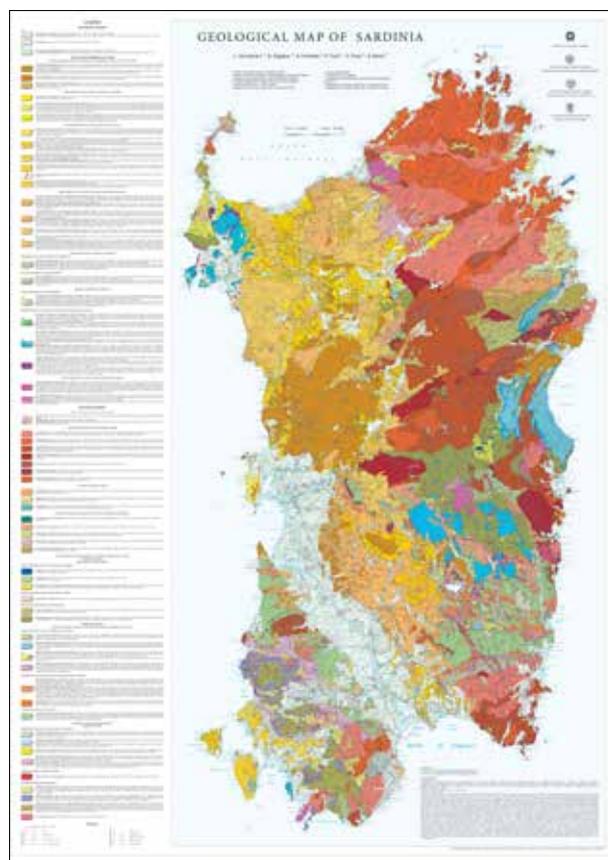


Fig. 1. Carta geologica della Sardegna.

¹ I dati relativi alla geologia della Sardegna sono contenuti nei volumi III e IV, pubblicati nel 1957 (DELLA MARMORA 1957).

² ATZENI, SANNA 2009, p. 3.

³ ATZENI, SANNA 2009, p. 3.

settore dell'isola, che determinarono una profonda trasformazione del paesaggio⁴.

Per quanto riguarda le vulcaniti, esse sono riferibili a due distinti cicli vulcanici risalenti uno all'Oligo-Miocene e l'altro al Plio-Pleistocene. Le vulcaniti oligo-mioceniche affiorano nelle aree del Logudoro, Bosano e Marghine e, in misura minore, nella Sardegna sud occidentale. Le vulcaniti del ciclo Plio-Pleistocenico affiorano invece soprattutto nel Campidano (Monte Arci), nella catena del Marghine e in prossimità del golfo di Orosei. Anche le vulcaniti vennero coltivate sia in età preistorica, sia in età romana.

Le rocce carbonatiche della Sardegna risalgono invece al Paleozoico (Cambriaco), al Mesozoico e al Terziario. Le formazioni riferibili al Paleozoico affiorano solamente nel Sulcis-Iglesiente, quelle Mesozoiche sono presenti un po' in tutta l'isola, mentre gli affioramenti riferibili al Terziario sono più sparsi e si trovano nella Sardegna centro occidentale da Nord a Sud, nelle province di Sassari, Oristano e Cagliari.

La possibilità di disporre di una così vasta gamma di litotipi è probabilmente il motivo determinante del precoce quanto diffuso impiego della pietra che si verifica in Sardegna fin dall'età preistorica⁵.

L'ampia diffusione di questo materiale da costruzione ha suscitato nel tempo un sempre maggiore interesse negli studiosi, sia di formazione geologica, sia di formazione archeologica, che hanno dedicato numerose ricerche ai diversi tipi di pietra utilizzati nell'edilizia storica, così come ai relativi bacini di provenienza⁶.

Numerose sono infatti le cave antiche presenti sull'isola, che hanno intaccato gli affioramenti di

granito della Gallura, i calcari compatti della zona di Orosei, i basalti di Campeda e delle Baronie, le arenarie del Campidano meridionale e dell'Oristanese, le formazioni laviche oligoceniche dell'Oristanese e del Bosano⁷.

1.1 LE CAVE DELLA SARDEGNA SETTENTRIONALE E CENTRALE

Ad oggi, le cave di pietra della Sardegna che hanno suscitato maggiore interesse negli studiosi sono senza dubbio le cave di granito situate nel settore nord-orientale dell'isola.

Numerosi sono infatti gli studi ad esse dedicati, sicuramente in ragione dell'importanza che il granito sardo ebbe in epoca antica e in particolare in età romana, quando venne largamente esportato ed utilizzato come "marmo di sostituzione" di alcuni graniti egiziani (la Sienite, o granito rosso di Assuan, e il granito rosa del Birr Umm Fawakhir)⁸.

Le cave di granito situate in questo settore dell'isola sono state analizzate sia dal punto di vista archeologico⁹ che geologico e archeometrico¹⁰.

Una prima analisi delle cave antiche situate lungo le coste sarde e corse in prossimità delle Bocche di Bonifacio viene effettuata da R.J.A. Wilson nel 1988¹¹. Lo studioso individua 9 cave, di cui 5 di tipo costiero, in località Capo Testa, e 4 situate su un'isola



Fig. 2. Le cave di granito individuate da M.G.C. Massimetti nella zona di Santa Teresa di Gallura e di Olbia (MASSIMETTI 1991).

⁴ Circa la storia dello sfruttamento delle cave della Gallura cfr. SANGAINO *et alii* 2006, p. 411. In anni recenti, sono stati avanzati vari progetti finalizzati al recupero e alla valorizzazione delle numerosissime cave dismesse del settore nord-orientale della Sardegna (cfr. D'ORIANO *et alii* 2006; MARINI, NAITZA, TOCCO 2006; SANGAINO *et alii* 2006; TOCCO, MARINI, NAITZA 2007).

⁵ In Sardegna, i più antichi manufatti e siti riferibili alle industrie litiche risalgono al Paleolitico Inferiore. Un più diffuso uso della pietra si registra però a partire dal Neolitico, epoca cui risalgono le più antiche cave individuate sull'isola (cfr. MARINI *et alii* 2007, pp. 97-103).

⁶ In anni recenti, le cave della Sardegna sono state oggetto di nuovi studi, nell'ambito di un programma di ricerca di interesse nazionale coordinato da L. Marino e denominato "Le risorse lapidee dall'antichità ad oggi in area mediterranea: identità culturali e tecnologie. Sperimentazioni integrate per la conoscenza, restauro e valorizzazione". Nell'ambito di tale progetto sono stati presi in esame i distretti del granito del Nord Sardegna, alcuni siti estrattivi storici della Sardegna meridionale e le industrie litiche del Paleolitico dei settori di Orosei e di Ottana e megalitiche del settore di Laconi (cfr. *Risorse lapidee in Sardegna* 2007).

⁷ ARGIOLAS *et alii* 2006, pp. 33-34.

⁸ POGGI, LAZZARINI 2005, p. 50.

⁹ SUSINI 1977; WILSON 1988; MASSIMETTI 1991; MASSIMETTI 2002; BRUNO 2002; MARINI *et alii* 2007, pp. 106-109.

¹⁰ LAZZARINI 1987; POGGI, LAZZARINI 2005; WILSON-THORPE, RIGBY 2006. A proposito della cava di Capo Testa, in relazione al problema dell'innalzamento del livello marino avvenuto dall'antichità ad oggi, si veda ANTONIOLI *et alii* 2012, p. 2913.

¹¹ WILSON 1988.



Fig. 3. Capo Testa, Santa Reparata. Frammento di colonna in granito (MASSIMETTI 1991).

a ridotta distanza dalla costa, da lui attribuite all'età romana per la presenza di ceramica romana al loro interno e di edifici e tombe nelle vicinanze.

Successivamente, nel 1991, M.G.C. Massimetti censisce le cave di età romana situate nel territorio di Santa Teresa di Gallura e di Olbia, analizzandone le principali caratteristiche¹² (figg. 2 e 3).

Dieci anni dopo la studiosa, nell'ambito di una ricerca su alcune colonne di granito grigio ritrovate nel sito di *Turris Libisonis* e nella basilica di S. Gavino di Porto Torres, individua altre possibili cave antiche sull'isola dell'Asinara, dove affiora un tipo di pietra simile a quella dei manufatti¹³.

Un altro articolo molto approfondito sulle cave di granito della Gallura viene pubblicato nel 2005 da D. Poggi e L. Lazzarini. Il contributo, ricco di informazioni, è corredato anche da una tabella riassuntiva delle attestazioni note nel Mediterraneo dei manufatti realizzati con questo tipo di pietra¹⁴.

Un nuovo studio di carattere geologico-petrografico sul granito sardo viene edito l'anno successivo da O. Williams-Thorpe e I.J. Rigby¹⁵. Nell'articolo, gli autori presentano una mappa di distribuzione delle colonne in granito ritrovate in Sardegna, per ognuna delle quali viene specificata la provenienza del materiale costitutivo, determinata sulla base di analisi geochemiche.

Le cave di granito del settore nord-orientale della Sardegna sono state quindi recentemente oggetto di un programma di ricerca di interesse nazionale denominato "*Le risorse lapidee dall'antichità ad oggi in area mediterranea: identità culturali e tec-*

nologie. Sperimentazioni integrate per la conoscenza, restauro e valorizzazione", finalizzato appunto alla conoscenza delle cave storiche e alla loro valorizzazione¹⁶.

In anni recenti, un certo interesse è stato manifestato anche verso alcune rocce affioranti nel settore centrale della Sardegna, e in particolare verso le piroclastiti del territorio di Fordongianus, l'antica *Forum Traiani*, che vennero impiegate nel complesso termale posto sulla riva sinistra del fiume Tirso¹⁷.

1.2 LE CAVE DELLA SARDEGNA MERIDIONALE

Altrettanto numerose sono le cave antiche presenti lungo la costa meridionale e occidentale della Sardegna, che si concentrano nei pressi dei centri urbani fenicio-punici e romani qui situati (Cagliari, Nora, Bithia, Sulki, Tharros, etc.)¹⁸. Si tratta prevalentemente di cave costiere (ma non solo) che, a differenza di quelle della Gallura, vennero sfruttate in epoca antica per l'estrazione di materiali ad uso prettamente locale. In anni recenti, si è assistito ad un proliferare di interesse verso questi siti estrattivi, che sono stati oggetto di studi più o meno dettagliati.

Particolare attenzione è stata rivolta alle cave circostanti il sito di Tharros e all'impiego della pietra all'interno della città antica. Il primo studio archeometrico sui materiali lapidei da costruzione impiegati nel centro urbano tharrense e sulle relative provenienze risale al 1995, ed è stato effettuato da G. Armiendo e R. Platania¹⁹. Gli studiosi hanno preso in considerazione una serie di campioni di basalto e calcarenite provenienti da Tharros, che sono stati analizzati al microscopio polarizzatore e sottoposti a diffrattometria a raggi X e a fluorescenza a raggi X, nonché alcuni frammenti di marmi colorati e bianchi, questi ultimi sottoposti ad analisi di Electron Spin Resonance e ad analisi isotopiche.

Ad anni più recenti risale invece un più ampio progetto di ricerca finalizzato alla mappatura e allo studio delle cave storiche della regione del Sinis (OR), avviato dall'Università di Cagliari in collaborazione con il Museo civico di Cabras²⁰. Si tratta di un progetto decisamente innovativo e a carattere multidisciplinare che si pone l'obietti-

¹⁶ TOCCO, MARINI 2007, pp. 9-12.

¹⁷ ARGIOLAS *et alii* 2006.

¹⁸ Cfr. MARINI *et alii* 2007, pp. 109-112.

¹⁹ ARMIENDO, PLATANIA 1995.

²⁰ Cfr. DEL VAIS *et alii* 2006; DEL VAIS, GRILLO, NAITZA 2014a; DEL VAIS, GRILLO, NAITZA 2014b; DEL VAIS, GRILLO, NAITZA 2014c. A proposito delle cave di Tharros in relazione al problema dell'innalzamento del livello marino avvenuto dall'antichità ad oggi cfr. ANTONIOLI *et alii* 2012, p. 2912.

¹² MASSIMETTI 1991.

¹³ MASSIMETTI 2002.

¹⁴ POGGI, LAZZARINI 2005.

¹⁵ WILLIAMS-THORPE, RIGBY 2006.

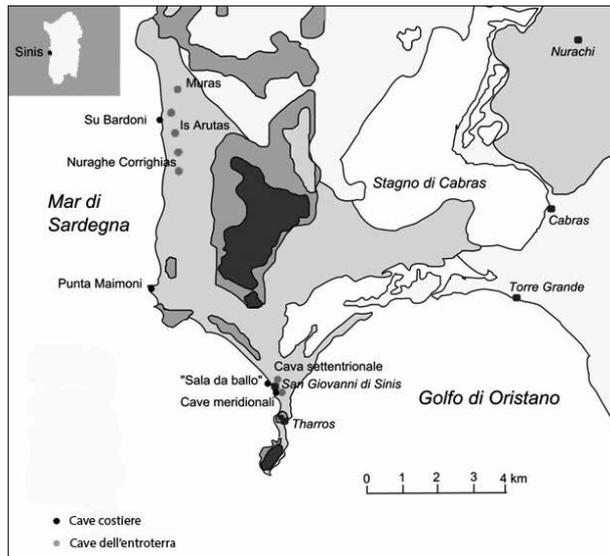


Fig. 4. Le cave individuate nei pressi di Tharros (immagine rielaborata da DEL VAIS, GRILLO, NAITZA 2014b).

vo, da un lato, di studiare le cave in prospettiva storico-archeologica, analizzando i segni dell'attività estrattiva e le modalità di sfruttamento dei siti, dall'altro, attraverso il raffronto archeometrico di campioni lapidei prelevati nelle cave e da edifici e monumenti delle città antiche situate nelle vicinanze, di ricostruire la storia dello sfruttamento dei bacini estrattivi della regione.

Il progetto di ricerca, tuttora in corso, ha permesso finora di censire un cospicuo numero di cave costiere e non situate in prossimità della città di Tharros (Capo S. Marco, San Giovanni di Sinis, cd. Sala da Ballo) e più a nord (Punta Maimoni, Mont'e Corrigas, Is Arutas, Punta su Bardoni, Muras) (figg. 4 e 5).

Tutte le cave sono state analizzate e studiate nel dettaglio, sia per quanto riguarda gli aspetti legati all'attività estrattiva in epoca storica, sia per quanto riguarda le loro caratteristiche geologiche. Le analisi archeometriche condotte su campioni lapidei prelevati dagli edifici tharrensi, confrontati con campioni prelevati nelle diverse cave, hanno permesso di constatare che la città di Tharros si servì per la costruzione dei suoi edifici delle cave più meridionali, situate nelle immediate vicinanze del centro urbano.

Minore interesse è stato invece finora rivolto ad altre cave antiche situate lungo le coste meridionali della Sardegna, quali quelle di Piscinni (Domus de Maria), in prossimità del sito di Bithia²¹, e quelle presenti lungo il tratto di costa tra Matzac-

cara e Paringianu²². Poco si conosce anche sulle cave legate all'insediamento di Sulki, nell'attuale area urbana di Sant'Antioco²³, e su quelle sfruttate per la costruzione dell'abitato di Monte Sirai²⁴.

Anche le cave di Cagliari, dalle quali si estraevano le diverse qualità dei calcari miocenici affioranti sulle colline su cui sorge la città, e cioè la pietra cantone, il cosiddetto Tramezzario e la pietra forte, sono state finora poco studiate²⁵. Le cave antiche, sfruttate a partire dall'età repubblicana, si collocano sul colle del Buoncammino, nell'area dell'anfiteatro e sulle colline di Tuvixeddu e Tuvu Mannu. Al loro interno però, la lettura delle tracce di estrazione di epoca antica è spesso ostacolata o compromessa dallo sfruttamento cui andarono soggette anche in epoche successive nonché dalla diffusa presenza di cumuli di detriti di cava. Gli unici siti estrattivi che è stato possibile analizzare finora sono due cave di età romana quasi intatte recentemente ritrovate nell'area di Tuvu Mannu e sulla collina di Tuvixeddu, ove le tracce di estrazione antica sono molto ben conservate²⁶. Tali cave sono state infatti oggetto di rilevamento e schedatura, al fine di raccogliere dati sulle loro caratteristiche geometrico-dimensionali, tecniche, archeologiche e geologiche, nonché di valutare il loro stato di conservazione. Nonostante l'indubbio interesse, dato anche dal fatto che al loro interno si conservano i resti di due antiche calcare,



Fig. 5. La cava semi-sommersa di Punta Maimoni (DEL VAIS, GRILLO, NAITZA 2014b).

²² Cfr. BARTOLONI, BONDI, MOSCATI 1997, p. 90.

²³ Cfr. MARINI *et alii* 2007, pp. 109-110.

²⁴ A proposito di un fronte di cava posto a circa 4 km di distanza dall'insediamento, cfr. FINOCCHI 2007, p. 57.

²⁵ BORDICCHIA *et alii* 2007, pp. 34-35. Per un inquadramento geologico delle colline di Cagliari cfr. GANDOLFI, PORCU 1967; PECORINI, POMESANO-CERCHI 1969; CARMIGNANI *et alii* 2000.

²⁶ Cfr. SALVI *et alii* 2006; BORDICCHIA *et alii* 2007.

²¹ A proposito della cava di Piscinni cfr. BARRECA 1965, pp. 164-165; BARTOLONI, BONDI, MOSCATI 1997, p. 88; COLUMBU *et alii* 2007; AURIEMMA, SOLINAS 2009, pp. 141-142.

questi siti estrattivi non sono però stati oggetto di un adeguato intervento di valorizzazione. Il sito di Tuvixeddu infatti, situato all'interno di una proprietà privata, è dotato di coperture ma attualmente inaccessibile al pubblico. Il sito di Tuvu Mannu invece, situato all'interno del complesso universitario della facoltà di Ingegneria, è visibile ma solo in parte coperto, per cui i fronti estrattivi e i resti delle calcare

sono esposti agli agenti atmosferici e in parte infestati dalla vegetazione.

Infine, recentemente un certo interesse è stato prestato anche alla cava di Antas, situata a solo 500 m di distanza dal tempio del *Sardus Pater*, e sicuramente sfruttata in età romana per la costruzione di parte dell'edificio²⁷.

²⁷ MARINI *et alii* 2007, pp. 112-114.

Capitolo 2

Archeologia dell'edilizia a Nora: storia degli studi sulle cave e sull'uso della pietra in città

Prima di analizzare nel dettaglio le cave di pietra individuate nel corso della ricerca, cercheremo di definire lo stato dell'arte relativamente ai tipi di pietra impiegati nell'architettura norense e ai relativi bacini di approvvigionamento.

È necessario premettere che per quanto riguarda i litotipi in uso a Nora, l'interpretazione dei dati editi risulta spesso molto difficile a causa dell'uso da parte degli studiosi di una terminologia poco scientifica per definire i diversi tipi di materiali lapidei, nonché per la frequente mancanza di una adeguata documentazione fotografica a corredo di articoli e relazioni di scavo. A questo si aggiunge il fatto che l'identificazione dei materiali lapidei in opera negli edifici norensi è spesso l'esito di un riconoscimento effettuato esclusivamente a livello macroscopico e basato sulle personali conoscenze degli scavatori, non sempre adeguatamente preparati e capaci di riconoscere le diverse qualità delle rocce.

2.1 STORIA DEGLI STUDI

Un primo riferimento ai materiali lapidei in uso a Nora e alle relative cave di provenienza si trova nel terzo volume del *Viaggio in Sardegna* di Alberto La Marmora che, sulla penisola di Is Fradis Minoris, riconosce tracce di cavatura incise nel "grès quaternario", pietra largamente utilizzata negli edifici della città norense¹.

È però Gennaro Pesce il primo studioso a mostrare un vivo interesse per i materiali da costruzione e per le tecniche edilizie in uso a Nora. Nella sua guida alla città del 1957 infatti egli fornisce indicazioni circa questi aspetti dell'architettura antica per ognuna delle fasi edilizie da lui individuate, per poi dedicare un intero paragrafo a "materiali da costruzione, strutture murali e gusto architettonico nell'area di Nora IV", cioè agli aspetti tecnico-costruttivi della città di età romana imperiale².

¹ DELLA MARMORA 1857, pp. 287-288.

² PESCE 1957, pp. 29-31 e 36-40. I dati contenuti nella guida del 1957 sono riportati in forma quasi identica anche nell'edi-

Secondo quanto riferito da G. Pesce, la pietra farebbe la sua comparsa a Nora in ambito edilizio in epoca tardo-punica (III-II secolo a.C.), cioè nel periodo di Nora II, quando nelle strutture murarie a telaio sono inseriti «grossi blocchi parallelepipedi rettangolari, messi in opera a guisa di pilastri, ad intervalli più o meno irregolari, e funzionanti da legamenti delle strutture murarie intermedie», a loro volta formate da «blocchi più o meno simili ai primi, ma collocati orizzontalmente»³ (fig. 6). Strutture simili si trovano anche nella fase successiva, datata al I secolo a.C. (Nora III), benché esse siano caratterizzate da un «tono minore, in quanto la parte inquadrata dai pilastri è una compagine irregolare di sassi e ciottoli»⁴. Secondo lo studioso, la pietra conobbe quindi enorme diffusione nella fase successiva, risalente alla piena età imperiale (II-III secolo d.C., Nora IV), momento in cui la città conobbe un forte rinnovamento urbanistico e architettonico, e in cui le strade urbane vennero lastricate «con blocchi di andesite»⁵.

Nelle prime righe del paragrafo dedicato ai materiali da costruzione e alle tecniche edilizie utilizzate nel periodo di Nora IV, G. Pesce fornisce un elenco dei materiali lapidei «più frequentemente adoperati in Nora per le fabbriche»⁶. I diversi litotipi in uso in città sono quindi così definiti: arenaria, panchina (varietà locale di calcare), breccia conchigliifera, tramezzario, andesite, trachite, granito. A questi si aggiungono la lavagna, che risulta però meno diffusa, e il marmo, utilizzato raramente ed esclusivamente come rivestimento parietale. Lo studioso non fornisce però informazioni circa le cave di provenienza di questi materiali.

zione del 1972 (cfr. PESCE 1972. Fasi edilizie di Nora: pp. 32-35; materiali e tecniche edilizie di Nora IV: pp. 39-43).

³ PESCE 1957, p. 30 = PESCE 1972, p. 33.

⁴ PESCE 1957, pp. 30-31 = PESCE 1972, p. 33.

⁵ PESCE 1957, p. 32 = PESCE 1972, p. 34.

⁶ PESCE 1957, p. 36 = PESCE 1972, p. 39.



Fig. 6. Muro di edificio di età punica (PESCE 1957).

Segue quindi un elenco tipologico delle tecniche edilizie utilizzate nelle fondazioni e negli alzati delle strutture murarie norensi, su cui non ci soffermeremo in questa sede. Per quanto riguarda l'uso della pietra però, degna di nota è l'osservazione di Pesce, che afferma che l'uso dell'andesite sotto forma di blocchi impiegati come soglie, scalini e piedritti è proprio della piena età imperiale, che si distingue dalle epoche precedenti, caratterizzate «dall'impiego di rocce di diversa morfologia»⁷.

L'interesse per i materiali lapidei in uso a Nora si manifesta quindi nuovamente nel 1970, quando, nel catalogo dedicato alle stele di età punica provenienti dal tofet della città, vengono elencati e descritti in modo dettagliato i tipi di pietra utilizzati per la produzione di questi manufatti, per ognuno dei quali viene specificato il materiale costitutivo⁸. Il riconoscimento viene effettuato da un geologo, il prof. Giuseppe Pecorini dell'Università di Cagliari, e porta all'identificazione di quattro tipi di pietra⁹. Il primo è «un'arenaria quaternaria, comunemente conosciuta con il termine geologico di "panchina"»¹⁰,

che risulta essere la pietra maggiormente utilizzata per la produzione di stele a Nora. Si tratta di «un calcare arenaceo, spesso con caratteri di conglomerato, ricco di fossili marini», la cui grana varia da fine, a media, a grossa. Altrettanto variabile è il colore di questa pietra, che può essere giallastra, giallo-grigiastra, nocciola chiaro simile a sabbia, nocciola, nocciola-rosata, nocciola-rossastra, marrone, marrone-rosata, marrone-rossastra, rossastra, e che è spesso caratterizzata dalla presenza di striature rossastre.

Molto meno numerose sono le stele realizzate nel secondo tipo di pietra identificato, e cioè «un'arenaria terziaria, vale a dire dell'era Cenozoica», caratterizzata da una grana molto compatta e poco friabile, di colore grigio-violaceo e di solito coperta da un «forte strato di sedimentazioni»¹¹. Il terzo tipo di pietra identificato è un calcare tramezzario risalente al Miocene, tenero, di colore giallastro e grigiastro, anch'esso caratterizzato da un consistente strato di sedimentazione¹². Infine, la quarta litologia individuata è un tufo trachitico di colore giallognolo o grigiastro con cui sono realizzate due stele, forse però non provenienti da Nora.

Circa la provenienza dei materiali lapidei identificati, gli autori sottolineano come i primi due tipi

⁷ PESCE 1972, p. 41.

⁸ Cfr. MOSCATI, UBERTI 1970.

⁹ MOSCATI, UBERTI 1970, pp. 18-20. Già il Patroni, nel presentare le medesime stele, aveva notato l'utilizzo di tre diversi tipi di pietra, da lui definiti panchina, arenaria e calcare tramezzario.

¹⁰ Termine già utilizzato dal Patroni (cfr. PATRONI 1904) e da G. Pesce nel 1957 (PESCE 1957, p. 36).

¹¹ Questo materiale corrispondere a quello definito dal Patroni «arenaria» (cfr. PATRONI 1904).

¹² La stessa definizione, e cioè «calcare tramezzario», viene utilizzata anche dal Patroni (cfr. PATRONI 1904).

di pietra (la “panchina” e l’arenaria terziaria grigio-violacea) sono materiali “autoctoni”, che affiorano nei pressi della città di Nora, mentre gli altri due tipi di pietra sono alloctoni, di importazione, dal momento che il calcare tramezzario è presente solo nella provincia di Cagliari, mentre il tufo trachitico è una pietra caratteristica del Sulcitano. A conclusione del paragrafo, gli autori presentano quindi alcune osservazioni circa l’influenza esercitata dalle caratteristiche dei diversi tipi di pietra sulla loro lavorabilità¹³.

Circa vent’anni dopo, nell’ambito di un progetto di ricerca finalizzato allo studio dell’occupazione e dello sfruttamento del territorio circostante la città di Nora, le ricognizioni effettuate nel settore nord-occidentale dell’area portano all’identificazione di alcune cave antiche, ove si estraeva un tipo di arenaria di colore grigio. Si tratta della cava di Sa Perdera (località Sa Sarpa, NR95-R27.1) e di un’altra cava situata a nord-est dell’azienda Farina e a sud-ovest dell’azienda Baustella, caratterizzata dalla presenza di un fronte di taglio alto 10 m e lungo 10 m a forma di ferro di cavallo (località Sa Perderedda, NR95-R26.9)¹⁴. Le cave presenti nel territorio circostante Nora vengono nuovamente prese in considerazione nel 1999 da S. Finocchi, in una pubblicazione dedicata alla laguna e al porto della città antica, analizzati alla luce dei dati ottenuti attraverso le ricognizioni nel territorio. In questo articolo, lo studioso descrive anche la cava di arenaria situata sulla penisola di Is Fradis Minoris, e cerca di definirne cronologia e modalità di sfruttamento prendendo in considerazione vari elementi, tra cui gli edifici norensi in cui la “panchina tirreniana” in essa estratta è impiegata¹⁵.

L’anno successivo S. Finocchi, in un altro articolo dedicato a Nora in età fenicia e punica, ritorna sull’argomento e, nell’analizzare i tipi di pietra impiegati nelle strutture risalenti alla fase cronologica oggetto del suo studio affronta anche il problema della provenienza del materiale lapideo¹⁶. Se per l’andesite lo studioso ipotizza una provenienza locale, dall’area del promontorio di Sant’Efisio, per la “panchina tirreniana” egli parla sia della cava di Is Fradis Minoris, sia di un’altra cava, da lui individuata in prossimità della cala nord-orientale, fino ad allora sconosciuta. Entrambe le cave vengono citate anche in un altro contributo contenuto nello stesso volume dedicato all’assetto geologico e geomorfo-

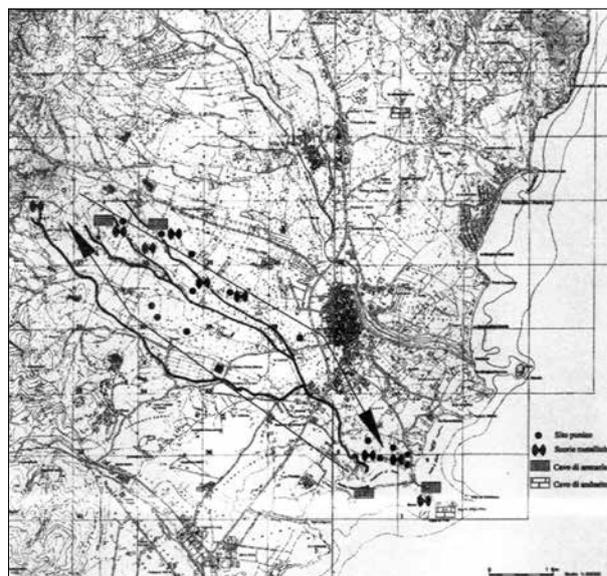


Fig. 7. Mappa dei siti individuati nelle ricognizioni effettuate nel secolo scorso nel territorio di Nora, con indicazione della posizione di alcune cave di pietra e delle vie di reperimento delle materie prime (FINOCCHI 2002).

logico della penisola di Nora, a cura di F. Di Gregorio, C. Floris e P. Matta¹⁷. Nello stesso anno, in un altro articolo dedicato al territorio di Nora viene nuovamente citata la cava di arenaria grigia di Sa Perdera¹⁸.

Due anni dopo, nel 2002, S. Finocchi dedica un nuovo, lungo articolo agli aspetti produttivi di Nora e del suo territorio in età fenicia e punica. In questo studio, un intero paragrafo è dedicato ai materiali da costruzione¹⁹(fig. 7). Lo studioso identifica tre diversi tipi di pietra utilizzati a Nora in età fenicio-punica e cioè le arenarie tirreniane, le vulcaniti e le arenarie della formazione del Cixerri, che appaiono utilizzate sia a livello edilizio, sia per la produzione di manufatti, e in particolare di stele funerarie. Circa le cave di provenienza delle arenarie Finocchi cita la cava di Sa Perdera, la cava di località Sa Perderedda, la cava di Is Fradis Minoris e quella della cala nord-orientale. Lo studioso fa anche alcune considerazioni cronologiche, e osserva che blocchi di arenaria si trovano impiegati in edifici datati al VI secolo a.C. presenti nell’area F e nell’area P, a testimonianza di un precoce sfruttamento delle cave di questo tipo di pietra, come confermato anche dall’utilizzo dell’arenaria per la produzione di stele. Per quanto riguarda invece le vulcaniti, Finocchi cita il fronte di cava del promontorio di Sant’Efisio e un altro piccolo fronte di cava situato in località

¹³ MOSCATI, UBERTI 1970, pp. 19-20.

¹⁴ Cfr. BOTTO, FINOCCHI, RENDELI 1998, in particolare p. 215.

¹⁵ Cfr. FINOCCHI 1999, in particolare pp. 188-190.

¹⁶ Cfr. FINOCCHI 2000.

¹⁷ DI GREGORIO, FLORIS, MATTÀ 2000, p. 12.

¹⁸ BOTTO, MELIS, RENDELI 2000, p. 266.

¹⁹ Cfr. FINOCCHI 2002, in particolare pp. 169-172.

S'arcu 'e Mussara, sulle pendici delle alture di Sarroch (NR99-R 50/51.4)²⁰.

Più o meno agli stessi anni risale anche il primo studio archeometrico sui materiali lapidei in uso a Nora. È infatti nel 2000 che S. Melis e S. Columbu analizzano dal punto di vista petrografico alcuni campioni di pietra prelevati dai blocchi in opera nel teatro norense e li confrontano con i materiali disponibili nel territorio circostante la città antica, al fine di definirne la provenienza²¹. I risultati di questo studio si rivelano sin da subito molto interessanti, in quanto dimostrano che per la costruzione del teatro vennero utilizzate pietre provenienti da almeno tre distinti bacini estrattivi. Le analisi archeometriche effettuate hanno infatti portato al riconoscimento di arenarie tirreniane cavate sulla vicina penisola di Is Fradis Minoris, di arenarie grigie estratte nella cava di Sa Perdera e di andesiti provenienti dalla cava di Su Casteddu, a dimostrazione che la città di Nora poteva avvalersi di diverse cave situate non solo nei pressi della città, ma anche a notevole distanza da essa.

Altre informazioni relative ai materiali lapidei in uso a Nora sono contenute nel volume di A. Ghiotto del 2004 dedicato all'architettura di età romana della Sardegna, in cui un intero capitolo è dedicato all'analisi delle tecniche edilizie in uso nelle città sarde²². Nella prima parte del capitolo, in cui l'autore passa in rassegna i diversi tipi di materiali da costruzione impiegati nei centri urbani della Sardegna, ampio spazio viene dedicato alla pietra. Ghiotto osserva che «alquanto generalizzato appare il ricorso all'arenaria e al conglomerato con diversa granulometria», comunemente definiti «panchina tirreniana»²³. È quanto riscontra anche a Nora, per la quale cita il caso del teatro, costruito con blocchi di arenaria e conglomerato conchigliifero provenienti dalla cava di Is Fradis Minoris. Sempre a proposito di Nora, l'autore ricorda l'uso di un altro tipo di arenaria, di origine fluviale e di colore grigio, che risulta largamente diffusa in città e che viene anch'essa utilizzata nel teatro. Anche in questo caso vengono fornite informazioni circa le cave di provenienza del materiale, con riferimento a quelle identificate nel corso delle ricognizioni nel territorio circostante la città. Per quanto riguarda il teatro in particolare, si specifica che l'arenaria grigia in esso utilizzata proviene dalla cava di Sa Perdera²⁴.

Nel volume di Ghiotto viene per la prima volta citato un altro tipo di pietra in uso a Nora, e cioè la cosiddetta pietra cantone. Nel presentare i diversi tipi di pietra che affiorano nei pressi di Cagliari infatti, lo studioso specifica che questa pietra, una marna tenera e facilmente lavorabile estratta in area cagliaritana, è impiegata in diversi edifici norensi, e cioè nel teatro, nelle terme centrali e nelle case-bottega²⁵. A conclusione della panoramica sui materiali lapidei in uso nelle città sarde, l'autore cita infine le rocce vulcaniche, che vennero utilizzate a Nora per pavimentare strade e piazze, ma anche per costruire la cavea del teatro e alcune strutture murarie a ordinatura di ritzi²⁶.

L'anno successivo, e cioè nel 2005, viene quindi pubblicato un volume a cura di S. Mameli e G. Nieddu, dedicato alla decorazione architettonica della città di Nora²⁷. All'interno di questo volume è presente un catalogo delle basi di colonna, dei capitelli, delle colonne e delle cornici ritrovate all'interno della città, e per ognuno di questi elementi viene indicato il materiale costitutivo. Benché si tratti di un lavoro di indubbio interesse, è necessario segnalare purtroppo come non sempre le identificazioni dei litotipi proposte siano attendibili, come è stato possibile verificare confrontando le informazioni fornite nel catalogo e le immagini ad esso allegate, nonché esaminando dal vivo alcuni dei pezzi presentati.

A seguire, in occasione della pubblicazione dello scavo del foro da parte dell'Università di Padova, nel 2009 è stato effettuato un nuovo studio archeometrico sui materiali lapidei in uso in questo contesto urbano²⁸. Il lavoro, condotto da G. Falezza per gli aspetti archeologici e da M. Agus, S. Cara e M. Mola per gli aspetti petrografici, ha compreso l'analisi dei diversi litotipi utilizzati nell'area, l'individuazione, attraverso la prospezione geoarcheologica del territorio, delle loro località di provenienza e lo studio delle modalità di impiego dei materiali nelle diverse fasi edilizie che interessarono l'area del foro dall'epoca tardo arcaica all'età imperiale avanzata, permettendo così di aggiungere importanti tasselli alla storia edilizia del sito.

La maggior parte dei campioni lapidei esaminati è risultata compatibile con affioramenti situati nelle immediate vicinanze di Nora, o comunque posti a breve distanza dal centro urbano, e facilmente raggiungibili.

²⁰ FINOCCHI 2002, p. 172.

²¹ Cfr. MELIS, COLUMBU 2000.

²² Cfr. GHOTTO 2004, pp. 5-22.

²³ GHOTTO 2004, p. 8.

²⁴ GHOTTO 2004, p. 9.

²⁵ GHOTTO 2004, pp. 9-10.

²⁶ GHOTTO 2004, pp. 10-11.

²⁷ Cfr. MAMELI, NIEDDU 2005.

²⁸ Cfr. AGUS *et alii* 2009.



Fig. 8. Blocco di calcare con marchio di cava ritrovato a Nora.

Le arenarie, meglio definite come litareniti, sono infatti risultate compatibili con affioramenti presenti sia sull'istmo della stessa penisola di Nora (cala di nord-est), sia nella vicina penisola di Is Fradis Minoris; per le litareniti quarzose (cd. arenaria grigia) si è proposta una possibile provenienza dalla cava di Sa Perdera, nella piana di Pula, posta a 6,5 km di distanza da Nora; infine i campioni di andesite hanno mostrato strette analogie con gli affioramenti presenti sul promontorio di Sant'Efisio.

A fianco dei litotipi di provenienza locale, si è osservata la presenza, seppure in misura minore, di materiali alloctoni provenienti da altre zone della regione, tra cui un blocco di calcare compatibile con affioramenti presenti nei pressi di Porto Pino. Frammenti di calcari provenienti da Porto Pino, Cagliari, Bithia (Chia) e Monte Lapanu (Teulada) sono stati rilevati inoltre in alcune pavimentazioni. L'iscrizione di *Aristius Rufus* ritrovata nell'area del foro è risultata invece essere incisa in un blocco di calcare scuro proveniente dalla Sardegna sud-occidentale.

Nello stesso volume, ampio spazio è stato dato anche al marmo, attraverso uno studio dettagliato dei diversi tipi di marmi di rivestimento impiegati nell'area del foro²⁹.

In questi stessi anni particolare attenzione è stata data alla cava di Is Fradis Minoris, che è stata presa in esame come indicatore del livello del mare in epoca antica in numerosi articoli di carattere scientifico³⁰. La stessa cava nel 2009 è stata scelta come caso studio per un progetto di valorizzazione delle cave di pietra della Sardegna presentato in un convegno internazionale di studi tenutosi a Gorizia³¹.

L'anno successivo, A. Ghiotto pubblica un interessante articolo su un marchio di cava impresso su un blocco di calcare ritrovato nei pressi del Tempio romano, che costituisce il quinto marchio di cava finora ritrovato in tutta la Sardegna³² (fig. 8).

Ad anni ancora più recenti risalgono due articoli a cura di C. Nervi in cui vengono presentati i dati

(cipollino verde, breccia di Settebasi, bigio antico, portasanta, rosso antico), micro-asiatica (africano, breccia corallina, pavonazzetto) e africana (giallo antico), a cui si aggiungono alcuni marmi bianchi, e cioè il lunense e il proconnesio.

³⁰ MELIS 2000; MELIS 2002; AURIEMMA, SOLINAS 2009; ANTONIOLI *et alii* 2007; ANTONIOLI *et alii* 2012. La scelta di considerare, tra i markers archeologici utili a definire l'antico livello del mare, anche le cave costiere, accomuna numerosi studi recenti di carattere geoarcheologico. Già G. Schmiedt, nel suo lavoro del 1965 finalizzato a definire il livello del mar Tirreno in epoca antica, aveva preso in esame una cava situata lungo il litorale toscano (SCHMIEDT 1965, pp. 16-17).

³¹ Cfr. BALLETO *et alii* 2009.

³² GHIOTTO 2010.

²⁹ Cfr. FURLAN, MADRIGALI 2009. Lo studio ha permesso di verificare la presenza di marmi colorati di provenienza greca

relativi a quattro cave individuate nel territorio a nord-ovest di Pula nel corso delle ricognizioni effettuate negli anni '90 del secolo scorso³³. Alle due cave già note da articoli precedenti, e cioè la cava di Sa Perdera e quella di località Sa Perderedda, vengono così ad aggiungersi altri due *loci* estrattivi di più piccole dimensioni (cfr. paragrafo 4.3.2).

Infine, le cave di arenaria situate ai margini dell'abitato di Nora (la cava della cala nord-orientale e quella di Is Fradis Minoris) vengono citate nuovamente in un recente articolo di J. Bonetto dedicato all'assetto della città nel V secolo a.C.³⁴. In questo caso, le cave vengono considerate una prova dell'inizio dello sfruttamento del territorio da parte della città e della progressiva apertura dell'insediamento verso l'esterno che si registra a partire dal V secolo a.C.

2.2. I LITOTIPI IN USO ALL'INTERNO DELLA CITTÀ:

MATERIALI DI PROVENIENZA LOCALE E DI IMPORTAZIONE

Alla luce dei dati sin qui presentati appare pertanto evidente che a Nora venne utilizzata una vasta gamma di litotipi, sia di provenienza locale, sia di importazione.

Grande diffusione conobbero le arenarie, in particolare le arenarie tirreniane, di facile approvvigionamento in quanto affioranti nelle immediate vicinanze della città. Nei pressi di Nora sono state finora individuate due cave di questo materiale, e cioè la cava di Is Fradis Minoris e la cava della cala nord-orientale, situate rispettivamente ad ovest e ad est della città antica.

Tra i materiali maggiormente utilizzati a Nora vi sono poi le vulcaniti, e in particolare l'andesite. Circa le cave di provenienza di questo materiale, è ampiamente nota la presenza di un consistente

affioramento all'interno della città, e cioè sul promontorio di Sant'Ef시오, probabilmente sfruttato per l'approvvigionamento di pietra in epoca antica.

Nel territorio circostante Nora sono presenti però anche altri affioramenti di materiale andesitico con tracce di attività di cavatura, per alcuni dei quali si può ipotizzare uno sfruttamento per l'estrazione di pietra da utilizzare negli edifici norensi. Si tratta in particolare del Monte Santa Vittoria e del promontorio di Punta d'Agumu, situati a breve distanza dalla città antica, cui vanno aggiunti la collina di Su Casteddu, situata nell'odierno paese di Pula, a circa 6 km di distanza da Nora, e altri affioramenti situati nei pressi del Rio Pula.

Un altro tipo di pietra ampiamente diffusa a Nora è l'arenaria grigia della formazione del Cixerri. In questo caso, si tratta di un materiale estratto nell'entroterra, in cave situate a circa 7 km di distanza dal centro urbano antico, e cioè nella cava di Sa Perdera e nelle altre cave a questa adiacenti.

Oltre a questi tre litotipi, a Nora furono impiegati anche altri tipi di pietra, meno diffusi probabilmente perché provenienti da bacini estrattivi posti a notevole distanza dalla città³⁵. È il caso ad esempio della cosiddetta pietra cantone, cavata nei pressi della città di Cagliari, e ben riconoscibile in vari edifici norensi³⁶. Dal territorio cagliaritano proviene anche il calcare tramezzario, che venne utilizzato per la produzione di alcune stele funerarie di età punica³⁷.

All'interno della città è attestata inoltre la presenza di calcari provenienti da Porto Pino, come è stato possibile verificare grazie alle analisi archeometriche condotte in anni recenti sui materiali in opera nell'area del foro³⁸.

³³ Cfr. NERVI 2013 e NERVI 2015.

³⁴ BONETTO c.s.

³⁵ Come hanno evidenziato le analisi sui materiali lapidei presenti nel complesso monumentale forense (cfr. AGUS *et alii* 2009).

³⁶ La pietra cantone è un calcare marnoso-arenaceo di colore giallastro risalente al Tortoniano. Si tratta di una pietra molto tenera, facilmente segabile e lavorabile, dotata però di caratteristiche meccaniche piuttosto scadenti e fortemente soggetta al degrado (cfr. SALVI *et alii* 2006, p. 102).

³⁷ Il cosiddetto "Tramezzario" è una biocalcarenite risalente al Tortoniano facilmente lavorabile, con caratteristiche meccaniche migliori rispetto alla pietra cantone (cfr. SALVI *et alii* 2006, p. 102).

³⁸ Cfr. AGUS *et alii* 2009.

Capitolo 3

Nora e il suo territorio: inquadramento geologico

La città di Nora si trova sulla costa meridionale della Sardegna, all'estremità occidentale del Golfo di Cagliari, nel territorio dell'odierno comune di Pula. Essa sorge in un'area costiera caratterizzata da un'alternanza di promontori e spiagge, con lagune di retrospiaggia (fig. 9).

Il centro urbano antico occupa uno di questi promontori, caratterizzato da una forma sub-triangolare e dalla presenza di due punte rivolte rispettivamente ad est (Punta del Coltellazzo) e a sud (Punta 'e su Coloru), che delimitano tre cale rivolte a nord-est, sud-est e sud-ovest¹ (fig. 10). Essendo circondato dal mare su tre lati, il promontorio può essere a buon ragione definito una penisola, il cui perimetro, fortemente soggetto all'erosione costiera, vede l'alternarsi di falesie, precipizi, ripe e insenature².

La penisola norense è caratterizzata dalla presenza di due alti morfologici: il promontorio di Sant'Eufisio in prossimità della punta est (32 m s.l.m.), oggi occupato da una torre di avvistamento costruita alla fine del XVI secolo e, circa al centro della penisola, il cosiddetto Colle di Tanit (11 m s.l.m.).

La penisola ha avuto origine da un'isola vulcanica che si è saldata alla terraferma tramite un'istmo sabbioso (tombolo) largo circa 80 m, ad ovest del quale si apre oggi una laguna, attualmente utilizzata come peschiera, delimitata a sud da un cordone litorale quaternario (Is Fradis Minoris), unito all'istmo di Nora da una diga artificiale in blocchi di granito (fig. 11)³.

Il territorio circostante la città antica è una pianura formatasi a partire dal Terziario superiore, solcata da alcuni fiumi, di cui i principali sono il Rio Pula e il Rio S. Margherita.

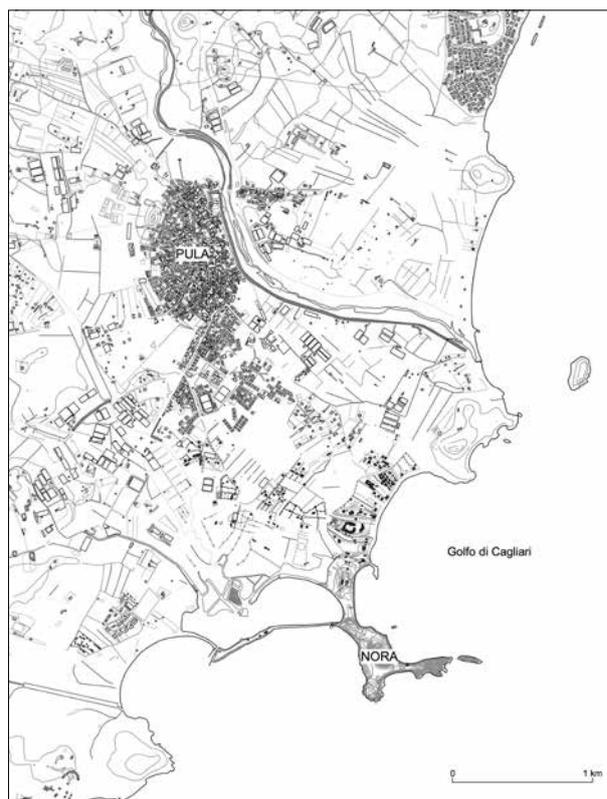


Fig. 9. Carta tecnica regionale con indicata la posizione dell'antica città di Nora e dell'attuale paese di Pula (Cagliari).

Dal punto di vista geologico, nell'area il substrato è composto da rocce vulcaniche formatesi nell'Oligo-Miocene, e in particolare da lave di natura andesitico-anfibolica di colore grigio chiaro o bruno nerastro, descritte in letteratura come andesiti e conglomerati vulcanici⁴. La struttura di queste rocce è porfirica, con fenocristalli spesso distinguibili già a livello macroscopico. La paragenesi è data da fenocristalli di plagioclasio, orneblenda verde e pirosseno augitico; tra i minerali accessori vi sono la magnetite e l'ilmenite. La pasta di fondo è ialopitica

¹ ULZEGA, HEARTY 1986, p. 121; BALLETO *et alii* 2009, p. 2.

² Per una descrizione dettagliata del perimetro costiero del promontorio di Nora: DI GREGORIO, FLORIS, MATTA 2000, pp. 13-14; DI GREGORIO *et alii* 2005-2006, pp. 51-53. A proposito degli effetti dell'erosione costiera sulla penisola si veda DI GREGORIO *et alii* 2009, soprattutto per quanto riguarda l'area del foro.

³ Per un più dettagliato inquadramento geomorfologico della penisola di Nora si veda DI GREGORIO, FLORIS, MATTA 2000, pp. 12-14.

⁴ MASSOLI NOVELLI 1965; MASSOLI NOVELLI 1967; DI GREGORIO, FLORIS, MATTA 2000; DI GREGORIO *et alii* 2005-2006; DI GREGORIO *et alii* 2009, p. 11.

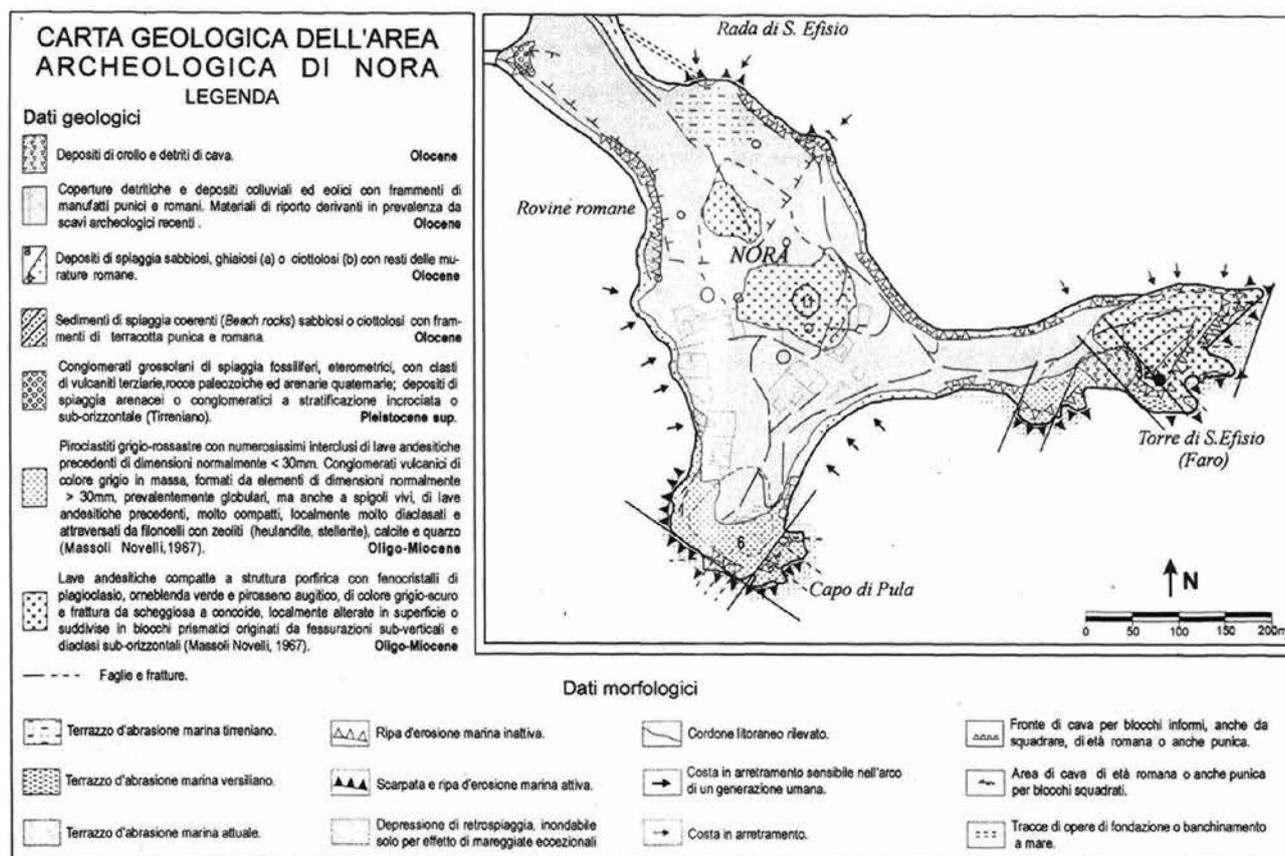


Fig. 10. Carta geologica della penisola di Nora (DI GREGORIO, FLORIS, MATTA 2000).

oppure pilotassitica, formata quasi per intero da microliti di plagioclasio con rari anfiboli e magnetiti⁵.

Nonostante siano indistinguibili a livello petrografico, le rocce vulcaniche che costituiscono questi affioramenti si presentano con un aspetto talvolta compatto, talvolta conglomeratico, come già osservava il La Marmora a proposito del promontorio di Sant'Eufisio. Lo studioso infatti nel descrivere il rilievo afferma che esso è costituito da «una roccia trachitica a base di feldspato grigio violaceo, tutto punteggiato di macchioline pure feldspatiche» con una tessitura «d'una massa formata da parecchi pezzi irregolari o arrotondati, cementati da una pasta della stessa natura», che si alterna «con banchi o falde d'una sostanza più compatta»⁶. A queste differenze tessiture si aggiungono spesso anche differenze di tonalità, come si può notare da un semplice

esame macroscopico delle rocce affioranti, nonché differenze composizionali, come evidenziato dai risultati di recenti analisi geochimiche condotte su campioni prelevati dai diversi affioramenti di vulcaniti presenti nel territorio di Nora⁷.

Secondo quanto dimostrato da datazioni K/Ar effettuate su due campioni prelevati nel distretto di Sarroch, si ritiene che tali rocce abbiano tra i 21,6 e i 24 milioni di anni⁸.

Queste litologie affiorano all'estremità nord-est della pianura, in prossimità del paese di Sarroch, ma si ritrovano anche altrove. Dalla pianura emergono infatti alcuni rilievi isolati costituiti da rocce vulcaniche oligo-mioceniche e alti non più di qualche decina di metri, significativamente descritti dal La Marmora come «monticoli conici» per la forma che li caratterizza⁹. Uno di questi, posto in prossimità del paese di Pula, è la collina nota con il nome di Su Casteddu.

Sulla penisola di Nora il substrato vulcanico affiora in tre punti, e cioè all'estremità est, occupata

⁵ Cfr. la descrizione contenuta in DI GREGORIO *et alii* 2005-2006, p. 49.

⁶ DELLA MARMORA 1857, pp. 432-433. La presenza, sul promontorio di Sant'Eufisio, di andesiti con caratteristiche strutturali diverse, definite «andesiti porfiriche» e «andesiti autobreciate», è stata osservata anche di recente, in occasione delle prospezioni geoarcheologiche condotte da M. Agus e S. Cara nell'ambito dello studio sui materiali lapidei impiegati nell'area del foro di Nora (AGUS *et alii* 2009, p. 862).

⁷ Cfr. MELIS, COLUMBU 2000.

⁸ SAVELLI *et alii* 1979; DI GREGORIO *et alii* 2009, p. 11.

⁹ DI GREGORIO, FLORIS, MATTA 2000, pp. 9-10; MELIS 2000, p. 129.



Fig. 11. La penisola di Nora vista da sud-est (foto Gianni Alvito, Cagliari).

dal promontorio di Sant’Efisio (32 m s.l.m.), all’estremità sud, in prossimità della Punta ‘e su coloru, e circa al centro della penisola, in corrispondenza del rilievo noto come Colle di Tanit o Alto luogo di Tanit (11 m s.l.m.). Altri affioramenti di vulcaniti sono presenti nelle immediate vicinanze di Nora, sia a nord della città (Monte Santa Vittoria e isola di San Macario), sia ad ovest (Punta d’Agumu).

Per quanto riguarda le coperture, nell’area sono presenti diversi affioramenti di depositi tirreniani alti non più di 3 m s.l.m. Tali depositi affiorano lungo la linea di costa nel settore settentrionale del promontorio norense, in prossimità sia della cala orientale, sia della cala occidentale, nella zona più vicina all’istmo, ma si ritrovano anche sulla penisola di Is Fradis Minoris, che costituisce il limite sud della vicina laguna¹⁰. Depositi tirreniani sono presenti anche in prossimità della spiaggia di Nora, in località Su Guventeddu. Essendo di origine sedimentaria, tali depositi si presentano “a strati”, e le rocce che li compongono assumono differenti *facies*, come si evince da un semplice esame macroscopico degli affioramenti: talvolta hanno l’aspetto di conglomerati, altri di arenarie ben cementate e

molto ricche di fossili, a stratificazione orizzontale o incrociata¹¹.

Gli affioramenti tirreniani circostanti la città di Nora sono stati studiati dal punto di vista paleontologico da Comaschi Caria nel 1968, che ha osservato la presenza al loro interno della tipica fauna del tirreniano a *Strombus bubonius*, *Conus testudinarius*, *Patella ferruginea*¹².

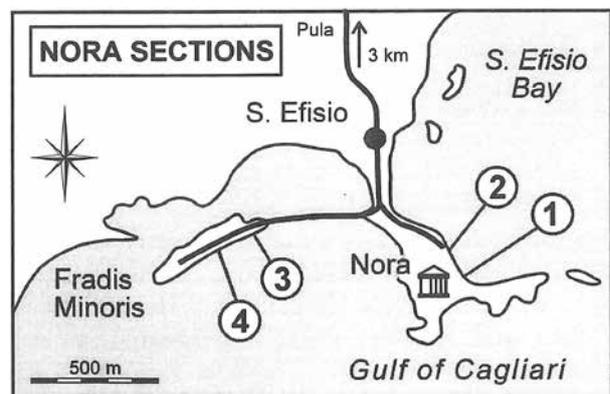


Fig. 12. Localizzazione delle sezioni stratigrafiche esaminate da Kindler, Davaud e Strasser (KINDLER, DAVAUD, STRASSER 1997).

¹⁰ DI GREGORIO, FLORIS, MATTA 2000, pp. 10-12.

¹¹ MELIS, COLUMBU 2000, p. 106.

¹² COMASCHI CARIA 1968; DI GREGORIO *et alii* 2009, p. 13.

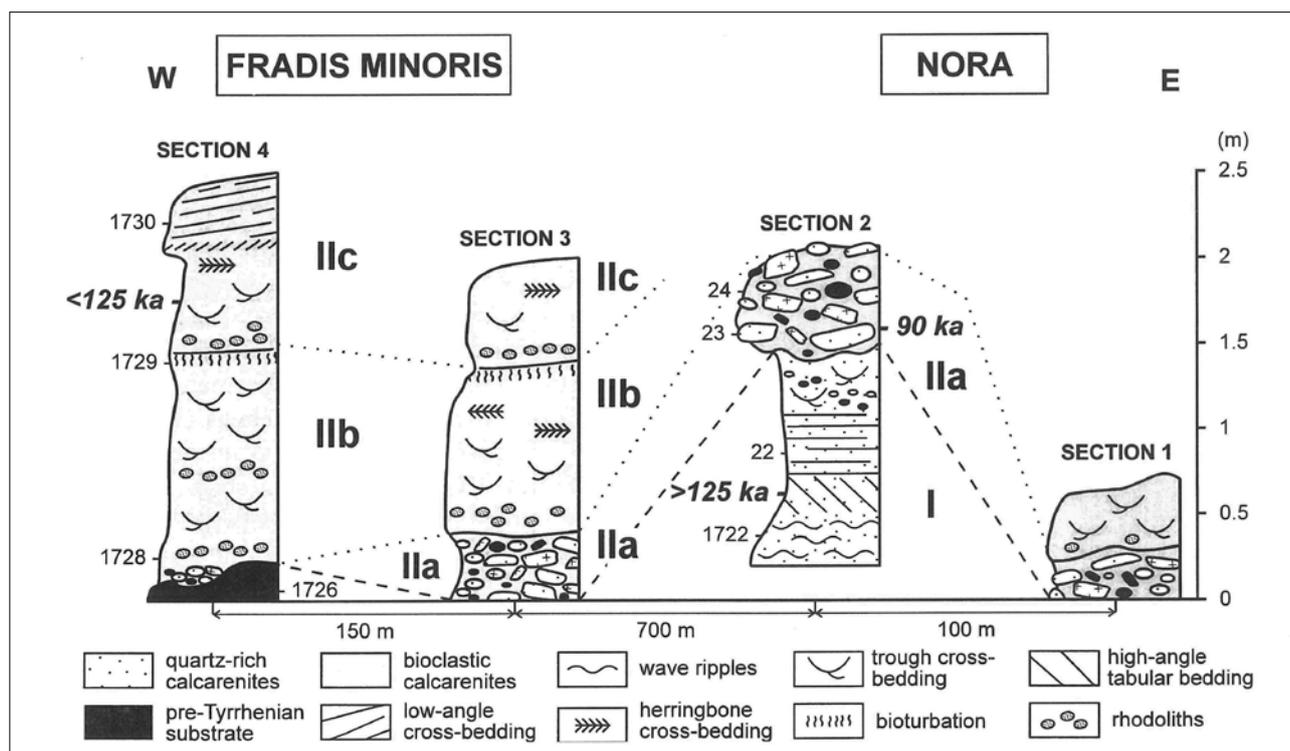


Fig. 13. Sezioni stratigrafiche individuate da Kindler, Davaud e Strasser nella cava di Is Fradis Minoris e in prossimità della cala nord-orientale (KINDLER, DAVAUD, STRASSER 1997).

Successivamente, altri studiosi si sono interessati a questi depositi. Nel 1986 Ulzega e Hearty hanno analizzato dal punto di vista geomorfologico, stratigrafico e geocronologico gli affioramenti della cala orientale e della penisola di Is Fradis Minoris¹³. Nuovi studi petrografici e sedimentologici sono stati effettuati nel 1997 da Kindler, Davaud e Strasser. In questa occasione, che ha visto l'analisi di 4 sezioni localizzate nella cala orientale (sezioni 1 e 2) e sulla penisola di Is Fradis Minoris (sezioni 3 e 4), sono state individuate due diverse sequenze di età tirreniana (figg. 12 e 13). La sequenza più antica (sequenza I) è stata riconosciuta esclusivamente nella cala orientale (sezione 2), in prossimità dell'area occupata dalla necropoli di età punica indagata dal Nissardi (cfr. paragrafo 4.1.3). La sequenza più recente (sequenza II) è risultata invece essere presente, per quanto riguarda i livelli basali, sia nella cala orientale (sezione 1), sia sulla vicina penisola di Is Fradis Minoris (sezioni 3 e 4), dove la sequenza I sembra invece essere del tutto assente¹⁴.

La sequenza I è caratterizzata da arenarie e arenarie ciottolose a stratificazione parallela e incrociata, con una componente terrigena predominante su quella organogena (pari a circa il 70% della roccia). Nella frazione terrigena sono presenti grani di

quarzo, K-feldspato, plagioclasio, miche, frammenti litoidi di origine metamorfica e granitoide, e una piccola componente litoclastica di natura andesitica. Al limite superiore di tale sequenza vi è un livello conglomeratico grossolano costituito da ciottoli andesitici, granitoidi, metamorfici e da frammenti di litareniti, che costituisce a sua volta la base della sequenza II.

La sequenza II vede invece il susseguirsi di livelli di grainstone a diversa granulometria, con una predominante componente organogena (pari a circa il 60%), composta da bioclasti e gusci di molluschi. Nella frazione terrigena sono presenti quarzo, K-feldspati, plagioclasio e litoclasti di origine vulcanica, granitoide e metamorfica. Caratteristica della sequenza II è la presenza, in alcuni livelli, di una consistente quantità di rodoliti, anche di dimensioni centimetriche¹⁵.

Per quanto riguarda l'età di queste rocce, campioni prelevati dall'affioramento di Su Guventeddu datati col metodo della racemizzazione degli aminoacidi hanno rivelato due orizzonti, la cui età è risultata essere rispettivamente di 154 e 120 mila anni¹⁶. Le datazioni ottenute su campioni prelevati a

¹³ ULZEGA, HEARTY 1986.

¹⁴ KINDLER, DAVAUD, STRASSER 1997, pp. 11-14.

¹⁵ Per la descrizione delle sequenze ci si è avvalsi delle indicazioni in KINDLER, DAVAUD, STRASSER 1997, pp. 11-14 e in AGUS *et alii* 2009, p. 860.

¹⁶ BELLUOMINI *et alii* 1985.

Is Fradis Minoris da un livello a *Strombus bubonius* hanno invece rivelato un'età di 125 mila anni¹⁷.

Per completare il quadro geologico relativo al sito di Nora e al suo territorio, è infine necessario ricordare altre rocce che affiorano a breve distanza dalla città e che risultano adatte ad essere utilizzate in ambito edilizio, e cioè le arenarie della formazione del Cixerri¹⁸. Si tratta di arenarie di colore grigio e granulometria variabile da media a grossa che si trovano in natura in depositi alti vari metri, alternate

a livelli di argille rosso-violacee. La datazione di questi depositi è molto problematica, a causa della quasi totale assenza di fossili al loro interno. Si ritiene che la base della sequenza risalga all'Eocene inferiore-medio, mentre per i livelli superiori non si dispone di dati cronologici¹⁹.

L'affioramento più esteso di arenarie del Cixerri nel territorio circostante Nora si trova nell'area pedemontana che sorge tra i paesi di Villa S. Pietro e Pula.

¹⁷ ULZEGA, HEARTY 1986.

¹⁸ Cfr. MELIS, COLUMBU 2000, p. 107 e AGUS *et alii* 2009, p. 860. Altri affioramenti di arenarie della formazione del Cixerri sono stati individuati a G.dia Mussara (Sarroch) e a Is Molas. A proposito della serie sedimentaria della formazione del Cixerri: PECORINI, POMESANO-CERCHI 1969; MASSOLI NOVELLI, PALMERINI 1970; BARCA, MAXIA, PALMERINI 1973.

¹⁹ MELIS, COLUMBU 2000, p. 107.

Capitolo 4

Le cave di Nora e del suo territorio

4.1 LE CAVE DI ARENARIE TIRRENIANE

4.1.1 La cava di Is Fradis Minoris

4.1.1.1 Posizione e inquadramento topografico

Una delle cave sicuramente sfruttate in epoca antica per l'approvvigionamento di materiale lapideo si trova su una penisola, denominata "Is Fradis Minoris", situata circa 500 m ad ovest del promontorio di Nora (coordinate: 1500578,79 E; 4315280,50 N)¹ (fig. 14).

doveva essere il paesaggio antico e l'originario rapporto tra la cava e la città. Prima degli interventi del 1957 infatti, tra la penisola di Is Fradis Minoris e Nora vi era un'insenatura ove si ritiene che fin dall'età fenicia avesse sede il principale porto dell'insediamento² (fig. 16). In seguito alla costruzione della diga l'insenatura del porto, sbarrata e utilizzata come peschiera, si è progressivamente trasformata in una laguna, che oggi si estende per una superficie di circa 55 ettari, comprendendo il

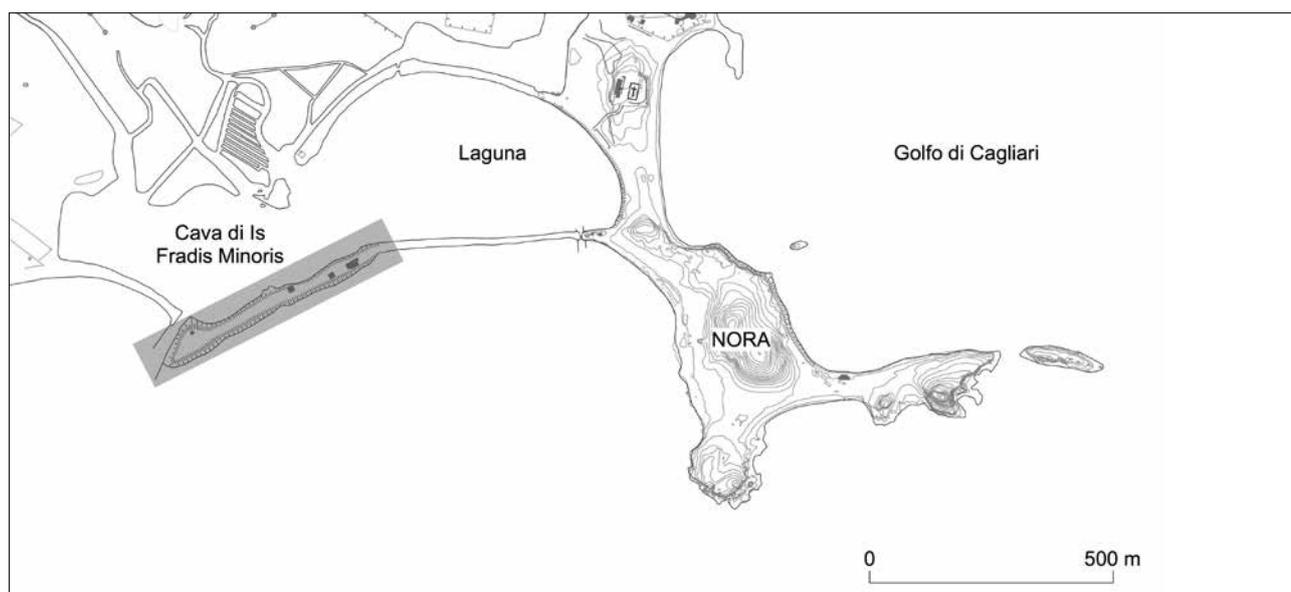


Fig. 14. Posizione della cava di Is Fradis Minoris.

La penisola, che presenta una conformazione stretta e allungata, si estende per 495 m in senso est-ovest con una larghezza variabile tra i 25 e i 40 m, ed è collegata all'istmo di Nora attraverso una diga carrabile in grandi blocchi di granito, costruita nel 1957 (fig. 15).

La realizzazione della diga ha profondamente modificato la morfologia di quest'area suburbana, rendendo oggi difficilmente percepibile quello che

ramificato sistema di canali e isolotti che caratterizzano la foce dei torrenti che vi si immettono, il Rio Arrieras e il Rio Saliu. La formazione della peschiera ha a sua volta comportato un progressivo rialzo del fondale, causato dall'accumulo di limi e sabbie

¹ Le coordinate sono quelle del caposaldo topografico indicato come stazione 16 nella tavola I.

² BARTOLONI 1979; FINOCCHI 1999; MELIS 2000. L'esatta conformazione del porto non è ad oggi nota. L'unica evidenza finora rilevata da carotaggi, prospezioni e rilievi effettuati nella laguna è una depressione di forma rettangolare (60 x 97 m), interpretata come bacino di carenaggio ("cothon") e, a sud di questa, un canale che permetteva l'accesso alle imbarcazioni (cfr. FINOCCHI 1999; SOLINAS, SANNA 2005; BONETTO *et alii* 2012).



Fig. 15. La diga in blocchi di granito che collega la penisola di Is Fradis Minoris al promontorio di Nora.

trasportati dai canali che sfociano nella laguna, e la conseguente obliterazione delle strutture portuali presenti in quest'area³.

In occasione della costruzione della diga, la morfologia della penisola venne modificata anche in prossimità della sua estremità occidentale, fino ad allora unita al litorale, dove venne realizzata un'apertura funzionale a garantire il ricambio idrico tra la peschiera e il mare aperto.

Attualmente la penisola di Is Fradis Minoris è occupata da una serie di edifici costruiti nel Novecento che ospitano la sede di un Centro per la didattica ambientale e per il recupero di cetacei e tartarughe marine, nonché un ristorante. Un sentiero percorre la penisola e collega i diversi edifici, circondati da una rigogliosa vegetazione a macchia mediterranea che si fa sempre più fitta procedendo da est verso ovest e che, in prossimità della laguna, lascia il posto ad altre specie della flora tipica delle zone umide salmastre.

Nel settore meridionale della penisola, nei punti in cui l'attività estrattiva è stata più intensa e i fronti di cava sono più arretrati, sono oggi presenti delle piccole spiagge, in prossimità delle quali il banco roccioso e le tracce di cavatura risultano in parte coperte da sabbia e da accumuli di posidonia.

4.1.1.2 Inquadramento geologico

La penisola di Is Fradis Minoris è un cordone litorale emerso in seguito a una fase di barra som-



Fig. 16. Foto aerea dell'area di Nora scattata nel 1954 (Regione Sardegna, 1954, foglio 240). È ben visibile la penisola di Is Fradis Minoris ad ovest del promontorio di Nora, separata da questo da un'ampia insenatura oggi diventata laguna.

mersa⁴, costituito da affioramenti di depositi costieri tirreniani (125.000 BP) caratterizzati dalla presenza di discontinuità naturali (piani di stratificazione e differenze granulometriche dovute a cambiamenti

³ Cfr. SCHMIEDT 1965, pp. 237-238; MACNAMARA, WILKES 1967.

⁴ Riferimenti alle caratteristiche geologiche della penisola di Is Fradis Minoris si trovano in ULZEGA, HEARTY 1986; KINDLER, DAVAUD, STRASSER 1997; MELIS, COLUMBU 2000, pp. 109-110; BALLETO *et alii* 2009, pp. 3-4; AGUS *et alii* 2009, pp. 859-860.



Fig. 17. Gli affioramenti di arenarie tirreniane a Is Fradis Minoris, sul lato meridionale della penisola.

in fase deposizionale) e da un basso grado di cementazione, che li rendono particolarmente adatti ad uno sfruttamento a scopo estrattivo.

In particolare, sul lato sud della penisola è stata riconosciuta una sequenza stratigrafica (sequenza II) che copre dei depositi calcarenitici di età indefinita. Alla base della sequenza vi è un livello conglomeratico grossolano costituito da ciottoli andesitici, granitoidi, metamorfici e da frammenti di litareniti e caratterizzato da una matrice arenacea, in cui prevale la componente bioclastica tipo *grainstone*, e in cui si riconoscono resti di alghe rosse e di molluschi caratteristici della fascia marina intertidale⁵. Proseguendo verso l'alto nella lettura della sequenza, si alternano vari livelli di *grainstone* a diversa granulometria, costituiti per il 60% da frammenti di origine organogena (bioclasti e gusci di molluschi). La restante frazione, di origine terrigena, è costituita da quarzo, K-feldspato, plagioclasio e litoclasti di varia origine (fig. 17).

Alcuni livelli della sequenza individuata a Is Fradis Minoris contengono abbondanti concrezioni algali di forma sferica (rodoliti), che raggiungono talvolta dimensioni centimetriche. Si tratta di resti



Fig. 18. Resti di *Lithothamnium* (alghe rosse) visibili sui fronti di cava a Is Fradis Minoris.

di *Lithothamnium* (alghe rosse) che, date le loro dimensioni, risultano facilmente riconoscibili già a livello macroscopico (fig. 18).

Sebbene questi fossili siano una caratteristica che accomuna tutti gli affioramenti di arenarie attribuibili alla sequenza II, compresi quelli presenti sul promontorio norense, nella cala nord-orientale

⁵ KINDLER, DAVAUD, STRASSER 1997, pp. 11-13 e figg. 15 e 19 (sezioni 3 e 4); AGUS *et alii* 2009, pp. 859-860. Il livello basale della sequenza era già stato notato dal La Marmora. Lo studioso infatti osserva che “Negli strati inferiori di questo grès si trovano frammenti di pietra lidia, di granito e d’altre rocce, frammenti delle montagne vicine: esso poggia poi, per quel che abbiam potuto giudicarne, sulla trachite anfibolica di cui è fatto il promontorio di Pula” (DELLA MARMORA 1857, p. 288).



Fig. 19. Fronte roccioso con evidente, nella porzione inferiore, il cosiddetto reef a *Lithothamnium* (alghe rosse).

e nella cala meridionale⁶, solo a Is Fradis Minoris, sul lato meridionale della penisola, sembra essere presente un livello quasi interamente costituito da rodoliti, nel quale si può riconoscere il cosiddetto reef a *Lithothamnium*, finora individuato solo in questo sito e in un altro affioramento presso Cagliari (Sa Illetta)⁷ (fig. 19).

4.1.1.3 La cava

La cava di Is Fradis Minoris è una cava a cielo aperto, attualmente non attiva, di dimensioni decisamente notevoli: le tracce di cavatura si estendono infatti su un'area di circa 12.000 m², a dimostrazione che l'attività estrattiva interessò gran parte della penisola. I segni di estrazione si susseguono infatti senza soluzione di continuità a partire dall'estremità orientale della penisola verso ovest per circa 300 m.

La cava ha suscitato nel tempo l'interesse di numerosi studiosi, probabilmente colpiti dalle sue dimensioni nonché dall'ottimo stato di conservazione delle tracce dell'attività di cavatura antica. Qualche riferimento a questo bacino estrattivo si

trova già nel terzo volume del *Viaggio in Sardegna* del La Marmora del 1857. L'autore racconta infatti che «All'estremo occidentale del golfo di Cagliari e a occidente del promontorio di Pula e della chiesa di S. Efisio, dall'altro lato della baia, si ritrova sul posto il grès quaternario, che vi forma una specie di suolo naturale in cui appariscono le tracce dello sfruttamento antico di questa pietra, usata nella costruzione della città di Nora»⁸. Il La Marmora osserva inoltre come, nonostante la sua composizione «in apparenza lassa», la pietra di Is Fradis Minoris, impiegata negli edifici della città antica, tra cui il teatro, nonché per la realizzazione di due iscrizioni fenicie, abbia resistito per secoli al degrado atmosferico⁹.

Più volte citata in articoli relativi al territorio norense¹⁰, nonché presa in esame come indicatore del livello del mare in epoca antica¹¹, la cava di Is Fradis Minoris è stata inserita in un progetto di ri-

⁶ AGUS *et alii* 2009, p. 860. Per quanto riguarda la presenza di rodoliti negli affioramenti della cala nord-orientale si veda la sezione I studiata da P. Kindler, E. Davaud e A. Strasser (KINDLER, DAVAUD, STRASSER 1997, pp. 11-13 e figg. 15, 18 e 19). Per la cala meridionale, si vedano le sezioni E ed F analizzate da F. Di Gregorio, (DI GREGORIO *et alii* 2009, p. 20).

⁷ ULZEGA, HEARTY 1986; MELIS 2000, p. 129; MELIS, COLUMBU 2000, p. 110; BALLETO *et alii* 2009, pp. 3-4.

⁸ DELLA MARMORA 1857, pp. 287-288.

⁹ Le due iscrizioni fenicie citate sono la ben nota stele di Nora e un'altra iscrizione di cui si conservano solo 10 lettere, ritrovata dallo studioso a Pula. Il La Marmora le presenta nel suo atlante delle antichità della Sardegna, nella tav. XXXII (DELLA MARMORA 1840).

¹⁰ FINOCCHI 1999, in particolare pp. 188-190; FINOCCHI 2002, pp. 169-172.

¹¹ MELIS 2000; MELIS 2002; AURIEMMA, SOLINAS 2009; ANTONIOLI *et alii* 2007; ANTONIOLI *et alii* 2012.



Fig. 20. Le operazioni di rilievo a Is Fradis Minoris.

cerca sulle cave antiche della Sardegna¹², e nel 2009 è stata scelta come caso studio per un progetto di valorizzazione delle cave di pietra dell'isola presentato in un Convegno internazionale di studi tenutosi a Gorizia¹³.

A partire dal 2010, nell'ambito di un progetto di ricerca dell'Università di Padova dedicato allo studio dei materiali da costruzione e delle tecniche edilizie utilizzate a Nora nelle sue diverse fasi di vita¹⁴, la penisola è stata oggetto di una serie di ricognizioni finalizzate a comprendere l'articolazione e le caratteristiche di questo sito estrattivo. Parallelamente, è stato effettuato un rilievo topografico a stazione totale dell'area (fig. 20), seguito da una restituzione su supporto cartografico georeferenziato Gauss-Boaga dei fronti di estrazione e delle tracce di cavatura, che ha portato alla realizzazione di una planimetria completa della cava (tav. I).

Grazie alle ricognizioni è stato possibile distinguere 13 diversi *loci* estrattivi, alcuni situati nel settore meridionale della penisola, rivolto verso il mare (aree A, B, C, D, E, F, G, H, I), altri nel settore settentrionale, attualmente affacciato sulla laguna (aree J, K, L, M), di seguito descritti.

¹² Cfr. COLUMBU *et alii* 2007.

¹³ Cfr. BALLETO *et alii* 2009.

¹⁴ I primi risultati del progetto sono editi in AGUS *et alii* 2009; BONETTO, FALEZZA, PREVIATO 2014; PREVIATO 2014; BONETTO, FALEZZA, PREVIATO 2015.

4.1.1.4 I loci estrattivi del settore meridionale della penisola

Il settore meridionale di Is Fradis Minoris è caratterizzato dalla presenza di 9 *loci* estrattivi che si susseguono senza soluzione di continuità a partire dall'estremità orientale della penisola. Tutti i *loci* estrattivi sono situati in prossimità della linea di costa, ma in alcuni casi essi si approfondiscono verso l'interno della penisola, fino a raggiungere il sentiero che la attraversa.

Nelle aree estrattive situate più ad est (A, B, C, D, E, F) le tracce di cavatura si trovano in uno stato di conservazione molto buono. Più ad ovest, oltre l'area F, i segni di estrazione diventano via via meno numerosi e di più difficile lettura in quanto, a causa dello scalzamento operato dal mare alla base delle pareti rocciose, i fronti di estrazione si trovano perlopiù in stato di crollo (fig. 21). Nonostante ciò, si è riusciti a distinguere la presenza di 3 *loci* estrattivi (aree G, H, I).

Area A

Procedendo da est verso ovest, la prima area estrattiva che si incontra è l'area A, compresa tra il sentiero che attraversa la penisola, l'edificio 1 e il mare. In questo settore la roccia affiorante raggiunge una quota massima di 3,25 m s.l.m (fig. 22).

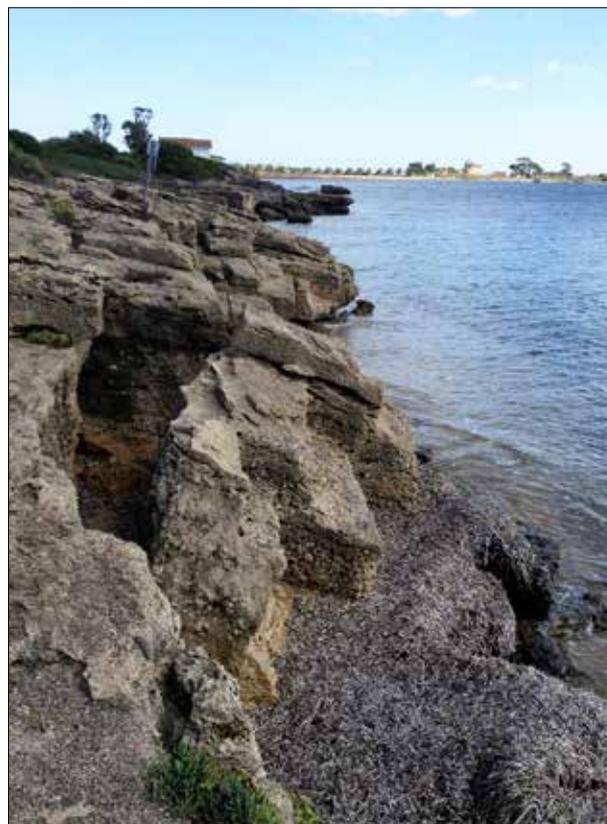


Fig. 21. Fronti di cava in stato di crollo lungo il lato meridionale della penisola.

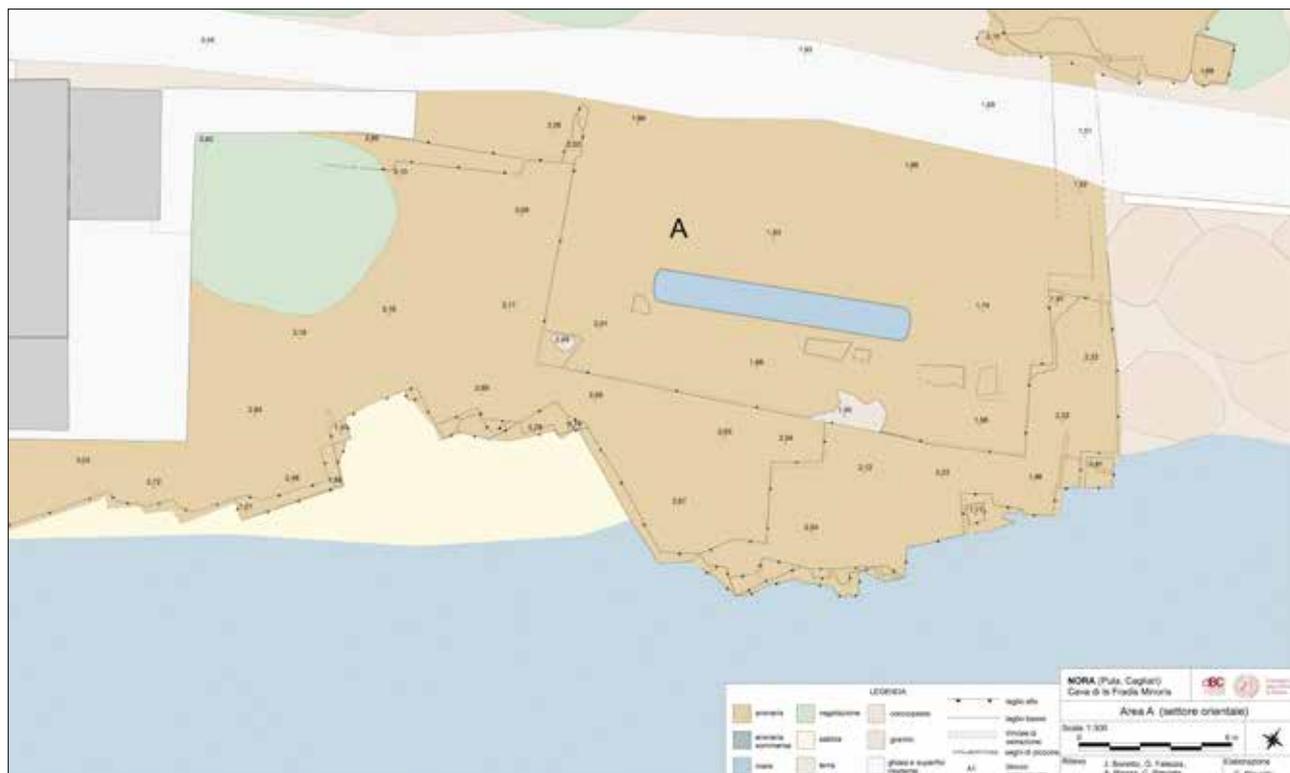


Fig. 22. Pianta del settore orientale dell'area estrattiva A.



Fig. 23. Area A, fronti di cava a picco sul mare all'estremità orientale della penisola di Is Fradis Minoris.



Fig. 24. Area A, tracce di piccone sui fronti rivolti verso l'interno della penisola, in prossimità della cisterna.

In prossimità del limite orientale della penisola il banco roccioso risulta inciso da un taglio netto con orientamento nord-sud che, dopo circa 15 m, piega verso ovest con un angolo di 90° e prosegue quindi con un andamento più o meno rettilineo est-ovest per circa 18 m. In questo settore la roccia risulta incisa da tagli netti con diversi orientamenti; i fronti di estrazione, a picco sul mare e con un'altezza media di circa 2-2,5 m, in alcuni punti sono conformati a gradoni (fig. 23). Sul fronte roccioso rivolto verso il mare non si distinguono segni di strumenti utilizzati per la cavatura, probabilmente cancellati dall'azione dell'aerosol marino. In questo settore si conservano invece alcune trincee di estrazione e le impronte in negativo di alcuni blocchi estratti, le cui dimensioni originarie risultano difficili da ricostruire a causa dell'erosione subita dalla roccia.

Alle spalle dei fronti di estrazione sin qui descritti, in prossimità del limite orientale dell'area A, il banco roccioso risulta tagliato anche verso l'interno della penisola. In questo caso l'asporto di pietra fu finalizzato a ricavare uno spazio a pianta rettangolare con superficie piana, entro cui si collocano una cisterna e altre evidenze di natura antropica, che verranno descritte in seguito. Sui fronti rivolti verso l'interno della penisola sono ben visibili i segni lasciati dal piccone utilizzato per tagliare la roccia. Si tratta di incisioni rettilinee inclinate a 45° e tra loro parallele o disposte a "spina di pesce" (fig. 24). In alcuni punti si distinguono delle cavità a pianta ovoidale che, sebbene molto erose, sembrerebbero essere fori per l'alloggiamento di cunei (fig. 25).

Più ad ovest, il fronte roccioso rivolto verso il mare arretra leggermente verso l'interno della penisola a formare una sorta di nicchia caratterizzata da tagli con orientamento nord-ovest/sud-est, per poi proseguire nuovamente con andamento sub-rettilineo est-ovest per circa 38 m.



Fig. 25. Area A, possibili tracce di cunei molto erose.

Area B

L'area B è un bacino a pianta quadrangolare situato a sud-ovest dell'edificio 1, delimitato ad est e ad ovest da banchi rocciosi protesi verso il mare. Il limite nord di questo *locus* estrattivo è dato da un fronte con andamento rettilineo est-ovest con pareti verticali alte non più di 2 m, su cui sono particolarmente evidenti le tracce degli strumenti utilizzati per l'estrazione (fig. 26).

Si tratta di incisioni rettilinee parallele e inclinate a 45° , distanti tra loro 5-6 cm, con orientamento nord-ovest/sud-est o nord-est/sud-ovest (fig. 27). Sui fronti di estrazione si distinguono da 1 a 3 fasce di incisioni sovrapposte, spesso caratterizzate da orientamenti diversi, nelle quali si possono riconoscere delle assise di estrazione. Tali assise presentano altezze diverse, che vanno dai 40 ai 90 cm. La misura più ricorrente è però pari a 50 cm.

In prossimità del limite est dell'area il fronte roccioso piega di 90° verso l'interno della penisola formando una sorta di nicchia, che oggi risulta occupata da un edificio utilizzato per le attività di snorkeling (edificio 2).

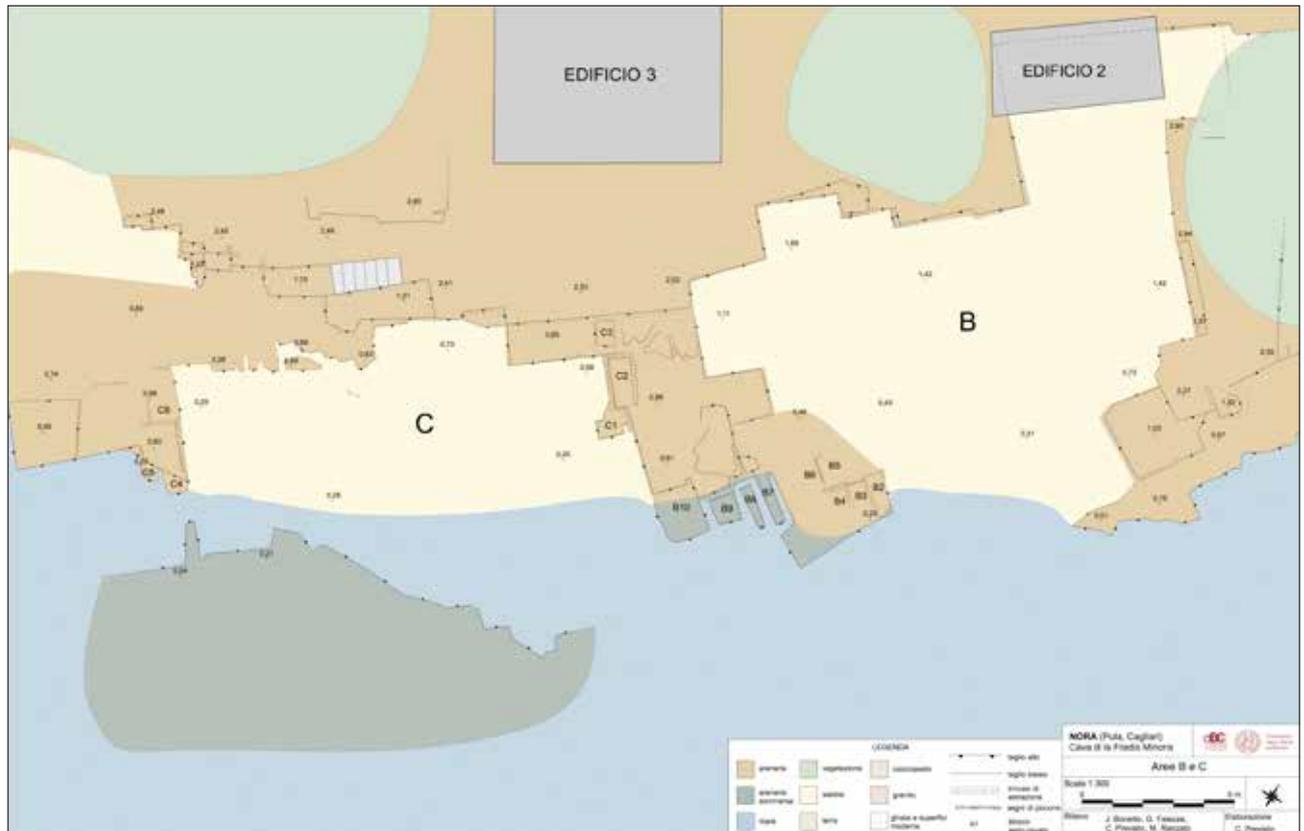


Fig. 26. Pianta delle aree estrattive B e C.



Fig. 27. Area B. Fronti di cava con segni di piccone.



Fig. 28. Area B. Blocchi semi-cavati lungo la linea di costa.



Fig. 29. Area C. Fronti di cava strutturati a gradoni.

Nell'area si conservano 10 blocchi semi-cavati, delimitati da una o più trincee di estrazione (nn. B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10; per le misure dei blocchi, cfr. fig. 56). La maggior parte di essi è situata in prossimità della linea di costa, al limite sud-ovest dell'area estrattiva, e risulta in parte sommersa (fig. 28). I blocchi semi-sommersi, posti ad una quota di 0,15-0,40 m s.l.m., risultano orientati in direzione nord-ovest/sud-est, orientamento già riscontrato nell'area A. Lo spazio centrale di quest'area estrattiva è oggi occupato da sabbia e posidonia.

Area C

Molto simile è l'attigua area C, bacino a pianta quadrangolare situato a sud-ovest dell'edificio 3, che ospita gli uffici del Centro di didattica ambientale (fig. 26).

Il limite nord di questo *locus* estrattivo è un fronte con andamento più o meno rettilineo est-ovest lungo 17 m, caratterizzato da pareti verticali alte circa 1,5 m, in alcuni punti strutturate a gradoni (fig. 29).

Sui fronti verticali si conservano i segni degli strumenti utilizzati in fase di estrazione, e cioè incisioni rettilinee parallele inclinate a 45°, del tutto simili a quelle rilevate nell'area B, benchè più erose. In prossimità del fronte strutturato a gradoni si osservano inoltre delle impronte in negativo di blocchi cavati, di alcuni dei quali si possono ricostruire le dimensioni (C7, C8, C9), nonché alcune trincee di estrazione a diversi stadi di avanzamento (figg. 30 e 56).

L'area è delimitata ad est e ad ovest da due banchi rocciosi protesi verso il mare, posti a una quota superiore di circa 0,50-0,70 m rispetto all'attuale livello del mare, su cui sono visibili le tracce di 6 blocchi semi-cavati (lato est blocchi nn. C1, C2, C3; lato ovest blocchi nn. C4, C5, C6) e di trincee di estrazione. In condizioni di bassa marea il banco roccioso affiora anche a sud, nella zona di battigia,

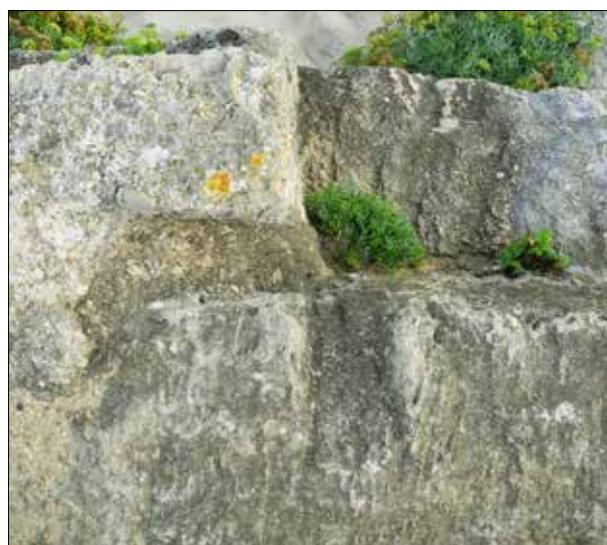


Fig. 30. Area C. Trincee di estrazione non completate.

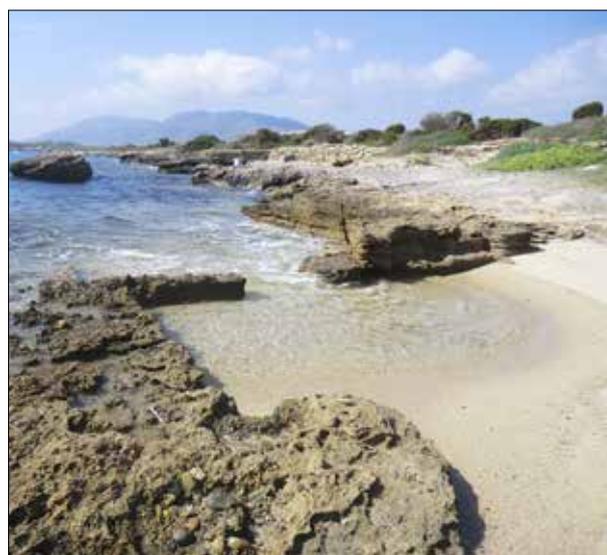


Fig. 31. Area C. Bacino quadrangolare in prossimità della linea di costa.



Fig. 32. Pianta dell'area estrattiva D.

ad una quota di 0,10-0,20 m s.l.m. Esso risulta inciso da tagli netti e regolari sul lato rivolto verso l'interno della penisola.

Nell'angolo sud-ovest dell'area si osserva la presenza di una sorta di bacino a pianta quadrangolare, parzialmente sommerso, i cui limiti netti e regolari dimostrano che si tratta di tagli artificiali, funzionali probabilmente all'estrazione di materiale lapideo. (fig. 31). Anche in questo caso il settore centrale dell'area estrattiva risulta illeggibile in quanto coperto da sabbia e posidonia.

Area D

A seguire vi è l'area D, bacino a pianta rettangolare rivolto verso il mare, limitato a nord da un fronte con andamento più o meno rettilineo est-ovest, la cui altezza aumenta progressivamente procedendo da est verso ovest (altezza media 1 m) (fig. 32). Anche in questo caso in alcuni punti sul fronte di taglio si distinguono incisioni rettilinee parallele e inclinate di 45°.

Alla base della parete, circa al centro dell'area, si conservano 4 blocchi semi-cavati di forma rettangolare e di grandi dimensioni (nn. D1, D2, D3, D4), separati da trincee rettilinee larghe fino a 30 cm, sulle cui pareti sono ben distinguibili le tracce del piccone utilizzato per separare i blocchi (fig. 33).

Altri 8 blocchi semi-cavati, che in alcuni periodi dell'anno risultano completamente coperti da una



Fig. 33. Area D. Tracce di piccone visibili sulla parete di una trincea di separazione tra i blocchi D1 e D2.



Fig. 34. Area D. Affioramento roccioso con segni di cavatura parzialmente sommerso e situato a circa 10 m di distanza dall'attuale linea di costa.

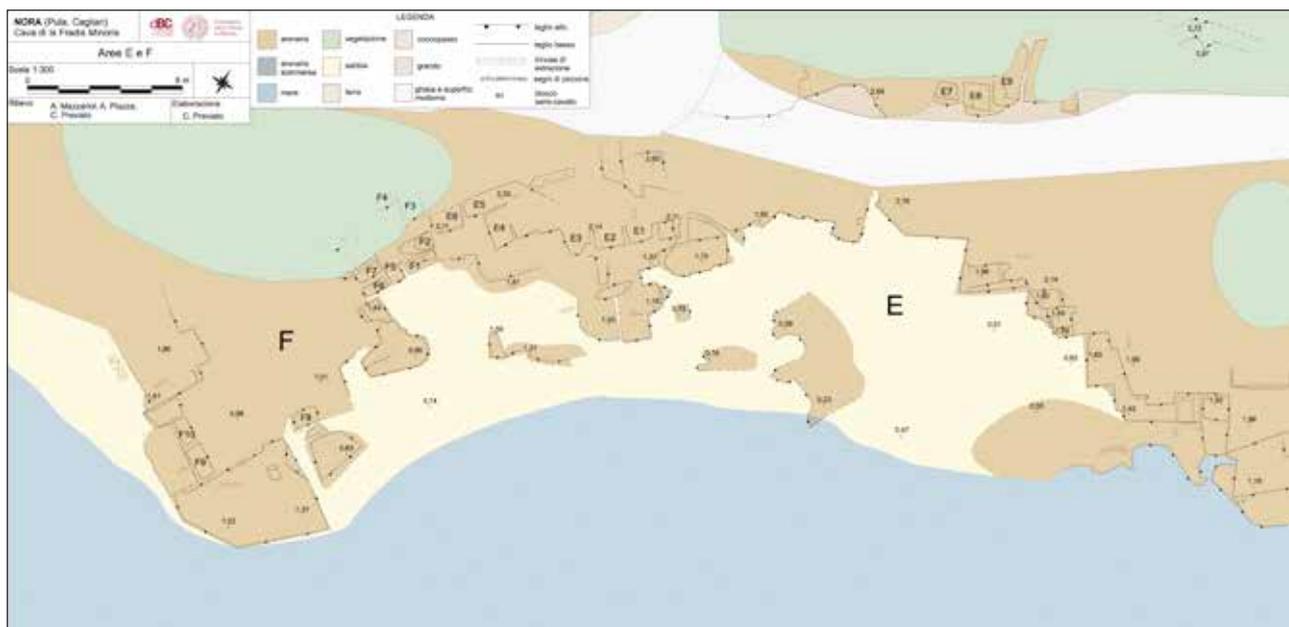


Fig. 35. Pianta delle aree estrattive E ed F.

fitta coltre di posidonia, sono visibili ad una quota inferiore, in prossimità dell'attuale linea di costa (nn. D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13)¹⁵.

Caratteristica di questo bacino estrattivo è la presenza, a circa 10 m di distanza dalla costa, di una sorta di "isolotto", cioè di un affioramento roccioso con una superficie di 3,60 x 4,70 m che emerge dal mare per un'altezza di circa 1 m, inclinato verso sud (fig. 34). La particolarità di tale affioramento è data dal fatto che esso presenta pareti verticali e tracce inconfondibili di cavatura, a testimonianza di un suo probabile sfruttamento in epoca antica, quando il livello del mare era più basso (cfr. *infra*).

Area E

Un banco roccioso proteso verso il mare separa l'area D dall'area E, bacino a pianta semi-circolare che si approfondisce verso l'interno della penisola, fino a raggiungere il sentiero che la attraversa (fig. 35). Il limite nord dell'area è costituito da un fronte situato a circa 7 m di distanza dalla costa, a tratti verticale, a tratti a gradoni, la cui altezza non supera mai il metro. Sulla parete sono ben distinguibili i diversi livelli della roccia, che presentano un andamento sub-orizzontale. Alla base della parete, si distingue un livello particolarmente ricco di rodoliti.

Lo spazio tra il fronte e il mare è occupato da un affioramento roccioso posto quasi a livello del mare, molto eroso, motivo per cui risulta difficile distinguere l'eventuale presenza di tagli artificiali. Esso risulta inciso da un discreto numero di cavità a pianta circolare, riconducibili probabilmente

all'erosione marina¹⁶. Da queste si distinguono due cavità molto più regolari, con un diametro di circa 20 cm, poste tra loro a una distanza di 2,90 m e oggi visibili in prossimità della linea di costa. Per la loro regolarità, tali buche sono riconducibili ad un intervento antropico e sono interpretabili come



Fig. 36. Area E. Cavità circolari di origine antropica in prossimità della linea di costa.

¹⁵ Le misure dei blocchi sono riportate nella tabella di fig. 56.

¹⁶ Cavità molto simili sono state individuate nelle cave di Mallia, sull'isola di Creta; esse, dapprima riconosciute da A. Evans come tracce di cavatura, sono state successivamente interpretate come esito dell'erosione naturale della roccia (Waelkens 1992, p. 8 e fig. 11).



Fig. 37. Area E. Blocchi semi-cavati in prossimità del sentiero che attraversa la penisola.

probabili fori di alloggiamento di macchine per il sollevamento dei blocchi (cfr. *infra*). Non è chiaro se anche una terza cavità circolare con diametro di 52-53 cm che si trova poco più a nord, che risulta equidistante dalle due buche ma che appare meno regolare, abbia la stessa funzione (fig. 36).

Anche nell'area E numerosi sono i segni dell'attività estrattiva. Le tracce di piccone sui fronti di estrazione sono poco visibili a causa dell'erosione della roccia, mentre ben più evidenti sono le trincee di estrazione e le impronte in negativo di alcuni blocchi estratti, soprattutto all'estremità orientale

dell'area. In prossimità del limite ovest inoltre si concentrano 6 blocchi semi-cavati di forma rettangolare. Tre di essi risultano simili per dimensioni e tra loro affiancati (nn. E1, E2, E3), mentre gli altri (nn. E4, E5, E6) presentano diverse misure e orientamento.

Altri blocchi sono visibili in prossimità del sentiero che attraversa la penisola (E7, E8, E9) (figg. 37 e 56).

Area F

A seguire, si incontra un bacino estrattivo rivolto verso l'interno della penisola e ricavato tagliando un banco roccioso sopraelevato di circa 1,30 m rispetto al pelo dell'acqua e leggermente inclinato verso il mare (fig. 35).

L'attività estrattiva ha determinato il formarsi di uno spazio a pianta quadrangolare (m 3,5 x 5 ca., quota = 1 m s.l.m.), intorno a cui si conservano 10 blocchi semi-cavati di forma rettangolare con vari orientamenti (nn. F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F10), nonché alcune trincee di estrazione (figg. 38 e 56).

In un punto, sulla superficie del banco roccioso, sono visibili 4 piccole cavità a pianta ovoidale, di dimensioni regolari (lunghezza media cm 6; larghezza media cm 3; profondità media cm 4), che risultano allineate e distanti circa 4-5 cm una dall'altra, identificabili come fori per l'alloggiamento di cunei (fig. 39).



Fig. 38. L'area F vista dall'alto.



Fig. 39. Area F. Fori per l'alloggiamento di cunei.

In tutta l'area è ben visibile un livello roccioso caratterizzato da un'alta densità di rodoliti, su cui l'attività estrattiva sembra essersi arrestata.

Area G

A circa 30 m di distanza dall'area F si incontra un altro *locus* estrattivo, denominato area G (fig. 41). Si tratta di un bacino con fronti verticali a picco sul mare parzialmente in stato di crollo, su cui si distinguono tagli rettilinei con diversi orientamenti, trincee di estrazione e 2 blocchi semi-cavati abbandonati *in situ* (nn. G1, G2), nonché impronte in negativo di blocchi estratti (figg. 40 e 56).



Fig. 40. Area G. Blocco semi-cavato in stato di crollo.

Area H

Adiacente all'area G è l'area H, costituita da un fronte roccioso alto 2 m esteso in senso est-ovest per circa 12 m, parzialmente in stato di crollo (fig. 41).

Il fronte, caratterizzato da pareti verticali e in alcuni punti strutturate a gradoni, è a picco sul mare, e risulta inciso da numerosi tagli rettilinei, con diversi orientamenti.

Numerosi sono i segni dell'attività estrattiva conservati in quest'area, ove sono visibili trincee di estrazione e impronte in negativo dei blocchi estratti, nonché 9 blocchi semi-cavati, tutti posti ad una

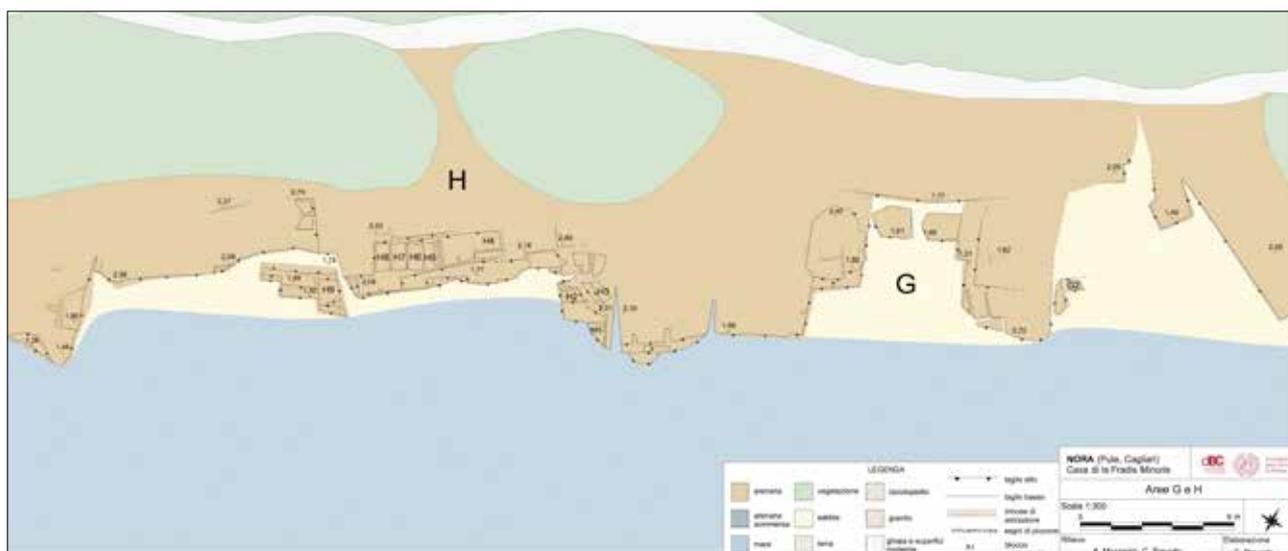


Fig. 41. Pianta delle aree estrattive G ed H.



Fig. 42. Area H. Blocchi semi-cavati.



Fig. 43. Area I. Blocchi semi-cavati.

quota di circa 2 m superiore rispetto al livello del mare (nn. H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8, H9) (figg. 42 e 56).

Area I

L'ultima area estrattiva del settore meridionale di Is Fradis Minoris è l'area I, che si trova circa 30 m ad ovest dell'area H, e a 300 m di distanza dall'estremità orientale della penisola. Le uniche tracce di estrazione qui presenti sono delle trincee rettilinee con orientamento nord-ovest/sud-est incise nel banco roccioso a 1,60 m s.l.m., che delimitano 4 blocchi di forma quadrangolare (nn. I1, I2, I3, I4) (figg. 43 e 56). Un altro blocco di forma rettangolare (n. I5), delimitato sui lati nord ed ovest da trincee larghe 35 cm, si trova ad una quota più bassa, nella zona di battigia, e risulta in parte sommerso.

Nell'insieme, i *loci* estrattivi del settore meridionale della penisola appaiono quindi tutti caratterizzati dalla presenza di fronti verticali o strutturati a gradoni, la cui altezza non supera mai i 2 m. Le pareti più alte si trovano nel settore orientale della penisola, dove si nota la presenza di un fronte continuo lungo circa 80 m, con pareti verticali a picco sul mare (area A). Procedendo verso ovest, il fronte di estrazione perde il suo andamento rettilineo e si articola in una serie di bacini estrattivi a pianta semi-circolare o quadrangolare (aree B, C, D, E), che si approfondiscono verso l'interno della penisola anche fino a 20 m dall'attuale linea di costa, come riscontrato nell'area B. Nelle stesse aree, nella zona di battigia sono visibili numerosi blocchi semi-cavati e abbandonati *in situ*, talvolta poco visi-

bili in quanto semi-sommersi o parzialmente coperti dalla sabbia e dalla posidonia che oggi riempiono le piccole spiagge poste in prossimità dell'attuale linea di costa.

In ogni caso, l'ampiezza dei settori B, C, D ed E e il consistente arretramento dei fronti di estrazione che li caratterizza suggerisce che si tratti delle aree maggiormente sfruttate per l'attività estrattiva tra quelle situate nella porzione meridionale della penisola.

A partire dall'area F infatti, che, come detto, a differenze delle altre si apre verso l'interno della penisola, procedendo verso ovest le tracce di estrazione diventano meno numerose. Nelle aree estrattive più occidentali inoltre (aree G, H, I) si può notare che le poche tracce di cavatura conservatesi, così come i blocchi semi-cavati, si trovano ad una quota piuttosto alta rispetto al livello del mare, ad eccezione di un solo blocco (I5), individuato nella zona di battigia dell'area I. Questo elemento potrebbe far pensare che lo sfruttamento di tali aree avvenisse non dal mare, ma dall'interno della penisola, analogamente a quanto avveniva con buona probabilità nell'area F, che sappiamo essere rivolta verso il centro della penisola.

4.1.1.5 I loci estrattivi del settore settentrionale della penisola

Anche il settore settentrionale di Is Fradis Minoris fu oggetto di attività estrattiva, come testimoniano le tracce di cavatura qui individuate, che si estendono in senso est-ovest per circa 300 m. Le ricognizioni condotte in questo settore della penisola, seppure ostacolate dalla presenza di una fitta vegetazione talvolta impenetrabile, hanno permesso di individuare 4 *loci* estrattivi (aree J, K, L, M).



Fig. 44. Pianta dell'area estrattiva J.

Essi sono rivolti verso la laguna che oggi lambisce il lato nord di Is Fradis Minoris, e presentano fronti che in alcuni casi si approfondiscono notevolmente verso l'interno della penisola, fino a raggiungere il sentiero che la attraversa.

Area J

Procedendo da est verso ovest, il primo *locus* estrattivo che si incontra è l'area J (fig. 44). Essa, situata alle spalle dell'area A, in prossimità dell'estremità orientale della penisola, è caratterizzata dalla presenza di due affioramenti rocciosi altimetricamente rilevati situati alle estremità est ed ovest dell'area (quota sommità lato est = 2,65 m; quota sommità lato ovest = 2,58 m s.l.m.), e da una fascia centrale più bassa strutturata a gradoni digradanti verso la laguna, dove oggi sono presenti delle passerelle in legno utilizzate come deposito di canoe. In prossimità del limite orientale dell'area, i fronti rocciosi a ridosso della laguna appaiono in stato di crollo.

Sull'affioramento roccioso che chiude l'area ad ovest, che presenta pareti verticali e che in alcuni punti è strutturato a gradoni, si conservano alcune trincee di estrazione e le impronte in negativo di blocchi cavati (fig. 45). Altri segni di estrazione, seppur più labili, sono presenti nella fascia centrale e sull'affioramento posto all'estremità occidentale dell'area, dove sono visibili alcune trincee di estrazione, nonché dei tagli netti e rettilinei, chiaramente artificiali.

Area K

A seguire, per circa 40 m si distinguono alcuni fronti di estrazione con andamento rettilineo e pa-



Fig. 45. Area J. Tracce di cavatura.

rallelo alla costa, difficilmente leggibili a causa della fitta vegetazione. In prossimità di un edificio che oggi ospita un'esposizione sui cetacei che costituisce parte del percorso didattico per i visitatori della penisola (edificio 4), si apre quindi un altro *locus* estrattivo di grandi dimensioni, denominato area K, che si estende per circa 40 m in senso est-ovest. Si tratta di un ampio bacino rivolto verso la laguna e limitato a sud da un fronte con andamento rettilineo est-ovest alto circa 2 m e situato a circa 15 m di distanza dalla linea di costa (fig. 46). Nel settore orientale, il fronte presenta una struttura a gradoni piuttosto articolata e caratterizzata dalla presenza di vari livelli di cavatura, mentre procedendo verso ovest diventa via via più verticale. Alla base del fronte roccioso, vi è un'estesa area con superficie

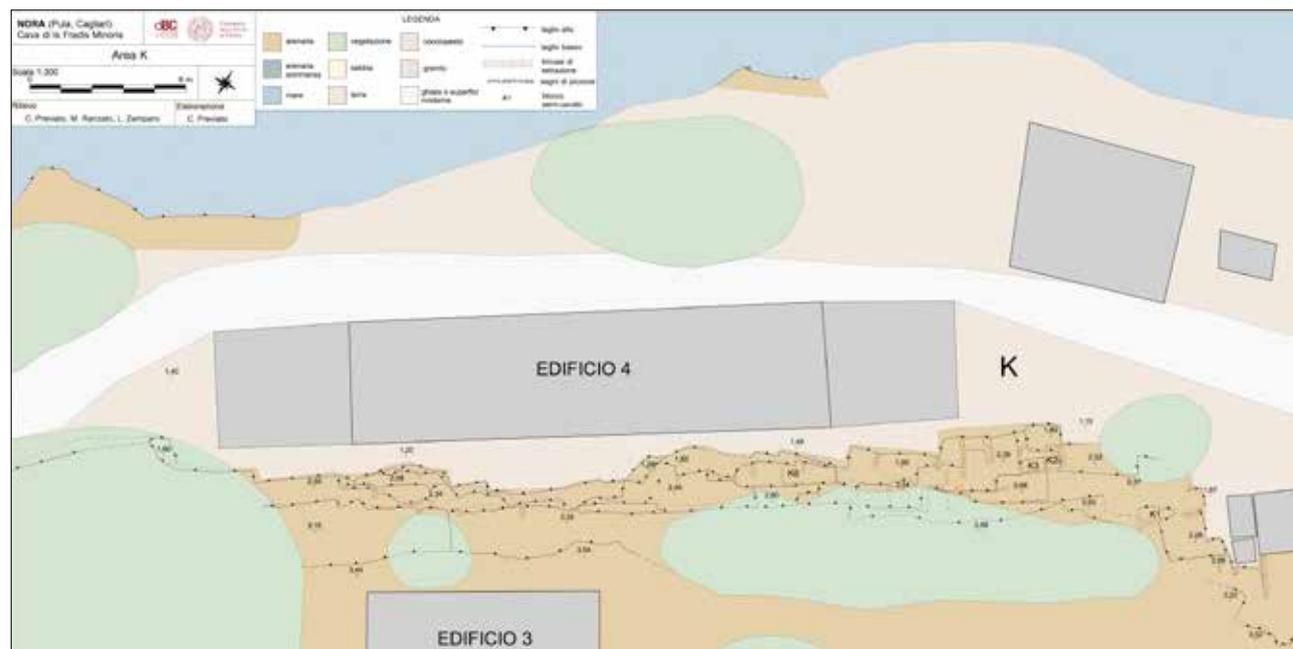


Fig. 46. Pianta dell'area estrattiva K.



Fig. 47. Area K. Impronta in negativo di un blocco estratto.

orizzontale che si estende fino alla laguna. Si tratta verosimilmente di un piazzale di cava, sfruttato in età contemporanea per la costruzione dell'edificio 4.

In quest'area estrattiva sono ben visibili i segni del piccone e le trincee di separazione tracciate per l'estrazione di blocchi, alcuni dei quali rimasti semicavati *in situ* (nn. K1, K2, K3), nonché le impronte in negativo di blocchi estratti, di cui sono ricostruibili le dimensioni (nn. K4 e K5) (fig. 47).

Area L

Più ad ovest, tra l'edificio 4 e l'edificio 5, che ospita le tartarughe marine in cura presso il Centro di recupero di Is Fradis Minoris, si estende un'altra area estrattiva, denominata area L, la cui morfologia risulta di difficile lettura per la presenza di una fittissima vegetazione. È evidente comunque la presenza di una serie di tagli con andamento est-ovest, paralleli alla linea di costa, di cui il più alto corre parallelo e in quota con il sentiero che attraversa la penisola, a circa 10 m di distanza dalla laguna; esso risulta ben riconoscibile in prossimità dell'ingresso dell'edificio 5 (quota limite alto taglio = ca. 3 m s.l.m.) (fig. 48).

Nonostante la difficoltà di distinguere in modo preciso l'andamento e l'orientamento dei tagli, nascosti dalla vegetazione che ricopre il settore della penisola più vicino allo specchio lagunare, appare evidente che l'area estrattiva è almeno in parte strutturata a gradoni digradanti verso la laguna. Il taglio

più basso individuato, che corre a meno di 1 m di distanza dalla costa, si trova a una quota di 0,80 m s.l.m.

In questa zona i segni degli strumenti utilizzati per l'attività estrattiva sono meno visibili; in alcuni punti si distinguono però tracce di picconi sui fronti verticali, nonché alcune trincee per l'estrazione di blocchi.

Area M

Ad ovest dell'edificio 5 si incontra quindi il più occidentale e il più ampio dei *loci* estrattivi che occupano il settore settentrionale della penisola, denominato M. Tale area, che si estende in senso est-ovest per circa 120 m, è delimitata a sud da un fronte con andamento rettilineo visibile in prossimità del sentiero che attraversa la penisola, a 20 m di distanza dalla costa (quota limite alto del taglio = 2,80 m s.l.m.).

Il fronte, alto circa 0,80 m, delimita un'ampia area pianeggiante che si estende fino alla laguna, oggi quasi completamente occupata da una fitta vegetazione, interpretabile con buona probabilità come piazzale di cava (fig. 49). A ridosso della linea di costa, è visibile un altro fronte rettilineo con andamento est-ovest, parallelo a quello sopra descritto, ma posto ad una quota più bassa, quasi a livello della laguna (quota taglio = 0,30 m s.l.m.).



Fig. 48. Area L. Tracce di cavatura immerse nella vegetazione.



Fig. 49. L'area estrattiva M vista dalla laguna, quasi totalmente nascosta dalla vegetazione.

Nell'insieme, i *loci* estrattivi situati nel settore settentrionale della penisola presentano caratteristiche molto simili tra loro. Tutte le aree sono infatti rivolte verso la laguna, a testimonianza di come l'attività estrattiva procedesse da nord verso sud. Ciò trova chiara motivazione nel fatto che si trattava del settore della penisola più protetto dal mare e dal vento, nonché nella presenza, nelle vicinanze, del porto della città antica, che si ipotizza aver occupato la cala a nord della penisola, e che risultava quindi facilmente raggiungibile data la ridotta distanza che lo separava dalla cava.

Nonostante la presenza di una fitta vegetazione che spesso nasconde tagli e segni di cavatura rende difficile la valutazione delle dimensioni dei diversi *loci* estrattivi, appare evidente che lo sfruttamento a fini estrattivi di questo settore della penisola fu decisamente molto intenso, come testimonia il consistente arretramento dei fronti di estrazione verso l'interno della penisola, soprattutto in prossimità delle aree K, L e M, e forse maggiore di quello del settore sud. In particolare, degna di nota è l'ampiezza dell'area estrattiva M, che con i suoi 2400 m², costituisce il *locus* estrattivo più esteso di tutta la penisola.

4.1.1.6 L'estensione della cava e il suo rapporto con il mare

di Giovanna Falezza

Come detto, i segni dell'attività estrattiva attualmente visibili sulla penisola di Is Fradis Minoris si estendono su un'area di circa 12.000 m². In origine,

tuttavia, le dimensioni dell'area di cava erano certamente maggiori: una serie di dati, frutto di ricerche e indagini anche recentissime, hanno infatti dimostrato che parte di essa si estende oggi al di sotto del livello del mare.

Lungo il lato meridionale della penisola, nella zona di battigia in condizioni di bassa marea emergono dei blocchi semi-cavati, parzialmente sommersi (fig. 50), e recenti indagini subacquee hanno verificato l'esistenza di piani di taglio sommersi, alcuni dei quali si collocano fino a -0,73 m s.l.m.¹⁷. Questo dato è riferito al livello medio marino degli anni recenti, che si trova a circa +0,11 m sul livello medio del mare del 1956 cui è riferita la cartografia attualmente utilizzata; i tagli rilevati sono quindi da collocarsi ad una quota di circa -0,62 dal medio mare del 1956.

Una serie di rilievi batimetrici – recentemente eseguiti nell'ambito di un progetto di ricerca dell'Università di Padova denominato Noramar¹⁸ – ha fornito un'immagine più completa dell'andamento dei fondali circostanti la penisola, permettendo di verificare l'esistenza, lungo il lato meridionale, di

¹⁷ ANTONIOLI *et alii* 2012, p. 2911. Già S. Melis nel 2002 aveva individuato il piede sommerso della cava ad una profondità costante compresa tra -0,50 e -0,80 m s.l.m. (MELIS 2002, p. 137).

¹⁸ Il progetto Noramar, avviato nel 2011, è finalizzato allo studio della relazione tra l'insediamento antico e lo spazio marino circostante (per una presentazione del progetto, cfr. BONETTO *et alii* 2012; BONETTO *et alii* 2015a). Primo esito delle ricerche è un volume recentemente pubblicato che presenta e riordina i dati relativi alle indagini subacquee effettuate da Michel Casien tra il 1978 e il 1984 (BONETTO 2014).



Fig. 50. Blocchi semi-cavati parzialmente sommersi lungo il lato meridionale della penisola (area B), in prossimità della linea di costa.

un'ampia fascia a fondale basso adiacente all'attuale linea di costa. La presenza di tale area a bassa profondità è stata confermata anche in occasione delle attività di rilievo condotte a Is Fradis Minoris, nel corso delle quali sono state realizzate alcune sezioni terra-mare, con l'acquisizione delle quote del fondale a sud della penisola fino ad una profondità di circa -1,50 m. Le sezioni mostrano la presenza di una fascia estesa in senso nord-sud per circa 50 m caratterizzata da un andamento regolare sub-orizzontale (tavv. XXIV e XXV, sezioni A, B e D).

Numerosi studi ormai hanno evidenziato che buona parte del Mediterraneo, dall'antichità ad oggi, fu interessata da un progressivo innalzamento del livello marino. Per l'area geografica di nostro interesse, in particolare, questa variazione del livello delle acque è stata calcolata nella misura di circa +1,40 / +1,60 m dall'età romana ad oggi, con conseguenti importanti modifiche dell'andamento della linea di costa e dell'estensione delle terre emerse¹⁹. La morfologia del fondale antistante la penisola di Fradis, che come si è detto si presenta basso e pressoché pianeggiante, comporta che in epoca antica la superficie emersa della penisola fosse considerevolmente più ampia e si estendesse verso sud per circa 50 m oltre l'attuale linea di costa²⁰.

Se non si può dimostrare che tutta l'area oggi sommersa sia stata interessata da operazioni di ca-

vatura, è ipotizzabile che almeno parte di essa sia stata sfruttata a scopo estrattivo, come sembrerebbe dimostrare l'affioramento roccioso oggi situato a circa 10 m dalla linea di costa, in prossimità dell'area estrattiva D, che reca evidenti segni di cavatura (cfr. *supra*). La particolare morfologia "pianeggiante" della fascia di penisola sommersa suggerisce inoltre che almeno una parte potesse essere utilizzata come piazzale di cava, dove i blocchi estratti venivano accumulati e sottoposti ad una prima lavorazione, prima di essere trasportati verso il cantiere cui erano destinati.

L'"isolotto" roccioso semi-sommerso situato a circa 10 m di distanza dalla costa (in prossimità dell'area D) potrebbe anche essere un risparmio roccioso lasciato dai cavatori a protezione dal moto ondoso e dal vento (fig. 51), secondo una pratica frequentemente documentata nelle cave costiere, sia in Sardegna, in particolare in alcune cave del territorio di Tharros (Sala da Ballo²¹ e Punta Maimoni²²) e del Sulcis (cava di Piscinni)²³, sia in alcune cave situate lungo il litorale tunisino²⁴.

²¹ DEL VAIS, GRILLO, NAITZA 2014a, p. 66.

²² DEL VAIS, GRILLO, NAITZA 2014b, p. 214.

²³ DEL VAIS, GRILLO, NAITZA 2014c, p. 37.

²⁴ Cfr. PASKOFF, TROUSSET 1995, pp. 61-62; SLIM *et alii* 2004, p. 261. Nella grande cava di R'mel la protezione dal mare è garantita da una parete rocciosa alta 2 m e larga da 3 a 10 m, caratterizzata dalla presenza di aperture che permettevano il trasporto dei blocchi verso i punti di carico (PASKOFF, TROUSSET 1995, p. 62).

¹⁹ A proposito di questa tematica, si veda il contributo di A. Roppa in DI GREGORIO *et alii* 2009, pp. 27-38.

²⁰ Cfr. BONETTO *et alii* 2012, p. 5.

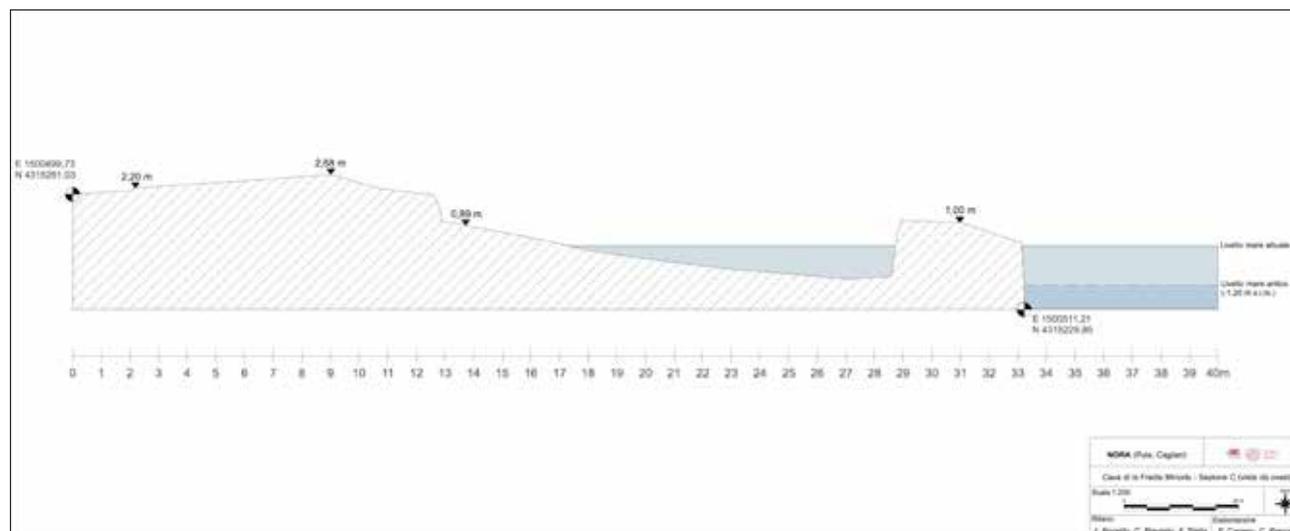


Fig. 51. Sezione nord-sud effettuata in prossimità dell'area D, vista da ovest. Sulla destra è visibile l'isolotto roccioso con tracce di cavatura oggi parzialmente sommerso.

Risulta comunque difficile determinare quale fosse l'effettiva distanza che separava le aree estrattive localizzate sul lato meridionale della penisola dal mare, né se esse fossero in qualche modo fisicamente separate e chiuse sul lato rivolto verso il mare aperto.

Più problematici e meno chiari sono i dati utili alla ricostruzione dell'originaria estensione della penisola e della cava verso nord. Il progressivo accumulo di sedimenti sul fondo della laguna e la scarsa visibilità non hanno infatti permesso di effettuare indagini e rilievi in quest'area e di ottenere dati precisi sulla morfologia del fondale lagunare. Le ricostruzioni relative all'assetto morfologico della laguna in epoca antica effettuate nell'ambito del già citato progetto Noramar portano però a credere che lo spazio attualmente occupato dalla laguna fosse in realtà in buona parte terra emersa, ad eccezione dell'area più orientale, dove carotaggi e prospezioni hanno consentito di localizzare una depressione di forma quadrangolare (circa 60 x 97 m) collegata, verso sud, al mare tramite un canale: si tratta, con ogni probabilità, di un apprestamento portuale forse risalente alla prima fase di vita dell'insediamento di Nora²⁵. Non è superfluo notare come la vicinanza al porto a nord e la presenza del mare sul lato sud della penisola (che permette di classificare la cava di Is Fradis Minoris come cava costiera²⁶) costituivano certo condizioni

straordinariamente favorevoli per il carico e il trasporto su imbarcazione dei blocchi cavati, come si vedrà nel dettaglio più avanti.

4.1.1.7 La tecnica estrattiva: i segni degli strumenti

La cava di Is Fradis Minoris è una cava a cielo aperto, in cui la coltivazione era organizzata a gradoni e forse in parte a fossa, come farebbe pensare la presenza, in alcuni settori del lato sud della penisola (aree B e C), di bacini di cavatura a pianta quadrangolare che si approfondiscono nel banco roccioso. La presenza di sabbia e la parziale sommersione di queste aree estrattive impedisce però una precisa lettura della loro morfologia.

La tecnica utilizzata per estrarre i blocchi è quella della tagliata a mano, che prevedeva, com'è noto, la realizzazione di trincee lungo i lati del blocco che



Fig. 52. Trincee di separazione visibili in prossimità dell'area C.

²⁵ FINOCCHI 1999; SOLINAS, SANNA 2005; BONETTO *et alii* 2012.

²⁶ A proposito delle cave costiere, cfr. BELTRAME 2012, pp. 282-284, con bibliografia di riferimento, cui vanno aggiunti altri lavori più recenti, come quello di C. Pedini del 2013 sulle cave della Couronne, regione della Francia meridionale (PEDINI 2013).



Fig. 53. Tracce di piccone su un fronte di cava dell'area F.

si andava ad estrarre, e quindi l'uso di cunei o leve per il distacco definitivo dal banco roccioso²⁷.

In più punti della cava sono visibili infatti dei solchi incisi nella roccia, che ci forniscono la traccia in negativo dei blocchi estratti, o che in alcuni casi definiscono su uno o più lati i blocchi semi-cavati rimasti abbandonati all'interno del bacino estrattivo.

Si tratta perlopiù di trincee con profilo a U e fondo piatto, con larghezze che variano dai 4,5 ai 34 cm, anche se la maggior parte si aggira tra i 10 e i 20 cm (fig. 52). Le trincee più larghe si concentrano nei settori D e K, quelle più strette nei settori H e I.

Per quanto riguarda la profondità, molte si approfondiscono solo per pochi centimetri (2-10 cm), a testimonianza di un'interruzione del lavoro di cavatura ad uno stadio iniziale. Le più profonde non superano i 65 cm. Da quanto è stato possibile verificare è evidente che, come di consueto, il rapporto tra larghezza e profondità delle trincee è proporzionale alle dimensioni del blocco che si andava ad estrarre.

Per lo scavo delle trincee si utilizzò il piccone, come testimoniano le incisioni visibili sulle pareti dei tagli, che appaiono del tutto simili a quelle presenti sui fronti di estrazione, dove questi non sono eccessivamente erosi dall'azione marina²⁸.

Si tratta di incisioni rettilinee parallele e inclinate a 45°, molto regolari (fig. 53). L'andamento rego-

lare delle tracce sui fronti di estrazione e l'assenza delle caratteristiche tracce "a festoni" fa ipotizzare l'utilizzo di un piccone leggero²⁹.

Poco si può dire circa l'estremità dello strumento utilizzato, in quanto l'erosione subita dalla roccia non permette di distinguere la morfologia dei segni presenti sul fondo delle trincee di separazione dei blocchi.

Per quanto riguarda le modalità con cui si procedeva al distacco finale dei blocchi dal banco roccioso, i dati sono invece molto più labili.

A Is Fradis Minoris infatti, tranne in due punti, non sono state individuate tracce evidenti di cunei, che sappiamo essere gli strumenti maggiormente utilizzati in epoca antica per il distacco dei blocchi dal banco roccioso, sebbene il crescente numero di studi sulle cave abbia dimostrato che vi è una grande variabilità nei modi in cui questa operazione veniva realizzata, molto più che nella tecnica con cui venivano scavate le trincee³⁰.

Possibili tracce di cunei sono state individuate esclusivamente nell'area F e nell'area A.

In particolare, nell'area F sono visibili 4 piccole cavità incise sulla superficie del banco roccioso, caratterizzate da pianta ovoidale (6 x 3 cm ca.), che si approfondiscono per circa 4 cm e che sono disposte a distanze regolari di 4-5 cm (vedi fig. 39). La posizione dei fori, sulla superficie della roccia, fa

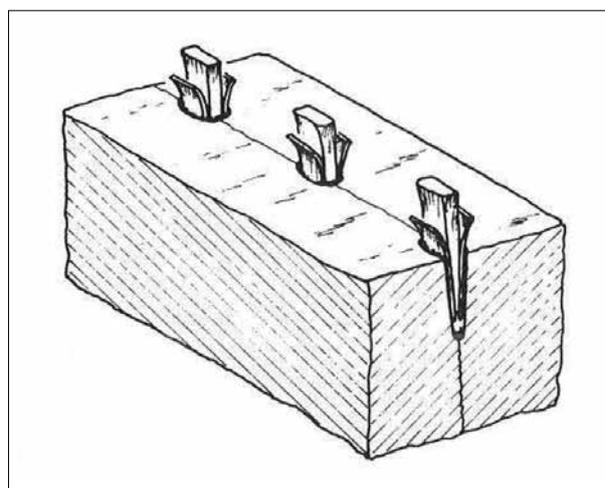


Fig. 54. Disegno ricostruttivo dell'uso di cunei per il distacco della faccia posteriore di un blocco (MENICALI 1992).

²⁷ A proposito della tecnica della tagliata a mano cfr. CAGNANA 2000, pp. 37-41; CLAYTON-FANT 2008, pp. 122-124; CAGNANA 2012, pp. 79-84. Per le varie fasi di estrazione di un blocco cfr. KOZELJ 1988 e MONTHEL 2002.

²⁸ I fronti di cava ove le tracce del piccone sono meglio conservate sono quelli del settore meridionale della penisola; esse risultano particolarmente evidenti nei settori A, B, C e D.

²⁹ Cioè di uno strumento a percussione diretta, dotato di un manico lungo e di una o due punte. Il piccone leggero, utilizzato inizialmente soprattutto per il taglio di pietre tenere, conobbe grande diffusione nel mondo greco, ma venne utilizzato anche in altri contesti di età romana imperiale. Sulle pietre tenere lasciava tracce di linee rettilinee o leggermente curve tra loro parallele (cfr. WÄLKENS 1994, p. 78; CLAYTON FANT 2008, pp. 122-123).

³⁰ CLAYTON FANT 2008, p. 123.

ipotizzare un utilizzo dei cunei per fendere la roccia verticalmente, e quindi per realizzare la trincea posteriore di un blocco (fig. 54).

Molto simili, seppure più erosi, i fori visibili nell'area A che, data la loro posizione su una parete rocciosa, fanno ipotizzare un utilizzo di cunei per il distacco della roccia in senso orizzontale (vedi fig. 25).

La quasi totale assenza di tracce di cunei a Is Fradis Minoris colpisce particolarmente, e può essere spiegata in due modi. Essa infatti potrebbe essere dovuta ad una loro cancellazione ad opera dell'erosione marina cui sono soggetti soprattutto i fronti di estrazione rivolti verso il mare (ipotesi poco probabile, dal momento che sembra strano che non si siano conservati fori nemmeno nelle zone più interne della penisola), oppure, più probabilmente, indicare che il distacco dei blocchi dalla roccia avvenisse con cunei di legno di piccole dimensioni, che non hanno lasciato traccia, o con strumenti diversi, quali leve o pali³¹. La scelta di utilizzare strumenti di questo tipo al posto dei tradizionali cunei metallici, potrebbe essere legata alla formazione culturale dei cavatori o, più probabilmente, essere stata determinata dalle caratteristiche della roccia affiorante sulla penisola.

4.1.1.8 Morfologia del materiale estratto e considerazioni metrologiche

All'interno della cava si conservano un buon numero di blocchi semi-cavati, abbandonati prima che il processo di estrazione fosse completato, nonché numerose impronte in negativo di blocchi estratti. La loro morfologia e le loro dimensioni fanno ipotizzare che a Is Fradis Minoris la pietra fosse cavata esclusivamente sotto forma di blocchi³² parallelepipedi di varie dimensioni, che potevano poi essere direttamente utilizzati come pietra da costruzione o essere ulteriormente lavorati, per ottenere manufatti di vario genere³³.

Blocchi semi-cavati sono visibili sia sul lato meridionale della penisola (aree A, B, C, D, E, F, G, H, I) sia, in misura minore, su quello settentrionale (area K), e si collocano a quote diverse. La maggior parte di essi si trova in prossimità dell'attuale linea di costa, a livello del mare, e risulta in parte

sommersa; altri blocchi si collocano invece verso l'interno della penisola, a qualche metro di distanza dalla linea di costa, ad una quota più alta rispetto all'attuale livello del mare. I più "alti" si trovano in prossimità del sentiero che attraversa la penisola, nella parte altimetricamente più rilevata del sito.

Alcuni di essi sono definiti da trincee su tutti e quattro i lati, altri solamente su uno, due o tre lati. Spesso la medesima trincea è condivisa da due o più blocchi (fig. 55).

Nel corso delle ricognizioni condotte a Is Fradis Minoris, tutti i blocchi semi-cavati sono stati accuratamente misurati e posizionati (fig. 56).

Grazie ai dati raccolti, seppure con grande cautela, dovuta al fatto che molti di essi risultano in parte erosi dall'azione del mare, è possibile fare alcune osservazioni di carattere metrologico.

In generale, i blocchi hanno dimensioni molto variabili. La lunghezza massima misurata è pari a 2,26 m; la larghezza massima è di 1,67 m. Spesso anche blocchi tra loro adiacenti, che condividono una o più trincee di separazione, presentano misure leggermente diverse. Nonostante l'esistenza di queste differenze, sicuramente almeno in parte imputabili all'erosione subita dalla roccia, soprattutto per quanto riguarda i blocchi posti in prossimità della linea di costa, si può notare però la presenza di alcune misure ricorrenti.



Fig. 55. Blocchi semi-cavati che condividono alcune trincee di separazione (area F).

³¹ Ipotesi già avanzata per spiegare l'assenza di tracce di cunei nelle cave di età minoica dell'isola di Creta (SHAW 1971, p. 34; WAELKENS 1992, p. 11).

³² Con il termine blocco si fa riferimento a una pietra da taglio di dimensioni troppo grandi per essere trasportata da un solo uomo (GINOUVÈS, MARTIN 1985, p. 56).

³³ Sulla penisola infatti non vi sono tracce di colonne o altri elementi architettonici semi-cavati o semi-lavorati, anche se è certo che l'arenaria qui estratta fosse utilizzata per realizzare anche manufatti di questo tipo, vista la presenza in città di colonne ed altri elementi architettonici realizzati con questo materiale.

NUMERO BLOCCO	LUNGHEZZA (CM)	LARGHEZZA (CM)	ALTEZZA (CM)
AREA B			
B1	80	45	26
B2	170	71	22
B3	168	66	27 ca.
B4	200	85	26
B5	126	non det.	6
B6	218	164	33
B7	226	49	34
B8	178	47,5	35
B9	104	77	41
B10	163	167	30
AREA C			
C1	125	98	19
C2	200	84	52
C3	105	82	35
C4	95	93	40
C5	70	60	37
C6	118	90	38
C7 (negativo)	140	61	40
C8 (negativo)	94	54	56
C9 (negativo)	95	51	50
AREA D			
D1	170	100	35
D2	218	105	51,5
D3	170	165	135
D4	216	107	67
D5	125	80	59
D6	170	72	13
D7	200	80	22
D8	170	90	16
D9	83 (parziale)	73	37
D10	120	95	50
D11	47 (parziale)	75	22
D12	120 (parziale)	89	17
D13	160 (parziale)	61	51
AREA E			
E1	65 (parziale)	100	54
E2	75 (parziale)	118	36
E3	95 (parziale)	118	21
E4	146	82	25
E5	163	72	14
E6	128	84	26
E7	85 (parziale)	100	50 ca.
E8	95-100 ca.	100	30 ca.
E9	90 (parziale)	100	25 ca.
AREA F			
F1	140	58 (non costante)	35
F2	140	60-75 (non costante)	20

NUMERO BLOCCO	LUNGHEZZA (CM)	LARGHEZZA (CM)	ALTEZZA (CM)
F3	85	53	25
F4	120 (parziale)	86 (parziale)	28
F5	160 (parziale)	62	24
F6	102	52	30
F7	100	57	20
F8	102	60-70	36
F9	130	70	35
F10	110	60	38
AREA G			
G1	110	50	65
G2	59 ca.	49,5 ca.	16
AREA H			
H1	29-35	65	34
H2	45-52	75	24
H3	104	35	32
H4	43	143	20
H5	124	40- 45 (non costante)	17
H6	122	60	5
H7	120	60	15
H8	114	60 ca.	7,5
H9	118	70-75 (non costante)	30 ca.
AREA I			
I1	90 (parziale)	90	20
I2	120	-	20
I3	85 (parziale)	110 (parziale)	8
I4	105 (parziale)	90	-
I5	125 ca.	80	30
AREA K			
K1	135 (parziale)	55	20
K2	82 ca.	49	-
K3	90	45 (parziale)	10
K4 (negativo)	128	80	60
K5 (negativo)	102	70 (parziale)	40 ca.

Fig. 56. Tabella riassuntiva delle misure dei blocchi semi-cavati individuati nella cava di Is Fradis Minoris.

Per quanto riguarda la lunghezza e la larghezza dei blocchi, pur nella notevole varietà di misure rilevate, i valori che si ripetono più spesso sono 60, 80, 90, 100, 170 e 200 cm (figg. 57 e 58). Molti elementi hanno dimensioni che si discostano da questi solo di pochi centimetri.

Per quanto riguarda l'altezza, la maggior parte degli elementi semi-cavati misura tra i 40 e i 55 cm. Se tale misura può essere poco indicativa, dal momento che, essendo il processo di estrazione dei blocchi non ancora completato, il valore misurato potrebbe non coincidere con l'altezza finale dell'elemento, ben più utili sono le misure ricavabili dalle impronte dei blocchi estratti e dalle tracce visibili sui fronti di cava.

Per quanto riguarda i blocchi estratti, le misure dei vuoti da questi lasciati testimoniano che all'interno della cava sono stati cavati elementi alti da 40 a 60 cm. È quanto è stato possibile verificare nelle aree C e K (vedi blocchi nn. C7, C8, C9 e K4, K5). Valori analoghi si possono trarre dall'analisi delle tracce degli strumenti rimaste impresse sui fronti di estrazione. Nel caso dell'area B ad esempio, dove le tracce di cavatura sono particolarmente ben conservate, le assise di estrazione leggibili sui fronti di taglio misurano 36, 40, 50 e 90 cm; la misura più ricorrente è però 50 cm (fig. 59).

Pur nella loro varietà, le misure rilevate, sicuramente almeno in parte determinate, soprattutto per

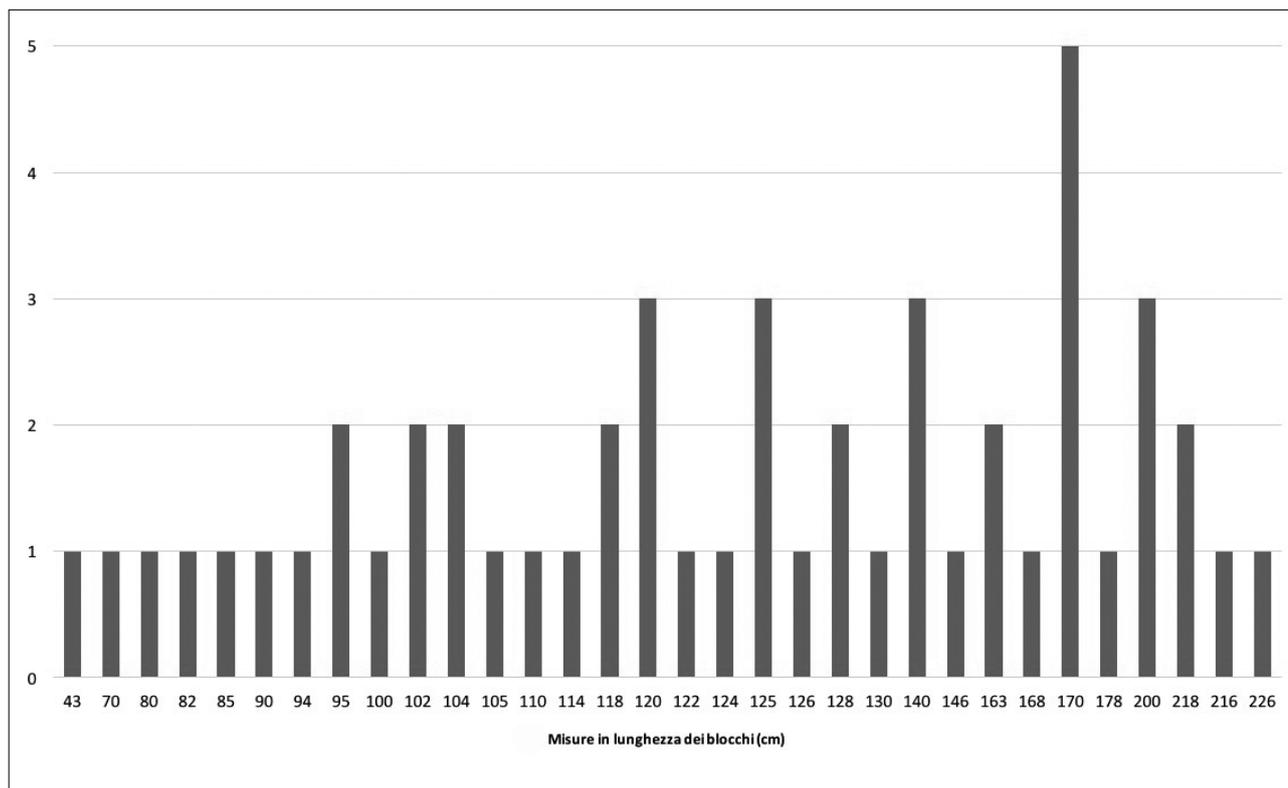


Fig. 57. Grafico della distribuzione delle misure di lunghezza (in cm) dei blocchi semi-cavati individuati nella cava di Is Fradis Minoris.

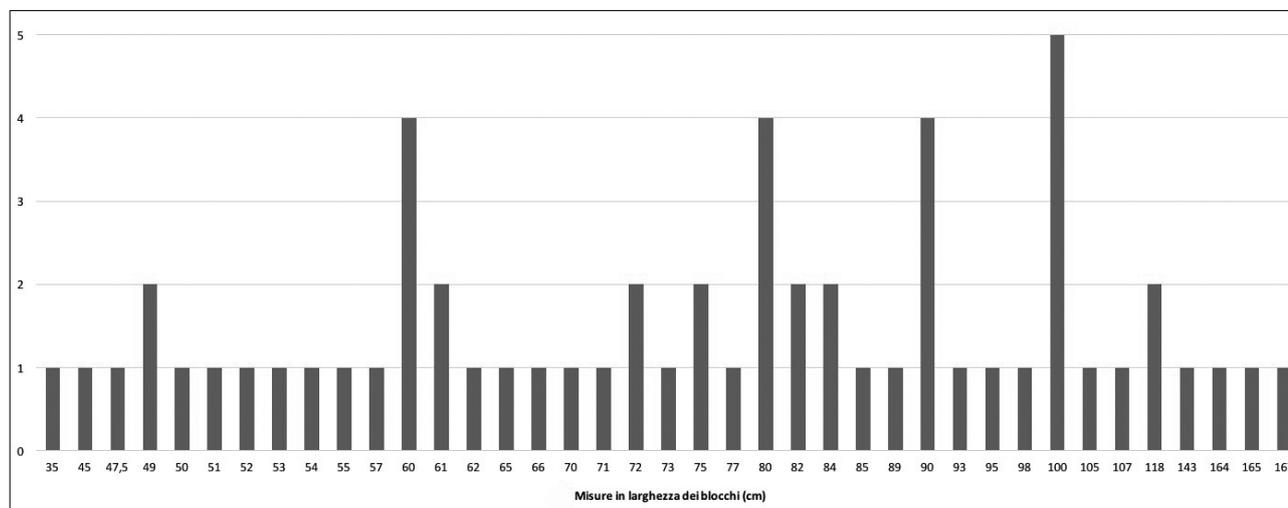


Fig. 58. Grafico della distribuzione delle misure di larghezza (in cm) dei blocchi semi-cavati individuati nella cava di Is Fradis Minoris.

quanto riguarda l'altezza, dalle caratteristiche del banco roccioso e dalla volontà di sfruttare i piani di divisibilità esistenti, risultano in parte riconducibili, con qualche approssimazione, a unità di misura note o a loro multipli³⁴.

In particolare, le misure di alcuni blocchi sono coincidenti o quasi (con differenze inferiori ai 5 cm) con multipli del cubito piccolo punico da 46 cm e del cubito reale fenicio-punico da 55 cm, unità di misura attestate in Sardegna da età arcaica ad età

³⁴ Al fine di ridurre al minimo il margine di errore nell'analisi metrologica qui presentata, nella consapevolezza che si tratta di un tema assai delicato, si è cercato di considerare tutte le problematiche connesse a questa tematica e correlate al contesto preso in esame quali innanzitutto l'erosione subita dai blocchi semi-cavati nel corso del tempo; l'esistenza di diverse unità di

misura nel mondo punico, talvolta non così diverse tra loro; la possibilità che i blocchi, destinati ad essere rivestiti di intonaco o di marmo, non avessero misure precise e tra loro identiche; il condizionamento dato dalle caratteristiche geologiche dell'affioramento roccioso.

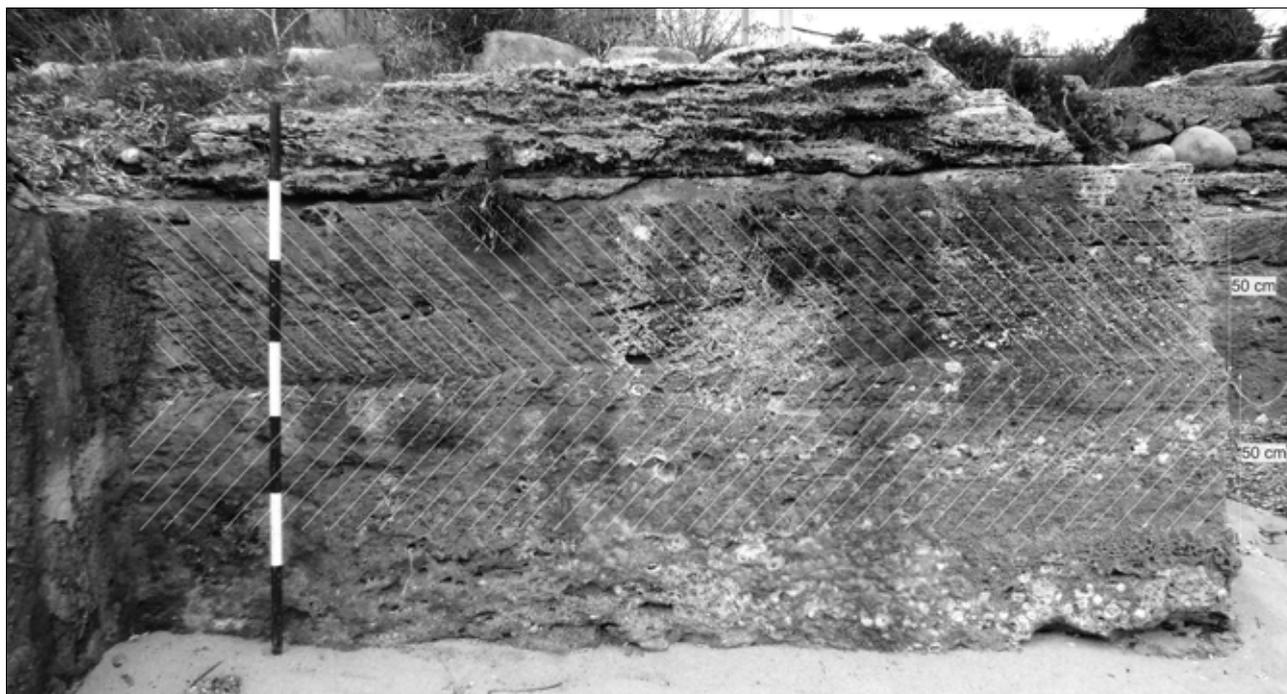


Fig. 59. Area B. Assise di estrazione alte 50 cm visibili su un fronte di cava. I segni lasciati dal piccone sono evidenziati in bianco.

ellenistica³⁵, nonché con multipli del cubito da 50-51 cm, unità di misura attestata in vari contesti punici e soprattutto in Africa, che sembra essere stata utilizzata soprattutto per lavori di muratura o taglio delle pietre³⁶. Tra i blocchi con misure riconducibili al mondo punico, particolarmente diffusi in cava risultano i blocchi con lato da 2 cubiti da 50-51 cm (cioè circa 100 cm)³⁷.

³⁵ BARRESI 2007, p. 33. Mentre l'impiego, in ambito architettonico, del cubito da 46 cm è stato osservato sia a Tharros (cfr. ACQUARO 1991), sia a Nora (cfr. GHIOTTO 2009, pp. 310-314), non è chiaro dove, in Sardegna, sia attestato l'uso del cubito da 55 cm.

³⁶ BARRESI 2007, p. 28. Il cubito punico da 50 cm, probabilmente derivato dal mondo mesopotamico, è attestato a Biblo, nel tempio della Baalat, dove ricorre nello spessore dei muri; nel santuario fenicio di Amrit, in cui sono presenti pilastri monolitici lunghi 1 m e larghi 50 cm; negli edifici abitativi di Mozia, che presentano muri spessi 50-51 cm; a Cartagine, in una tomba ipogeica e in edifici risalenti al V secolo a.C. Per quanto riguarda le attestazioni da cava, degno di nota è quanto è stato osservato in alcune cave costiere tunisine, dove sono stati rilevati blocchi semi-cavati con un'altezza pari a 0,50-0,52 cm o 0,45-0,46 cm e una lunghezza di 1,05 cm. (cfr. PASKOFF, TROUSSET 1995, p. 63; SLIM *et alii* 2004, p. 261). Sulla ricorrenza di misure pari a 50-52 cm e di 45-46 cm nei blocchi ritrovati in alcune cave del Nord-Africa si veda anche MEZZOLANI 2008, pp. 177-178. In Africa, tale misura restò in uso anche in età imperiale romana, come dimostrano le misure delle altezze dei blocchi impiegati nel podio del tempio di Augusto e Roma del Foro vecchio di Leptis Magna rilevate da Ioppolo, che presentano un valore medio di 50,5-51 cm (IOPPOLO 1967, p. 95 e fig. 5).

³⁷ Sono stati infatti rilevati ben 13 blocchi con misure che ricadono nel range 100-105 cm. La scelta di considerare anche i blocchi con misure leggermente superiori ai 2 cubiti è stata fatta

Altri valori sono invece riconducibili a multipli del piede romano da 29,6 cm.

Se la presenza di blocchi con misure riconducibili ad unità di misura puniche sembrerebbe essere un indizio a sostegno dell'ipotesi di uno sfruttamento della cava già in età punica, non si può trascurare il fatto che è stato ampiamente accertato che in età romana in Sardegna (così come in altri contesti, quale ad esempio l'Africa) in ambito architettonico si continuano ad utilizzare unità di misura di tradizione locale, soprattutto nello svolgimento di alcune attività "pratiche", quali il taglio dei blocchi, nelle quali si applicavano tecniche tradizionali sviluppate localmente, anche in funzione del tipo di pietra che si andava ad estrarre, e che prevedevano l'uso di strumenti tradizionali³⁸.

È quanto si verifica anche nella stessa Nora dove, nel complesso monumentale del foro³⁹, costruito nel 40/20 a.C., così come nel tempio su di esso affaccia-

sulla base del fatto che spesso, nelle cave, i blocchi venivano estratti con dimensioni leggermente superiori alle unità di misura in uso. Nelle cave di tufo laziali di età romana ad esempio, si è verificato che le assise di estrazione misurano tra i 60 e i 65 cm, misure quindi leggermente superiori a 2 piedi romani da 29,6 cm (ADAM 2014¹¹, p. 28).

³⁸ È quanto osserva G. Ioppolo a Leptis Magna. In una nota del suo articolo del 1967, lo studioso afferma che nella sua lunga esperienza di rilievo di edifici antichi ha notato spesso che «le misure dei singoli elementi provenienti dalle cave sono quasi sempre coincidenti o con l'unità di misura locale o con multipli semplici di questa» (IOPPOLO 1967, nota 25, p. 98).

³⁹ GHIOTTO 2009, pp. 312-314.

to⁴⁰, nell'organizzazione degli spazi ricorrono misure che coincidono con multipli del cubito piccolo da 46 cm, mentre gli elementi strutturali presentano misure riconducibili al cubito da 50 o da 55 cm⁴¹.

Pur tenendo conto di ciò, la presenza a Is Fradis Minoris di blocchi con misure riconducibili al mondo punico appare di indubbio interesse, tanto più se si considera che, secondo quanto riferito da F. Antonioli, in un'altra cava di arenaria poco distante, e cioè la cava di Perd'e sali, i blocchi rilevati presentano misure riconducibili a multipli del piede romano⁴².

Pertanto, se anche tale elemento non può essere considerato un indizio inconfutabile di un inizio dello sfruttamento della cava già in età punica, esso costituisce indubbiamente un segnale della presenza a Is Fradis Minoris di cavaatori in possesso di saperi tecnici di matrice punica, a testimonianza dell'esistenza a Nora di una "cultura della pietra" di lunga tradizione.

L'analisi metrologica effettuata a Is Fradis Minoris appare molto utile anche per comprendere le modalità e i tempi di sfruttamento di questo bacino estrattivo. Le dimensioni dei blocchi semi-cavati infatti, considerate in relazione alla distribuzione dei blocchi stessi all'interno della cava, permettono di fare alcune considerazioni.

Si può osservare infatti che i blocchi con misure "puniche" sono situati nelle aree estrattive A, B, C, D, E, F e G, dove sono presenti però anche elementi con misure tipicamente romane, basate sul piede da 29,6 cm. Diverso è il caso delle aree H e I, dove i blocchi rilevati presentano invece quasi esclusivamente misure romane.

Il fatto che in tali aree, localizzate nella parte occidentale di Is Fradis Minoris, all'estremità ovest della cava, vi siano tracce di estrazione riconducibili esclusivamente all'età romana appare particolarmente significativo, in quanto si tratta dei *loci* estrattivi situati a maggiore distanza dall'attuale accesso alla penisola e dalla città antica. Tale evidenza potrebbe essere letta forse come un indizio del progressivo sfruttamento della cava da est verso ovest, con un'estensione delle aree estrattive dall'età punica all'età romana secondo questa direzione, almeno per quanto riguarda il lato meridionale della penisola.

⁴⁰ NOVELLO 2009, pp. 418-419.

⁴¹ Per alcune considerazioni metrologiche sul foro di Nora e sui suoi annessi, cfr. BONETTO, GHEDINI, GHIOTTO 2003, pp. 68-70. L'utilizzo, come modulo di base, del cubito piccolo da 46 cm, è attestato anche in edifici e strutture di altre città della Sardegna, come Tharros, ma anche del Nord Africa, della Sicilia e della Spagna. L'impiego di tale unità di misura non è però esclusivo, e nei medesimi centri si riscontra l'utilizzo anche del cubito da 55 cm e di altri moduli (cfr. ACQUARO 1991).

⁴² ANTONIOLI *et alii* 2007, p. 2478.

4.1.1.9 Organizzazione del lavoro

Per quanto riguarda le dinamiche del processo estrattivo, sulla base delle tracce visibili a Is Fradis Minoris è possibile fare alcune considerazioni sull'organizzazione del lavoro all'interno della cava.

La presenza, nel medesimo *locus* estrattivo, di "gruppi" di blocchi semi-cavati collocati a quote diverse, fa ipotizzare che nel medesimo sito operassero contemporaneamente più gruppi di cavaatori. Il fatto inoltre che i blocchi semi-cavati tra loro adiacenti presentino spesso dimensioni simili e condividano una o più trincee di separazione, porta a credere che ogni gruppo di blocchi facesse parte di un lotto di materiale destinato al medesimo cantiere. In fase di estrazione, dapprima venivano definite le misure approssimative di un insieme di blocchi, in seguito venivano realizzate le trincee di separazione tra i blocchi di uno stesso "lotto" di materiale, che venivano quindi approfondite progressivamente. Al termine di queste operazioni, raggiunta l'altezza desiderata, si procedeva quindi al distacco dei singoli elementi.

4.1.1.10 Stime sulla quantità di materiale estratto

Determinare la quantità di pietra estratta nella cava di Is Fradis Minoris è un'operazione complessa, e di non facile soluzione. Alcuni calcoli approssimativi possono essere fatti analizzando la morfologia dei siti estrattivi, particolarmente evidente dalla lettura della planimetria e di alcune sezioni della penisola effettuate tra il 2012 e il 2013 in direzione nord-sud, dalla laguna al mare (tavv. XXIV e XXV).

Per quanto riguarda il lato sud, possiamo calcolare che l'area A abbia fornito non meno di 370 m³ di pietra, le aree B e C circa 250 m³, l'area D circa 900 m³, l'area E non meno di 260 m³ e l'area F circa 50 m³. Più difficile calcolare le quantità di materiale estratto nelle aree G, H e I, di più difficile lettura dato lo stato di crollo in cui versano i fronti di taglio. Per quanto riguarda invece il lato nord, possiamo calcolare che l'area J fornì circa 80 m³ di pietra, l'area K non meno di 950 m³, l'area L almeno 60 m³ e l'area M, la più estesa di tutta la penisola, circa 1600 m³.

Sulla base dei dati di cui possiamo disporre, si può dunque calcolare che il solo fronte sud della penisola fornì almeno 2000 m³ di pietra, ma è probabile che le quantità di materiale estratto siano state anche di molto maggiori in ragione della maggiore estensione che la terraferma aveva in direzione sud in epoca antica, pari a circa 50 m (cfr. *supra*).

Una quantità di materiale ancora maggiore, e cioè non meno di 3000 m³ di arenaria, venne cavata invece sul lato nord della penisola.

Si tratta di calcoli certamente approssimativi, ma che danno comunque la percezione delle dimensio-



Fig. 60. Il presunto scivolo individuato nell'area B, in prossimità della linea di costa.

ni e della rilevanza economica della cava di Is Fradis Minoris, che fu in grado di fornire un'enorme quantità di materiale da costruzione di buona qualità da utilizzare nella città di Nora.

4.1.1.11 Lo spostamento e il sollevamento dei blocchi

Molto labili le tracce relative alle infrastrutture funzionali alla movimentazione dei blocchi estratti. Un'evidenza di questo tipo è riconoscibile forse nell'area B, dove nella zona di battigia il banco roccioso appare tagliato in modo da ottenere una discesa a ridotta pendenza con orientamento nord-sud e larga circa 2 m, digradante verso il mare (fig. 60). In tale "struttura", chiaramente esito di un intervento antropico, si può riconoscere forse una sorta di scivolo, utilizzato per spostare il materiale estratto dall'area di cavatura verso una zona di immagazzinamento posta più a sud, o direttamente verso i punti di imbarco.

Un altro "scivolo" è riconoscibile forse anche nell'area A, in prossimità dell'estremità orientale di Is Fradis Minoris. Qui infatti, in corrispondenza dell'attuale strada di accesso alla penisola, la roccia appare tagliata in modo da ottenere una discesa larga circa 2,5 m inclinata in direzione ovest-est⁴³.

Non si può escludere che strutture simili a queste siano presenti anche sul lato nord della penisola, oggi non visibili a causa della presenza della vegetazione.

Altri indizi dei sistemi utilizzati all'interno della cava per lo spostamento del materiale estratto sono ravvisabili nell'area E dove, nella zona di battigia, sono presenti due cavità circolari nelle quali si possono riconoscere dei fori per l'alloggiamento di un mezzo per il sollevamento di blocchi⁴⁴. Si tratta di due cavità a pianta circolare, con diametro di circa 20 cm, distanti tra loro circa 2,9 m, chiaramente esito di un intervento antropico (cfr. *supra* e fig. 36).

Tali cavità trovano confronto in alcuni fori del tutto simili individuati in un'altra cava situata lungo le coste meridionali della Sardegna, e cioè la cava di Piscinì (Teulada, Cagliari), interpretati in modo analogo⁴⁵. L'ipotesi che si tratti di tracce in negativo di un mezzo utilizzato per il sollevamento dei blocchi sembrerebbe trovare conferma nelle dimensioni dei fori (diametro = 20 cm ca.), e nella distanza che tra loro intercorre (2,9 m), misure che risultano del tutto compatibili con quelle di due cavità interpretate come alloggiamenti per

⁴³ Non si può però escludere che il presunto scivolo sia un intervento di età contemporanea, realizzato magari in occasione della costruzione della diga che oggi collega la penisola di Is Fradis Minoris al promontorio di Nora.

⁴⁴ A proposito dei sistemi di sollevamento e trasporto dei blocchi nelle cave cfr. KOZELI 1988 e KOZELI, KOZELI WURCH 1993.

⁴⁵ COLUMBU *et alii* 2007, p. 128; AURIEMMA, SOLINAS 2009, pp. 141-142.

i piedi di un verricello individuate nella cava di Archangélou, sull'isola di Thasos⁴⁶.

4.1.1.12 Il trasporto dei blocchi

La posizione della cava, che si affacciava sul mare, è sicuramente uno dei motivi che giustifica il suo prolungato e intensivo sfruttamento. Trattandosi di una penisola infatti, il trasporto del materiale estratto era relativamente facile, in quanto poteva avvenire per via marittima.

Allo stato attuale non sono state riconosciute tracce di moli, banchine o bitte dove le imbarcazioni utilizzate per il trasporto potevano essere attraccate e dove venivano effettuate le operazioni di carico. La mancata individuazione di strutture di questo tipo non deve però stupire, in quanto tenendo conto delle variazioni subite nel tempo dalla linea di costa e dell'innalzamento del livello marino, è probabile che tali strutture siano attualmente sommerse. Le uniche evidenze relative al trasferimento dei blocchi finora individuate a Is Fradis Minoris sono un presunto scivolo nell'area A, all'estremità orientale della penisola, lo scivolo dell'area B, funzionale a far scivolare i blocchi estratti da nord verso sud, e degli incassi per un mezzo di sollevamento dei blocchi individuati nell'area E, utilizzato forse per spostare i blocchi dall'area di cavatura a un punto di carico situato più a sud, che sembrerebbero confermare l'esistenza di approdi sul lato meridionale della penisola.

Data la distribuzione e l'estensione delle aree estrattive, appare verosimile che vi fossero più punti di carico. Considerando però che il lato sud era rivolto verso il mare aperto e che i venti dominanti nella zona (Libeccio e Scirocco) lo rendevano esposto a ondate provenienti da sud-ovest e da sud-est⁴⁷, è probabile che per le operazioni di carico si privilegiasse l'estremità orientale della penisola, che risultava del resto più vicina sia al porto della città antica, situato in corrispondenza dell'attuale laguna, a nord della diga in blocchi di granito, sia alla città stessa. La distanza tra l'estremità orientale della penisola e il promontorio norense, sede dell'abitato, era infatti molto ridotta (oggi misura infatti circa 500 m, in antico, tenendo conto delle variazioni del livello marino, era sicuramente ancora inferiore). L'ipotesi che i blocchi venissero almeno in parte

caricati in prossimità da questo lato della penisola sembrerebbe confermata dalla presenza di una specie di scivolo in questo punto, nell'area A (cfr. *supra*) e dal ritrovamento di diversi blocchi di arenaria sul fondale che separa Is Fradis Minoris dalla costa occidentale del promontorio⁴⁸.

Dal momento che in epoca antica a nord della penisola vi era terra emersa (cfr. *supra*), appare probabile che il materiale estratto sul lato settentrionale della penisola venisse invece trasferito via terra, per mezzo di carri, fino a raggiungere il porto della città o, costeggiando la baia, direttamente la città.

4.1.1.13 La vita all'interno della cava: strutture e infrastrutture antropiche

A fronte dell'ottimo stato di conservazione dei fronti di cava e dei segni di cavatura, sulla penisola di Is Fradis Minoris si conservano solo poche tracce di strutture a testimonianza della vita che si svolgeva all'interno della cava. Le evidenze più significative si concentrano all'estremità orientale della penisola, nell'area A (cfr. *supra*). In questo settore infatti è ben riconoscibile una spianata estesa in senso est-ovest per 19 m e in senso nord-sud per almeno 15 m, ottenuta tagliando il banco roccioso con tagli rettilinei tra loro ortogonali. La struttura più evidente in quest'area è una cisterna del tipo "a bagnarola" orientata in direzione nord-est/sud-ovest, oggi parzialmente riempita di terra (fig. 61).

La cisterna, le cui pareti sono in parte ricavate nel banco roccioso, in parte costruite con blocchi di arenite (come riscontrato sui lati nord ed est, dove il rivestimento di malta è in parte assente), presenta pianta rettangolare, con i lati brevi leggermente curvilinei. I lati lunghi misurano 10,50 m, mentre quelli brevi 1,25 m; la profondità varia da 1,53 m a 1,87 m. Sulle pareti interne della cisterna sono visibili 4 diversi strati di rivestimento, esito probabilmente di una serie di interventi di manutenzione, a possibile testimonianza dell'utilizzo della struttura per un lungo periodo di tempo (fig. 61)⁴⁹.

Sul fondo, secondo quanto è stato possibile verificare in prossimità delle pareti della cisterna, è presente invece uno strato di rivestimento in malta grigia mista a sabbia e ghiaia spesso 2,5 cm, in cui sono inglobati grossi frammenti di laterizi caratterizzati da impasti diversi⁵⁰.

⁴⁶ Cfr. KOZELJ 1988, p. 9 e tav. 16 a pp. 42-43. In particolare, i due fori della cava di Is Fradis Minoris hanno dimensioni compatibili con le cavità *a* e *c* visibili nella figura III.23 della tavola 16, indicate nella legenda come fori per l'alloggiamento dei due piedi di un verricello. I fori dell'isola di Thasos si distinguono però per il fatto di avere pianta quadrangolare, a differenza di quelli di Is Fradis Minoris, che sono circolari.

⁴⁷ MELIS 2000, p. 131.

⁴⁸ FINOCCHI 1999, p. 189.

⁴⁹ I diversi livelli di rivestimento della cisterna sono stati recentemente campionati e sottoposti ad analisi archeometriche, i cui risultati sono ancora in fase di elaborazione.

⁵⁰ COSSU 2000, p. 125. La studiosa distingue "laterizi ad impasto rosso arancione" e "coppi ad impasto beige".



Fig. 61. L'area A vista da ovest. In primo piano è visibile la cisterna a bagnarola qui situata.

Le dimensioni della struttura risultano senza dubbio notevoli, e la collocano al primo posto tra le cisterne a bagnarola finora scavate a Nora e nel territorio circostante. Esse permettono di calcolare che la cisterna potesse contenere circa 25 m³ d'acqua, volume che appare particolarmente adatto ad una struttura inserita in un contesto produttivo quale quello di una cava, dove il fabbisogno di acqua era sicuramente notevole⁵¹.

Purtroppo non disponiamo di dati stratigrafici che permettano di datare la costruzione della cisterna, né la sua defunzionalizzazione. Poco utile ai fini della datazione è anche la sua morfologia, assimilabile a quella delle cisterne "a bagnarola" tipiche dell'edilizia punica, ma che non costituisce un elemento discriminante, in quanto si tratta di una tipologia diffusa a Nora dall'età punica alla piena età imperiale (III secolo a.C. – IV secolo d.C.)⁵². Nonostante ciò, le caratteristiche macroscopiche del rivestimento della struttura fanno pensare che la struttura risalga all'età romana.

In quest'area sono presenti anche altre evidenze di natura antropica. Si tratta di un lacerto isolato di cocciopesto visibile a sud della cisterna, interpretabile come preparazione pavimentale (quota 1,95 m s.l.m.), nei pressi del quale il fronte roccioso appare rivestito di intonaco rosso (figg. 62 e 63). Un altro lacerto forse di preparazione pavimentale è visibile su un blocco non *in situ* situato in prossimità dell'angolo sud-ovest dell'area. Benchè l'accumulo di sabbia, posidonia e vegetazione in quest'area impedisca di verificare l'esistenza di eventuali altre strutture circostanti la cisterna, la presenza del lacerto di cocciopesto, nonché soprattutto la presenza di intonaco dipinto fa ipotizzare che qui si trovasse un edificio abitativo, in parte ricavato nel banco roccioso e in parte costruito, la cui articolazione risulta purtroppo impossibile da definire⁵³.

Il fatto che quasi la totalità delle strutture antropiche individuate all'interno della cava si collocano in questo settore di Is Fradis Minoris

⁵¹ Secondo un recente studio condotto sulle cisterne di Nora, le strutture con volume compreso tra i 15 e i 25/30 m³ sarebbero relative a contesti artigianali e produttivi (BONETTO, CESPA, ERDAS 2012, p. 2615). La presenza di una così consistente riserva di acqua si può spiegare con esigenze legate all'attività estrattiva, come ad esempio il funzionamento delle fucine, sempre presenti nelle cave, ma anche con la necessità di disporre di acqua potabile per il consistente numero di persone che dovevano essere presenti nella cava. Sul ritrovamento di cisterne nelle cave si veda BESSAC 1986, p. 160.

⁵² BONETTO, CESPA, ERDAS 2012, pp. 2597 e 2611.

⁵³ Si tratta di un esempio di architettura in negativo, il primo documentato nell'area di Nora (tralasciando le aree necropolari), che trova però confronti in ambito sardo in particolare a Tharros, dove almeno due edifici, e cioè il Tempio delle semicolonne doriche e il cosiddetto Tempio a pianta di tipo semitico (noto anche come Tempio a corte), sono in parte ricavati nella roccia. In particolare, nel caso del Tempio a pianta di tipo semitico, si segnala la presenza di intonaco a rivestimento della parete rocciosa, situazione analoga a quella riscontrata nell'edificio della cava di Is Fradis Minoris (DEL VAIS, GRILLO, NAITZA 2014a, pp. 59-62).



Fig. 62. Gli strati di rivestimento in malta presenti sulle pareti della cisterna.

non sembra del tutto casuale. Ci troviamo infatti all'estremità orientale della penisola, nel settore più vicino al porto e alla città antica, luogo ideale dove collocare un "centro direzionale", composto da edifici e strutture funzionali alla gestione della cava e dell'attività estrattiva.

4.1.1.14 Cronologia di sfruttamento

Nel tentativo di definire l'arco cronologico di sfruttamento della cava di Is Fradis Minoris è necessario considerare e soppesare indizi di vario genere, forniti dalla cava stessa, così come dagli edifici di Nora in cui è impiegato materiale proveniente da questo bacino estrattivo.

Com'è noto infatti, in assenza di scavi stratigrafici, datare una cava è un'operazione molto complessa, che richiede di prendere in esame e mettere in relazione dati di natura diversa, quali le tracce lasciate dagli strumenti utilizzati per la cavatura, le strutture presenti all'interno del bacino estrattivo, i ritrovamenti ceramici o di altri oggetti in esso effettuati, nonché ovviamente eventuali iscrizioni presenti sui fronti di cava o su elementi semi-cavati, cui vanno aggiunte le indicazioni cronologiche fornite dagli edifici in cui il materiale lapideo proveniente da una determinata cava è impiegato⁵⁴.

Nel caso di Is Fradis Minoris, poche sono le indicazioni cronologiche ricavabili dalla cava stessa, e in particolare dal metodo utilizzato per l'estrazione dei blocchi, e cioè quello della tagliata a mano, così come dai segni lasciati dagli strumenti utilizzati per la cavatura, purtroppo non databili con precisione⁵⁵.

⁵⁴ WAELKENS, DE PAEPE, MOENS 1988, pp. 91-93.

⁵⁵ La tecnica della tagliata a mano infatti ci fornisce solo un *terminus ante quem* poco indicativo, trattandosi di un metodo utilizzato senza soluzione di continuità dal 2800 a.C. al XVIII secolo d.C. Poche indicazioni utili per un inquadramento cronologico del bacino estrattivo derivano anche dall'analisi delle tracce degli strumenti visibili sui fronti di cava. Se infatti è accertato l'uso del



Fig. 63. Area A. Piano in cocciopesto in prossimità della cisterna.

Maggiori indicazioni si possono trarre dall'analisi dell'impiego del materiale di questa cava negli edifici della città di Nora.

I risultati delle analisi petrografiche effettuate su campioni prelevati nel complesso monumentale del foro hanno infatti fornito le prove della presenza di blocchi squadrati di arenaria della sequenza tirreniana II, che sappiamo affiorare sul lato meridionale della penisola di Is Fradis Minoris, in strutture risalenti alla fine del VI - inizio del V secolo a.C.⁵⁶. Si tratta in particolare di un campione prelevato da un ortostato di una struttura muraria del quartiere abitativo-produttivo sottostante il lastricato forense (campione A) e di un campione dall'edificio sacro localizzato sotto il tempio sul lato nord della piazza (campione

piccone, allo stato attuale non si dispone di una tipo-cronologia dei segni degli strumenti utilizzati in ambito sardo cui far riferimento per datare i segni visibili a Is Fradis Minoris.

⁵⁶ Tale dato risulta di estrema importanza, in quanto fino ad oggi non vi erano prove dello sfruttamento della cava di Is Fradis Minoris in età punica (MELIS, COLUMBU 2000, p. 115). Alcuni ritenevano che la cava non fosse stata sfruttata prima dell'età romana, come ipotizzato, seppure con cautela, da F. Antonioli in un articolo del 2007, sulla base del ritrovamento, nel tratto di mare ad ovest della penisola, di materiali di età romana e non di età fenicia e punica, a differenza di quanto avvenuto sugli altri lati del promontorio norense (ANTONIOLI *et alii* 2007, p. 2478), come osservato già da E. Solinas e I. Sanna, che riscontrano l'assenza di ritrovamenti anteriori all'età repubblicana in questo spazio di mare (SOLINAS, SANNA 2005, p. 254).



Fig. 64. Area A. Fronte roccioso rivestito di intonaco rosso in prossimità della cisterna.

T)⁵⁷. Questo dato non può però essere considerato una prova dello sfruttamento della cava in età punica, dal momento che la sequenza II affiora anche in prossimità della cala nord-orientale del promontorio norense.

Uno sfruttamento della cava di Is Fradis Minoris in età punica potrebbe essere ipotizzato sulla base delle dimensioni di alcuni blocchi semi-cavati ritrovati sulla penisola, che presentano misure riconducibili a multipli del cubito punico da 46 cm, del cubito da 50 cm e del cubito da 55 cm, pur con tutte le cautele già espresse in precedenza (cfr. *supra*).

Se lo sfruttamento di Is Fradis Minoris in età punica resta ancora un'ipotesi da dimostrare per mezzo di ulteriori ricerche, e soprattutto di nuove analisi petrografiche su campioni provenienti da strutture stratigraficamente datate, non vi è dubbio che la cava fu ampiamente sfruttata in età romana.

A riprova di ciò vi sono innanzitutto alcune evidenze strutturali individuate sulla penisola, nell'area A, e cioè la cisterna a bagnarola, nonché i lacerti di cocciopesto presenti nelle sue vicinanze e l'intonaco rosso che ricopre un vicino fronte di cava. Sebbene non si disponga di una datazione stratigrafica e puntuale di tali evidenze, le loro caratteristiche materiche e strutturali (il tipo di rivestimento della cisterna, i frammenti ceramici contenuti nel cocciopesto, l'intonaco stesso) permettono di attribuirle con certezza all'età romana⁵⁸.

A conferma di una frequentazione del sito in età romana vi è inoltre il ritrovamento di una moneta

dell'età di Claudio proprio in prossimità della cisterna, effettuato dagli attuali proprietari del ristorante situato sulla penisola.

La presenza di queste strutture prova quindi che in età romana la penisola era non solo frequentata, ma probabilmente anche abitata, data l'esistenza di un edificio con pareti dipinte, evidentemente di carattere abitativo, di cui purtroppo non si conosce l'estensione né l'articolazione interna.

Lo sfruttamento della cava di Is Fradis Minoris in età romana trova conferma inoltre nei risultati delle analisi archeometriche condotte sui materiali lapidei in uso all'interno della città, e in particolare sui blocchi di arenaria impiegati nel teatro di Nora, che sono risultati provenire da Is Fradis Minoris⁵⁹. Il consistente numero di blocchi di arenaria presenti nell'edificio, in opera nell'emiciclo esterno, nella scena e nella *porticus post scaenam*, testimonia che al momento della costruzione dell'edificio, avvenuta nella prima metà del I secolo d.C., la cava era in piena attività. Come già anticipato, meno sicura appare la provenienza da Is Fradis Minoris dei blocchi di arenaria recentemente sottoposti ad analisi archeometriche e utilizzati nella costruzione (40-20 a.C.) e nella ristrutturazione (200-225 d.C.) del complesso forense. I campioni analizzati infatti sono risultati compatibili con la sequenza tirreniana II che sappiamo affiorare a Is Fradis Minoris, ma anche sul promontorio norense⁶⁰.

⁵⁷ I campioni sono infatti stati classificati come *grainstone* dei livelli più recenti della serie tirreniana (sequenza II), ampiamente rappresentata proprio a Is Fradis Minoris (cfr. AGUS *et alii* 2009, tab. 4).

⁵⁸ Tale ipotesi, maturata nel corso delle ricognizioni sulla penisola e dell'osservazione diretta delle strutture, era già stata avanzata, per quanto riguarda la cisterna, da C. Cossu (COSSU 2000, p. 126).

⁵⁹ MELIS, COLUMBU 2000.

⁶⁰ Cfr. AGUS *et alii* 2009, tabb. 2 e 4. I campioni analizzati sono stati prelevati da strutture risalenti al 40/20 a.C., e in particolare dal basamento onorario posto al centro della piazza (campione L) e dal muro di fondo del portico orientale (campione M), e dai blocchi di fondazione dell'arco situato in prossimità dell'angolo nord-est della piazza, costruito nel 200-225 d.C. (campione N).

4.1.2 – La cava della cala nord-orientale

4.1.2.1 Posizione e inquadramento topografico

Un'altra cava di arenaria sicuramente sfruttata in epoca antica per l'approvvigionamento di materiale lapideo si trova sull'istmo che conduce alla città di Nora, in prossimità della cala nord-orientale, ad est dell'attuale biglietteria (coordinate: 1501441,86 E; 4315267,07 N)⁶¹ (fig. 65).

Qui infatti, in prossimità della linea di costa, sul banco roccioso affiorante si distinguono numerose tracce di cavatura, e in particolare trincee di separazione e blocchi semi-cavati abbandonati prima che il processo estrattivo fosse completato⁶².

4.1.2.2 Inquadramento geologico

La cava intacca i depositi costieri tirreniani che affiorano in questa porzione dell'istmo, che poggia-

no sulle vulcaniti oligo-mioceniche che costituiscono il promontorio norense. Tali depositi, similmente a quelli presenti sulla penisola di Is Fradis Minoris, sono dotati di piani di discontinuità naturali e caratterizzati da un basso grado di cementazione, che li rende facili al taglio.

In corrispondenza della cava è stata riconosciuta una porzione ridotta (la parte inferiore) della sequenza stratigrafica denominata da P. Kindler, E. Davaud e A. Strasser "sequenza II"⁶³.

In particolare, in questo sito è visibile il livello conglomeratico grossolano costituito da ciottoli andesitici, granitoidi, metamorfici e da frammenti di litareniti che costituisce la base della sequenza II. Esso è caratterizzato da una matrice arenacea, in cui prevale la componente bioclastica tipo *grainstone*, e in cui si riconoscono resti di alghe rosse e di molluschi caratteristici della fascia ma-

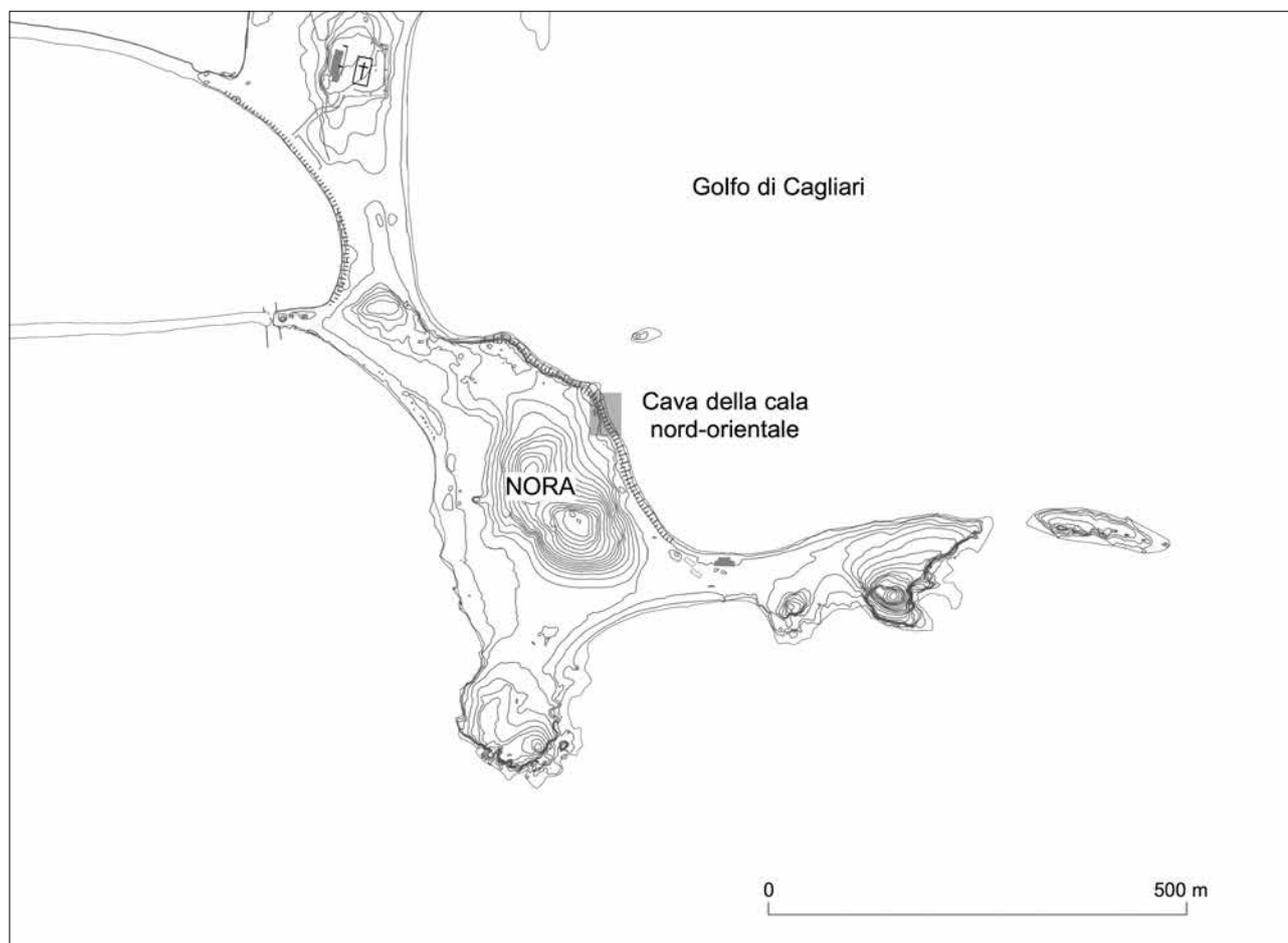


Fig. 65. Posizione della cava della cala nord-orientale.

⁶¹ Le coordinate si riferiscono al centro della cava.

⁶² La presenza di segni di attività estrattiva in questo sito era già stata segnalata in passato: FINOCCHI 1999, pp. 183-184; DI GREGORIO, FLORIS, MATTA 2000, p. 12; FINOCCHI 2000, p. 288 e AGUS *et alii* 2009, p. 860.

⁶³ Cfr. KINDLER, DAVAUD, STRASSER 1997, p. 11 e figg. 15 e 18 (sezione 1).



Fig. 66. Blocchi semi-cavati in prossimità della linea di costa.

rina intertidale⁶⁴. Al di sopra, è presente un livello calcarenitico bioclastico a stratificazione incrociata, che presenta la stessa composizione petrografica del conglomerato di base⁶⁵.

4.1.2.3 La cava

La cava, a cielo aperto, è situata in prossimità della linea di costa, in quota con l'attuale livello del mare. Le tracce di cavatura si estendono su una superficie di circa 200 m² e si collocano tutte più o meno alla stessa quota. Esse, in parte nascoste da sabbia e ciottoli, nonché da cumuli di posidonia, consistono in tagli rettilinei e spesso tra loro ortogonali, trincee di separazione e blocchi parallelepipedi semi-cavati, delimitati da trincee su uno o più lati. Non sono visibili fronti di taglio verticali.

I segni di estrazione risultano talvolta di difficile lettura in quanto in parte alterati dall'erosione marina, dal momento che il banco roccioso che è stato oggetto di attività estrattiva si trova oggi nella zona di battigia (fig. 66).

⁶⁴ Tale livello si ritrova anche nella descrizione del La Marmora. Lo studioso infatti osserva che «Negli strati inferiori di questo grès si trovano frammenti di pietra lidia, di granito e d'altre rocce, frammenti delle montagne vicine: esso poggia poi, per quel che abbiam potuto giudicarne, sulla trachite anfibolica di cui è fatto il promontorio di Pula» (DELLA MARMORA 1857, p. 288).

⁶⁵ KINDLER, DAVAUD, STRASSER 1997, p. 11.

Procedendo da nord verso sud, la cava è così strutturata (tav. II).

Le prime, labili, tracce di estrazione sono due trincee molto erose visibili su un banco roccioso proteso verso il mare, a sud del quale si apre una sorta di bacino quadrangolare (m 5,30 x 10,40 ca.) situato in prossimità della zona di battigia, definito a nord, est e sud da tagli rettilinei netti e tra loro ortogonali, chiaramente esito di intervento antropico (fig. 67). In questa zona sono presenti due blocchi semi-cavati e in parte sommersi (B15 e B16), molto erosi dal mare.

Più a sud, sul lato rivolto verso l'istmo, la roccia appare incisa in modo netto da una serie di tagli che danno origine a un fronte di estrazione più o meno rettilineo con andamento nord-sud. Ad est di questo taglio, il banco roccioso conserva traccia di numerosi blocchi semi-cavati (B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14), nonché di svariate trincee di separazione. Alcuni dei blocchi condividono una o più trincee.

Ancora più a sud, la roccia affiorante in prossimità dell'attuale linea di costa appare incisa da altre trincee che definiscono dei blocchi parallelepipedi semi-cavati (B1, B2, B3, B4) (fig. 68).

Oltre questo punto, le tracce di estrazione sembrano arrestarsi.



Fig. 67. Il bacino quadrangolare all'estremità settentrionale della cava.

4.1.2.4 *L'estensione della cava e il suo rapporto con il mare*

di Giovanna Falezza

L'area estrattiva della cala nord-orientale si estende nella parte oggi visibile al di fuori dell'acqua per una trentina di metri lungo il litorale, con un'ampiezza che va dai 3 ai 10 m circa. La cava, con un'estensione emersa pari a circa 200 m², è quindi circa quattro volte più piccola rispetto a quella di Is Fradis Minoris. Come in quest'ultima, tuttavia, l'innalzamento del livello marino ha causato la som-

mersione di parte del giacimento, la cui originaria ampiezza era quindi indubbiamente maggiore.

I rilievi e le misurazioni effettuate nell'ambito del già citato progetto Noramar hanno mostrato che il piede di cava, in antico certamente posto in area asciutta, si trova oggi a -0,30 m e -0,56 m s.l.m. Da ciò si desume che l'area estrattiva era originariamente più ampia verso est per una fascia calcolabile tra i 4 e i 7 metri oltre l'attuale linea di costa (almeno). Inoltre, considerando una variazione del livello marino di circa +1,40 / +1,60 m dall'età romana ad oggi, si può ipotizzare che il fronte di cava orienta-



Fig. 68. I blocchi semi-cavati B3 e B4, in prossimità della linea di costa.

le, oggi parzialmente sommerso dal mare, doveva trovarsi a quasi una quarantina di metri dalla linea di riva d'età antica.

Doveva quindi trattarsi, come nel caso della poco distante cava di Is Fradis Minoris, di una cava costiera, a cielo aperto, sfruttata con il metodo della coltivazione a giorno. Anche in questo caso, l'ubicazione prossima al mare dovette agevolarne in maniera decisiva la fruizione grazie alla possibilità di trasportare il materiale via acqua.

Il limite occidentale della cava resta incerto, in quanto la presenza della spiaggia di sabbia e della strada di accesso al sito archeologico impediscono di verificare l'eventuale presenza di segni di estrazione più ad ovest di quelli rilevati e attualmente visibili.

4.1.2.5 La tecnica estrattiva: i segni degli strumenti

La cava della cala orientale è una cava a cielo aperto, forse del tipo a fossa, come farebbero pensare l'assenza di fronti verticali o strutturati a gradoni e la presenza, in prossimità del limite nord del sito, di un'area di cavatura a pianta quadrangolare che si approfondisce nel banco roccioso.

La posizione della cava in prossimità della linea di costa ha determinato una forte erosione delle tracce di cavatura.

Appare evidente comunque che anche in questa cava la tecnica estrattiva utilizzata era quella della tagliata a mano, che prevedeva la realizzazione di solchi a delimitazione del blocco che si andava ad estrarre, e quindi lo stacco definitivo del singolo elemento dal banco roccioso per mezzo di cunei o di altri strumenti. Le trincee di separazione visibili all'interno della cava, evidentemente realizzate a piccone, hanno dimensioni piuttosto ridotte, che variano tra i 2 e i 18 cm (fig. 69).

La totale cancellazione ad opera del mare dei segni lasciati dal piccone sul fondo e sulle pareti delle trincee non permette purtroppo di disporre di ulteriori informazioni sullo strumento utilizzato in fase di estrazione.

Per quanto riguarda lo stacco della faccia di base dei blocchi dal banco roccioso, anche in questo caso non sono state individuate tracce dell'uso di cunei, per cui si può ipotizzare che per quest'operazione siano stati utilizzati altri strumenti, quali leve o pali.

4.1.2.6 Morfologia del materiale estratto e considerazioni metrologiche

All'interno della cava, la pietra veniva estratta sotto forma di blocchi parallelepipedi di varie dimensioni, come dimostrano i numerosi elementi semi-cavati abbandonati in cava, nonché le impronte in negativo di quelli già estratti.



Fig. 69. Trincee di separazione tra i blocchi.

I blocchi semi-cavati hanno dimensioni variabili. In generale comunque, nessun elemento supera i 125 cm di lunghezza e i 76 cm di larghezza.

Si può notare che un certo numero di elementi misura 50 x 100 cm (B4, B11), o comunque presenta dimensioni inferiori o superiori a queste solo di pochi centimetri (B2, B3, B5, B6, B10, B12, B13, B14, B15), tanto da far pensare all'esistenza di un modulo standard applicato all'interno della cava nell'estrazione della pietra (fig. 70). È da notare inoltre il fatto che i blocchi che si discostano maggiormente da tali misure sono anche quelli più erosi dal mare.

In tale modulo si può riconoscere con buona probabilità il cubito punico da 50-51 cm, che sappiamo essere l'unità di misura di tradizione punica, applicata a Nora e in Africa per il taglio dei blocchi in cava e per lavori di muratura sia in età punica, sia in età romana⁶⁶.

Blocchi semi-cavati alti 0,50-0,52 cm (o 0,45-0,46 cm) e lunghi 1,05 cm sono stati individuati infatti in alcune cave costiere della Tunisia⁶⁷. Degno di nota è inoltre il fatto che una serie di blocchi di dimensioni identiche a quelli della cava della cala nord-orientale

⁶⁶ Cfr. nota 33 in questo capitolo e BARRESI 2007, pp. 28 e 31.

⁶⁷ Tali dimensioni ricorrono anche nello spessore dei muri degli edifici africani così come nei ritzi impiegati nelle strutture murarie di tutti i periodi. In esse si è vista l'applicazione del cubito reale (o cubito grande) e del cubito ordinario. Cfr. PASKOFF, TROUSSET 1995, p. 63.

N. BLOCCO	LUNGHEZZA (CM)	LARGHEZZA (CM)	ALTEZZA (CM)
B1	78	53	13
B2	100	55	20
B3	98	50	20
B4	100	50	20
B5	108	50	16
B6	107	50	14
B7	75	58	20
B8	125	60	20
B9	120	76	45
B10	100	60	25
B11	100	50	non det.
B12	100	57	15
B13	95	47	16
B14	100	54	16
B15	92	50	non det.
B16	60	35	non det.

Fig. 70. Tabella riassuntiva delle misure dei blocchi semi-cavati individuati nella cava della cala nord-orientale.

(50 x 100 cm, per un'altezza di 25 cm) sono stati individuati anche in una delle cave di arenaria sfruttate dalla città di Tharros, sito punico e poi romano situato nel settore sud-occidentale della Sardegna⁶⁸.

Meno indicativa sembra essere invece l'altezza dei manufatti semi-cavati, che oscilla tra i 15 e i 45 cm, ma che non è detto corrisponda all'altezza definitiva dei blocchi, dal momento che il processo di estrazione venne interrotto prima di essere completato.

4.1.2.7 Il trasporto dei blocchi

La cava della cala orientale si trova in prossimità dell'attuale accesso al sito archeologico, in un'area che in antico era parte dell'immediato suburbio di Nora. La ridotta distanza che separa la cava dalla città sicuramente facilitò le operazioni di trasporto del materiale dal luogo di estrazione a quello di messa in opera.

Ma come avveniva il trasporto dei blocchi? La posizione della cava, in epoca antica situata a breve distanza dal mare, indurrebbe a credere che il trasferimento del materiale sia avvenuto almeno in parte per via marittima. Pur tenendo conto di ciò, non si può escludere l'ipotesi che si sia preferito un trasporto per via terrestre, su carri, data la presenza, pochi metri ad ovest dalla cava, di una strada proveniente da nord e diretta verso la città.

Indagini archeologiche condotte in anni recenti hanno infatti riportato in luce, all'interno dell'ex area della Marina Militare, due tratti di una strada lastricata in andesite con andamento nord-ovest/sud-est, parallela all'attuale strada di accesso al sito, che costituisce la diretta prosecuzione della strada urbana ancor oggi visibile poco più a sud, in prossimità delle terme di levante (strada A-B)⁶⁹ (fig. 71). Percorrendo tale strada i blocchi estratti in cava con un breve percorso potevano infatti facilmente raggiungere la città e i cantieri cui erano destinati.

In contrasto con questa ipotesi vi è però l'assenza, sulla superficie stradale, di solchi carrai, che porte-



Fig. 71. La strada con andamento nord-ovest/sud-est individuata nell'ex area della Marina Militare, situata a breve distanza dalla cava della cala nord-orientale (COLAVITTI 2004).

⁶⁸ DEL VAIS, GRILLO, NAITZA 2014a, p. 57, nota 17 e DEL VAIS, GRILLO, NAITZA 2014b, p. 210, nota 12. L'area di estrazione dei blocchi da 50 x 100 cm si colloca sul Capo San Marco in località Sa Perda 'e s'Altare, a nord della Torre Vecchia, in prossimità di un'area funeraria romana ad incinerazione secondaria che è risultata essere precedente alla cava.

⁶⁹ A proposito della strada individuata nell'area della Marina Militare cfr. COLAVITTI 2003, p. 106; COLAVITTI 2004, p. 112; ANDREATTA, MAZZARIOL c.s.

rebbe ad escludere un trasporto della pietra su carri, almeno nel periodo successivo alla lastricatura della strada, risalente probabilmente all'età severiana.

Alla luce di ciò, permane l'incertezza circa il mezzo utilizzato per trasportare il materiale estratto in questa cava verso Nora.

4.1.2.8 Cronologia di sfruttamento

Nonostante la totale mancanza di dati circa la sua cronologia di sfruttamento, non vi è dubbio che la cava della cala nord-orientale sia una cava antica. A conferma di ciò sono vari indizi, e cioè la sua vicinanza alla città di Nora, distante solo qualche centinaio di metri, e allo stesso tempo la distanza che la separa dal paese di Pula così come da altri possibili edifici o strutture cui il materiale qui estratto poteva essere destinato.

Prova ancor più significativa dell'antichità della cava è data inoltre dalla sua posizione rispetto alla linea di costa: il fatto che si collochi quasi a pelo d'acqua e che sia parzialmente sommersa permette infatti di escludere che si tratti di una cava sfruttata in età moderna o contemporanea, quando il livello del mare non era molto diverso da quello attuale.

Purtroppo il conservatorismo della tecnica estrattiva utilizzata, la mancata realizzazione di scavi stratigrafici nel sito, il mancato ritrovamento di reperti archeologici, nonché l'assenza di strutture e infrastrutture antropiche datate da mettere in relazione con questo sito estrattivo non permettono di definire in modo più preciso l'arco cronologico di sfruttamento della cava. Anche la lettura delle tracce lasciate dagli strumenti utilizzati per l'estrazione, tra l'altro molto ostacolata dagli effetti dell'erosione marina sulla roccia, non fornisce dati utili in tal senso.

Da segnalare è il fatto che l'analisi metrologica dei blocchi semi-cavati presenti all'interno della cava ha dimostrato che l'unità di misura utilizzata per l'estrazione è il cubito punico da 50-51 cm (cfr. *supra*). Tale elemento non può però essere considerato una prova di uno sfruttamento della cava in età punica, quanto piuttosto forse l'indizio della presenza di cavaatori di cultura punica. È ormai noto e appurato infatti che in Sardegna così come in altri contesti anche in piena età romana in ambito architettonico continuarono ad essere utilizzate unità di misura di tradizione punica. L'estensione piuttosto ridotta della cava, soprattutto se paragonata a quella di Is Fradis Minoris, fa comunque credere che la cava sia stata sfruttata per un breve periodo di tempo. La grande omogeneità dei blocchi semi-cavati ritrovati nella cava inoltre potrebbe essere considerata un indizio di uno sfruttamento finalizzato ad ottenere un lotto di materiale destinato ad un singolo edificio o monumento.

4.1.3 Altre tracce di estrazione sull'istmo di Nora: le necropoli

Gli affioramenti di arenarie tirreniane si estendono su gran parte dell'istmo che conduce a Nora, e si ritrovano anche più a nord della cava descritta nel paragrafo precedente (cfr. paragrafo 4.1.2, cava della cala nord-orientale), in prossimità della linea di costa⁷⁰.

Qui, nella fascia costiera che si affaccia sulla cala orientale, circa 120 m a nord della cava sopra descritta, sui fronti rocciosi attualmente in stato di crollo sono ancor oggi visibili alcune delle tombe a camera della necropoli di età punica indagata alla fine del 1800 da F. Nissardi⁷¹. Si tratta di cavità di varie forme e dimensioni, scavate nella roccia, cui si accedeva da pozzetti a pianta rettangolare.

Proprio nei pressi delle tombe, sono ancor oggi distinguibili alcune tracce di estrazione, che testimoniano che quest'area fu sfruttata per il prelievo di materiale lapideo, sebbene non in modo sistematico⁷² (fig. 72).

4.1.3.1 Inquadramento geologico

La sequenza sedimentaria affiorante in prossimità delle tombe rivolte verso la cala orientale è diversa e più antica rispetto a quella affiorante più a sud, nella cala orientale, e sulla penisola di Is Fradis Minoris, come evidenziato dagli studi condotti da P. Kindler, E. Davaud e A. Strasser⁷³. Tale sequenza, denominata "sequenza I", è caratterizzata infatti da arenarie e arenarie ciottolose a stratificazione parallela e incrociata, che presentano una componente terrigena predominante su quella organogena. La frazione terrigena (pari al 70% della roccia) è costituita da grani di quarzo, K-feldspato, plagioclasio, miche, frammenti litoidi di origine granitoidale e metamorfica, e una subordinata componente litocla-

⁷⁰ Come già osservato dal Patroni nel 1901, che afferma: «Dalla necropoli punica ad incinerazione procedendo nella penisola del Capo Pula, dopo un istmo sabbioso apparisce a destra e a sinistra, ossia ad ovest e ad est, la roccia (panchina), emergente di pochi metri sul livello del mare» (PATRONI 1901, p. 367).

⁷¹ A proposito dello scavo del settore orientale della necropoli cfr. PATRONI 1902 e PATRONI 1904.

⁷² Si ringrazia per l'informazione il dott. A. Mazzariol, che si è occupato del rilievo delle tombe e che per primo ha notato la presenza dei segni di estrazione. A proposito della necropoli si veda da ultimo BONETTO, CARRARO, MAZZARIOL c.s.

⁷³ KINDLER, DAVAUD, STRASSER 1997, p. 11 e figg. 15 e 16, sezione 2. Gli affioramenti di arenaria della cala orientale sono stati precedentemente analizzati anche da Ulzega e Hearty (ULZEGA, HEARTY 1986, foto 2). Una descrizione della sequenza affiorante in questa zona si ha anche in MELIS, COLUMBU 2000, pp. 110-111 e in AGUS *et alii* 2009, p. 860.

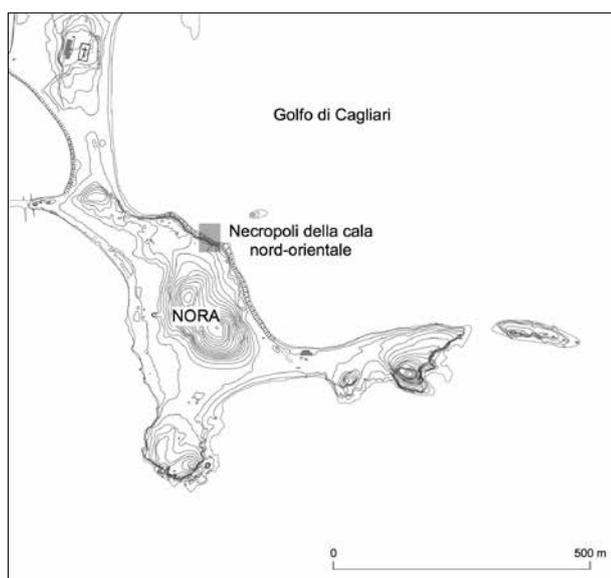


Fig. 72. Posizione della necropoli nord-orientale, dove sono presenti tracce di estrazione.

stica di natura andesitica. La frazione organogena (pari al 20% della roccia) è composta prevalentemente da frammenti di alghe rosse, lamellibranchi, gasteropodi, foraminiferi ed echinidi. Limite superiore della sequenza I è un livello di conglomerato grossolano costituito da ciottoli andesitici, granitoidi, metamorfici e da frammenti di litarenite; tale livello corrisponde al livello basale della sequenza II, da cui è separato da una superficie di erosione irregolare.

Anche a livello macroscopico, la sequenza affiorante in prossimità della necropoli appare diversa sia da quella che affiora più a sud, in corrispondenza della cava della cala orientale, sia da quella di Is Fradis Minoris.

4.1.3.2 Le tracce di estrazione

Le tracce di estrazione visibili in prossimità della necropoli punica non sono molte, ma risultano comunque ben riconoscibili.

In particolare, in prossimità della tomba T21, su uno dei fronti rocciosi in stato di crollo è visibile un blocco semi-cavato di forma rettangolare e orientato in senso nord-sud, che misura 116 x 56 x 18 cm⁷⁴. Sul lato est del blocco, si riconosce la trincea che lo separava da un ulteriore blocco, le cui dimensioni sono impossibili da ricostruire a causa dell'erosione subita dalla roccia.

Procedendo verso nord, in prossimità delle tombe T6, T7 e T8, su un fronte roccioso in stato di crollo sono visibili altri blocchi semi-cavati. Si tratta di

tre blocchi di dimensioni irregolari, disposti uno a fianco all'altro in senso nord-sud, divisi da trincee di separazione (fig. 72). Il blocco più settentrionale, di forma quadrangolare, misura 44 x 38 cm; quello intermedio, di forma rettangolare, 60 x 15 cm, mentre quello più a sud, di forma quadrangolare, 50 x 43 cm.

Il fatto che tali tracce si collochino in prossimità delle tombe fa ipotizzare che l'attività di cavatura fosse finalizzata a ottenere materiale da utilizzare forse per la copertura delle tombe, ma non si può escludere che si tratti di interventi successivi, risalenti ad un periodo in cui la necropoli non era più in uso.

D'altronde, lo scavo stesso delle tombe, non tanto di quelle a pozzo, quanto più di quelle a camera, di più ampie dimensioni, costituì una sorta di attività di cavatura, che fornì un certo quantitativo di pietra che poté essere utilizzato con vari scopi, *in primis* come pietra da costruzione.

Pertanto, nel processo di analisi delle cave di provenienza dell'arenaria in uso a Nora, appare necessario considerare anche le zone necropolari presenti in questo settore della penisola, con le loro numerose tombe scavate nei banchi di arenaria che affiorano in questo settore del promontorio.

Tombe a ipogeo scavate nella roccia sono state individuate sia nel settore orientale dell'istmo, quello rivolto verso la cala orientale sopra descritto, sia nel settore occidentale, all'interno dell'area militare dismessa in anni recenti, ove le indagini archeologiche, dopo alcuni primi sondaggi effettuati nel 1800 e agli inizi del 1900, sono riprese nel 2012⁷⁵.

Anche in quest'area, oltre alle piccole "cave" rappresentate dalle tombe stesse, sono stati individuati alcuni possibili segni di attività estrattiva. In occasione di recenti indagini condotte in prossimità del limite settentrionale della necropoli infatti, oltre a cavità a pianta rettangolare, nelle quali si possono riconoscere delle tombe ad ipogeo scavate nella roccia, Daniela Artizzu individua dei tagli con andamento rettilineo sicuramente successivi alle tombe, in quanto ne modificano la planimetria. Tali evidenze sono state a mio parere giustamente interpretate dalla studiosa come tracce di interventi di cavatura avvenuti in un momento in cui l'area aveva perso la sua valenza funeraria⁷⁶.

Alla luce di ciò, interessante appare la notizia del Patroni che, in una trincea realizzata ad ovest della Casa della Guardiania nel 1901, nota la presenza di

⁷⁴ I numeri attribuiti alle tombe sono quelli presenti nella tavola allegata a BONETTO, CARRARO, MAZZARIOL c.s.

⁷⁵ Le indagini archeologiche nell'ex area militare sono condotte dall'Università di Padova (cfr. BONETTO *et alii* 2014) e dall'Università di Cagliari (cfr. ANGIOLILLO *et alii* 2014).

⁷⁶ ARTIZZU 2012, p. 348.



Fig. 73. I blocchi semi-cavati individuati in prossimità delle tombe T6, T7 e T8.

tagli regolari incisi nella roccia, da lui interpretati come tentativi di scavo di tombe ipogee mai realizzate⁷⁷. Non si può escludere che tali tagli siano in realtà tracce di attività estrattiva, simili a quelle individuate più a nord in anni recenti e sopra descritte.

4.1.3.3 *Quantità di materiale estratto*

Nel calcolare la quantità di pietra estratta nell'area necropolare, appare utile considerare le dimensioni delle tombe ad ipogeo presenti in questo settore della penisola. Trattandosi infatti di cavità che conservano inalterate le loro dimensioni, le tombe costituiscono un utile indicatore per calcolare le potenzialità in termini di approvvigionamento di materiale lapideo da costruzione di questa particolarissima serie di "cave sotterranee".

Pur consapevoli che le tombe presentano dimensioni e morfologie diverse tra loro, e che solo dalle più ampie probabilmente fu possibile estrarre blocchi di forma e dimensioni tali da poter essere utilizzati come pietra da costruzione, appare evidente che lo scavo delle camere funerarie permise di ottenere un certo quantitativo di pietra.

Per fare un esempio, si può osservare che la più grande tra le tombe a camera finora scavate dall'Università di Padova, composta da un'anticamera con due nicchie e da una camera funeraria, ha un volu-

me interno pari a circa 10,5 m³. Tenendo conto che un blocco da 100 x 50 x 50 cm ha un volume di 0,25 m³, si può calcolare che dallo scavo di una sola tomba di queste dimensioni si potevano ottenere circa 42 blocchi di questo tipo.

4.1.3.4 *Cronologia di sfruttamento*

Dai dati in nostro possesso, è dunque possibile distinguere due fasi di sfruttamento degli affioramenti di arenarie tirreniane presenti sull'istmo di Nora.

La prima fase è strettamente legata all'installazione della necropoli punica, dal momento che inizialmente il materiale lapideo venne probabilmente ricavato, almeno in parte, dallo scavo delle tombe.

La seconda fase sembrerebbe essere invece successiva alla dismissione e defunzionalizzazione della necropoli, come indicano le tracce di cavatura individuate nel settore nord-occidentale (cfr. *supra*).

La cronologia della prima fase sembrerebbe apparentemente più facile da definire, dal momento che essa è strettamente legata alla cronologia delle tombe stesse.

In realtà, ad oggi il periodo d'uso della necropoli di Nora dev'essere ancora stabilito in modo preciso, in quanto per ora gli unici indizi cronologici di cui si dispone sono forniti dai materiali rinvenuti all'interno delle tombe indagate nel corso degli scavi ottocenteschi. Sulla base di ciò, si ritiene che la necropoli sia stata utilizzata a partire dall'inizio del V secolo a.C., e quindi per tutto il IV secolo a.C.⁷⁸. Tenendo conto di ciò, si può a buon ragione ipo-

⁷⁷ Il Patroni osserva infatti la presenza, a 1,75 m di profondità, «di un taglio regolare della roccia che pareva accennare allo scavo di una tomba ad ipogeo», e a 2,20 m, di altri «tagli superficiali che recavano più chiaramente l'idea di cavare una tomba» (PATRONI 1902, p. 73).

⁷⁸ BARTOLONI, TRONCHETTI 1981, pp. 23-28.

tizzare che l'inizio del V secolo a.C. costituisca un valido *terminus post quem* per l'impiego dei blocchi ottenuti grazie allo scavo delle tombe.

Qualche informazione aggiuntiva circa l'inizio dell'impiego del materiale lapideo cavato nella zona dell'istmo si può ricavare dallo studio del materiale in opera negli edifici della città di Nora, e soprattutto dai risultati delle analisi petrografiche condotte sui campioni prelevati sotto il complesso monumentale del foro⁷⁹. Tra i campioni di arenaria sottoposti ad analisi infatti, ben 4 sono risultati compatibili con livelli della sequenza più antica della serie sedimentaria tirreniana di Nora (sequenza I), che sappiamo affiorare proprio nella cala nord-orientale del promontorio norense, in prossimità della necropoli.

Si tratta in particolare di due campioni provenienti dal quartiere arcaico sottostante il lastricato del foro (campioni B ed E), prelevati rispettivamente dal paramento interno di una vasca-cisterna (US 5044) e da un ortostato di un muro dell'isolato B (US 5301). Gli altri due campioni (campioni H e I) provengono invece rispettivamente da un muro (US 5441) e da una massiciata (US 5433) attribuibili all'edificio pre-romano sottostante il tempio situato sul lato nord del foro.

Dal momento che tre dei campioni sottoposti ad analisi (campioni E, H e I) appartengono a strutture datate stratigraficamente e risalenti alla fine del VI - inizi del V secolo a.C. (510-480 a.C.), possiamo a ragione ritenere che l'area dell'istmo sia stata utilizzata, seppur parzialmente, come bacino estrattivo in questo periodo, che coincide con la cronologia proposta per l'installazione della necropoli ipogea.

In questo caso abbiamo perciò la prova della contemporaneità tra la realizzazione delle tombe e il conseguente prelievo e utilizzo del materiale lapideo cavato all'interno della città.

Il quarto campione proveniente dall'area del foro risultato compatibile con la sequenza sedimentaria affiorante in questa zona ci fornisce un'altra preziosa indicazione cronologica circa lo sfruttamento di questo bacino estrattivo. Esso infatti appartiene ad una struttura più recente, e in particolare ad una vasca-cisterna realizzata tra il 125 e il 75 a.C. nel quartiere sottostante il lastricato forense (isolato A). Sulla base di ciò, possiamo ragionevolmente ipotizzare che gli affioramenti di arenarie presenti sull'istmo di Nora continuarono ad essere sfruttati almeno fino alla fine del II - inizio del I secolo a.C., anche dopo la dismissione della necropoli.

Anche nel settore occidentale dell'istmo l'attività estrattiva sembrerebbe essere proseguita anche

dopo la defunzionalizzazione della necropoli, come testimoniano le tracce di cavatura riconosciute in prossimità del limite nord-ovest dell'area, che vanno ad intaccare alcune tombe ad ipogeo di età punica (cfr. *supra*)⁸⁰.

Il proseguire delle indagini archeologiche in quest'area, nonché ulteriori analisi sui materiali in opera negli edifici della città, permetteranno in futuro di meglio definire l'arco cronologico e le fasi di sfruttamento degli affioramenti di arenarie della zona dell'istmo.

⁸⁰ Analoga situazione è stata riscontrata nella città di Tharros, dove nell'area della necropoli settentrionale di età punica sono state individuate tracce di cavatura successive alla defunzionalizzazione dell'area, che hanno determinato la distruzione parziale delle tombe a camera scavate nel banco roccioso (cfr. DEL VAIS, GRILLO, NAITZA 2014a, pp. 63-65; DEL VAIS, GRILLO, NAITZA 2014b, p. 212). Allo stesso tempo, si è verificato che a breve distanza alcune tombe di età romana sono andate ad occupare un'area di cava dismessa più antica, probabilmente di età punica (DEL VAIS, GRILLO, NAITZA 2014a, p. 62; DEL VAIS, GRILLO, NAITZA 2014b, p. 211).

⁷⁹ Cfr. AGUS *et alii* 2009.

4.1.4 La cava di Perd'e Sali

4.1.4.1 Posizione e inquadramento topografico

La cava di Perd'e Sali è una cava costiera situata circa 4 km a nord di Nora, all'altezza del centro abitato di Villa San Pietro (1502267,65 E; 4319327,65 N)⁸¹ (fig. 74). La conoscenza del sito estrattivo è dovuta al fatto che in anni recenti esso è stato utilizzato quale caso studio per l'individuazione del livello del mare in epoca antica⁸².

Non è chiaro se la cava sia stata sfruttata per la costruzione della città di Nora o se il suo sfruttamento sia legato alla costruzione di altri edifici o monumenti posti nelle sue immediate vicinanze. Le notevoli dimensioni dei blocchi semi-cavati in essa presenti e l'assenza di strutture monumentali nei suoi pressi però fanno propendere per l'ipotesi che si tratti di una cava controllata e sfruttata dalla città di Nora.

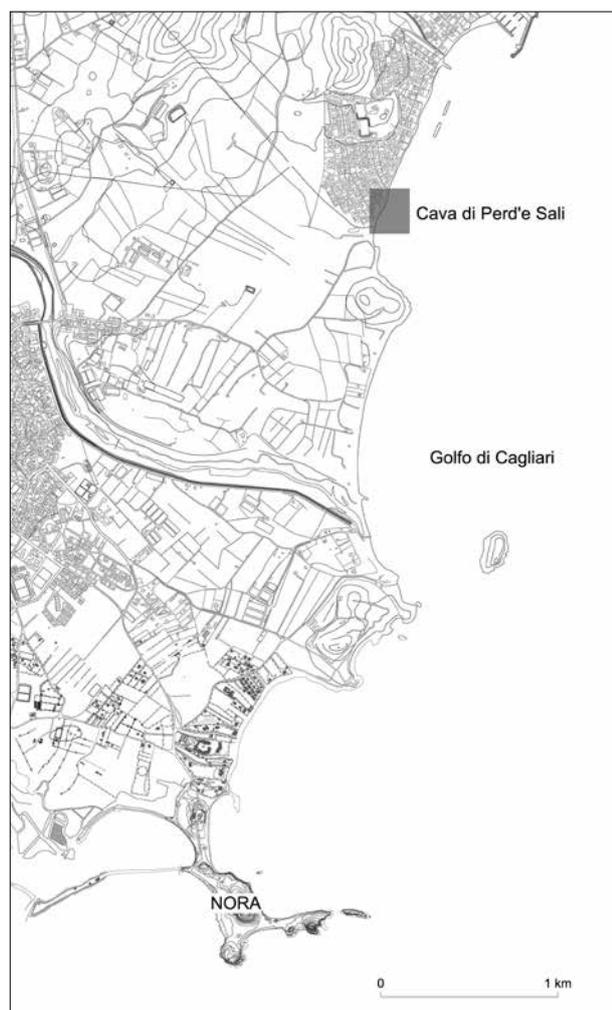


Fig. 74. Carta tecnica regionale con indicata la posizione della cava di Perd'e Sali.

⁸¹ Le coordinate fanno riferimento ad un punto situato circa al centro della cava.

⁸² Cfr. ANTONIOLI *et alii* 2007; AURIEMMA, SOLINAS 2009.



Fig. 75. Segni di estrazione e blocchi semi-cavati sommersi nella cava di Perd'e Sali.

4.1.4.2 La cava

La cava di Perd'e sali è una cava costiera a cielo aperto, parzialmente sommersa⁸³. La morfologia è quella di una cava a fossa.

Nel sito si conservano i segni dell'attività estrattiva, e in particolare alcuni blocchi parallelepipedi semi-cavati (fig. 75). Le tracce di cavatura si estendono in senso nord-sud per circa 90 m, e in senso est-ovest per circa 30 m (fig. 76).

4.1.4.3 Morfologia del materiale estratto e considerazioni metrologiche

Nella cava di Perd'e Sali si estraevano blocchi parallelepipedi di notevoli dimensioni, alcuni dei quali sono rimasti abbandonati *in situ*. Le loro dimensioni, seppure variabili, sono riconducibili a multipli del piede romano (= 29,6 cm)⁸⁴.

4.1.4.4 Il trasporto dei blocchi

Trattandosi di una cava costiera, si può ragionevolmente ipotizzare che il materiale estratto a Perd'e Sali fosse trasportato principalmente per via marittima, soprattutto nell'ipotesi che esso fosse destinato alla città di Nora. Qualora invece il materiale estratto fosse destinato ad edifici e strutture posti nelle sue vicinanze, è probabile che esso fosse trasportato via terra.

⁸³ Il piede di cava è posto a -0,73 m.

⁸⁴ ANTONIOLI *et alii* 2007, p. 2478. Diverse le misure riportate in una delle figure allegate all'articolo citato. In essa infatti è disegnato un blocco parallelepipedo da 0,50 x 0,50 x 0,70 m (cfr. fig. 7, sito 11).



Fig. 76. La cava di Perd'e Sali, vista da ovest.

4.1.4.5 Strutture e infrastrutture antropiche

Le uniche evidenze di natura antropica finora individuate nei pressi della cava sono i resti di alcune ville romane situate nell'immediato entroterra⁸⁵. Sulla base dei dati di cui disponiamo non è chiaro se esse fossero in qualche modo legate allo sfruttamento della cava.

4.1.4.6 Cronologia di sfruttamento

Non disponiamo di dati puntuali circa l'arco cronologico di sfruttamento di questa cava. Il fatto che si tratti di un sito parzialmente sommerso porta a credere che si tratti di una cava antica, attiva quando il livello del mare era inferiore rispetto ad oggi.

Inoltre, la presenza, nei suoi pressi, di alcune ville romane, nonché l'applicazione, nel taglio dei blocchi, di unità di misura tipicamente romane, fa propendere per l'ipotesi che sia stata sfruttata in età romana.

4.1.5 L'impiego delle arenarie tirreniane a Nora

Da un semplice esame macroscopico dei materiali da costruzione in uso negli edifici norensi appare evidente come tra le pietre maggiormente utilizzate all'interno della città vi siano le arenarie tirreniane. Tali rocce, che affiorano sull'istmo di Nora e sulla vicina penisola di Is Fradis Minoris, sono facilmente riconoscibili già a livello macroscopico per il colore che le contraddistingue, che varia dal giallo paglierino al nocciola chiaro, nonché per la loro discreta compattezza, che ne ha determinato una buona conservazione fino ad oggi⁸⁶. In letteratura esse sono spesso definite con il termine "panchina"⁸⁷.

⁸⁶ Le arenarie tirreniane non vanno confuse con un'altra pietra in uso a Nora, e cioè la pietra cantone, simile per colore ma totalmente diversa e facilmente riconoscibile già a livello macroscopico, in quanto molto più friabile e soggetta all'azione erosiva degli agenti atmosferici.

⁸⁷ GHOTTO 2004, p. 8. È quanto si verifica ad esempio nel catalogo di stele puniche del Patroni, in cui i manufatti in arenaria del Quaternario (riconosciuti come tali nel catalogo di S. Moscati e M.L. Uberti del 1970, cfr. MOSCATI, UBERTI 1970) vengono descritte come stele in panchina (PATRONI 1904, pp. 229-248).

⁸⁵ Cfr. BOTTO, RENDELI 1998, p. 729 e fig. 4.



Fig. 77. Blocchi di arenaria tirreniana in opera negli edifici norensi. Appaiono evidenti le differenze macroscopiche tra blocchi cavati da livelli stratigrafici diversi.

Sebbene all'occhio esperto il riconoscimento di questi materiali non ponga particolari problemi, è necessario specificare che questo tipo di pietra non si presenta sempre con il medesimo aspetto, in quanto trattandosi di una roccia sedimentaria, che si trova in natura in formazioni stratificate⁸⁸, blocchi estratti da livelli rocciosi diversi possono presentare anche notevoli differenze a livello di colore ma soprattutto a livello granulometrico. Per questo motivo arenarie estratte nel medesimo sito possono presentare grana fine e tessitura omogenea, ma anche grana grossolana e contenere numerosi inclusi litoidi e bioclastici, talvolta anche di notevoli dimensioni (fig. 77).

Tali differenze macroscopiche, piuttosto evidenti nei blocchi di pietra impiegati a Nora, vennero probabilmente già notate da G. Pesce, a tal punto che, nella sua guida agli scavi del 1957, elencando i materiali in uso all'interno della città, egli fu portato a distinguere “la panchina (varietà locale di

calcare)” dalla “breccia conchiglifera”⁸⁹, definizioni dietro cui si celano probabilmente arenarie tirreniane a diversa granulometria.

La pietra cavata a Is Fradis Minoris e nell'area dell'istmo, con il suo aspetto multiforme, venne utilizzata a Nora sia come materiale da costruzione, sia per la realizzazione di elementi architettonici e manufatti.

4.1.5.1 Contesti d'uso

Le arenarie tirreniane sono presenti a Nora praticamente in tutti gli edifici urbani, sia pubblici, sia privati, seppure in quantità diverse.

In alcuni edifici, soprattutto di carattere privato, sono presenti solo pochi elementi, perlopiù blocchi squadrati, utilizzati con funzioni strutturali specifiche, e cioè come ortostati o piedritti. È quanto si verifica ad esempio nella casa dell'atrio tetrastilo, nelle case a mare, nelle case in prossimità delle Terme centrali, nell'area della cosiddetta Casbah e in prossimità del *macellum*.

⁸⁸ Nelle rocce sedimentarie, ogni strato corrisponde a un deposito del ciclo sedimentario. Per una sintesi sulle caratteristiche delle rocce sedimentarie, cfr. LAZZARINI 2004, pp. 20-27.

⁸⁹ PESCE 1957, p. 36.



Fig. 78. Blocchi di arenaria tirreniana in opera nell'emiciclo esterno del teatro.

In altri complessi architettonici, la quantità di blocchi impiegati è decisamente superiore, ed essi compongono parti intere degli edifici. Ciò appare in modo evidente nel caso del teatro, il cui emiciclo esterno è quasi interamente realizzato in blocchi di questo litotipo (fig. 78). Un massiccio impiego di questa pietra si riscontra anche nel tempio di Eshmun, dove blocchi squadrati di arenaria costituiscono il muro orientale del santuario ma anche numerose altre strutture visibili in quest'area, come ad esempio il basamento del Ma'abed.

L'impiego di arenaria tirreniana, in questo caso sotto forma di blocchetti di dimensioni decimetriche, si riscontra anche in altri edifici pubblici, quali il Tempio romano, le Piccole Terme e le Terme a mare, spesso in associazione al laterizio. Blocchetti di dimensioni decimetriche sono impiegati inoltre nelle pareti delle numerose cisterne presenti all'interno della città.

4.1.5.2 Cronologia di diffusione delle arenarie tirreniane a Nora

L'arenaria tirreniana venne utilizzata a Nora sia in età punica, sia in età romana.

Allo stato attuale, in base ai dati disponibili, si può affermare che questa pietra trovò diffusione a partire dalla fine del VI – inizio del V secolo a.C. A conferma di ciò è il suo impiego nell'area del foro, nelle strutture murarie del quartiere arcaico e nelle fondazioni del tempio posto sul lato nord della piazza, risalente a questo periodo, nonché il suo utilizzo per la realizzazione delle stele del tofet che, pur in assenza di dati stratigrafici relativi al contesto di rinvenimento, vengono attribuite al periodo compreso tra la fine del VI secolo a.C. e il IV secolo a.C.⁹⁰

A conferma dell'uso di questo materiale in età punica è inoltre la sua presenza in altri complessi architettonici risalenti a questo periodo quali il santuario del Coltellazzo, il santuario di Eshmun e il tempio situato sul colle di Tanit, come emerge da

⁹⁰ MOSCATI, UBERTI 1970, p. 49.

un semplice esame macroscopico dei materiali in opera.

A riprova dell'impiego delle arenarie tirreniane in età punica vi è inoltre la presenza a Nora di elementi architettonici quali cornici, capitelli, architravi e gocciolatoi realizzati con questo tipo di pietra e probabilmente risalenti a questo periodo⁹¹.

Se si può dunque ritenere con buona probabilità che lo sfruttamento "intensivo" e strutturato delle cave di arenarie tirreniane abbia avuto inizio in questo periodo, questa pietra fu utilizzata anche in precedenza. In arenaria tirreniana è infatti la ben nota stele di Nora, datata tra la metà del IX e il terzo quarto dell'VIII secolo a.C.⁹².

Alla luce di ciò, si può ipotizzare che gli affioramenti di arenarie situati nei pressi di Nora siano stati inizialmente sfruttati in modo sporadico esclusivamente per la realizzazione di manufatti, e che solo in un momento successivo, e cioè a partire dalla fine del VI secolo a.C., l'attività estrattiva sia



Fig. 79. Fondazione in blocchi squadrati di arenaria tirreniana del tempio sul lato settentrionale del foro.

⁹¹ Nel considerare tali manufatti a livello cronologico, è necessario osservare che alcuni di essi, quali ad esempio le cornici a gola egizia, vennero utilizzati in Sardegna sia in edifici di età punica, sia in edifici di piena età romana, come si verifica ad esempio a Tharros, nel tempio "delle gole egizie" e nel tempio K (NIEDDU 2010, p. 1286). Non si può escludere pertanto che i manufatti norensi, ritrovati fuori contesto, risalgano all'età romana piuttosto che all'età punica.

⁹² CIS, I, 144. A proposito della stele di Nora cfr. AMADASI GUZZO 1967, pp. 83-87; AMADASI GUZZO 1990, pp. 72-73; AMADASI GUZZO 1995, pp. 23-24.

andata intensificandosi allo scopo di ottenere materiale da utilizzare sia in ambito edilizio, sia per la produzione di manufatti di vario genere.

Successivamente, in età romana, le arenarie tirreniane continuarono ad essere largamente utilizzate, e lo sfruttamento delle cave andò intensificandosi, data la quantità di materiale impiegato in città. Questa pietra venne infatti utilizzata nella costruzione di complessi architettonici pubblici, come il foro, il teatro, il tempio romano, le terme, ma anche, seppure in minore quantità, di abitazioni private.

L'arenaria tirreniana continuò quindi ad essere utilizzata senza soluzione di continuità fino all'età tardo-antica.

4.1.5.3 Modalità di impiego delle arenarie tirreniane in ambito edilizio

In ambito edilizio, l'arenaria tirreniana fu utilizzata esclusivamente per la realizzazione di strutture murarie e strutture idrauliche.

Essa venne spesso messa in opera sotto forma di blocchi parallelepipedi squadrati anche di notevoli dimensioni, che troviamo impiegati soprattutto nelle murature⁹³. Se l'uso di blocchi squadrati di arenaria in fondazione è stato finora osservato solo nel tempio posto sul lato settentrionale del foro⁹⁴ (fig. 79), nei basamenti dei piloni degli archi di accesso alla piazza e nelle basi di colonna dei portici che la circondano, ben più diffuso sembra essere il loro impiego negli alzati delle strutture murarie.

In alcuni casi i blocchi squadrati di arenaria compongono l'intero corpo murario, come nel caso dell'emiciclo esterno del teatro o del muro orientale del santuario di Eshmun, in cui trovano posto anche alcuni blocchi con una faccia bugnata⁹⁵ (fig. 80).

In altri casi, nelle strutture murarie sono presenti solo alcuni elementi di questo tipo, utilizzati ad esempio come ortostati e testate d'angolo, o come ritzi nelle murature realizzate con tecnica a telaio.

A livello dimensionale, i blocchi squadrati in opera negli edifici urbani hanno una lunghezza di solito inferiore al metro (benchè vi siano esemplari che raggiungono una lunghezza anche di 1,5 m), e larghezza compresa tra i 50 e i 70 cm. Per quanto riguarda l'altezza, i blocchi non superano di solito i 50 cm.

L'arenaria venne utilizzata però anche sotto forma di blocchetti parallelepipedi di più piccole dimensioni, lunghi di solito tra i 25 e i 30 cm, posti in opera nelle specchiature dei muri in opera a telaio

⁹³ Per l'uso dell'arenaria a Nora, si vedano anche le osservazioni in GHIOTTO 2004, p. 8.

⁹⁴ Cfr. NOVELLO 2009, pp. 385-390.

⁹⁵ BONDÌ 1993, p. 116.



Fig. 80. Blocchi di arenaria tirreniana in opera nel muro orientale del santuario di Eshmun.

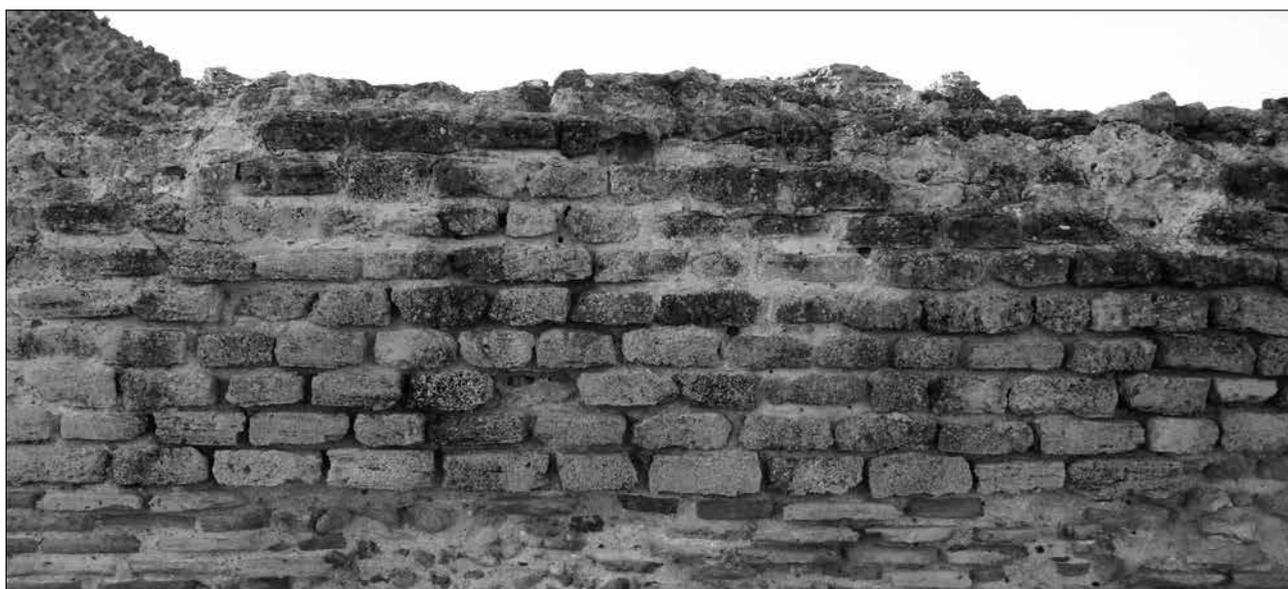


Fig. 81. Blocchetti di arenaria tirreniana in opera in un muro delle Terme a mare.

o a orditura di ritti e nei paramenti delle strutture in opera listata o in opera mista a fasce, come si può osservare ad esempio nei muri del Tempio romano e delle Terme a mare (fig. 81).

In entrambe le forme, cioè sia sotto forma di blocchi squadrati di notevoli dimensioni, sia sotto forma di blocchetti decimetrici, l'arenaria trovò impiego a Nora anche nelle strutture idrauliche. I blocchi più grandi, posti in opera di piatto, vennero utilizzati come copertura di condotti fognari, come ad esempio nel condotto che corre a sud delle Terme

centrali⁹⁶ e in quello che dal teatro si dirige verso il foro e quindi al mare⁹⁷, ma anche nelle coperture delle cisterne⁹⁸ (fig. 82). Quando venivano utilizzati

⁹⁶ IACOVINO, MECOZZI 2012, pp. 116, 118 e 122 e figg. 1, 2, 4 e 5. Gli autori affermano che i blocchi di copertura del condotto sono in calcare, ma le foto allegate alla relazione mostrano chiaramente che si tratta di elementi in arenaria.

⁹⁷ BONETTO 2003, p. 23.

⁹⁸ Tra quelle che conservano la copertura originaria, risultano coperte da blocchi di arenaria due cisterne del Tempio romano, una del quartiere N-E, una presso le terme orientali e tre della zona del Colle di Tanit (cfr. BONETTO *et alii* 2012, p. 2607 e nota



Fig. 82. Blocchi di arenaria tirreniana impiegati come copertura di un condotto fognario nel quartiere centrale (IACOVINO, MECOZZI 2012).



Fig. 83. Blocchetti di arenaria impiegati nelle pareti di una cisterna di Nora, con incisioni funzionali a favorire l'aderenza della malta di rivestimento.

con questa funzione, i blocchi avevano uno spessore non troppo marcato, evidentemente per non gravare eccessivamente sulle strutture sottostanti⁹⁹. Per questo motivo spesso in letteratura sono definiti "lastre".

Nelle pareti interne di vasche, pozzi e cisterne si trovano invece impiegati blocchetti di arenaria di dimensioni decimetriche¹⁰⁰ (fig. 83).

4.1.5.4 L'uso delle arenarie tirreniane per la realizzazione di elementi architettonici e altri manufatti

L'arenaria tirreniana fu utilizzata a Nora anche per la realizzazione di elementi architettonici, quali basi, capitelli, colonne, gocciolatoi e cornici¹⁰¹.

In questo materiale sono infatti quattro basi ritrovate in prossimità del teatro¹⁰². Due sono elementi non finiti, composti da un plinto quadrangolare e da un imoscapo appena accennato (nn. 1 e 2)¹⁰³. Le altre due (nn. 3 e 4) sono invece due basi di tipo attico, una su plinto e una senza plinto. Dalle immagini si può notare che tutti e quattro i manufatti sono realizzati con un'arenaria a grana grossa, in cui si riconoscono alcuni rodoliti. A livello dimensionale, si può notare che l'altezza degli elementi oscilla tra i 33 e i 59 cm. Nel medesimo materiale sono anche alcuni capitelli

33). Nelle cisterne di Nora, i blocchi di arenaria erano disposti di piatto, a formare una copertura piana, a doppio spiovente o, come osservato per ora in un solo caso, uno sull'altro e aggettanti verso l'interno della struttura, a comporre una copertura a pseudo-arco.

⁹⁹ I blocchi di copertura del condotto fognario delle Terme centrali ad esempio hanno uno spessore medio di 35 cm (cfr. IACOVINO, MECOZZI 2012, p. 116).

¹⁰⁰ Interessante appare il fatto che in numerose cisterne i blocchetti di arenaria che compongono le pareti presentano delle incisioni rettilinee "a griglia", funzionali probabilmente a permettere una migliore aderenza del rivestimento idraulico. A proposito dei pozzi di Nora, cfr. DI GREGORIO *et alii* 2005-2006, in particolare p. 57.

¹⁰¹ Gli elementi architettonici ritrovati a Nora sono presentati in un catalogo edito nel 2005 a cura di S. Mameli e G. Nieddu (MAMELI, NIEDDU 2005). Nel catalogo, per ogni elemento è riportato il materiale costitutivo. Non sempre vi è però corrispondenza tra l'identificazione proposta dai due studiosi e il dato autoptico. Si è proceduto pertanto a una revisione di quanto proposto sulla base delle immagini fornite dagli autori, purtroppo non disponibili per tutti i pezzi. Un più recente contributo in cui vengono presentati alcuni elementi architettonici in arenaria ritrovati a Nora è quello di NIEDDU 2010, dedicato alle cornici a gola egizia.

¹⁰² E cioè i pezzi nn. 1, 2, 3, 4 del catalogo di G. Nieddu e S. Mameli (MAMELI, NIEDDU 2005), a cui vanno aggiunte forse anche le basi nn. 5 e 8, identificate nel catalogo come in arenaria, per le quali però non si dispone di immagini che permettano una verifica del materiale costitutivo.

¹⁰³ Il ritrovamento, all'interno della città, di elementi non finiti, appare di indubbio interesse, in quanto sembra essere un indizio che la lavorazione degli elementi architettonici avveniva in cantiere e non in cava, e che il materiale estratto subiva solo una prima sommaria lavorazione in cava.



Fig. 84. Colonna composta da rocchi di diverse qualità di arenaria tirreniana dal Tempio Romano (ricomposizione G. Pesce).

ritrovati a Nora, e in particolare 4 capitelli dorici¹⁰⁴, 1 capitello tuscanico¹⁰⁵, 6 capitelli ionici¹⁰⁶, 1 capitello corinzieggiante¹⁰⁷, 1 capitello corinzio¹⁰⁸ e un capitello da semicolonna¹⁰⁹. Anche in questo caso gli elementi presentano altezze che vanno dai 34 ai 47 cm, con valori ricorrenti intorno ai 45 cm.

L'arenaria tirreniana fu utilizzata anche per la realizzazione di colonne a fusto liscio¹¹⁰ (fig. 84) con diametri compresi tra i 40 e i 51,5 cm¹¹¹, e di mem-



Fig. 85. Cornice in arenaria tirreniana impiegata nel teatro.

brature architettoniche di vario tipo. In questo tipo di arenaria sono alcuni frammenti di cornici a gola egizia ritrovati alle pendici del Colle di Tanit¹¹², un gocciolatoio modanato a forma di testa di leone¹¹³, l'architrave a gola egizia appartenuto al Ma'abed posto in prossimità del santuario di Eshmun¹¹⁴ e numerose cornici lisce modanate in opera nel teatro¹¹⁵ (fig. 85).

Oltre che in ambito architettonico, l'arenaria tirreniana fu utilizzata anche per la realizzazione di manufatti. In questo tipo di pietra sono ad esempio la maggior parte delle stele di età punica provenienti dal *tofet* della città¹¹⁶. A livello dimensionale, si può osservare che le stele hanno lunghezze che oscillano tra i 25 e i 115 cm, anche se la maggior parte si aggira intorno ai 40 cm¹¹⁷. La larghezza varia tra i 18 e i 51 cm (con un maggior numero di misure intorno ai 30 cm) e lo spessore tra i 6,7 e i 53 cm.

nn. 10, 16, 23, 24, 37, 38, 39 e 40, riconosciuti da S. Mameli come in arenite, ma per cui non si dispone di immagini da utilizzare per il riconoscimento del materiale lapideo.

¹¹² I nn. 1, 2 e 3 del catalogo di G. Nieddu e S. Mameli. A proposito di questi elementi si veda anche NIEDDU 2010.

¹¹³ Il n. 24 del catalogo di G. Nieddu e S. Mameli.

¹¹⁴ Il n. 4 del catalogo di G. Nieddu e S. Mameli, presente anche nel catalogo di NIEDDU 2010, pp. 1290-1291, n. 10.

¹¹⁵ I nn. 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 del catalogo di G. Nieddu e S. Mameli.

¹¹⁶ A proposito delle stele puniche ritrovate a Nora si veda PATRONI 1904 e il più recente catalogo in MOSCATI, UBERTI 1970. In entrambi i testi per ogni manufatto viene definito il materiale lapideo costituente, sebbene vengano utilizzate terminologie diverse. Nel catalogo del Patroni si distingue infatti tra panchina, arenaria e calcare tramezzario. Gli stessi materiali sono definiti dal Moscati arenaria quaternaria, arenaria terziaria e calcare tramezzario. Nel catalogo del Moscati per ogni stele viene specificato anche il colore e la grana: da ciò appare evidente come le arenarie del quaternario possano presentare colori e granulometrie molto diverse tra loro.

¹¹⁷ Come già osservato in MOSCATI, UBERTI 1970, pp. 27-28.

¹⁰⁴ I nn. 3, 5, 13, 17 del catalogo di G. Nieddu e S. Mameli.

¹⁰⁵ Il n. 20 del catalogo di G. Nieddu e S. Mameli.

¹⁰⁶ I nn. 24, 25, 26, 27, 28, 29 del catalogo di G. Nieddu e S. Mameli.

¹⁰⁷ Il n. 35 del catalogo di G. Nieddu e S. Mameli.

¹⁰⁸ Il n. 38 del catalogo di G. Nieddu e S. Mameli.

¹⁰⁹ Il n. 41 del catalogo di G. Nieddu e S. Mameli.

¹¹⁰ I nn. 1, 4, 6, 7, 11, 12 del catalogo di G. Nieddu e S. Mameli.

¹¹¹ A queste vanno aggiunti forse anche i frammenti di colonna

4.2 LE CAVE DI ANDESITE

4.2.1 Il promontorio di Sant'Efisio

4.2.1.1 Posizione e inquadramento topografico

Il promontorio di Sant'Efisio occupa l'estremità orientale della penisola di Nora (1501793,95 E; 4315023,22 N)¹¹⁸ (fig. 86). Attualmente la collina è occupata da una torre di avvistamento costruita sul finire del XVI secolo.

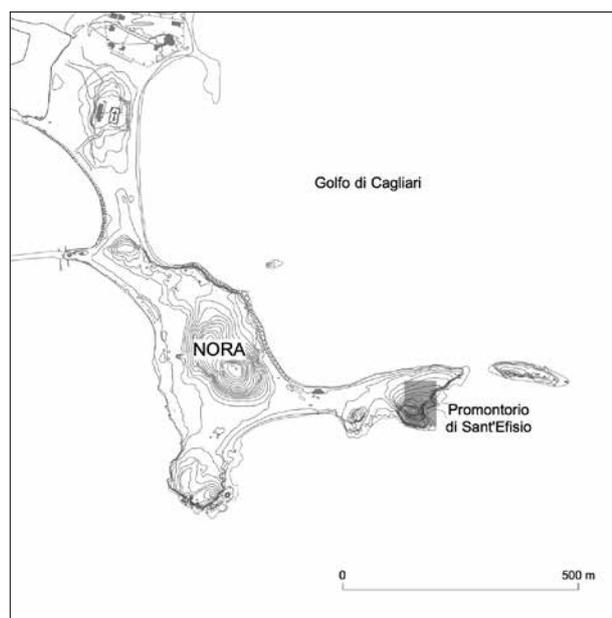


Fig. 86. Posizione della cava sul promontorio di Sant'Efisio.

4.2.1.2 Inquadramento geologico

Il promontorio di Sant'Efisio (32 m s.l.m.) è un domo lavico di forma sub-circolare e intensamente autobrecciato, con frammenti litici di dimensioni che variano dai 3 ai 10 cm, costituiti perlopiù da lave dello stesso tipo¹¹⁹. Il rilievo è caratterizzato dalla presenza di una falesia che, sul lato sud, raggiunge i 32 m di altezza (fig. 87). Su questo lato, alla base della falesia, è visibile un deposito di blocchi tendenzialmente parallelepipedi, anche di notevoli dimensioni, evidentemente crollati dalla parete rocciosa per distacco naturale (fig. 88). Depositi di crollo del tutto analoghi sono presenti tra il promontorio di Sant'Efisio e l'isola del Coltellazzo¹²⁰.

Un primo studio geologico del promontorio è stato pubblicato dal La Marmora nel 1857, nel terzo

volume del suo *Viaggio in Sardegna*. Lo studioso osserva che il promontorio è costituito di «una roccia trachitica a base di feldspato grigio-violaceo, tutto punteggiato di macchioline pure feldspatiche», la cui tessitura «è quella d'una massa formata da parecchi pezzi irregolari o arrotondati, cementati da una pasta della stessa natura», che si alterna «con banchi o falde d'una sostanza più compatta, d'un bruno nerastro, molto ricca di anfibolo, colla struttura e coll'aspetto della fonolite, disposta a strati o almeno divisibile in lastre parallele»¹²¹.

Effettivamente il promontorio è caratterizzato dalla presenza sia di rocce vulcaniche compatte, a struttura porfirica e di colore bruno-nerastro, sia di rocce vulcaniche a struttura brecciata, di colore più chiaro, visibili alla base della falesia. Le rocce a struttura porfirica presentano una frattura che va da scheggiata a concoide, e mostrano spesso un sistema di piani di fessurazioni subverticali o anche obliqui¹²².

4.2.1.3 La cava

In questo sito non si conservano tracce evidenti di attività estrattiva. Sulle pareti rocciose non sono infatti visibili tagli o segni di strumenti di cavatura, né sono stati individuati blocchi semi-cavati. Ben più suggestiva come prova a favore di uno sfruttamento di questo affioramento è la morfologia stessa del rilievo di Sant'Efisio¹²³. Sul lato occidentale infatti, alla base della Torre del Coltellazzo, la parte alta del promontorio presenta una conformazione irregolare, esito forse di un intervento antropico finalizzato al reperimento di materiale da costruzione¹²⁴.

A conferma di uno sfruttamento di questo sito a scopo estrattivo vi è inoltre l'ampia diffusione a Nora di materiale lapideo del tutto simile a quello che affiora in quest'area. Data la vicinanza alla città antica, appare pertanto probabile che il promontorio sia stato sfruttato per ricavare materiale da impiegare nella costruzione degli edifici urbani.

4.2.1.4 Morfologia del materiale estratto e tecnica estrattiva

Dal raffronto tra le caratteristiche della roccia affiorante sul Coltellazzo e del materiale in opera nella città appare evidente che da questo sito provenivano non tanto blocchi parallelepipedi di forma regolare,

¹¹⁸ Le coordinate si riferiscono ad un punto sulla sommità del promontorio.

¹¹⁹ AGUS *et alii* 2009, pp. 860-861.

¹²⁰ DI GREGORIO, FLORIS, MATTA 2000, p. 13.

¹²¹ DELLA MARMORA 1857, pp. 432-433.

¹²² DI GREGORIO, FLORIS, MATTA 2000, p. 10.

¹²³ L'assenza di tracce dell'attività estrattiva antica può essere dovuta alla loro cancellazione ad opera dell'erosione marina cui il promontorio è costantemente sottoposto.

¹²⁴ AGUS *et alii* 2009, p. 861.



Fig. 87. Il promontorio di Sant'Eufisio visto da ovest.



Fig. 88. Il deposito di blocchi alla base della falesia.

quanto più elementi di piccole e medie dimensioni di forma irregolare. Ciò trova motivazione nelle caratteristiche stesse della roccia che qui affiora: le vulcaniti andesitiche presentano infatti una frattura che va da scheggiata a concoide. Viste le caratteristiche del materiale impiegato in città, si può ipotizzare che il distacco del materiale sia avvenuto in modo non controllato, facendo franare parte della parete rocciosa e ottenendo così elementi lapidei di forma irregolare e di varie dimensioni, che vennero

successivamente messi in opera senza essere sottoposti ad ulteriori lavorazioni¹²⁵.

4.2.1.5 Il trasporto dei blocchi

L'impiego a Nora di materiale proveniente da questo sito trova giustificazione innanzitutto nella vicinanza dell'affioramento roccioso alla città, elemento evidentemente favorevole al suo sfruttamento. Il fatto che il sito si trovi ad una quota leggermente superiore rispetto alla città permetteva inoltre un più agevole trasferimento del materiale estratto verso i cantieri cui era destinato, in quanto le pietre potevano facilmente essere fatte scivolare lungo il pendio della collina.

¹²⁵ Cfr. MENICALI 1992, p. 22.

4.2.2 Santa Vittoria e Su Guventeddu

4.2.2.1 Posizione e inquadramento topografico

Santa Vittoria è una collina alta 48 m s.l.m. che chiude a nord l'insenatura della spiaggia di Nora, venendo così a trovarsi quasi di fronte al promontorio del Coltellazzo (1501939,25 E; 4316619,95 N)¹²⁶ (fig. 89).

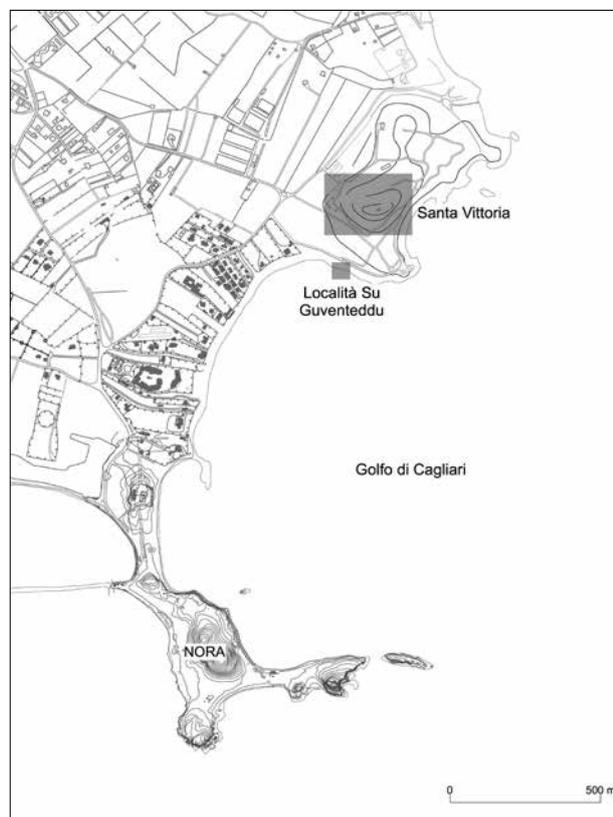


Fig. 89. Carta tecnica regionale con indicazione della posizione del Monte Santa Vittoria e della località Su Guventeddu.

Sulla collina sono presenti i resti di edifici e infrastrutture (garitte, gallerie, depositi di munizioni, etc.) appartenenti ad un sistema difensivo denominato “Batteria Militare Corrado Boggio”, una delle tre batterie antinave del cosiddetto “Fronte a Mare” (F.A.M.), realizzate per assicurare la protezione alla città di Cagliari nel Novecento, e utilizzate durante la Seconda Guerra Mondiale. Tali strutture, scavate nella roccia, sono quasi invisibili in quanto mimetizzate dalla fitta vegetazione che caratterizza la collina. Un sentiero permette di salire fino alla cima del colle, dove si trova una torretta circolare di maggiori dimensioni, che costituiva la centrale di tiro. La collina di Santa Vittoria si affaccia sul mare. A pochi metri di distanza in direzione nord-est, si trova l'isola di San Macario, uno sperone di

roccia vulcanica alto 31 m e sormontato da una torre costruita nel 1595.

4.2.2.2 Inquadramento geologico

La collina di Santa Vittoria è costituita da rocce vulcaniche formatesi nell'Oligo-Miocene. Anche in questo sito si osserva la presenza sia di rocce compatte, sia di rocce a struttura brecciata. Le rocce compatte si concentrano nella parte più alta del colle, e sono caratterizzate da un colore bruno-nerastro. La *facies* brecciata occupa invece la parte inferiore del colle.

Rocce andesitiche a struttura brecciata affiorano anche alla base del monte, in località Su Guventeddu, in prossimità della spiaggia di Nora, ad una quota prossima al livello del mare. Qui la roccia presenta però un aspetto diverso, in quanto è caratterizzata da un colore di fondo verdastro; lo stesso colore caratterizza anche i suoi inclusi.

4.2.2.3 Santa Vittoria

Alcuni segni, forse interpretabili come tracce di attività estrattiva, sono stati individuati in prossimità della cima del Monte Santa Vittoria, a nord e a sud della torretta qui situata. In questa zona infatti la roccia affiorante appare strutturata a gradoni, e risulta incisa da tagli rettilinei e artificiali (figg. 90 e 91). Non è chiaro se tali evidenze siano l'esito di attività estrattiva o di interventi di regolarizzazione della cima della collina¹²⁷.



Fig. 90. Tagli artificiali nella roccia affiorante in prossimità della cima del Monte Santa Vittoria.

¹²⁶ Le coordinate si riferiscono ad un punto situato sulla sommità del Monte Santa Vittoria.

¹²⁷ Si tratta forse delle tracce già individuate nel corso delle ricognizioni effettuate negli anni Novanta del secolo scorso quando, in prossimità della cima della collina, si notò la pre-



Fig. 91. Tagli artificiali nella roccia affiorante in prossimità della cima del Monte Santa Vittoria.

Altrettanto incerta resta la datazione di tali tagli, che sono forse da mettere in relazione con la costruzione degli edifici militari qui presenti. Se così fosse, i tagli visibili risalirebbero al secolo scorso.

Nonostante ciò, non si può nemmeno del tutto escludere che si tratti di interventi antichi, dal momento che la collina era sicuramente frequentata in epoca antica, come dimostrato dalle ricognizioni effettuate nel secolo scorso. A Santa Vittoria sono infatti stati ritrovati frammenti ceramici risalenti sia all'età fenicia, sia all'età punica, che hanno fatto ipotizzare la presenza, sul monte, di un caposaldo per il controllo marino e territoriale, in contatto visivo con l'insediamento norense¹²⁸. Ancor oggi, sul versante meridionale del monte, poco più in basso della torre posta sulla cima, si può notare una diffusa presenza di frammenti ceramici¹²⁹.

4.2.2.4 Su Gunventeddu

Un altro possibile sito estrattivo è identificabile nella località di Su Gunventeddu, posta alla base

senza di «una serie di tagli artificiali [...] il più grande di questi, dal diametro di circa due metri e profondo ca 60 cm, potrebbe riferirsi ad un faro» (BOTTO, RENDELI 1993, p. 158). In prossimità dei tagli è stata rilevata la presenza di numerosi frammenti ceramici (sito NR. 92-R 4/11.8).

¹²⁸ BOTTO 2011, pp. 61-62.

¹²⁹ Si tratta forse del secondo sito individuato nel corso delle ricognizioni effettuate nel secolo scorso, denominato NR.92-R 4/11.3 (BOTTO, RENDELI 1993, p. 158).

della collina di Santa Vittoria, in direzione sud. Qui infatti, come anticipato, in prossimità della linea di costa affiora una roccia andesitica dal caratteristico colore verdastro, che appare macroscopicamente del tutto simile a un materiale utilizzato a Nora, sotto forma di grandi blocchi di forma parallelepipedica, in un tratto di strada extraurbana recentemente riportato in luce nell'area dell'ex Marina Militare¹³⁰.

A Su Gunventeddu non ci sono evidenti tracce di attività estrattiva come in altri siti presenti nel territorio di Nora, benché non si possa escludere che alcuni tagli visibili nella roccia abbiano origine antropica. Un indizio più evidente di una possibile attività estrattiva in questo sito è un blocco semi-cavato di forma parallelepipedica e di notevoli dimensioni, visibile in prossimità della linea di costa (fig. 92). Benché parzialmente eroso, tale blocco appare analogo per forma e dimensioni a quelli impiegati nella strada individuata nell'area dell'ex Marina Militare.

Trattandosi di un sito in riva al mare, non si può escludere che altre tracce di estrazione siano attualmente sommerse.



Fig. 92. Blocco parallelepipedo semi-cavato in località Su Gunventeddu.

¹³⁰ A proposito della strada, cfr. ANDREATTA, MAZZARIOL c.s.

4.2.3 Punta d'Agumu

4.2.3.1 Posizione e inquadramento topografico

La cava si trova sul lato sud del promontorio di Punta d'Agumu, in prossimità della sua estremità orientale (1499851,23 E; 4314354,72 N)¹³¹ (fig. 93).

Il sito estrattivo compare in una carta allegata ad un recente articolo dedicato a Nora¹³², ma non è mai stato studiato prima d'ora.

Nelle vicinanze della cava vi sono i resti di alcuni edifici e apprestamenti militari (garitte, vasche, etc.), attualmente dismessi, costruiti probabilmente nel Novecento per garantire il controllo della zona, data la sua posizione strategica. I muri degli edifici sono costruiti in pietra, con elementi di medio-piccole dimensioni sbazzati e di forma irregolare, e appaiono rivestiti di cemento armato.

Nell'area non vi sono tracce di altre strutture antropiche, né antiche, né moderne o contemporanee.

L'area è quasi del tutto priva di vegetazione, ad eccezione di alcune piante di fichi d'India cresciute nelle cavità presenti nel banco roccioso.

4.2.3.2 Inquadramento geologico

Il promontorio di Punta d'Agumu è costituito da rocce di natura vulcanica che risalgono all'Oligo-Miocene. Analogamente ad altri affioramenti pre-

senti nel territorio norense, anche in questo sito si riscontra la presenza sia di rocce compatte ed omogenee, a tessitura porfirica, sia di rocce a struttura brecciata. Le rocce compatte si presentano di colore viola chiaro, con variazioni di tonalità legate alla freschezza della roccia.

4.2.3.3 La cava

La cava di Punta d'Agumu è una cava a cielo aperto, attualmente non attiva, conformata ad anfiteatro e rivolta a sud-est (137° S/E), verso il mare (fig. 94).

Il sito estrattivo si trova a mezza costa, ad una quota di circa 14 m s.l.m., in una zona ove il banco roccioso affiorante, di colore viola chiaro, presenta una struttura compatta ed omogenea, e risulta in leggera pendenza verso il mare. La scelta di aprire una cava in questo punto e non in una zona più bassa e prossima al mare trova motivazione nella conformazione del banco roccioso, che procedendo verso il basso diventa via via meno omogeneo e assume una struttura brecciata.

La cava, che occupa un'area di circa 11 x 10 m, presenta fronti di taglio verticali o strutturati a gradoni, la cui altezza varia tra i 50 e i 90 cm. In alcuni punti si conservano blocchi semi-cavati abbandonati prima che il processo estrattivo fosse completato, delimitati da trincee su uno o più lati (fig. 95).

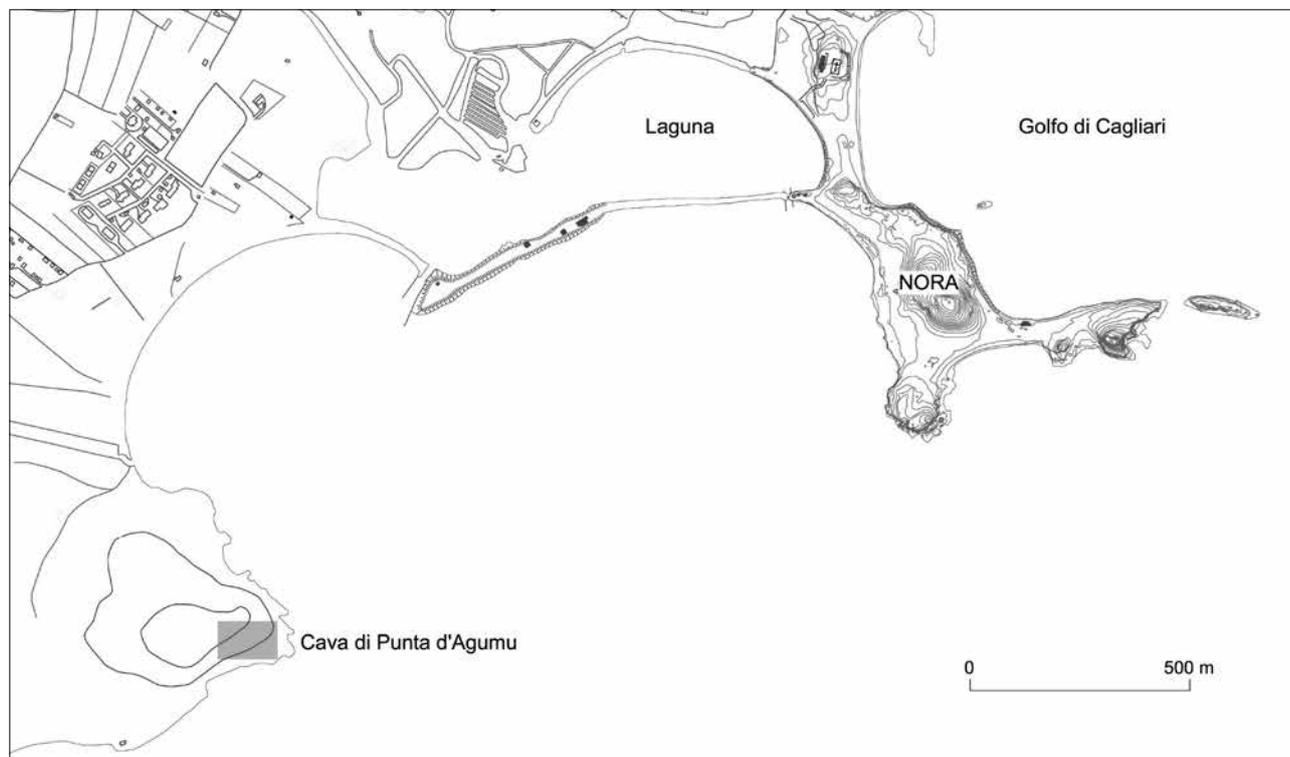


Fig. 93. Carta tecnica regionale con indicata la posizione della cava di Punta d'Agumu.

¹³¹ Le coordinate si riferiscono ad un punto al centro della cava.

¹³² SOLINAS, SANNA 2005, p. 255, fig. 1.

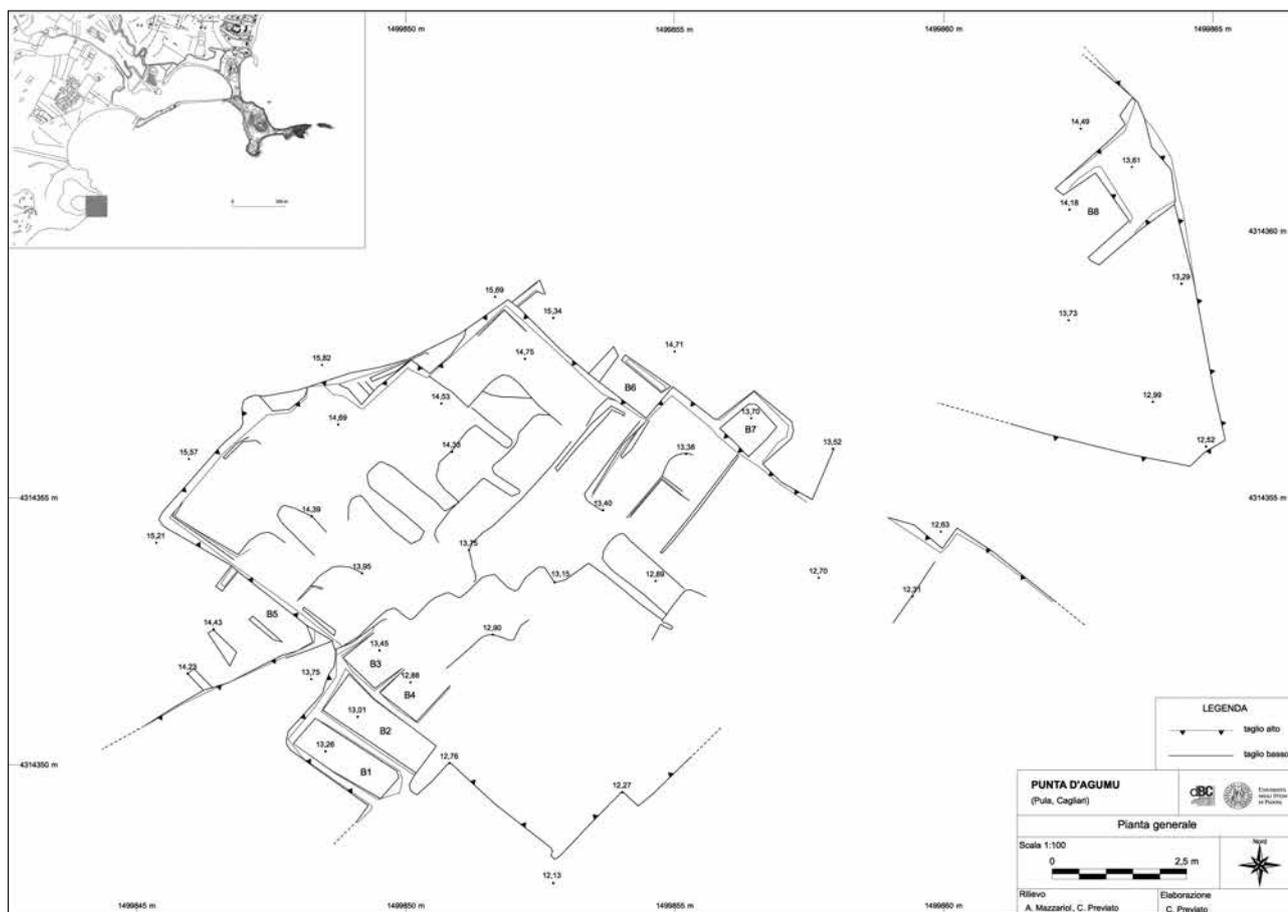


Fig. 94. Pianta della cava di Punta d'Agumu.



Fig. 95. Blocchi semi-cavati nell'angolo sud-occidentale della cava.

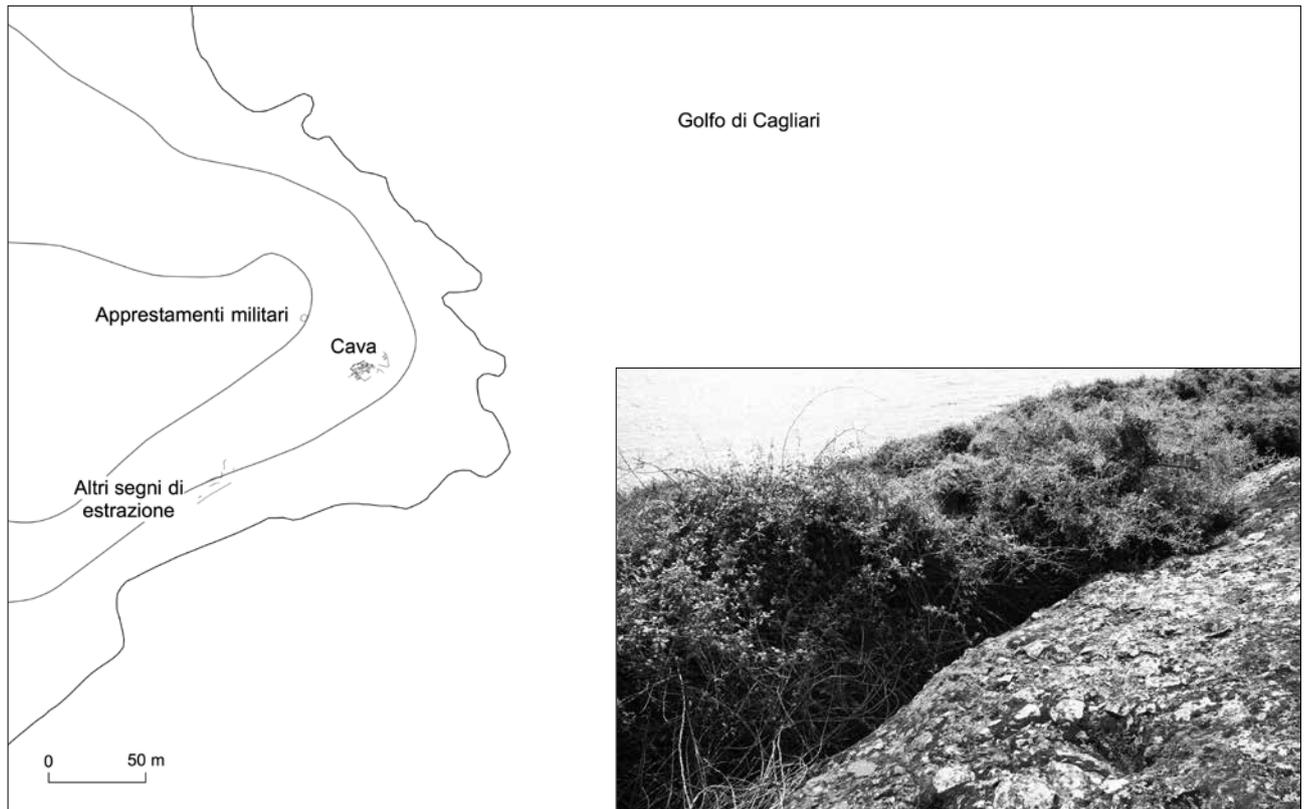


Fig. 96. Carta tecnica regionale con indicata la posizione dei segni di estrazioni visibili circa 100 m ad ovest della cava di Punta d'Agumu. Nella fotografia, si può osservare il taglio rettilineo qui presente, che corre parallelamente alla costa per circa 20 m.

I blocchi semi-cavati si concentrano presso l'angolo sud-ovest della cava, altri manufatti si collocano in prossimità del suo limite orientale. Al centro dell'area sono evidenti numerose tracce in negativo di blocchi estratti, tutti di forma rettangolare.

Più ad est, a circa 8 m di distanza dall'area sopra descritta, è presente un altro blocco semi-cavato di forma quadrangolare di notevoli dimensioni, separato dal banco roccioso da profonde trincee sui lati nord e sud. In prossimità del blocco, la roccia appare incisa da un taglio rettilineo con andamento nord-est/sud-ovest, che piega poi verso ovest e quindi nuovamente verso nord. L'andamento regolare dei tagli fa credere che si tratti di interventi antropici.

Sul promontorio di Punta d'Agumu è stato individuato anche un altro probabile *locus* estrattivo, che viene a trovarsi circa 100 m più ad ovest dell'area sopra descritta (fig. 96). Sul lato sud del promontorio infatti, è visibile un taglio con andamento rettilineo lungo circa 20 m, posto ad una quota di 7 m s.l.m. L'andamento e la regolarità del taglio fanno ritenere che esso abbia origine antropica, e che si tratti di un fronte di estrazione. Lo spazio che separa la parete tagliata dal mare, situato ad una distanza di 20 m in direzione sud e circa 7 m più in basso, appare colmato da una fitta vegetazione impenetrabile, in quanto costituita perlopiù da rovi. La presenza

della vegetazione ha impedito di indagare ulteriormente questo *locus* estrattivo.

Altri tagli più o meno paralleli a questo, seppure meno regolari, si trovano poco più a nord, a una distanza rispettivamente di 3,80 e 7,7 m.

4.2.3.4 La tecnica estrattiva: i segni degli strumenti

Nella cava posta al limite orientale del promontorio si conservano inalterati i segni degli strumenti utilizzati per l'estrazione della pietra. Sui fronti di

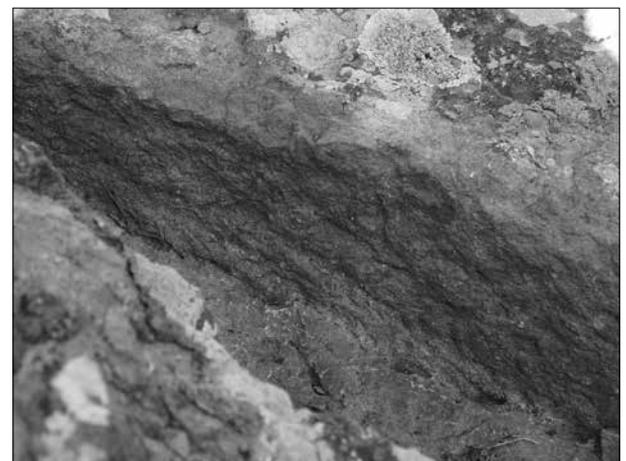


Fig. 97. Tracce di piccone sulla faccia laterale di un blocco semi-cavato.



Fig. 98. Trincea di separazione tra due blocchi.

taglio infatti, così come sulle pareti delle trincee di separazione dei blocchi semi-cavati, sono visibili incisioni rettilinee parallele che testimoniano l'uso del piccone (fig. 97). La regolarità dei solchi e la loro morfologia fa credere che sia stato usato un piccone leggero. Dalle tracce rimaste impresse nella roccia si può ipotizzare che in fase di estrazione sia stato usato uno strumento con estremità a punta, anche se non si può escludere l'uso di un piccone a tagliente dritto.

È evidente quindi che anche in questa cava la pietra venne estratta con il metodo della tagliata a mano, cioè scavando delle trincee lungo i lati del blocco che si voleva estrarre, e quindi procedendo al suo distacco dal banco roccioso. Le trincee hanno profilo a U e fondo piatto; la loro larghezza oscilla tra i 10 e 30 cm circa (fig. 98).

Similmente a quanto riscontrato nelle altre cave circostanti la città di Nora però, anche in questo sito non sono visibili tracce di cunei, elemento che fa ipotizzare che per il distacco finale dei blocchi dalla roccia siano stati utilizzati altri strumenti, quali forse leve metalliche.

4.2.3.5 Morfologia del materiale estratto e considerazioni metrologiche

All'interno della cava venivano estratti perlopiù blocchi parallelepipedi. Due soli elementi (B7 e B8) presentano forma cubica.

I blocchi semi-cavati abbandonati *in situ* presentano dimensioni variabili (fig. 99). Nel caso dei blocchi parallelepipedi, le lunghezze oscillano tra i 1,13 e i 2,10 m, con larghezze comprese tra 0,50 e 0,87 m. I blocchi di forma cubica hanno lato di 0,73-0,77 m (B7) e di 1,14 m (B8).

4.2.3.6 Stime sulla quantità di materiale estratto

La cava ha un'estensione piuttosto ridotta, pari a circa 100 m². Sulla base delle sue dimensioni, nonché dell'altezza dei fronti di taglio e delle tracce in negativo dei blocchi estratti, si può calcolare che essa abbia fornito circa 90 m³ di pietra. Sulla base di ciò appare evidente che questo sito estrattivo venne utilizzato per un periodo di tempo piuttosto limitato, forse in concomitanza con un particolare cantiere edilizio.

Ben maggiore fu la quantità di materiale estratto nel *locus* estrattivo situato più ad ovest. Tenendo conto della lunghezza e dell'altezza del fronte di taglio, si può infatti calcolare che questo settore fornì 140 m³ di pietra.

4.2.3.7 Il trasporto dei blocchi

Considerata la posizione della cava rispetto al mare, che attualmente dista circa 70 m, e l'assenza di sentieri o strade dirette ad ovest, verso l'interno, appare assai probabile che il trasporto della pietra qui estratta avvenisse per via marittima. Il trasferimento dei blocchi dalla cava alle imbarcazioni utilizzate per il trasporto doveva risultare particolarmente agevole, data la pendenza che contraddistingue il banco roccioso oggetto di cavatura, che permetteva di far scivolare i blocchi verso i punti di imbarco senza grande fatica.

Lungo la linea di costa purtroppo non resta alcuna traccia delle infrastrutture funzionali all'attracco di imbarcazioni e al carico delle merci, quali moli,

N. BLOCCO	LUNGHEZZA (CM)	LARGHEZZA (CM)	ALTEZZA (CM)
B1	191	60	non det.
B2	210	68	non det.
B3	74 (parziale)	82	non det.
B4	92 (parziale)	87	non det.
B5	190	50	non det.
B6	113	56	non det.
B7	77	73	non det.
B8	102 (parziale)	114	non det.

Fig. 99. Tabella riassuntiva delle dimensioni dei blocchi semi-cavati individuati nella cava.



Fig. 100. La cava di Punta d'Agumu in primo piano e, sullo sfondo, il promontorio di Nora.

banchine e bitte, che tuttavia dovevano essere presenti in qualche punto non troppo distante dalla cava.

Una volta caricato il materiale, le imbarcazioni dovevano quindi attraversare il braccio di mare che separa Punta d'Agumu dal promontorio di Nora, superando una distanza di 1,5 km (fig. 100). Non si può comunque escludere che per evitare il mare aperto le barche costeggiassero la costa in direzione nord, fino a raggiungere la penisola di Is Fradis Minoris e quindi il porto della città.

4.2.3.8 Cronologia di sfruttamento

Per la cava di Punta d'Agumu non disponiamo purtroppo di dati cronologici. Sembrerebbe da escludersi la possibilità che si tratti di una cava contemporanea, data l'assenza di notizie circa la sua esistenza, nonché la distanza che la separa dagli edifici di età contemporanea presenti in questa zona. Se infatti si fosse deciso di estrarre pietra per costruire gli alberghi e le altre strutture presenti a Punta d'Agumu, sarebbe stato più logico aprire una cava nel settore occidentale del promontorio, e non alla sua estremità orientale.

Allo stesso modo, si può con buona probabilità escludere che la cava sia stata aperta in occasione della costruzione degli edifici militari che occupano la sommità del promontorio, visto che non vi è corrispondenza tra le caratteristiche del materiale estratto in cava (blocchi parallelepipedi squadrati, di grandi dimensioni) e quelle del materiale impiegato nelle murature degli edifici militari (elementi lapidei di piccole e medie dimensioni, di forma irregolare).

Quasi nessuna informazione si può trarre purtroppo

dai segni degli strumenti e dalla tecnica estrattiva utilizzata all'interno della cava, che ci fornisce solo un *terminus ante quem* poco indicativo, dal momento che si tratta di un metodo utilizzato ininterrottamente in tutto il Mediterraneo dal 2800 a.C. al XVIII secolo d.C.

Pur non disponendo di dati precisi, tenendo conto della posizione della cava, in qualche modo rivolta verso il mare e verso Nora, e della morfologia e delle dimensioni dei blocchi estratti, molto simili ad alcuni elementi impiegati nella città, appare assai probabile che la cava di Punta d'Agumu sia una cava antica, sfruttata dal centro urbano norense per l'approvvigionamento di materiale lapideo da costruzione. È evidente d'altronde che la zona era sicuramente frequentata in epoca antica, come evidenziato dai risultati delle ricognizioni condotte in quest'area negli anni Novanta del secolo scorso, che hanno portato all'individuazione, lungo le pendici settentrionali della punta in prossimità della quota 16, di alcuni frammenti ceramici probabilmente di epoca romana e medievale (NR 92-R 7.1,2,3)¹³³. Nel corso delle ricognizioni finalizzate all'individuazione delle cave, frammenti ceramici e laterizi sono stati ritrovati anche più ad ovest, alla base del promontorio.

Solo ulteriori indagini e analisi archeometriche sui blocchi di andesite in opera negli edifici norensi potranno in futuro avvalorare o smentire l'ipotesi che la cava di Punta d'Agumu sia una cava di epoca antica.

¹³³ BOTTO, RENDELI 1993, p. 159.

4.2.4 Su Casteddu

4.2.4.1 Posizione e inquadramento topografico

Su Casteddu è una collina alta 68 m s.l.m. situata all'estremità occidentale del paese di Pula, in prossimità della strada statale 195 (1499782,2 E; 4318290,6 N)¹³⁴ (figg. 101 e 102). In età medievale, la collina ospitava un castello, di cui oggi non resta traccia¹³⁵. Attualmente, il settore centro-meridionale di Su Casteddu è in parte occupato da un depuratore.

La cava di Su Casteddu, individuata per la prima volta nel 2000, in occasione di prospezioni geologiche nel territorio finalizzate all'individuazione della provenienza dei materiali lapidei in uso nel teatro¹³⁶, è citata in uno studio dedicato alle cave antiche della Sardegna meridionale¹³⁷.

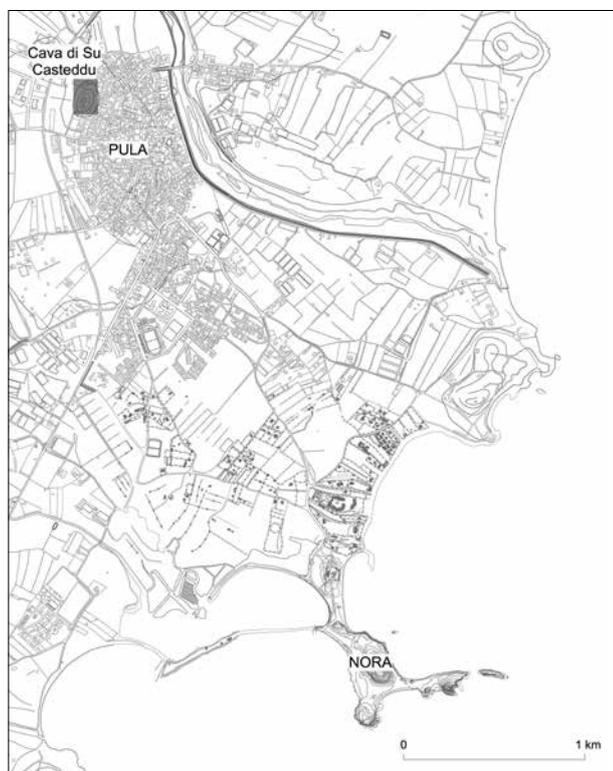


Fig. 101. Carta tecnica regionale con indicata la posizione della cava di Su Casteddu.

4.2.4.2 Inquadramento geologico

La collina di Su Casteddu è costituita da rocce vulcaniche dell'Oligo-Miocene. La roccia qui affiorante presenta struttura porfirica e colore rosa-vio-



Fig. 102. La collina di Su Casteddu vista da ovest.

laceo. A livello macroscopico, essa è caratterizzata dalla presenza di feldspati alterati, di colore bianco e di dimensioni variabili¹³⁸.

Secondo quanto riferito dal La Marmora, nella parte superiore della collina la roccia è meno compatta che nella parte inferiore¹³⁹.

4.2.4.3 La cava

Su Casteddu è una cava a cielo aperto, che si estende complessivamente su una superficie di circa 4000 m². Essa fu a più riprese sfruttata per l'estrazione di materiale da costruzione. Nonostante la presenza di una fitta vegetazione, è possibile osservare la presenza di fronti di taglio e tracce di estrazione in più punti della collina.

Un primo *locus* estrattivo si trova nel settore nord-est del colle (fig. 103). Lungo il sentiero che conduce alla sommità della collina infatti, il banco roccioso affiorante appare inciso da tagli rettilinei regolari; nella stessa zona inoltre sono visibili alcune trincee di estrazione, nonché le tracce in negativo di blocchi estratti (figg. 104 e 105). Fronti di taglio e labili tracce di cunei sono presenti anche sulla sommità della collina, oggi occupata da alcune antenne.

Un altro lungo fronte di taglio è forse riconoscibile sul lato orientale della collina, a mezza costa, alla base del sentiero che conduce alla cima del colle. In questo punto, vi è una sorta di piazzale pianeggiante, dove sono presenti alcuni massi informi forse distaccatisi dal fronte roccioso o forse qui accumulati prima di essere lavorati.

¹³⁴ Le coordinate si riferiscono alla sommità della collina.

¹³⁵ I resti del castello erano ancora visibili agli inizi del Novecento. Essi vennero visti anche dal La Marmora nel 1860 (DELLA MARMORA 1857, p. 433). A proposito del castello, cfr. GARAU 2007, pp. 71-74.

¹³⁶ Cfr. MELIS, COLUMBU 2000.

¹³⁷ Cfr. COLUMBU *et alii* 2007.

¹³⁸ MELIS, COLUMBU 2000, p. 114.

¹³⁹ DELLA MARMORA 1857, p. 433.

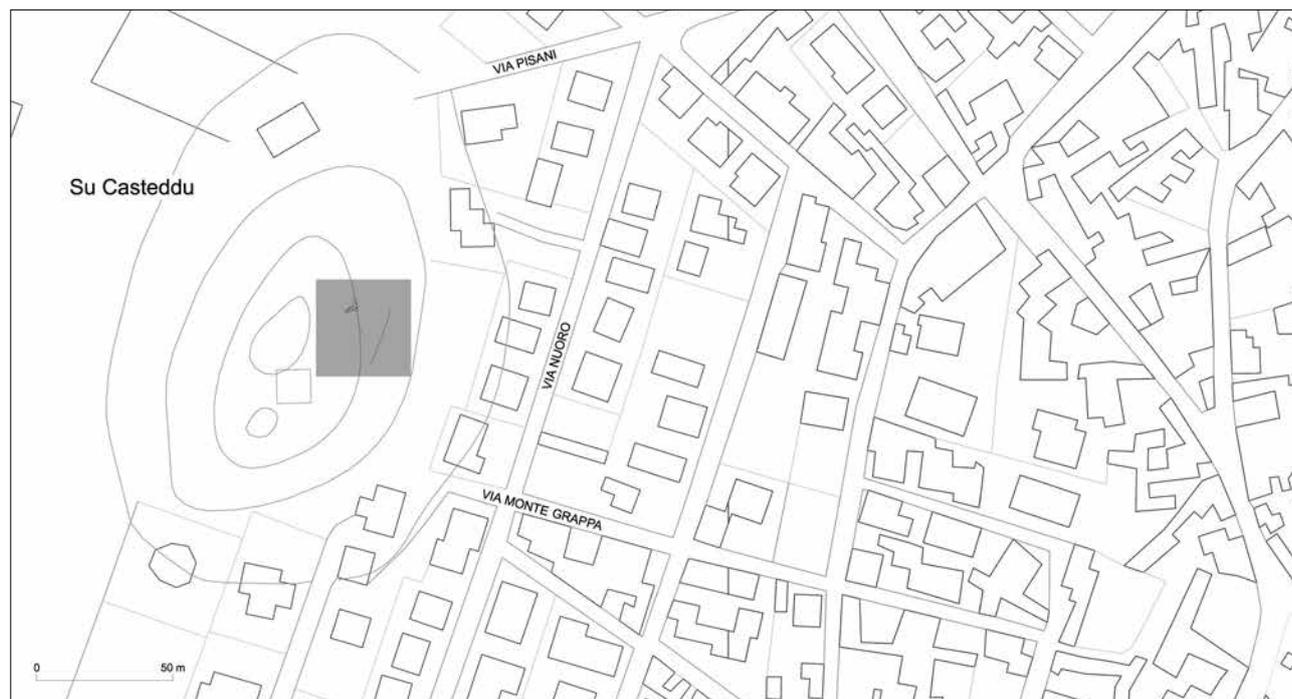


Fig. 103. Localizzazione dei segni di estrazione presenti nel settore nord-orientale di Su Casteddu (Pula).

Anche la parte occidentale di Su Casteddu fu interessata da operazioni di cavatura. Sebbene la presenza della vegetazione impedisca di raggiungere questo lato del colle, dalla sommità guardando verso sud-ovest si può notare la presenza di un blocco parallelepipedo semi-cavato nella parete rocciosa (fig. 106).

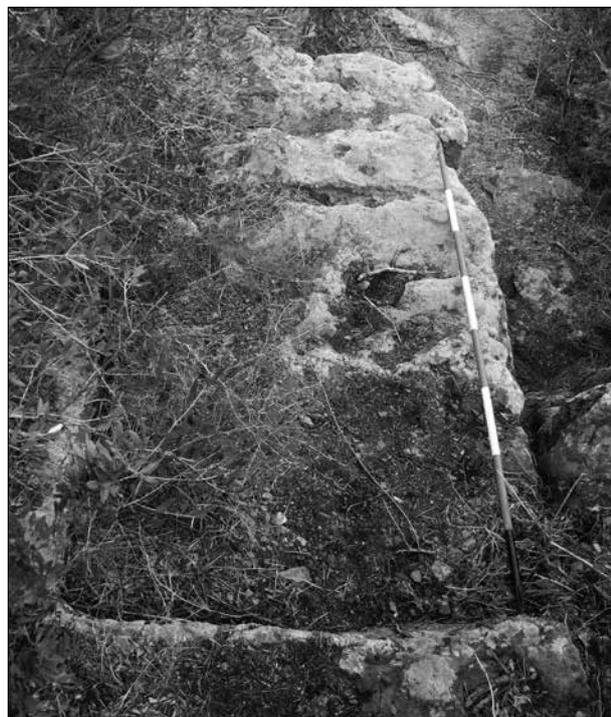


Fig. 104. Tracce di cavatura nel settore settentrionale.

Più recenti sono invece le tracce di cavatura visibili alle pendici sud-orientali del colle. Sui fronti di estrazione sono infatti presenti dei fori cilindrici verticali che testimoniano l'uso del fioretto, uno strumento utilizzato per perforare la roccia e realizzare cavità in cui inserire materiale esplosivo per permettere una più rapida estrazione della pietra, secondo una tecnica introdotta nel XVII secolo e utilizzata in modo sistematico dopo il 1831 (fig. 107)¹⁴⁰. In prossimità di questi segni, sono presenti alcuni residui di lavorazione (schegge e scaglie lapidee e piccoli blocchi).



Fig. 105. Trincea di separazione nel settore settentrionale.

¹⁴⁰ MENICALI 1992, p. 24.

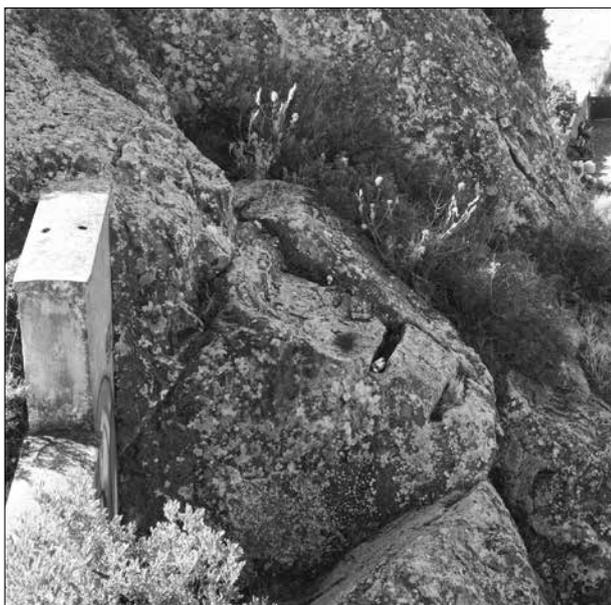


Fig. 106. Blocco semi-cavato nel settore sud-occidentale.

4.2.4.4 Morfologia del materiale estratto

I pochi blocchi semi-cavati ritrovati a Su Casteddu, unitamente alle tracce in negativo lasciate dai blocchi estratti fanno ritenere che qui si estraessero blocchi parallelepipedi di varie dimensioni. A conferma di ciò sarebbe anche la morfologia dei blocchi provenienti da Su Casteddu e impiegati nel teatro di Nora, che presentano le medesime caratteristiche.

4.2.4.5 Quantità di materiale estratto

La scarsa leggibilità delle tracce di cavatura dovuta alla presenza di una fitta vegetazione impedisce di fare un calcolo anche solo approssimativo sulla quantità di pietra estratta in questo sito.

Più interessanti le informazioni ricavabili dall'analisi del materiale in opera nella città di Nora. È noto infatti che blocchi di andesite estratti a Su Casteddu furono impiegati nella costruzione della cavea del teatro della città. Sulla base delle dimensioni e del numero dei blocchi che la compongono, si può calcolare che la cava fornì almeno 150 m³ di pietra.

4.2.4.6 Il trasporto dei blocchi

La cava di Su Casteddu è situata nell'entroterra, a una distanza di circa 3 km dalla città di Nora. È evidente pertanto che il trasporto del materiale estratto avveniva per via terrestre. Trattandosi di una collina, i blocchi potevano agevolmente essere fatti scivolare lungo il pendio, per poi essere caricati sui carri adibiti al trasporto.

La scelta di sfruttare un bacino di approvvigionamento posto a una distanza così notevole dalla città trova motivazione probabilmente nella qualità

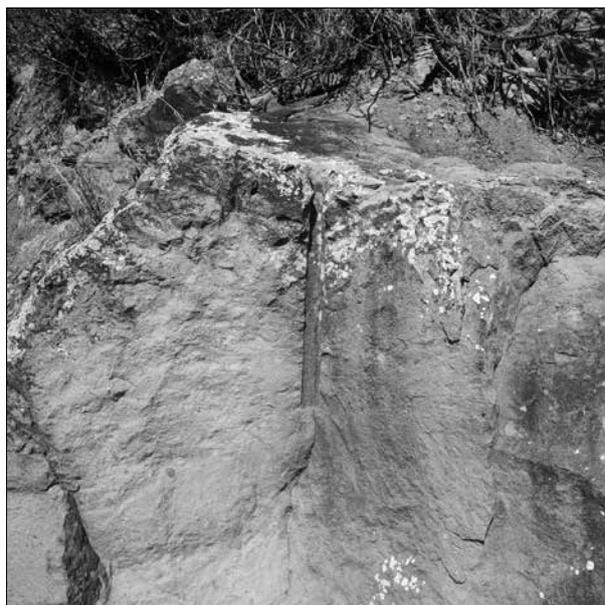


Fig. 107. Foro di fioretto nel settore meridionale.

del materiale affiorante in questo sito, evidentemente migliore di quella degli affioramenti vulcanici più vicini alla città.

4.2.4.7 Cronologia di sfruttamento

La cava di Su Casteddu fu sicuramente sfruttata in età romana. Recenti indagini archeometriche hanno infatti provato che i blocchi di andesite impiegati nel teatro di Nora provengono da questo bacino estrattivo¹⁴¹. È certo quindi che la cava fu utilizzata nella prima età imperiale, quando l'edificio venne costruito. A conferma di una frequentazione dell'area in età romana è il ritrovamento di frammenti ceramici ascrivibili a quest'epoca alle pendici orientali della collina di Su Casteddu¹⁴².

Per le epoche successive, non disponiamo purtroppo di informazioni. È probabile però che almeno alcune delle tracce di cavatura oggi visibili siano da mettere in relazione con la costruzione del castello che venne costruito sulla collina in età medievale, di cui purtroppo non resta traccia.

Lo sfruttamento di questo bacino estrattivo continuò anche in epoche ben più recenti, e cioè dopo il XVIII secolo, come testimoniano i fori da fioretto individuati alle pendici sud-orientali del colle.

¹⁴¹ MELIS, COLUMBU 2000, p. 114; NERVI 2015, pp. 91-92.

¹⁴² Si tratta di frammenti ceramici da mettere in relazione con un insediamento agricolo ritrovati in occasione di una ricognizione effettuata nel 1996. Il tipo di dispersione dei materiali non permette di escludere la presenza di una discarica (BOTTO, FINOCCHI, RENDELI 1998, p. 217).



Fig. 108. Cisterna nel settore orientale della collina.

4.2.4.8 Strutture e infrastrutture antropiche

Sulla collina di Su Casteddu non si conservano strutture o resti di edifici antichi, ad eccezione di una cisterna rettangolare, situata a mezza costa sul lato orientale della collina (fig. 108). Purtroppo non si dispone di dati morfologici o cronologici relativamente a questa struttura, irraggiungibile a causa della presenza di una fitta vegetazione.

4.2.6 L'impiego delle andesiti a Nora

Dopo le arenarie tirreniane, tra i materiali lapidei maggiormente diffusi a Nora vi sono senza dubbio le andesiti. Si tratta di rocce dotate di buone qualità fisico-meccaniche, di colore variabile dal grigio-verdognolo al viola chiaro, al viola scuro e al bruno-rossastro, che possono presentare una struttura compatta ed omogenea (andesiti), o una struttura brecciata (andesiti autobrecciate).

Le andesiti sono facilmente riconoscibili già a livello macroscopico.

4.2.6.1 Contesti d'uso e cronologia di diffusione delle andesiti a Nora

Le andesiti, nelle loro diverse *facies*, si trovano impiegate in quasi tutti i complessi architettonici della città di Nora, in quantità variabili. Questo tipo di rocce venne utilizzato specialmente in contesti pubblici (come si riscontra nel foro, nel teatro, nel tempio romano, nel *macellum/horreum* etc.) e per la

realizzazione di infrastrutture, in particolare per la lastricatura delle strade. Più sporadico sembra essere il loro impiego in edifici privati.

Per quanto riguarda la cronologia di diffusione di questo tipo di pietra, possiamo affermare con certezza che le andesiti furono utilizzate a Nora sin dall'età punica, come dimostrato dalla presenza di scapoli di andesite in strutture murarie costruite tra la fine del VI – inizio V secolo a.C. appartenenti agli edifici sottostanti il lastricato forense (fig. 109)¹⁴³. In questo periodo l'andesite venne impiegata anche sotto forma di schegge per realizzare piani pavimentali, come riscontrato ad esempio in prossimità del vano PS1 del Tempio romano¹⁴⁴.

In età punica quindi, l'andesite sembra essere stata utilizzata esclusivamente sotto forma di scapoli e blocchi di piccole dimensioni non lavorati oppure di schegge, per cui si può ipotizzare che si tratti di materiale di raccolta, più che di materiale di cava.

L'andesite continuò quindi ad essere utilizzata anche in età repubblicana (fine II – inizio I secolo a.C.), come riscontrato ancora nel quartiere precedente il foro¹⁴⁵, per conoscere quindi più ampia diffusione in età imperiale, quando cominciò ad essere impiegata anche sotto forma di elementi squadriati o comunque lavorati.

È probabilmente a partire da questo momento che i giacimenti di andesite presenti nei pressi della città cominciarono ad essere sfruttati in maniera si-



Fig. 109. Scapoli di andesite in opera in una struttura muraria di età punica del quartiere sottostante il lastricato del foro (BONETTO 2009).

¹⁴³ AGUS *et alii* 2009, p. 864.

¹⁴⁴ BONETTO, BERTO, CESPA 2012, p. 207.

¹⁴⁵ AGUS *et alii* 2009, p. 865.



Fig. 110. Blocchi di andesite impiegati nella cavea del teatro.

stematica e via via più intensiva, come si può ipotizzare sulla base della quantità di materiale impiegato nella realizzazione degli edifici costruiti in questo periodo, come il foro e il teatro. Solo per la lastricatura della piazza forense infatti furono necessari circa 300 m³ di pietra¹⁴⁶. Un'ingente quantità di andesite, quantificabile in almeno 150 m³, fu necessa-

ria anche per la costruzione dei gradoni della cavea del teatro (fig. 110).

È probabilmente in questo periodo che iniziarono ad essere sfruttati non più solo gli affioramenti di andesite presenti sul promontorio del Coltellazzo, ma anche quelli del territorio circostante la città antica. La necessità di recuperare materiale da costruzione di qualità spinse infatti gli abitanti di Nora anche a notevole distanza dal centro urbano, fino a raggiungere e a sfruttare gli affioramenti di andesite della collina di Su Casteddu, come dimostrato da recenti indagini archeometriche condotte sui materiali in opera nel teatro, ad essi compatibili¹⁴⁷.

Lo sfruttamento delle cave di andesite proseguì in forma intensiva anche nella media età imperiale, momento in cui Nora conobbe un'importante fase di rinnovamento urbanistico. È in questo periodo infatti che si procedette alla lastricatura delle strade urbane, per cui, tenendo conto dell'estensione della rete stradale, furono necessari almeno 1000 m³ di pietra¹⁴⁸. Nel III secolo d.C., l'andesite fu utilizzata ancora nel foro, per la lastricatura dell'ampliamento nord-orientale della piazza¹⁴⁹, ma anche per la realizzazione delle fondazioni del Tempio romano (fig. 111).



Fig. 111. Fondazioni in scapoli di andesite di un muro della cella del Tempio Romano.

¹⁴⁶ GHIOTTO 2009, p. 268.

¹⁴⁷ Cfr. MELIS, COLUMBU 2000.

¹⁴⁸ BONETTO 2003, p. 28.

¹⁴⁹ GHIOTTO 2009, p. 329; AGUS *et alii* 2009, p. 867.

Per le fasi successive, si dispone di una minore quantità di dati. Scapoli di andesite furono impiegati nelle strutture murarie costruite in età altomedievale nell'area del foro, utilizzate per suddividere l'interno del tempio situato sul lato settentrionale della piazza. In questo caso è molto probabile che si tratti di materiale di raccolta¹⁵⁰.

4.2.6.2 Modalità di impiego delle andesiti in ambito edilizio

Nelle sue diverse *facies*, l'andesite conobbe largo impiego a Nora in ambito edilizio.

Date le sue qualità fisico-meccaniche, essa fu utilizzata in superfici sottoposte a forte usura, quali ad esempio le strade urbane, che risultano tutte lastricate con basoli poligonali di dimensioni variabili e di colore viola chiaro, come si può osservare ancor oggi visitando l'area archeologica (fig. 112). Blocchi squadrati di dimensioni inferiori furono utilizzati invece per la realizzazione dei cordoli stradali.

In andesite è realizzato anche un tratto di strada extraurbana recentemente riportata in luce nell'ex area militare. In questo caso però la pavimentazione è costituita non da basoli, ma da blocchi parallelepipedi, lunghi oltre 2 metri e larghi tra i 60 e gli 80 cm (fig. 113)¹⁵¹. Gli elementi che compongono la pavimentazione di questa strada si distinguono da quelli delle altre strade di Nora non solo per la morfologia (blocchi/lastre anziché basoli), ma anche per il colore che li contraddistingue, che tende al verde, elemento che fa pensare che si tratti di lotti di pietra



Fig. 112. Basoli in andesite di una strada urbana.



Fig. 113. Strada pavimentata in blocchi di andesite individuata nell'ex area della Marina Militare.

provenienti da cave diverse, o comunque da parti diverse dello stesso bacino estrattivo.

A livello pavimentale, l'andesite fu largamente utilizzata anche nel foro di Nora. La piazza è infatti pavimentata in lastre di andesite brecciata di forma sub-rettangolare o quadrata di colore viola, di dimensioni variabili, ma con spessore costante di 20-25 cm¹⁵².

Data la sua resistenza all'usura l'andesite, sotto forma di blocchi parallelepipedi squadrati, fu largamente utilizzata anche per la realizzazione di soglie e gradini. Elementi di questo tipo sono presenti nel Tempio romano, nell'area del foro (archi di accesso), nelle Piccole Terme, nelle Terme a Mare, nella casa dell'atrio tetrastilo e nel santuario di Eshmun. Quasi interamente in blocchi squadrati di andesite è inoltre la cavea del teatro di Nora, scelta che trova chiara motivazione nella forte usura cui erano sottoposti i gradoni dell'edificio, destinati ad essere calpestati da centinaia di spettatori.

Oltre che a livello pavimentale, le andesiti furono utilizzate a Nora anche per la costruzione delle strutture murarie.

Nelle fondazioni, per quanto noto esse furono impiegate esclusivamente sotto forma di scapoli lapidei sbozzati di forma irregolare sia in età punica sia in età romana. È quanto è stato osservato nella massiciata di fondazione dell'edificio sacro sottostante il tempio settentrionale del foro, nelle fondazioni dei muri perimetrali del Tempio roma-

¹⁵⁰ AGUS *et alii* 2009, p. 868.

¹⁵¹ Cfr. ANDREATTA, MAZZARIOL C.S.

¹⁵² L'andesite impiegata nella pavimentazione di prima fase appare di colore viola-grigiastro, quella utilizzata nella seconda fase di colore viola chiaro.



Fig. 114. *Macellum*. Blocco squadrato di andesite utilizzato come piedritto in una struttura muraria con corpo in scapoli dello stesso materiale.

no e nelle fondazioni di alcune strutture murarie del foro (portico est; ambiente quadrangolare lungo il portico est; esedra; curia)¹⁵³. Meno comune ma comunque attestato risulta essere l'impiego dell'andesite negli alzati delle strutture murarie.

Per quanto riguarda l'età punica, scapoli di andesite di forma irregolare sono presenti nei muri degli edifici sottostanti l'area del foro.

In età romana, scapoli irregolari o semi-lavorati di andesite furono impiegati nelle specchiature dei muri a orditura di ritti, come si può osservare ad esempio nell'area A-B, o nei paramenti delle strutture realizzate in opera mista a fasce.

Seppure più di rado, l'andesite venne impiegata nelle strutture murarie anche sotto forma di blocchi squadrati, di solito utilizzati come piedritti, come si riscontra in alcune strutture murarie dell'area A-B e del *macellum* (fig. 114).

4.2.6.3 L'uso delle andesiti per la realizzazione di elementi architettonici

A Nora sono stati ritrovati alcuni elementi architettonici in andesite, e in particolare alcune basi di colonne e pilastri, dei capitelli e alcune cornici¹⁵⁴.

¹⁵³ AGUS *et alii* 2009, p. 866.

¹⁵⁴ Gli elementi architettonici ritrovati a Nora sono presentati in un catalogo edito nel 2005 a cura di S. Mameli e G. Nieddu (MAMELI, NIEDDU 2005). Nel catalogo, per ogni elemento è riportato il materiale costitutivo. Non sempre vi è però corrispondenza tra l'identificazione proposta dai due studiosi e il dato autoptico. Si è proceduto pertanto a una revisione di quanto proposto sulla base delle immagini fornite dagli autori, purtroppo non disponibili per tutti i pezzi. A Nora non sembrano esserci colonne realizzate in andesite, nonostante nel catalogo 6



Fig. 115. Cornice in andesite situata in prossimità del Tempio romano.

Sicuramente in andesite del tipo "brecciato" sono 4 basi di pilastro reimpiegate lungo la strada che conduce alla *domus* dell'Atrio tetrastilo¹⁵⁵.

Per quanto riguarda i capitelli, sono realizzati in andesite alcuni capitelli dorici ritrovati all'interno della città¹⁵⁶ e un capitello corinzieggiante reimpiegato come base di pilastro nel portico antistante il *macellum*, insieme ad altri 2 esemplari¹⁵⁷.

In andesite sono inoltre 3 frammenti di cornici, ritrovati uno ad ovest del Tempio romano (fig. 115)¹⁵⁸ e due nei pressi del teatro¹⁵⁹.

A questi vanno ad aggiungersi forse tre elementi di trabeazione rinvenuti sul colle di Tanit¹⁶⁰.

frammenti di colonna siano identificati come realizzati in questo materiale (nn. 2, 6, 13, 14, 15, 17). Almeno 4 di essi sono infatti sicuramente in arenaria (nn. 6, 13, 14, 15), mentre per gli altri due (nn. 2 e 17) non si dispone di immagini.

¹⁵⁵ Corrispondenti al n. 17 del catalogo di G. Nieddu e S. Mameli (MAMELI, NIEDDU 2005, p. 28), cui vanno forse ad aggiungersi due basi attiche e una base composita a cui vanno aggiunte forse anche le basi nn. 6, 9 e 18, identificate come in andesite. Per due di esse (nn. 9 e 18) non si dispone però di immagini che permettano una verifica del materiale costitutivo; la terza base (n. 6) invece, secondo quanto desumibile dalle foto, sembra essere in calcare.

¹⁵⁶ Sicuramente in andesite, del tipo brecciato, è il capitello n. 23 del catalogo di G. Nieddu e S. Mameli. A questo vanno aggiunti forse anche i nn. 1, 2, 4, 6, 14, 15, 16, 19 presentati nel medesimo catalogo, sebbene sulla base delle sole foto fornite dagli autori non sia possibile un'identificazione sicura del materiale costituente i pezzi.

¹⁵⁷ Il n. 34 del catalogo di G. Nieddu e S. Mameli.

¹⁵⁸ Il n. 5 del catalogo di G. Nieddu e S. Mameli.

¹⁵⁹ I nn. 21 e 22 del catalogo di G. Nieddu e S. Mameli.

¹⁶⁰ Corrispondenti al n. 23 del catalogo di G. Nieddu e S. Mameli.

4.3 LE CAVE DI ARENARIA GRIGIA

4.3.1 La cava di Sa Perdera

4.3.1.1 Posizione e inquadramento topografico

La cava di Sa Perdera si trova a una distanza di circa 3,5 km dal paese di Pula, in direzione nord-ovest, e a 6,5 km dalla città di Nora (1496494,18 E; 4319463,76 N)¹⁶¹ (fig. 116).

Il toponimo della cava, già nota da precedenti segnalazioni, è estesamente significativo, in quanto Sa Perdera in sardo significa “mucchio di pietra”¹⁶².

Si tratta di una cava attualmente non attiva, situata sul versante orientale di una collina denomina-

ta Sa Sarpa, in un terreno di proprietà privata¹⁶³ (fig. 117). La cava si affaccia su una stretta valle, la valle del Riu Sa Perdera, oggi percorsa da una strada carribile, e fronteggia una collina del tutto analoga a quella di Sa Sarpa, nota come Salamone.

4.3.1.2 Inquadramento geologico

La collina interessata dall'attività estrattiva è costituita da affioramenti di arenarie riferibili alla serie sedimentaria della Formazione del Cixerri¹⁶⁴.

Il materiale estratto nella cava di Sa Perdera è un'arenaria di colore grigio e granulometria variabile da media a grossa, del tutto priva di fossili e di figure sedimentarie, il cui contenuto mineralogico



Fig. 116. Carta tecnica regionale con indicata la posizione della cava di Sa Perdera.

¹⁶¹ Le coordinate si riferiscono al centro della cava.

¹⁶² La cava è stata identificata nel corso delle ricognizioni effettuate in questo settore del territorio norense tra il 1992 e il 2003. Si tratta del sito R27.1 (cfr. BOTTO, FINOCCHI, RENDELI 1998, p. 215; BOTTO, RENDELI 1998, p. 730; BOTTO, MELIS, RENDELI 2000, p. 266) e, secondo le indicazioni fornite dall'autrice, corrisponderebbe alla cava 1 nell'elenco fornito da C. Nervi (NERVI 2013 e NERVI 2015). A proposito della cava si veda anche MELIS, COLUMBU 2000, p. 103; FINOCCHI 2002, p. 169; COLUMBU *et alii* 2007, p. 130; AGUS *et alii* 2009, p. 860.

¹⁶³ Il terreno è attualmente di proprietà della famiglia Argiolas. Si ringrazia il signor Tommaso Argiolas e sua figlia Tiziana per averci fatto visitare la cava e per averci permesso di fotografarla e di effettuare alcune misurazioni, nonché per la squisita ospitalità.

¹⁶⁴ Cfr. MELIS, COLUMBU 2000, p. 107 e AGUS *et alii* 2009, p. 860, con bibliografia di riferimento sulla serie sedimentaria del Cixerri.



Fig. 117. Panoramica della cava di Sa Perdera. Vista da nord-est.



Fig. 118. Localizzazione e pianta della cava di Sa Perdera.

è costituito essenzialmente da quarzo abbondante, feldspati, qualche mica, qualche frammento di roccia (soprattutto di scisti)¹⁶⁵.

4.3.1.3 La cava

La cava di Sa Perdera è una cava a cielo aperto a pianta quadrangolare, che occupa un'area di circa 20 x 30 m (fig. 118).

I limiti nord, ovest e sud della cava sono costituiti da fronti di estrazione verticali, in alcuni punti strutturati a gradoni (fig. 119). L'altezza dei fronti di taglio raggiunge un'altezza superiore ai 5 m sul lato ovest, e va riducendosi procedendo verso est, in direzione della valle. La progressiva diminuzione dell'altezza dei fronti è legata alla naturale conformazione del banco roccioso, la cui altezza diminuisce procedendo da ovest verso est.

Al centro della cava vi è un'area pianeggiante, evidentemente utilizzata in antico come piazzale di cava, e oggi coperta di terra.

4.3.1.4 La tecnica estrattiva: i segni degli strumenti

Sui fronti di estrazione sono ben visibili i segni degli strumenti utilizzati per la cavatura. Si tratta di incisioni con andamento curvilineo tra loro paralle-



Fig. 119. Parete strutturata a gradoni della cava di Sa Perdera.

le, che testimoniano che la cavatura venne effettuata a mano, per mezzo di picconi. L'andamento "a festoni" delle tracce leggibili sulle pareti rocciose fa ipotizzare che per l'estrazione sia stato utilizzato il piccone pesante (fig. 120).

All'interno della cava non sono state individuate tracce di cunei, per cui anche in questo caso non è chiaro con quali strumenti si procedesse al distacco finale dei blocchi dal banco roccioso.

4.3.1.5 Morfologia del materiale estratto

All'interno della cava non sono stati ritrovati manufatti semi-cavati abbandonati *in situ*. La morfologia dei fronti di estrazione e le tracce in negativo del materiale estratto dimostrano però che a Sa Perdera si estraevano blocchi parallelepipedici di varie dimensioni.

4.3.1.6 Il trasporto dei blocchi

Data la distanza che intercorre tra Sa Perdera e Nora, pari a circa 6,5 km, il trasporto del materiale estratto dalla cava alla città antica comportò senza dubbio notevoli sforzi.

Dal momento che la cava di trova in collina, il trasferimento dei blocchi verso la strada che li avrebbe condotti al luogo di destinazione era agevolato dalla naturale pendenza del banco roccioso, che permetteva di far scivolare senza fatica i blocchi dalla cava verso la valle del Riu Sa Perdera.

Successivamente il materiale, caricato su carri, poteva essere trasportato fino a Nora¹⁶⁶.

4.3.1.7 Cronologia di sfruttamento

La cava di Sa Perdera fu sicuramente sfruttata in età romana dagli abitanti di Nora, che vi cavarono perlomeno alcuni blocchi utilizzati per la costruzione della cavea del teatro, come è stato recentemente dimostrato da analisi archeometriche condotte sul materiale in opera nell'edificio norense¹⁶⁷.

La frequentazione di questo sito in età romana trova conferma nei dati raccolti nell'ambito delle ricognizioni effettuate negli anni Novanta del secolo scorso, che hanno portato alla scoperta, sulla collina

¹⁶⁶ Sembra da escludersi un trasporto del materiale per via fluviale, dal momento che la via d'acqua più vicina, costituita dal Rio Pula, dista circa 3,5 km dalla cava (a proposito di questa ipotesi, cfr. NERVI 2013, p. 91. Nel contributo viene erroneamente detto che il Rio Pula dista soli 300 m dalla cava, ma la distanza tra la cava e il fiume è in realtà di più di 3 km). Sfruttando il Rio Pula, le operazioni di trasporto si sarebbero infatti allungate in termini di tempo e di costi, dal momento che dopo essere stato trasportato per oltre 3 km su carri, il materiale cavato avrebbe dovuto essere caricato su imbarcazioni, per poi scendere fino al mare, costeggiare la costa e quindi raggiungere la città di Nora.

¹⁶⁷ Cfr. MELIS, COLUMBU 2000.

¹⁶⁵ MELIS, COLUMBU 2000, p. 111.



Fig. 120. Tracce di piccone con andamento “a festoni” su un fronte di cava.

di fronte alla cava, di tracce di sepolture a fossa e di un possibile sito agricolo di età tardo-repubblicana, elemento che fa ipotizzare la presenza di un insediamento stabile dotato di necropoli, forse legato allo sfruttamento della cava¹⁶⁸.

Una conferma della frequentazione del sito in età romana è data inoltre dal frequente ritrovamento, da parte dei proprietari del terreno, di frammenti ceramici e laterizi di epoca romana. Effettivamente, anche nel corso del sopralluogo da noi effettuato all'interno della cava, a breve distanza dai fronti di estrazione sono stati ritrovati frammenti di laterizi, nonché frammenti di ceramica a pareti sottili e di ceramica depurata¹⁶⁹.

Se non vi sono dubbi circa lo sfruttamento del sito in età romana, più fragile sembra essere l'ipotesi avanzata da alcuni studiosi circa un suo possibile sfruttamento in età punica, formulata sulla base delle misure di alcuni tagli, dal momento che i tagli mi-

surati, ancora oggi visibili, sono probabilmente da riferirsi ad attività di cavatura molto più recenti¹⁷⁰.

È certo infatti che la cava fu sfruttata anche in età contemporanea. Secondo quanto riferito dal proprietario del terreno infatti, la pietra di Sa Perdera venne utilizzata nel 1800 per la costruzione del ponte sul Rio Pula. Questa pietra inoltre sarebbe stata utilizzata per anni per realizzare abbeveratoi per il bestiame¹⁷¹, nonché per la costruzione della chiesa di San Giovanni Battista di Pula. È molto probabile pertanto che le tracce di cavatura oggi visibili sui fronti di estrazione siano da riferirsi all'attività estrattiva ottocentesca.

4.3.2 Altre cave di arenaria grigia

Le ricognizioni condotte tra il 1992 e il 2003 nel territorio di Nora, nell'ambito di un progetto di ricerca finalizzato a indagare la frequentazione dell'area in età fenicia e punica, hanno interessato anche l'area situata a nord-ovest di Pula, caratterizzata dalla presenza di affioramenti di arenarie della formazione del Cixerri¹⁷².

Nel corso di tali ricognizioni, oltre alla cava di Sa Perdera (cfr. paragrafo 4.3.1), sono stati individuati altri 3 siti estrattivi¹⁷³, che purtroppo non è stato possibile visitare, né sottoporre ad analisi diretta. Vengono comunque qui riportati i dati editi ad essi relativi.

4.3.2.1 Sito estrattivo ad est del Rio San Giovanni Daga¹⁷⁴

La cava è situata sul pendio di un pianoro a nord-est dell'azienda Farina e a sud-ovest dell'azienda Baustella, in un punto ove vi è un affioramento di arenaria grigia che si estende in lunghezza per circa 60 m. La cava è a forma di ferro di cavallo. Il fronte di estrazione è alto 10 m e lungo 10 m, e reca incisi segni di attività di cavatura.

¹⁷⁰ BOTTO, MELIS, RENDELI 2000, p. 266. In un articolo precedente viene riferito che nella cava vi sono tagli riconducibili a standard metrici differenti (cfr. BOTTO, FINOCCHI, RENDELI 1998, p. 215). Secondo C. Nervi, nella cava si riconoscono standard metrici sia punici che romani. La studiosa afferma che le misure variano da 63 a 90 cm (NERVI 2013, p. 90 e NERVI 2015, p. 588).

¹⁷¹ AGUS *et alii* 2009, p. 860, nota 21; NERVI 2013, p. 92.

¹⁷² A proposito delle ricognizioni nel territorio si veda BOTTO, RENDELI 1998; RENDELI 2005; BOTTO 2011, con bibliografia precedente.

¹⁷³ Cfr. NERVI 2013 e NERVI 2015.

¹⁷⁴ La cava, identificata con il numero 4 nei contributi di C. Nervi (cfr. NERVI 2013 e NERVI 2015), sembra corrispondere al sito denominato R26.9 (località Sa Perderedda), citato in uno degli articoli in cui vengono presentati i risultati delle ricognizioni in questo settore di territorio (BOTTO, FINOCCHI, RENDELI 1998, p. 215).

¹⁶⁸ BOTTO, FINOCCHI, RENDELI 1998, p. 215; BOTTO, RENDELI 1998, p. 730; BOTTO, MELIS, RENDELI 2000, p. 266.

¹⁶⁹ C. Nervi afferma di aver ritrovato in questo sito solo ceramica comune da cucina e non materiale ceramico diagnostico (NERVI 2013, p. 90 e NERVI 2015, p. 588).



Fig. 121. Soglia in arenaria grigia della *domus* dell'Atrio tetrastilo.

In questo sito è stato ritrovato un blocco semi-cavato che misura 65 x 40 x 40 cm, nonché alcuni cumuli di scarti di lavorazione, che testimoniano che prima di essere trasportato il materiale cavato veniva sottoposto ad una prima lavorazione¹⁷⁵.

Nel corso delle ricognizioni sono stati recuperati materiali ceramici che documentano una frequentazione del sito dal II secolo a.C. al VI secolo d.C., con un picco di presenze tra il II e il III secolo d.C. La tipologia dei frammenti ceramici fa ipotizzare la presenza di un insediamento nei pressi della cava. Nel sito sono stati ritrovati anche alcuni nuclei di magnetite.

4.3.2.2 Sito estrattivo ad ovest del Rio San Giovanni Daga¹⁷⁶

Un altro possibile *locus* estrattivo è stato individuato sul lato ovest del Rio San Giovanni Daga. In questo sito sono stati individuati tagli lunghi 55 cm. L'area non ha restituito reperti ceramici¹⁷⁷.

4.3.2.3 Sito estrattivo ad est del Rio Sa Perdera¹⁷⁸

Altre tracce di estrazione sono state individuate ad est del Rio Sa Perdera, sulla collina che fronteggia la cava di Sa Perdera (cfr. paragrafo 4.3.1).

Il sito ha restituito materiale ceramico databile tra il II secolo a.C. e il II secolo d.C.¹⁷⁹.

¹⁷⁵ NERVI 2013, p. 87 e NERVI 2015, p. 585. In un articolo precedente si parla della presenza di blocchi di arenaria grigia lunghi 52 cm, nonché di blocchi squadrati di arenaria ("panchina") tirreniana (BOTTO, FINOCCHI, RENDELI 1998, p. 215).

¹⁷⁶ La cava è identificata con il numero 3 nei contributi di C. Nervi (cfr. NERVI 2013 e NERVI 2015).

¹⁷⁷ NERVI 2013, pp. 89-90 e NERVI 2015, p. 588.

¹⁷⁸ La cava è identificata con il numero 2 nei contributi di C. Nervi (cfr. NERVI 2013 e NERVI 2015).

¹⁷⁹ NERVI 2013, p. 90 e NERVI 2015, p. 588. Nelle vicinanze

4.3.3 L'impiego dell'arenaria grigia a Nora

L'arenaria grigia è una pietra facilmente riconoscibile già a livello macroscopico, non tanto per il colore che la caratterizza, talvolta molto simile a quello di alcuni tipi di andesite, quanto più per la sua friabilità e per lo stato di conservazione in cui versa. Si tratta infatti di una pietra molto sensibile all'erosione eolica e marina, per cui la morfologia degli elementi impiegati negli edifici norensi appare spesso molto alterata.

4.3.3.1 Contesti d'uso e cronologia di diffusione dell'arenaria grigia a Nora

L'arenaria grigia conobbe una discreta diffusione nella città di Nora, sicuramente non paragonabile però a quella delle arenarie tirreniane e delle andesiti. Ciò ben si spiega con la maggiore distanza che separa le cave di questo materiale dalla città, pari a circa 6,5 km, e con la pessima qualità di questo materiale, sicuramente facile da lavorare, ma poco resistente.

Sulla base dei dati di cui disponiamo, possiamo affermare che questo tipo di pietra era già noto ed utilizzato in età punica per la produzione di manufatti, e in particolare di stele funerarie. Secondo quanto riportato nel catalogo di S. Moscati e M.L. Uberti infatti, le stele realizzate in questo materiale sono sei¹⁸⁰. Nel definire il materiale costitutivo di questi manufatti, l'autore parla di "arenaria terziaria grigio-violacea". Il suo impiego in ambito edilizio sembra invece

sono stati individuate alcune sepolture. Sulla base di tali evidenze è stata ipotizzata la presenza di un insediamento con annessa necropoli, legata allo sfruttamento delle cave.

¹⁸⁰ Cfr. MOSCATI, UBERTI 1970, nn. 14, 40, 60, 82, 84, 85.

esclusivo dell'età romana, quando la pietra venne utilizzata perlopiù in edifici pubblici, ma anche in edifici privati, sempre unitamente ad altri materiali. La troviamo infatti impiegata nel teatro, nel *macellum*, nella casa dell'atrio tetrastilo, nell'area E, nell'area C e nell'area A-B.

L'ultima attestazione nota dell'uso di arenaria grigia risale all'inizio del V secolo d.C., quando blocchi squadrati di questo tipo di pietra vennero impiegati nella costruzione di un muro realizzato all'estremità settentrionale del portico ovest del foro¹⁸¹.

4.3.3.2 Modalità di impiego dell'arenaria grigia in ambito edilizio

In ambito edilizio, l'arenaria grigia venne impiegata esclusivamente sotto forma di blocchi squadrati di forma parallelepipedica¹⁸².

L'edificio in cui questo materiale trovò maggiore diffusione è senza dubbio il teatro, in cui parte dei gradoni della cavea è realizzata con questa pietra, come è stato possibile verificare per mezzo di indagini archeometriche effettuate di recente¹⁸³. In questo caso l'arenaria grigia è utilizzata insieme all'andesite.

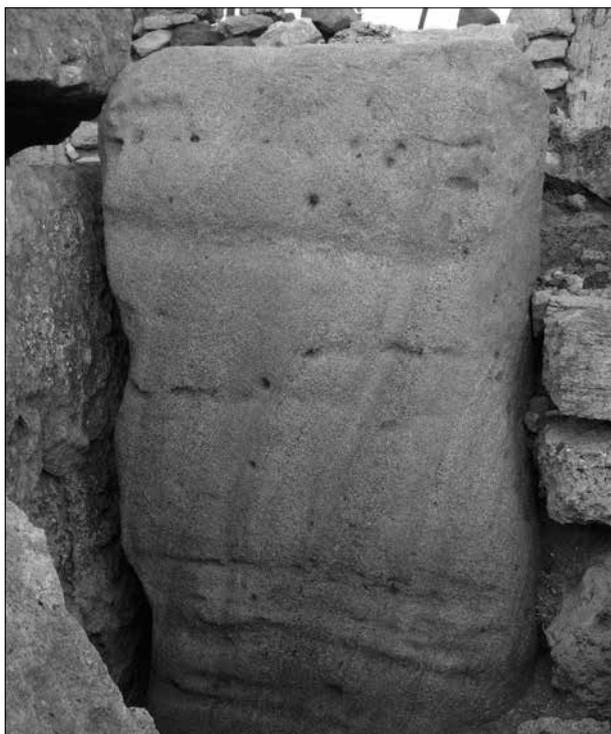


Fig. 122. Piedritto in arenaria grigia impiegato in un muro della casa ad ovest del Tempio romano.

¹⁸¹ GHIOTTO 2009, p. 354.

¹⁸² Alcuni accenni circa l'impiego dell'arenaria grigia a Nora in ambito edilizio si trovano in GHIOTTO 2004, p. 9.

¹⁸³ Cfr. MELIS, COLUMBU 2000. A mio parere non si può escludere però che i gradoni in arenaria grigia siano l'esito di un intervento di restauro.



Fig. 123. Colonna in arenaria grigia fortemente erosa situata in prossimità del quartiere centrale.

Elementi squadrati in arenaria grigia sono impiegati a Nora anche come soglie, come si verifica ad esempio nel *macellum* e nella *domus* dell'Atrio tetrastilo (fig. 121), o talvolta nelle strutture murarie come piedritti, come si può osservare nella casa ad ovest del tempio romano e in alcuni edifici dell'area A-B e dell'area C (fig. 122).

4.3.3.3 L'uso dell'arenaria grigia per la realizzazione di elementi architettonici ed altri manufatti

L'arenaria grigia fu utilizzata anche per la realizzazione di elementi architettonici e altri manufatti. A Nora sono presenti infatti alcuni fusti di colonna realizzati in questo materiale, ben riconoscibili per la forte alterazione che li contraddistingue. Tre di essi si trovano in opera nel peristilio orientale dell'area E¹⁸⁴ (fig. 123). Un altro fusto di colonna in arenaria grigia giace abbandonato in prossimità della casa dell'atrio tetrastilo. In arenaria grigia

¹⁸⁴ I tre fusti di colonna dell'area E sono presenti nel catalogo di S. Mameli e G. Nieddu (MAMELI, NIEDDU 2005, nn. 13, 14 e 15). Nel catalogo vengono presentati come elementi in andesite, ma da quanto visibile nelle figure allegate non vi sono dubbi che si tratti di elementi in arenaria grigia.

sono anche alcune basi di colonna e alcuni capitelli ritrovati in città¹⁸⁵.

Per quanto riguarda i manufatti, è noto che l'arenaria grigia fu utilizzata in età punica per la produzione di stele funerarie (cfr. *supra*).

¹⁸⁵ GHOTTO 2004, p. 9. Dal semplice esame della foto allegate al catalogo di S. Mameli e G. Nieddu (MAMELI, NIEDDU 2005), è difficile distinguere quali basi e capitelli in esso contenuti sono in arenaria grigia. Forse in questo materiale è la base attica n. 7, definita genericamente in "arenaria" e i capitelli nn. 10, 11, 12, 18, 21, 22, definiti "in tufo", cui vanno aggiunti forse anche i nn. 13, 14 e 15.

Capitolo 5

Le cave del territorio di Nora: considerazioni di sintesi

Ad oggi, nel territorio circostante Nora sono stati individuati 9 siti estrattivi, posti ad una distanza dalla città antica che varia dai 350 m ai 6,5 km (fig. 124). Si tratta di cave inattive e visitabili, in parte già note da studi precedenti dedicati a Nora o al suo territorio.

L'analisi dettagliata e le ricognizioni nelle cave individuate hanno permesso di ottenere preziose informazioni sulle modalità di sfruttamento dei diversi siti estrattivi, nonché sulle relazioni esistenti tra Nora e le risorse lapidee del territorio. Per mezzo dei dati raccolti è stato così possibile ricostruire una

storia dello sfruttamento delle cave situate in questo settore della Sardegna meridionale, che è risultata essere strettamente legata alla storia della città di Nora, nonché di gettare nuova luce sulle dinamiche economiche, sociali e culturali connesse ai sistemi di approvvigionamento della pietra nel mondo antico.

5.1 LE CAVE DEL TERRITORIO DI NORA: CRONOLOGIA DI SFRUTTAMENTO

Come spesso accade negli studi dedicati alle cave, anche in questo caso uno degli aspetti più problematici della ricerca è stato stabilire la cronologia

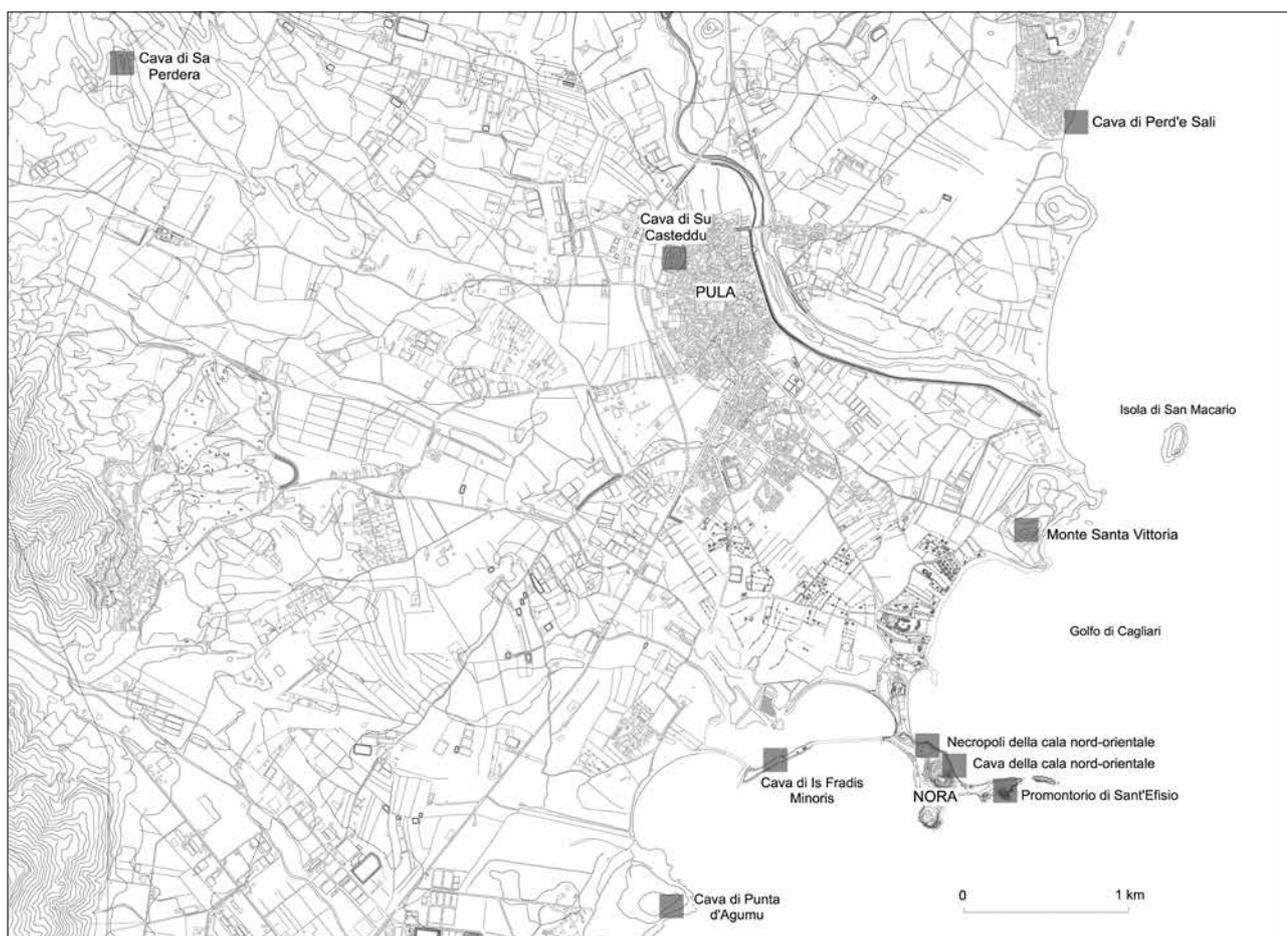


Fig. 124. Carta tecnica regionale con indicata la posizione dei siti estrattivi individuati e oggetto di studio.

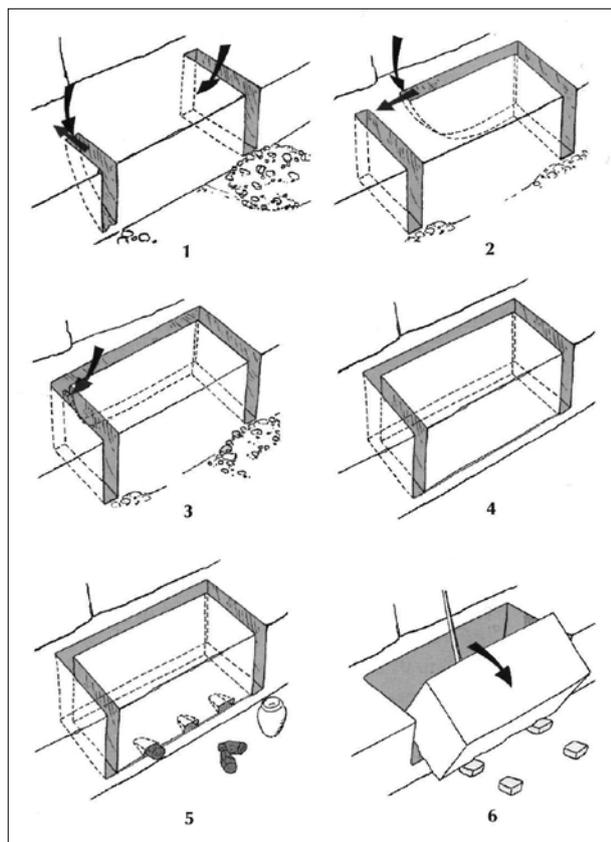


Fig. 125. Schema riassuntivo illustrante le varie fasi di estrazione di un blocco con il metodo della tagliata a mano (BESSAC, SABLAYROLLES 2002).

di sfruttamento dei diversi siti estrattivi analizzati. È noto infatti che nell'impossibilità di svolgere scavi stratigrafici, datare una cava è un'operazione molto complessa e non sempre possibile, per la quale bisogna avvalersi di indizi di varia natura forniti dalla cava stessa, come ad esempio le tracce lasciate dagli strumenti utilizzati per la cavatura, i ritrovamenti di frammenti ceramici o di altri manufatti datanti al suo interno (iscrizioni, etc.) e le caratteristiche di strutture e infrastrutture presenti nel sito, cui vanno aggiunte le indicazioni cronologiche fornite da edifici e monumenti in cui il materiale lapideo proveniente da una determinata cava è impiegato¹.

Un primo discrimine cronologico è dato dalla tecnica utilizzata per l'estrazione della pietra, ricostruibile sulla base dei segni visibili sui fronti di cava. È noto infatti che dal 2800 a.C. fino almeno alla prima metà del 1800 l'estrazione della pietra è avvenuta manualmente, con una tecnica (la cosiddetta "tagliata a mano") che non subì sostanziali modifiche nel tempo, fino a quando picconi e cunei vennero progressivamente sostituiti dapprima dalla

dinamite, e quindi dal filo elicoidale² (figg. 125 e 126). L'assenza di segni dell'uso di dinamite o del filo elicoidale può essere quindi considerata una buona prova del fatto che una cava risalga ad un periodo precedente la metà dell'Ottocento.

Per quanto riguarda le cave di Nora, possiamo affermare che in una sola cava, quella di Su Casteddu, sono state riconosciute tracce sicuramente riferibili all'uso di tecniche meccanizzate, e in particolare all'uso della dinamite, a testimonianza di uno sfruttamento del sito in età contemporanea (cfr. paragrafo 4.2.4). In tutte le altre cave (compresa quella di Su Casteddu), i segni visibili sui fronti di cava (perlopiù segni di piccone) ed altri elementi (trincee di separazione tra i blocchi, fori per cunei, etc.) denunciano l'uso esclusivo di tecniche di estrazione manuali, e in particolare della tecnica della tagliata a mano, elemento che fa propendere per l'ipotesi che si tratti di cave antiche o, certamente, precedenti la metà dell'Ottocento.

Pur nell'assenza di segni di estrazione riferibili all'uso di dinamite o del filo elicoidale, è assai probabile però che anche altre cave oltre a quella di Su Casteddu siano state sfruttate in età contemporanea, sebbene con tecniche di estrazione manuale. È il caso della cava di Sa Perdera che, secondo quanto riferito dall'attuale proprietario, sarebbe stata sfruttata nel 1800 in occasione della costruzione del ponte sul Rio Pula. Un parziale sfruttamento in età contemporanea, da mettere forse in relazione con la realizzazione delle strutture militari poste sulla sommità dei due promontori, è ipotizzabile anche per le cave di Santa Vittoria e Punta d'Agumu.

Procedendo a ritroso, ancor minori sono i dati circa un eventuale sfruttamento delle cave oggetto di studio in età medievale e moderna, attualmente ipotizzabile solo per le cave di Su Casteddu e del promontorio di Sant'Efisia, che furono forse sfruttate per la costruzione delle strutture poste nelle loro immediate vicinanze, e cioè rispettivamente un castello realizzato in età medievale e una torre di avvistamento costruita alla fine del XVI secolo³.

Certo o molto probabile appare invece lo sfruttamento della maggior parte dei siti estrattivi analizzati in epoca antica, e in particolare in età punica e romana (fig. 127).

L'antichità delle cave censite trova conferma infatti in numerosi indizi di vario genere, e in partico-

¹ WÄLKENS, DE PAEPE, MOENS 1988, pp. 91-93.

² A proposito della tecnica della tagliata a mano, cfr. MENICALLI 1992, pp. 22-26; CAGNANA 2000, pp. 37-41; CLAYTON-FANT 2008, pp. 122-124; CAGNANA 2012, pp. 79-84. Per le varie fasi di estrazione di un blocco cfr. KOZELJ 1988 e MONTHÉL 2002.

³ A proposito di Su Casteddu, cfr. BONETTO, GHIOTTO 2013.

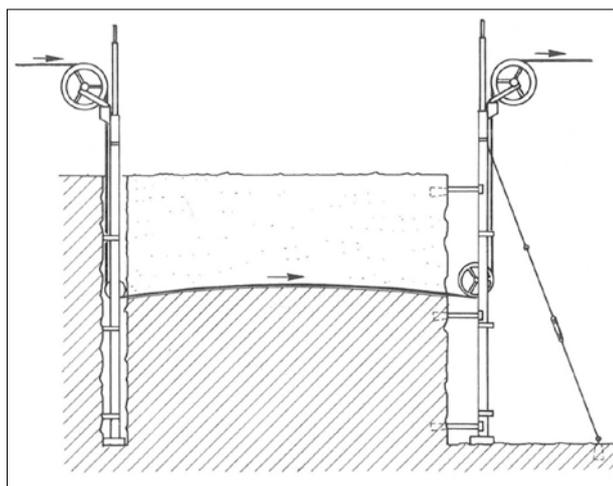


Fig. 126. Disegno ricostruttivo dell'estrazione di un blocco con il filo elicoidale (MENICALI 1992).

lare nella vicinanza e nella stretta relazione tra alcuni siti estrattivi e un centro urbano fenicio, punico e romano qual è Nora (cava della cala nord-orientale, cava della necropoli, Is Fradis Minoris, promontorio di Sant'Ef시오), nella posizione di alcune cave rispetto al mare e nella loro parziale sommersione determinata dalla crescita del livello marino dall'antichità ad oggi (cava della cala nord-orientale, Is Fradis Minoris, Perd'e sali, Su Guventeddu), nella tecnica utilizzata per l'estrazione (e cioè la tagliata a mano, in uso in tutte le cave), nel ritrovamento di manufatti e strutture di età romana all'interno delle cave (Is Fradis Minoris) e soprattutto nella corrispondenza del materiale estratto in cava con quello in uso in strutture ed edifici di età punica e romana, come dimostrato dalle recenti analisi archeometriche condotte su campioni prelevati nel sito di Nora (cava della cala nord-orientale, cava della necropoli, Is Fradis Minoris, promontorio di Sant'Ef시오, Su Casteddu, Sa Perdera). Le uniche cave per cui

l'ipotesi di uno sfruttamento in epoca antica appare più incerta sono la cava di Santa Vittoria e quella di Punta d'Agumu, dal momento che l'unica "prova di antichità" di cui si dispone per questi siti è data dall'uso della tecnica della tagliata a mano e dalla somiglianza della roccia affiorante in questi siti ai litotipi in uso a Nora.

Sulla base di tutti questi elementi, possiamo affermare che quasi tutte le cave analizzate furono sicuramente utilizzate in epoca antica, e in particolare in età punica e/o romana. A conferma di ciò sta il fatto che lo sfruttamento della maggior parte delle cave censite è strettamente legato alla storia edilizia della città, e che esse furono aperte e utilizzate a partire dall'età punica per l'approvvigionamento di materiale lapideo da impiegare negli edifici e nelle infrastrutture urbane, per poi continuare ad essere sfruttate in età romana e quindi cadere progressivamente in disuso a partire dall'età tardoantica, quando la città venne abbandonata.

Le uniche cave per cui non si dispone di prove circa una diretta relazione con la città di Nora sono la cava di Perd'e Sali, la cava di Santa Vittoria e la cava di Punta d'Agumu, sebbene la ridotta distanza che le separa dal centro urbano e l'assenza di altri insediamenti antichi nelle loro vicinanze facciano propendere per l'ipotesi che anche lo sfruttamento di questi siti sia stato finalizzato all'approvvigionamento di materiale da costruzione per gli edifici norensi.

Più difficile risulta invece definire precisamente l'arco cronologico di sfruttamento dei diversi siti estrattivi. Se infatti siamo certi che alcune cave (cava di Is Fradis Minoris, cava di Su Casteddu, cava di Sa Perdera) furono sfruttate in età romana, non sappiamo se i medesimi siti furono sfruttati anche in precedenza. Per altre cave invece abbiamo la certezza che si tratti di cave antiche, ma non di-

CAVA	ANTICA (VI SEC. A.C. – V SEC. D.C.)	MEDIEVALE / MODERNA (VI SEC. D.C. – XIX SEC. D.C.)	CONTEMPORANEA (XIX SEC. D.C. – OGGI)
Is Fradis Minoris	X		
Cava cala nord-est	X		
Cava necropoli	X		
Perd'e sali	X		
Promontorio di Sant'Ef시오	X	X?	
Santa Vittoria	X?		X?
Punta d'Agumu	X?		X?
Su Casteddu	X	X?	X
Sa Perdera	X		X?

Fig. 127. Tabella con indicazione della probabile cronologia di sfruttamento dei siti estrattivi individuati nel territorio di Nora.

CAVA	MATERIALE ESTRATTO	BLOCCHI PARALLELEPIPEDI		TRINCEE		FORI PER CUNEI	FRONTI VERTICALI DI TAGLIO	SEGNI DI STRUMENTI SUI FRONTI VERTICALI
		ELEMENTI SEMI-CAVATI	TRACCIA IN NEGATIVO	A FORMA DI U	A FORMA DI V			
Is Fradis Minoris	arenaria	X	X	X		X	X	X
Cava cala nord-est	arenaria	X		X				
Cava necropoli	arenaria	X		X				
Perd'e sali	arenaria	X						
Promontorio di Sant'Efisio	andesite							
Santa Vittoria	andesite						X	
Punta d'Agumu	andesite	X	X	X			X	X
Su Casteddu	andesite	X	X	X		X	X	
Sa Perdera	arenaria		X				X	X

Fig. 128. Tabella con indicazione delle tracce di attività estrattiva presenti nei siti estrattivi individuati nel territorio di Nora.

sponiamo di dati che ci permettano di distinguere se si tratti di siti punici e/o romani (cava della cala nord-orientale, cava della necropoli, promontorio di Sant'Efisio, cava di Perd'e Sali).

Nonostante ciò, incrociando e confrontando tutti i dati in nostro possesso è stato possibile proporre una ricostruzione della storia dello sfruttamento dei diversi siti estrattivi individuati, in relazione all'evoluzione urbanistica della città di Nora (cfr. capitolo 6).

5.2 L'ATTIVITÀ ESTRATTIVA: TRACCE DI STRUMENTI E METROLOGIA

Nella maggior parte delle cave analizzate si conservano numerose tracce dell'attività estrattiva che si svolse al loro interno.

Si tratta di evidenze di vario genere: fronti di taglio verticali, trincee e solchi di delimitazione dei blocchi, segni di strumenti visibili sui fronti di cava, blocchi semi-cavati abbandonati all'interno delle cave e tracce in negativo dei blocchi già estratti e, in rari casi, fori di alloggiamento per cunei. In un solo sito (promontorio di Sant'Efisio, cfr. paragrafo 4.2.1) non sono state individuate tracce di questo genere (fig. 128).

Come si evince dalla tabella sopra riportata, in quasi tutte le cave analizzate sono presenti degli elementi semi-cavati, abbandonati prima che il processo di estrazione fosse completato. Si tratta esclusivamente di elementi di forma parallelepipeda, alla cui presenza fa da controparte la totale assenza di

elementi semi-cavati di forma cilindrica, in analogia a quanto finora riscontrato nelle cave di età romana del Mediterraneo, in particolare in quelle di pietre non ornamentali⁴.

Nel corso delle ricognizioni nelle cave di Nora, tutti i blocchi semi-cavati presenti al loro interno sono stati accuratamente misurati. Analogamente, si è proceduto a misurare anche le tracce in negativo dei blocchi estratti, dove queste risultavano leggibili, pur nella consapevolezza che si tratta di misure meno attendibili, in quanto potrebbero non sempre esattamente coincidere con quelle degli elementi cavati.

Per quanto riguarda la lunghezza e la larghezza degli elementi, in un solo caso, e cioè nella cava della cala nord-orientale, si è notata la presenza, tra i blocchi semi-cavati, di dimensioni ricorrenti, che sembrerebbero indicare un'estrazione secondo moduli standardizzati, applicando unità di misura proprie del mondo punico, e in particolare del cubito da 50-51 cm, unità di misura diffusa in Africa e in altri contesti punici, e utilizzata soprattutto per lavori di muratura o taglio delle pietre⁵. In questo sito estrat-

⁴ GUTIÉRREZ GARCIA-MORENO 2009, p. 262.

⁵ Cfr. paragrafo 4.1.2.6 e BARRESI 2007, p. 28. Questa unità di misura, probabilmente derivata dal mondo mesopotamico, è attestata a Biblo, nel tempio della Baalat, dove ricorre nello spessore dei muri; nel santuario fenicio di Amrit, in cui sono presenti pilastri monolitici lunghi 1 m e larghi 50 cm; negli edifici abitativi di Mozia, che presentano muri spessi 50-51 cm; a

tivo infatti, numerosi blocchi presentano dimensioni pari a circa 50 x 100 cm, misure corrispondenti rispettivamente a 1 e 2 cubiti punici da 50 cm.

Alla luce di ciò appare verosimile che in questa cava le dimensioni dei blocchi siano state stabilite a priori, e non siano state determinate o influenzate dalle caratteristiche del banco roccioso affiorante, se non forse per quanto riguarda l'altezza, dimensione per cui però non si dispone di informazioni precise e attendibili dal momento che, trattandosi di blocchi semi-cavati, le misure rilevate potrebbe non essere quelle definitive. Quello della cava della cala nord-orientale è però un caso isolato nel panorama delle cave del territorio di Nora. Negli altri siti estrattivi infatti non si riscontra una pari omogeneità dimensionale negli elementi semi-cavati abbandonati al loro interno. Molto più varie sono ad esempio le dimensioni dei blocchi presenti nella cava di Is Fradis Minoris, sebbene anch'esse siano almeno in parte riconducibili a unità di misura puniche. In questo sito, degno di nota è il fatto che i blocchi con misure di tipo punico si concentrano nel settore orientale della penisola, mentre nel settore sud-occidentale della cava, il più lontano da Nora e probabilmente l'ultimo ad essere sfruttato, sono presenti invece blocchi con dimensioni riconducibili ad un'unità di misura tipicamente romana, e cioè il piede da 29,6 cm.

Questo elemento, letto in chiave cronologica, sembrerebbe indicare una progressione nello sfruttamento di questo sito da est verso ovest, con un'applicazione, nelle fasi più antiche, di unità di misura puniche, e solo in un momento successivo di unità di misura romane⁶.

Nelle cave di arenaria tirreniana pertanto, e in particolare nella cava della cala nord-orientale e forse, in parte, in quella di Is Fradis Minoris, nel

processo di estrazione le dimensioni dei blocchi, e in particolare la loro lunghezza e larghezza, sembrano corrispondere a moduli specifici ed essere state stabilite a priori, in base non alla natura della roccia quanto più alla cultura metrologica delle maestranze o forse alle specifiche richieste dei costruttori. Anche per quanto riguarda l'altezza dei blocchi le caratteristiche della roccia, e in particolare la presenza di giunti di separazione tra i diversi livelli rocciosi, come quelli che contraddistinguono gli affioramenti di arenarie tirreniane, sembra aver influenzato poco il processo estrattivo, come si è osservato ad esempio nella cava di Is Fradis Minoris, analizzando le assise leggibili sui fronti di estrazione. Ciò sembra essere confermato anche dall'analisi macroscopica dei blocchi in opera negli edifici norensi. Nel teatro ad esempio, sono presenti alcuni blocchi di arenaria tirreniana nei quali sono ben distinguibili due distinti livelli rocciosi, a testimonianza che la loro altezza fu stabilita senza tener conto della maggiore divisibilità della roccia in corrispondenza del giunto di separazione tra i due livelli.

Diverso il caso delle cave di andesite. Nell'unico sito ove si conservano blocchi semi-cavati, e cioè nella cava di Punta d'Agumu, le dimensioni rilevate sono ancor più variabili e non sembrano riconducibili a unità di misura note, né puniche, né romane. Ciò trova motivazione con buona probabilità nelle caratteristiche dell'andesite, roccia dura e più difficile da tagliare, che sicuramente esercitarono un forte peso nel processo estrattivo. Tuttavia, non si può escludere che le dimensioni degli elementi siano state determinate dalla destinazione d'uso dei blocchi estratti in questo sito, ad oggi purtroppo sconosciuta.

Altre tracce di estrazione rilevate nelle cave oggetto di studio (cava della cala nord-orientale, cava della necropoli, cava di Is Fradis Minoris, cava di Punta d'Agumu) sono le trincee di separazione tra i blocchi. Interessante notare che tutte le trincee esaminate sono caratterizzate da una sezione a U, mentre totalmente assenti risultano essere le trincee a forma di V. Per quanto riguarda le loro dimensioni, disponiamo di dati solo per la cava di Is Fradis Minoris e per quella della cala nord-orientale.

Nella cava di Is Fradis Minoris, la larghezza media delle trincee si aggira tra i 10 e i 20 cm. Per quanto riguarda la profondità, essa appare molto variabile, e in ogni caso non supera mai i 60 cm. Nella cava della cala nord-orientale invece la larghezza delle trincee varia tra i 2 e i 18 cm, mentre la profondità media è pari a 15-20 cm, fino a raggiungere, solo in un caso, i 45 cm.

Per quanto riguarda gli strumenti utilizzati in fase di estrazione, quasi nulla si conosce sull'e-

Cartagine, in una tomba ipogeica e in edifici risalenti al V secolo a.C. In Africa, tale misura restò in uso anche in età imperiale romana, come dimostrano le misure delle altezze dei blocchi impiegati nel podio del tempio di Augusto e Roma del Foro vecchio di Leptis Magna rilevate da Ioppolo, che presentano un valore medio di 50,5-51 cm (IOPPOLO 1967, p. 95 e fig. 5). Per quanto riguarda le cave, degno di nota è quanto riscontrato in Tunisia, dove in alcune cave costiere sono stati individuati dei blocchi semi-cavati alti 0,50-0,52 cm o 0,45-0,46 cm e lunghi 1,05 cm. (cfr. PASKOFF, TROUSSET 1995, p. 63; SLIM *et alii* 2004, p. 261). Sulla ricorrenza di blocchi con lato di 50-52 cm e di 45-46 cm in alcune cave del Nord-Africa si veda anche MEZZOLANI 2008, pp. 177-178.

⁶ Interessante notare che un analogo progressivo passaggio dall'uso di unità di misura puniche a unità di misura romane è stato osservato anche in città, nell'area del foro, dove in ambito edilizio in età cesariana vennero applicate unità di misura puniche, sostituite solo in età severiana da unità di misura tipicamente romane (GHIOFFO 2009, p. 348).



Fig. 129. Blocco semi-cavato della cava di Punta d'Agumu. Nella trincea di sinistra sono visibili delle tracce forse attribuibili ad un piccone con estremità a punta.

stremità del piccone utilizzato per cavare i blocchi. Ciò è dovuto in alcuni casi all'assenza di fronti di estrazione verticali e quindi di segni lasciati dagli strumenti utilizzati per l'estrazione o, in altri casi, alla forte erosione cui questi sono sottoposti, che ha determinato una forte alterazione delle incisioni presenti sulle pareti rocciose così come all'interno delle trincee, soprattutto nelle cave poste in prossimità del mare, come quella di Is Fradis Minoris.

L'unico caso in cui i segni tracciati dalla punta del piccone sono più leggibili è dato dalla cava di Punta d'Agumu. Nelle trincee di separazione tra i blocchi infatti si riconoscono alcune tracce incise, sulla base delle quali si può supporre che in questo sito sia stato utilizzato forse un piccone con estremità a punta (fig. 129).

Altre informazioni si possono trarre dall'analisi dei segni impressi sui fronti verticali di cava (cava di Is Fradis Minoris, cava di Sa Perdera) e/o sulle pareti delle trincee di separazione tra i blocchi (cava di Is Fradis Minoris, cava di Punta d'Agumu).

Nelle cave esaminate sono stati riscontrati tre diversi tipi di tracce, e cioè incisioni rettilinee rego-

lari, parallele e tracciate nella medesima direzione, distanziate tra loro pochi centimetri e inclinate a 45° (cava di Is Fradis Minoris, cava di Punta d'Agumu), tracce "a spina di pesce", molto regolari, esito di due incisioni di lunghezza analoga tra loro ortogonali (cava di Is Fradis Minoris), e tracce "a festoni", costituite da incisioni parallele, con andamento curvilineo (cava di Sa Perdera). Ciò fa ipotizzare l'utilizzo di due diversi tipi di strumenti e cioè del piccone leggero, nei casi in cui troviamo incisioni rettilinee parallele e inclinate in una sola direzione o a spina di pesce, e invece di un piccone pesante, nel caso della cava di Sa Perdera, dove sono presenti incisioni con il caratteristico andamento "a festoni".

Infine, per quanto riguarda il distacco finale dei blocchi dalla superficie rocciosa, disponiamo purtroppo di pochissimi dati. Sorprendentemente infatti, solamente in due delle cave esaminate (Is Fradis Minoris e Su Casteddu) sono state individuate possibili tracce dell'uso di cunei. In particolare, degno di nota è il caso di Is Fradis Minoris (cfr. paragrafo 4.1.1.7), dove in due aree sono state rilevate delle cavità, peraltro in numero molto ridotto e molto erose, caratterizzate da sezione ovoidale, elemento che porta ad ipotizzare l'utilizzo di cunei lignei⁷. Il fatto che in un caso (area F) i fori si trovino su una superficie orizzontale fa credere inoltre che i cunei siano stati utilizzati per separare la faccia posteriore del blocco dalla parete rocciosa.

In ogni caso, la generale assenza di tracce di cunei nelle cave norensi stupisce particolarmente, e può essere spiegata in due diversi modi.

La prima ipotesi è che le tracce dei cunei siano andate completamente cancellate a causa dell'erosione subita dalla roccia. Questa ipotesi sembra però assai poco probabile, dal momento che se così fosse ci si aspetterebbe che almeno nelle zone meno esposte si conservasse qualche traccia dell'uso di questi strumenti. Sembra inoltre esagerato ipotizzare che l'azione erosiva del mare e del vento abbia determinato una totale cancellazione delle tracce, dal momento che in cave costiere del tutto simili a quelle di Nora e anch'esse parzialmente sommerse come quelle presenti ad esempio nei pressi di Tharros, nella Sardegna occidentale, i fori per l'alloggiamento di cunei si conservano in ottimo stato e risultano numerosi e ben leggibili.

La seconda ipotesi è che nelle cave di Nora per il distacco dai blocchi dalla roccia si utilizzassero

⁷ Poco si conosce circa la morfologia dei cunei lignei e la loro diffusione nel mondo antico (cfr. DWORAKOWSKA 1988), motivo per cui il loro impiego a Is Fradis Minoris è un'ipotesi da verificare, anche alla luce del confronto con altri siti.

altri metodi e strumenti, quali ad esempio le leve. Se ciò appare verosimile nel caso delle cave di arenaria tirreniana, dove l'operazione poteva risultare semplice dato il tipo di roccia e l'esistenza di piani di discontinuità naturali che caratterizzano questo tipo di affioramenti, l'ipotesi crolla nel caso delle cave di andesite, roccia dura e difficile da tagliare.

Pertanto, alla luce dei dati disponibili, il procedimento utilizzato per il distacco finale dei blocchi nelle cave di Nora resta un punto ancora da chiarire.

5.3 LA TECNICA ESTRATTIVA

Alla luce dei segni degli strumenti e delle altre tracce di cavatura rilevate (trincee di separazione tra i blocchi, blocchi semi-cavati, tracce di piccone, fori per cunei), possiamo affermare che la tecnica prevalentemente utilizzata per l'estrazione della pietra nelle cave del territorio norense è quella della tagliata a mano, che prevedeva, com'è noto, la realizzazione, per mezzo di un piccone, di trincee lungo i lati del blocco che si andava ad estrarre, e quindi lo stacco definitivo del blocco per mezzo di cunei e/o leve⁸. L'uso di questa tecnica è infatti documentato in tutte le cave di arenaria tirreniana della zona (cava della cala nord-orientale, cava della necropoli, cava di Is Fradis Minoris, cava di Perd'e Sali), ma anche in alcune cave di andesite (cava di Punta d'Agumu, cava di Su Casteddu) e nella cava di arenaria grigia di Sa Perdera.

L'ampia diffusione che questa tecnica conobbe nelle cave di Nora non stupisce, dal momento che si tratta del sistema maggiormente utilizzato in epoca antica per il prelievo della pietra. Il suo successo è sicuramente dovuto al fatto che con questa tecnica il distacco dei blocchi dalla superficie rocciosa avveniva in modo controllato, ed era così possibile ottenere elementi parallelepipedi di varie dimensioni, che potevano poi essere ulteriormente lavorati a seconda delle necessità e delle richieste dei costruttori.

Un'altra tecnica attestata nelle cave di Nora, sebbene in un solo caso, è quella che prevedeva il distacco di blocchi parallelepipedi utilizzando esclusivamente i cunei, sfruttando i piani di discontinuità naturali presenti nell'affioramento roccioso. Di tale tecnica si ha testimonianza infatti nella cava di Is Fradis Minoris, nell'area F, dove su una superficie orizzontale sono stati individuati 4 alloggiamenti per cunei destinati ad essere utilizzati per il distacco della faccia posteriore di un blocco parallelepipedo.

Infine, sulla base dei dati in nostro possesso, si può ipotizzare che almeno in una delle cave di Nora, e cioè in quella del promontorio di Sant'Efisio, sia

stata utilizzata una terza tecnica estrattiva. Qui infatti non sono state individuate le comuni tracce di estrazione (tagli regolari, tracce di piccone o di cunei, blocchi semi-cavati, etc.) presenti nelle altre cave della zona, nonostante sia indubbio che questo sito sia stato sfruttato in epoca antica per l'approvvigionamento di materiale lapideo, come dimostrato dalle analisi archeometriche condotte sui campioni prelevati nell'area del foro. L'assenza delle "tradizionali" tracce di estrazione porta perciò a credere che sul promontorio di Sant'Efisio l'estrazione sia avvenuta in modo diverso, forse facendo franare alcune porzioni della parete rocciosa così da ottenere elementi lapidei di varie dimensioni ma ovviamente di morfologia irregolare, simili a quelli attualmente visibili alla base del promontorio, che potevano poi essere sottoposti ad ulteriore frammentazione meccanica in vista della messa in opera⁹. A conferma di ciò sembrerebbe essere la morfologia degli elementi lapidei proveniente da questo sito e utilizzati a Nora, che risultano di dimensioni piccole o medie e di forma irregolare.

5.4 DINAMICHE DI SFRUTTAMENTO DELLE CAVE

Com'è noto, per comprendere le dinamiche di sfruttamento di un bacino estrattivo è necessario prendere in considerazione numerosi aspetti, quali la morfologia della cava, le sue dimensioni e la sua organizzazione interna, la dislocazione delle infrastrutture utilizzate per il trasporto dei blocchi e la distanza dal centro urbano cui il materiale estratto era destinato, così come molti altri elementi¹⁰.

Per quanto riguarda le cave di Nora, possiamo osservare innanzitutto che la quasi totalità di quelle esaminate è a cielo aperto¹¹. Tra queste, particolarmente numerose risultano essere le cave a fossa. Si tratta di cave situate perlopiù in zone pianeggianti e lungo la linea di costa, come la cava della cala nord-orientale e la cava di Perd'e Sali.

Presentano invece una conformazione a gradoni la cava di Su Casteddu, la cava di Santa Vittoria e la cava di Sa Perdera, struttura chiaramente determinata dal fatto che si tratta di cave situate sul fianco di rilievi collinari.

Altre cave invece, e cioè la cava di Is Fradis Minoris e la cava di Punta d'Agumu, si distinguono invece per il fatto di essere strutturate in parte a fossa, in parte a gradoni.

⁹ A proposito di questa tecnica di "estrazione" si veda MENICALI 1992, p. 22.

¹⁰ GUTIÉRREZ GARCIA-MORENO 2009, p. 270.

¹¹ A proposito della morfologia delle cave di pietra antiche, cfr. BESSAC 1986, pp. 167-170.

⁸ Cfr. nota 2 e fig. 125.

Praticamente assenti sono invece nel territorio norense le cave “sotterranee”. L’unica attestazione di un’attività estrattiva sotto terra è data infatti dalle tombe a camera della necropoli sull’istmo, che possono in qualche modo essere considerate delle cave a pozzo, di forma regolare e di ridotte dimensioni.

A livello dimensionale, la diversa estensione dei siti estrattivi e il volume di materiale in essi estratto permettono di distinguere tra cave di piccole dimensioni, verosimilmente sfruttate saltuariamente o per un breve periodo di tempo, forse in occasione della costruzione di un singolo edificio o monumento, e cave sfruttate in modo intensivo e per un lungo periodo di tempo, continuativamente. Al primo gruppo, decisamente più numeroso, possono essere attribuite la cava della cala nord-orientale, la cava della necropoli, la cava del promontorio di Sant’Efisio, la cava di Santa Vittoria, la cava di Punta d’Agumu e probabilmente la cava di Perd’e Sali.

Si tratta infatti di cave di ridotta estensione, che fornirono evidentemente quantitativi di pietra piuttosto limitati. A conferma di ciò, nel caso della cava della cala nord-orientale, sembra essere anche l’estrema omogeneità dei blocchi semi-cavati in essa ritrovati, interpretabile come un indizio del fatto che la cava fu sfruttata solo per un breve periodo di tempo, allo scopo di ottenere un lotto di blocchi di dimensioni omogenee destinati forse ad un singolo edificio.

Le ragioni per cui questi siti furono sfruttati solo per brevi periodi di tempo restano difficili da stabilire sebbene, per quanto riguarda la cava della cala nord-orientale e la cava del promontorio di Sant’Efisio, si possa ipotizzare che, trattandosi di cave situate all’interno o nelle immediate vicinanze del centro urbano, si sia scelto di abbandonarle perché una loro espansione si sarebbe scontrata con lo sviluppo urbanistico della città.

Al secondo gruppo, quello delle cave “permanenti”, sfruttate intensamente e a lungo, sono invece attribuibili la cava di Is Fradis Minoris, la cava di Su Casteddu e la cava di Sa Perdera. Queste tre cave si distinguono infatti per avere una notevole estensione e per aver fornito ingenti quantitativi di pietra alla città di Nora. Lo sfruttamento intensivo di queste cave, sebbene, almeno per quanto riguarda Is Fradis Minoris e Sa Perdera, probabilmente già attive dall’età punica, sembra risalire all’età romana, e potrebbe aver avuto avvio tra la fine del I secolo a.C. e la prima età imperiale, quando Nora visse una fase di grande sviluppo urbanistico che determinò una conseguente notevole richiesta di pietra¹². Lo sfruttamento intensivo di questi siti fu certamente

accompagnato da una maggiore organizzazione e sistematizzazione del processo estrattivo e dell’attività di cavatura, con l’installazione, almeno in un sito (Is Fradis Minoris), di strutture e infrastrutture di carattere stabile (come la grande cisterna posta all’estremità est della penisola), funzionali alla gestione e allo sfruttamento del sito estrattivo.

Veniamo ora ad esaminare l’organizzazione interna alle cave e le tracce che documentano le diverse tappe del processo produttivo della pietra.

A proposito di questo argomento, innanzitutto bisogna notare che nella quasi totalità dei siti analizzati non vi è traccia di debris, cioè del materiale di scarto risultante dal taglio dei blocchi e dallo scavo delle trincee di separazione. L’unica eccezione è data dal sito di Punta d’Agumu, dove sono visibili numerosi frammenti litici di piccole dimensioni, forse almeno in parte interpretabili quali scarti di lavorazione.

Questa “assenza” risulta difficile da spiegare. Si può forse ipotizzare, almeno per le cave costiere, che il materiale di scarto sia stato gettato in mare oppure utilizzato come materiale edilizio, e non sia pertanto più visibile. In altri casi, come ad esempio nella cava di Su Casteddu o in quella di Santa Vittoria, l’assenza di materiale di scarto può essere dovuta al fatto che esso venne riutilizzato per la realizzazione di strutture o infrastrutture più recenti poste nelle immediate vicinanze della cava.

Di pochi dati disponiamo anche relativamente alle operazioni di spostamento del materiale estratto dai piazzali di cava ad eventuali luoghi di immagazzinamento o al punto di carico sui mezzi destinati al trasporto.

Pur non avendone trovato tracce, appare verosimile che il trasporto del materiale estratto nelle cave situate su rilievi collinari verso le limitrofe aree di pianura sia avvenuto per mezzo di rampe o scivoli, similmente a quanto verificato in molti altri siti estrattivi antichi, sfruttando la naturale pendenza del terreno. È quanto si può ragionevolmente ipotizzare per le cave del promontorio di Sant’Efisio, di Santa Vittoria, di Su Casteddu e di Sa Perdera, tutte situate sulle pendici di rilievi collinari.

Analogo, data la forte pendenza che caratterizza il promontorio di Punta d’Agumu e la differenza di quota esistente tra la cava qui situata e il mare, appare evidente che anche in questo caso per trasferire il materiale estratto verso il mare si sfruttò la morfologia dell’affioramento roccioso, facendo scivolare i blocchi estratti dall’alto verso il basso lungo il pendio.

L’unica evidenza in cui si può forse riconoscere una rampa “artificiale” si trova in una cava costiera,

¹² Cfr. BONETTO 2002; GHIOTTO 2009 e i paragrafi 6.7, 6.8 e 6.9.

e cioè nella cava di Is Fradis Minoris (cfr. paragrafo 4.1.1.12). Si tratta di una specie di scivolo largo circa 2 m ricavato nel banco roccioso e attualmente visibile nella zona di battigia sul lato sud della penisola (area B), che venne forse utilizzato per spostare il materiale estratto dall'area di cavatura verso una zona di immagazzinamento posta più a sud, o direttamente verso i punti di imbarco (cfr. fig. 60). Nella stessa cava sono state riconosciute anche alcune evidenze interpretabili come fori per l'alloggiamento di un mezzo per il sollevamento di blocchi (cfr. fig. 36).

Tracce di questo tipo sembrano invece essere del tutto assenti negli altri siti esaminati.

Ancora minori sono le informazioni di cui disponiamo circa l'eventuale presenza di officine di lavorazione della pietra all'interno o nelle immediate vicinanze delle cave di Nora. In nessun sito infatti sono stati ritrovati manufatti semi-lavorati quali rocchi di colonna o capitelli che testimonino che in questi siti la pietra non solo veniva cavata, ma subiva anche una prima lavorazione.

5.5 IL TRASPORTO DELLA PIETRA

Le cave analizzate si collocano entro un raggio di 7 km di distanza dalla città di Nora. Per quanto riguarda la loro posizione, possiamo notare che la maggior parte dei siti è collocata direttamente sul mare, lungo la linea di costa (cava di Is Fradis Minoris, cava della cala nord-orientale, cava di Perd'e Sali) o in ogni caso a ridotta distanza da essa (cava della necropoli, cava del promontorio di Sant'Efisia, cava di Santa Vittoria, cava di Punta d'Agumu). Solo due cave, quella di Su Casteddu e quella di Sa Perdera, si trovano nell'entroterra, ad una distanza dal mare e dalla città antica che va da un minimo di 3 ad un massimo di 6,5 km.

Alla luce di ciò appare evidente come in questa regione la scelta dei siti dove aprire le cave sia stata fortemente condizionata da due fattori: la prossimità al luogo di destinazione del materiale, e cioè Nora, e la vicinanza a comode vie di trasporto e in particolare al mare, agevole via di trasferimento del materiale estratto dalle cave ai cantieri cui era destinato.

La scelta di aprire cave nell'entroterra, con la conseguente maggiore difficoltà di gestione e soprattutto con il conseguente aumento dei costi del trasporto del materiale dalle cave alla città, sembra invece rispondere a logiche diverse. Si può a buon ragione ipotizzare che l'apertura di cave nell'entroterra sia stata determinata dalla consapevolezza della maggiore qualità della pietra che gli affioramenti rocciosi qui presenti erano in grado di offrire rispetto a quelli posti nelle immediate vicinanze

della città antica. È quanto si può ragionevolmente ipotizzare per la cava di Su Casteddu, dove affiora una qualità di andesite diversa rispetto a quella disponibile sul promontorio norense, e in particolare sul promontorio di Sant'Efisia, che a differenza di questa poteva facilmente essere estratta sotto forma di blocchi di forma regolare. Allo stesso modo, si è portati a credere che anche la scelta di aprire cave nella zona di Sa Perdera sia stata determinata dal fatto che l'arenaria grigia che affiora in questo sito presentava migliori caratteristiche estetiche e fisico-meccaniche rispetto alle arenarie tirreniane che affiorano nei pressi di Nora, molto più disomogenee dal punto di vista strutturale. Questa maggiore attenzione per la qualità della pietra fornita dai diversi siti estrattivi sembra manifestarsi solo in età romana, e in particolare a partire dalla fine del I secolo a.C. Nei grandi edifici pubblici costruiti tra la fine del I secolo a.C. e l'inizio del I secolo d.C. infatti si osserva un'accurata selezione dei materiali da costruzione, che vengono messi in opera nelle diverse parti degli edifici tenendo conto delle loro proprietà fisico-meccaniche¹³. L'andesite ad esempio, in quanto pietra particolarmente resistente, viene utilizzata in strutture soggette a forte usura quali la cavea del teatro e il lastricato forense¹⁴. Per altre strutture, come le fondazioni delle strutture murarie del foro o le basi per i monumenti onorari, si continua invece ad utilizzare l'arenaria tirreniana, sotto forma di blocchi squadrati.

Per quanto riguarda il trasferimento del materiale dalle cave verso la città, come detto, nel territorio norense si privilegiò, ove possibile, il trasporto per via marittima, data la posizione costiera della maggior parte delle cave. È noto infatti che questo, insieme a quello per via fluviale, era il sistema di trasporto più facile e più economico tra quelli in uso nel mondo antico. Nel caso di Nora inoltre, la distanza da percorrere per via marittima per giungere dalle diverse cave alla città era in tutti i casi molto ridotta, in quanto oscillava tra gli 800 m e i 5 km.

Ad oggi purtroppo non sono state individuate strutture utili a definire l'esatta posizione dei punti di imbarco. Solo per la cava di Is Fradis Minoris, vari indizi portano a credere essi si collocassero nel settore meridionale della penisola e in prossimità della sua estremità orientale.

Nulla conosciamo neppure sulle imbarcazioni utilizzate per il trasporto della pietra, dal momento che non se n'è trovata traccia.

¹³ Per quanto riguarda il caso del foro, si veda AGUS *et alii* 2009.

¹⁴ Cfr. paragrafo 6.8.

CAVA	POSIZIONE	DISTANZA DA NORA	MATERIALE ESTRATTO	VIA DI TRASPORTO UTILIZZATA
Is Fradis Minoris	costa	700 m	arenaria tirreniana	via marittima
Cava cala nord-est	costa	100 m	arenaria tirreniana	via terrestre / via marittima
Cava necropoli	in prossimità della costa	200 m	arenaria tirreniana	via terrestre
Perd'e sali	costa	4 km	arenaria tirreniana	via marittima
Promontorio di Sant'Efisio	in prossimità della costa	300 m	andesite	via terrestre
Santa Vittoria	in prossimità della costa	1,7 km	andesite	via marittima
Punta d'Agumu	in prossimità della costa	1,6 km	andesite	via marittima
Su Casteddu	entroterra	3,7 km	andesite	via terrestre
Sa Perdera	entroterra	6,5 km	arenaria grigia del Cixerri	via terrestre

Fig. 130. Tabella con indicazione della posizione dei siti estrattivi, della loro distanza da Nora, del tipo di materiale estratto e della possibile via di trasporto utilizzata per portare la pietra in città.

Per quanto riguarda invece il trasporto del materiale dalle cave dell'entroterra alla città, esso avveniva evidentemente per via terrestre, per mezzo di carri trainati probabilmente da buoi, che sappiamo essere gli animali che vennero maggiormente utilizzati nel mondo antico per il traino di carri per il trasporto di materiali pesanti¹⁵. Prova a favore di questa ipotesi è data dal fatto che in Sardegna i buoi da tiro erano particolarmente numerosi e di buona qualità, tanto che in età tarda venivano addirittura esportati¹⁶.

I carri provenienti dalle cave di Sa Perdera e di Su Casteddu dovevano superare una distanza pari rispettivamente a circa 6,5 km e 3,5 km. Poco si può dire circa il percorso seguito dai carri, dal momento che quasi nulla si conosce sulla viabilità del territorio, sebbene sicuramente vi dovevano essere dei percorsi stradali che si dipartivano dalla ben nota strada litoranea occidentale che metteva in collegamento Nora e Cagliari e che penetravano nell'entroterra, permettendo di raggiungere i villaggi e i siti qui situati¹⁷ (fig. 130).

5.6 LE CAVE DI NORA: PROPRIETARI E MAESTRANZE

Il mancato ritrovamento di documenti epigrafici sia all'interno delle cave, sia sui manufatti da queste provenienti riduce di molto la possibilità di definire l'identità dei proprietari delle cave e delle maestranze che lavorarono al loro interno¹⁸.

Nonostante ciò, vari indizi ci permettono di fare alcune considerazioni.

Per quanto riguarda la proprietà, trattandosi di cave di pietra da costruzione e non di pietre ornamentali, che ebbero una diffusione prettamente locale e che vennero sfruttate principalmente per la costruzione degli edifici norensi, l'ipotesi più ragionevole è che esse appartenessero alla città di Nora. È noto infatti che le cave di pietra da costruzione di scarso valore economico e a diffusione prettamente locale erano di solito di proprietà delle città che aveva il controllo sul territorio in cui esse erano situate¹⁹. A conferma di ciò sta il fatto che alcune cave, come quella di Su Casteddu e quella di Is Fradis Minoris, furono certamente sfruttate per ottenere materiale lapideo da impiegare in grandi edifici di carattere pubblico, come il foro e il teatro, o nelle infrastrutture urbane, quali innanzitutto le strade.

Nonostante ciò non si può neppure escludere che alcune delle cave analizzate fossero di proprietà di privati o che siano state gestite, magari anche solo per un breve periodo di tempo, da privati, secondo una pratica assai comune nel mondo antico²⁰.

Ancora meno sappiamo sulle maestranze che lavoravano all'interno delle cave. L'unica osservazione che si può fare, in relazione alla cava della cala nord-orientale, è che la presenza di blocchi di dimensioni standardizzate che rimandano al mondo punico porta a credere che nel processo estrattivo

¹⁵ KOZELJ, WURCH KOZELJ 1993, p. 111. A proposito del trasporto della pietra nel mondo antico, cfr. RUSSELL 2013, pp. 95-140.

¹⁶ MASTINO 2005, p. 184.

¹⁷ MASTINO 2005, p. 333.

¹⁸ Un solo marchio di cava è stato finora individuato a Nora. Si tratta di un monogramma (NR) inciso su un blocco squadrato

di calcare proveniente dalla zona di Porto Pino, e indicante probabilmente la destinazione del blocco, importato in città da una cava situata in area sulcitana (cfr. GHIOTTO 2010).

¹⁹ DWORAKOWSKA 1983, pp. 29 e 31; BEDON 1984, p. 172.

²⁰ Cfr. RUSSELL 2013, pp. 53-55.

furono coinvolti operatori provenienti dal Nord-Africa (cfr. paragrafo 6.5).

Non abbiamo prove del fatto che vi fossero gruppi di maestranze itineranti, che lavorarono in momenti diversi in diverse cave. Appare plausibile però che soprattutto le cave di maggiori dimensioni e sfruttate per lunghi periodi, come quella di Is Fradis Minoris o quella di Su Casteddu, fossero dotate di squadre fisse di lavoratori che probabilmente, almeno per quanto riguarda i siti più lontani da Nora, risiedevano all'interno o nelle immediate vicinanze della cava.

Nelle cave esaminate non sono però state ritrovate tracce di strutture o ripari ad uso dei cavatori, a differenza di quanto avvenuto in altri siti estrat-

tivi del Mediterraneo. Tale assenza è forse dovuta ad una mancata presenza di strutture di questo tipo o forse ad una loro distruzione in un momento non precisabile ma successivo alla dismissione delle cave.

Alla luce di tale assenza, colpisce ancora di più il fatto che le uniche evidenze strutturali finora individuate nelle cave di Nora, e in particolare nella cava di Is Fradis Minoris, siano riferibili non ad una struttura povera, quanto più ad un edificio di grandi dimensioni e di un certo prestigio, come sembra indicare la presenza, sulle pareti rocciose che ne costituivano i limiti, di intonaco colorato (cfr. paragrafo 4.1.1.13). In tale edificio si può forse riconoscere la residenza del proprietario o del gestore della cava.

Capitolo 6

Lo sfruttamento delle cave e l'uso della pietra a Nora dall'VIII secolo a.C. all'età tardoantica

6.1 L'ETÀ FENICIA (VIII-VI SECOLO A.C.)

Secondo quanto riferito da Pausania, Nora fu fondata dagli Iberi che, sotto la guida di Norace, ne fecero la prima città dell'isola di Sardegna¹.

È opinione comune che l'insediamento fenicio sia sorto in un sito precedentemente non occupato in maniera stabile da popolazioni indigene. A fronte infatti di una sicura presenza nuragica nella piana di Pula, e di una frequentazione del promontorio norense testimoniata dal ritrovamento di alcuni reperti ceramici, fino ad ora a Nora non sono state trovate prove significative dell'esistenza di un abitato nuragico, ad eccezione di alcuni conci a T in "panchina tirreniana" (arenaria) reimpiegati in edifici di età punica o romana situati sul colle di Tanit, che potrebbero provenire però da siti del territorio circostante² (fig. 131).



Fig. 131. Concio a T in arenaria reimpiegato in un edificio sul colle di Tanit (PESCE 1957).

¹ PAUS. X, 17, 5. Sulla fondazione di Nora si veda anche Solino IV, 2.

² PESCE 1957, p. 48; FINOCCHI 2005, pp. 143-145 e BONETTO 2014, p. 176, con bibliografia precedente. Il nuraghe più vicino alla città antica è quello individuato dal La Marmora in località Guardia Is Mongias (o Sa Guardia Mongiasa), a 1,7 km di distanza da Nora. Secondo quanto riferito dallo studioso, il nuraghe era costituito da blocchi irregolari di una specie di "brecciola trachitica" (DELLA MARMORA 1840, p. 39). Di con-

Per quanto riguarda l'età fenicia, pochi sono purtroppo i dati archeologici di cui disponiamo circa le prime fasi di vita dell'insediamento, inquadrabili tra la metà dell'VIII e il VII secolo a.C.³.

Nonostante infatti a Nora sia stato ritrovato un cospicuo numero di manufatti mobili ascrivibili a questo periodo, fino ad ora non sono state individuate evidenze strutturali di pari antichità. Coerente è il panorama offerto dalla necropoli più antica, situata sull'istmo che conduce alla città, che non ha fornito prove di un utilizzo precedente il VII secolo a.C.

Questa assenza di tracce sull'abitato di VIII-VII secolo a.C., verosimilmente interpretata come prova del fatto che in questo periodo il capo di Pula fosse non la sede di un abitato solidamente strutturato, quanto più un punto di aggregazione emporico-sanctuarioale⁴, impedisce pertanto di fare considerazioni di tipo tecnico-costruttivo in relazione a questa fase.

Nonostante ciò, nel tentativo di delineare i modi e i tempi dell'uso della pietra a Nora, appare necessario menzionare un importante documento epigrafico risalente a questo periodo che ricorda un luogo sacro posto sul Capo di Pula, e cioè la ben nota stele di Nora⁵ (fig. 132). L'iscrizione, incisa su un blocco di arenaria tirreniana (1,07 x 0,57 m)⁶ e datata alla

sequenza, dal momento che i conci a T ritrovati a Nora sono in arenaria, si può escludere che essi provengano dal nuraghe di Guardia Is Mongias. Sulle presenze nuragiche nella piana di Pula cfr. BOTTO 2011, p. 59.

³ BONETTO 2009, pp. 69-78; BONDI 2012, p. 82.

⁴ A proposito di questa ipotesi, si vedano le riflessioni in BOTTO 2007 e BONETTO 2009, pp. 69-75, con bibliografia.

⁵ CIS, I, 144. A proposito della stele di Nora cfr. AMADASI GUZZO 1967, pp. 83-87; AMADASI GUZZO 1990, pp. 72-73; AMADASI GUZZO 1995, pp. 23-24.

⁶ Si ritiene che la stele sia integra nel senso della larghezza (pari a 0,57 cm), in quanto i lati destro e sinistro del blocco di arenaria appaiono levigati. Per quanto riguarda l'altezza invece, oggi pari a 1,07 m, non si può escludere che essa fosse in origine maggiore, e che la stele sia stata spezzata verso la sommità (AMADASI GUZZO 1967, pp. 84-85).

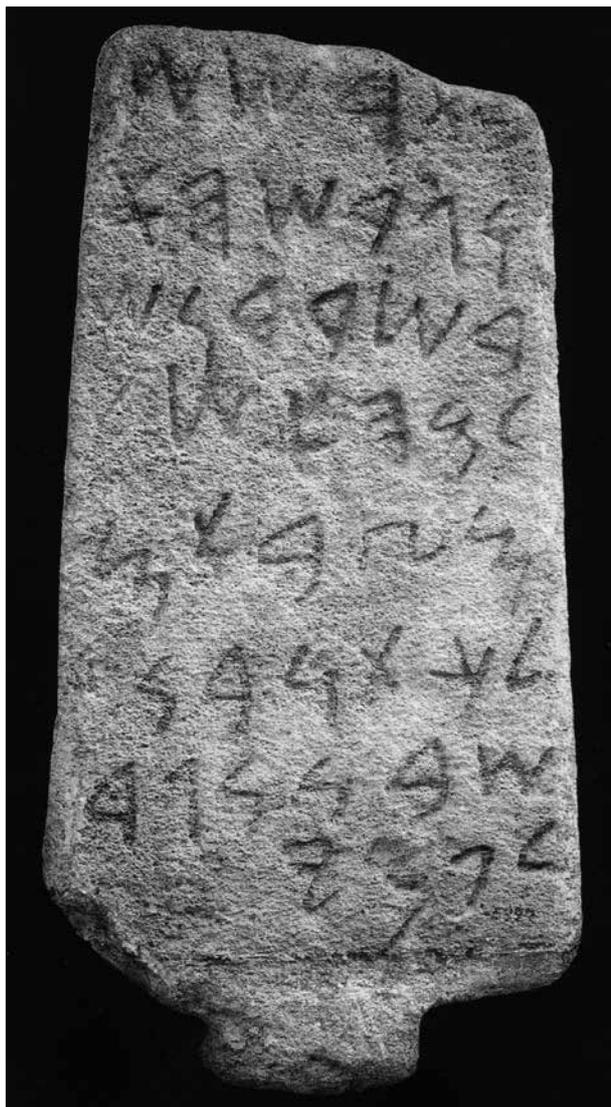


Fig. 132. La stele di Nora (BERNARDINI 2011).

seconda metà del IX - terzo quarto dell'VIII secolo a.C., costituisce infatti la più antica testimonianza dell'uso della pietra a Nora⁷.

Il fatto che essa sia realizzata su un blocco di arenaria, come si evince da un semplice esame macroscopico del manufatto, fa credere che esso sia stata cavata dagli affioramenti di arenarie tirreniane situati in prossimità del promontorio norense, evidentemente già noti in quest'epoca e sporadicamente sfruttati per la produzione di manufatti.

Ad una fase successiva, e cioè al periodo compreso tra la fine del VII e l'inizio del VI secolo a.C., risalgono invece le più antiche evidenze strutturali di età fenicia finora individuate sul promontorio no-

⁷ A quest'epoca risale anche un'altra iscrizione (CIS, I, 145), purtroppo mutila, ritrovata reimpiegata in una casa di Pula dal La Marmora (DELLA MARMORA 1840, p. 158 e AMADASI GUZZO 1967, pp. 87-88).

rense. Esse si concentrano nel settore orientale della città, nello spazio compreso tra la collina di Tanit e il promontorio di Sant'Efisio, in un'area sub-pianneggiante protetta dai venti di maestrale e quindi particolarmente adatta all'insediamento⁸.

In questa fase, Nora era un insediamento di modesta estensione, non ancora completamente stabilizzato, nonostante la città fosse al centro di fitti scambi commerciali, che determinarono importazioni di ceramica fenicia, greca ed etrusca. A differenza di altri insediamenti fenici della Sardegna, Nora intratteneva invece limitati contatti con le popolazioni indigene⁹, ed era poco proiettata verso l'entroterra, come dimostrato dai dati raccolti nel corso delle ricognizioni nel territorio circostante la città¹⁰.

A livello tecnico-costruttivo, possiamo notare che in questo periodo le strutture abitative, identificabili in capanne o tende, erano realizzate esclusivamente in materiale deperibile. Esse erano dotate di uno scheletro portante in legno, di cui resta traccia nelle numerose buche di palo o trave incise nel substrato roccioso individuate nel corso delle indagini archeologiche condotte nell'area del foro e del Tempio romano. I piani pavimentali erano invece dei semplici battuti¹¹.

Alla luce dei dati in nostro possesso, possiamo dunque affermare che in età fenicia a Nora la pietra era sporadicamente utilizzata per la produzione di manufatti, mentre non rientrava tra i materiali da costruzione di uso comune¹².

⁸ Tali evidenze sono state riportate in luce grazie agli scavi condotti dall'Università di Padova in questo settore di Nora, e in particolare nell'area del foro e del Tempio romano. Sull'area del foro: BONETTO 2009, pp. 41-78; in generale, su questa fase cronologica: BONETTO 2014.

⁹ Come dimostrato dalla ridotta percentuale di ceramica fatta a mano ritrovata all'interno della città, nonché dalla quasi totale assenza di ceramica nuragica. A proposito di questo argomento si veda BONETTO 2014.

¹⁰ I risultati delle ricognizioni mostrano infatti che la presenza fenicia nel territorio non supera il raggio di 2 km (BOTTO 2011, p. 61).

¹¹ Tra gli edifici attribuibili a quest'epoca, degno di nota è quello individuato sotto il Tempio romano, in prossimità dell'ambiente PS1 e dell'altare di età romana, caratterizzato da una pianta rettangolare absidata e da un orientamento di 90° NE, identificabile forse in una struttura con funzioni sacre o politiche (cfr. BONETTO, BERTO, CESPÀ 2012; BONETTO 2014, p. 174).

¹² L'unica eccezione in tal senso potrebbe essere data da un edificio di cui non si conserva traccia, cui sarebbero appartenuti alcuni blocchi squadri di arenaria trovati reimpiegati nel santuario del Coltellazzo. Dal momento che la prima fase edilizia del santuario si data alla fine del VI secolo a.C., secondo gli scavatori tali blocchi proverrebbero da un edificio più antico, identificabile forse nell'edificio sacro ricordato dalla stele di Nora (OGGIANO 2009, p. 423).

6.2 L'ETÀ PUNICA (VI-III SECOLO A.C.)

A partire dalla seconda metà del VI secolo a.C., in seguito alla conquista della Sardegna da parte di Cartagine avvenuta tra il 545 e il 510 a.C., Nora vive importanti cambiamenti, che testimoniano la sua progressiva trasformazione da centro emporico a insediamento stabilizzato, dal volto tipicamente urbano¹³.

All'interno della città infatti, si assiste ad una progressiva razionalizzazione dello spazio urbano, attuata attraverso la creazione di strade, nonché all'attribuzione di specifiche funzioni alle diverse aree urbane.

Tra il VI e il V secolo a.C. infatti, l'insediamento viene dotato di almeno quattro complessi religiosi dislocati in varie parti della città. Il primo, databile alla fine del VI secolo a.C., viene a porsi sulla collina nota come "Colle di Tanit", situata circa al centro del promontorio¹⁴. Il secondo si colloca invece sulle pendici occidentali della punta del Coltellazzo (promontorio di Sant'Efisio), dove scavi condotti in anni recenti hanno portato in luce una vasta terrazza a cielo aperto dotata di un altare, costruita tra la fine del VI e l'inizio del V secolo a.C.¹⁵. Il terzo santuario, noto come santuario di Eshmun e costruito probabilmente nel corso del V secolo a.C., viene ad occupare la punta meridionale del promontorio¹⁶. Infine, un altro luogo di culto viene costruito in prossimità del lato settentrionale dell'area del foro, come è stato possibile verificare grazie alle recenti indagini condotte dall'Università di Padova in questo settore urbano¹⁷.

Non solo edifici di culto vengono costruiti in questo periodo. Nell'area che verrà successivamente occupata dal foro ad esempio, tra il 510 e il 480 a.C., vengono realizzati alcuni edifici di carattere abitativo-commerciale, articolati in almeno

due isolati adiacenti e separati da un asse stradale rettilineo¹⁸.

Questa fase di trasformazione interessa anche il suburbio di Nora. L'area a nord dell'insediamento infatti, in prossimità dell'istmo, viene destinata ad uso funerario. È qui infatti che viene realizzata una necropoli a camera, il cui utilizzo, sulla base dei materiali contenuti nei corredi, prese avvio probabilmente all'inizio del V secolo a.C.¹⁹. Infine, altro elemento degno di nota per questa fase è dato dall'installazione, tra la fine del VI e l'inizio del V secolo a.C., di un santuario tofet nell'area dell'arenile all'estremità settentrionale dell'istmo, forte segno della nuova condizione "urbana" di Nora²⁰.

Per quanto riguarda il territorio, nel corso del V e soprattutto nel IV secolo a.C. si assiste ad un maggior interesse della città verso l'entroterra, che comincia ad essere frequentato e sfruttato a scopo agricolo e per l'allevamento, nonché per il reperimento di materie prime²¹.

6.3 CONTESTI D'USO E MODALITÀ DI IMPIEGO DELLA PIETRA A NORA IN ETÀ PUNICA

I nuovi edifici costruiti a Nora tra il VI e il V secolo a.C. dimostrano che in questa fase l'insediamento assunse un carattere più stabile, con la sostituzione delle strutture in materiale deperibile caratteristiche dell'età fenicia con edifici in muratura. È in questo periodo infatti che all'interno della città la pietra cominciò ad essere diffusamente utilizzata come materiale da costruzione in ambito sia pubblico che privato.

Nel santuario sulla punta del Coltellazzo furono impiegati almeno tre diversi tipi di pietra, e cioè l'andesite, l'arenaria tirreniana e il granito. In particolare, i muri perimetrali che delimitano l'area sacra vennero costruiti con grossi blocchi di andesite e granito, di forma irregolare, rinzeppati da blocchi di più piccole dimensioni di arenaria. Lo spazio quadrangolare così definito venne quindi colmato con più gettate di pietrame a diversa pezzatura. Elementi lapidei di morfologia più regolare furono impiegati invece nella pavimentazione della terrazza, che venne realizzata con blocchi / lastre di arenaria tirreniana quadrati e di dimensioni standardizzate,

¹³ Cfr. BARTOLONI, BONDÌ, MOSCATI 1997, pp. 67-97; BONETTO 2009, pp. 182-184; BONDÌ 2012, pp. 86-87. A testimonianza del cambio di *status* di Nora sono anche i reperti ceramici ritrovati all'interno della città, che documentano per questa fase un deciso calo delle presenze di tutte le classi ceramiche. Tale dato sembra essere un indizio importante della perdita da parte di Nora del ruolo di emporio, a favore di una nuova fase, che la vede configurarsi come colonia di popolamento (cfr. BONETTO c.s.).

¹⁴ PATRONI 1904, pp. 130-145; FINOCCHI 2005; OGGIANO 2005, pp. 1036-1037. Per le indagini più recenti in questo settore urbano si veda FINOCCHI, DESSENA, TIRABASSI 2012.

¹⁵ OGGIANO 2005, pp. 1029-1033 e 1037 e BONETTO 2009, p. 180 e nota 466. Sulla datazione alla fine del VI sec. si veda BOTTO 2011, p. 71 e MELCHIORRI 2012.

¹⁶ BONDÌ 1993, pp. 115-121; OGGIANO 2005, pp. 1034-1036 e BONETTO 2009, p. 180 (con bibliografia completa a nota 467). A proposito del Ma'abed, cfr. PESCE 1952-1954.

¹⁷ BONETTO 2009, pp. 141-169.

¹⁸ BONETTO 2009, pp. 175-198.

¹⁹ PATRONI 1904; BARTOLONI, TRONCHETTI 1981; BONETTO c.s. L'utilizzo della necropoli andò intensificandosi tra la seconda metà del V e il IV secolo a.C., per proseguire quindi fino all'inizio del III secolo a.C.

²⁰ MOSCATI, UBERTI 1970, pp. 43-45 e 49; MOSCATI 1992, pp. 24-25; BARTOLONI *et alii* 1997, pp. 49 e 84; BONDÌ 2005, p. 996; BONETTO 2009, p. 188; BONETTO c.s.

²¹ RENDELI 2005, p. 165.



Fig. 133. Blocchi squadrati di arenaria impiegati nella pavimentazione della terrazza del santuario del Coltellazzo.

pari a 0,50 x 1 m, posti in opera su un vespaio di ciottoli²² (fig. 133).

In parte simili sono i litotipi utilizzati nella costruzione del santuario situato sul Colle di Tanit.

Nelle fondazioni dell'edificio furono infatti impiegati blocchi irregolari di andesite, calcare, trachite e granito di medie e piccole dimensioni; agli angoli della struttura furono posti invece grandi blocchi di granito (angoli nord-est, nord-ovest, e sud-est) e andesite (angolo sud-ovest). Totalmente assente sembra essere invece l'arenaria tirreniana²³.

In pietra fu costruito anche il santuario di Eshmun. Secondo uno studio condotto da S.F. Bondi, le strutture del santuario attribuibili all'età punica sono caratterizzate dall'impiego di grandi blocchi squadrati di arenaria tirreniana, talora bugnati sulla faccia a vista, come quelli che compongono il perimetrale orientale dell'edificio, tuttora visibile²⁴ (fig. 134). In blocchi squadrati di arenaria sono anche i numerosi basamenti disseminati nell'area sacra, tra cui quello che ospitava l'edicola del Ma'abed ritrovata da Gennaro Pesce nel secolo scorso, anch'essa realizzata in arenaria²⁵.

Nell'area del foro, la pietra venne impiegata sia nell'edificio sacro situato sul lato settentrionale della piazza, sia nella costruzione degli edifici abitativo-commerciali individuati sotto il lastricato forense²⁶.

Le recenti indagini stratigrafiche condotte in questo settore urbano hanno infatti dimostrato che l'edificio sacro sottostante il tempio di età romana poggiava su una massiciata composta da scapoli di arenaria tirreniana (litarenite e quarzoarenite), granito e andesite porfirica; un livello di ciottoli di pezzatura regolare fungeva da preparazione pavimentale. Nel muro di chiusura settentrionale erano invece impiegati blocchi lavorati di arenaria tirreniana (litarenite); un blocco squadrato di arenaria (tipo grainstone) è stato individuato anche sotto il pronao dell'edificio di età romana.

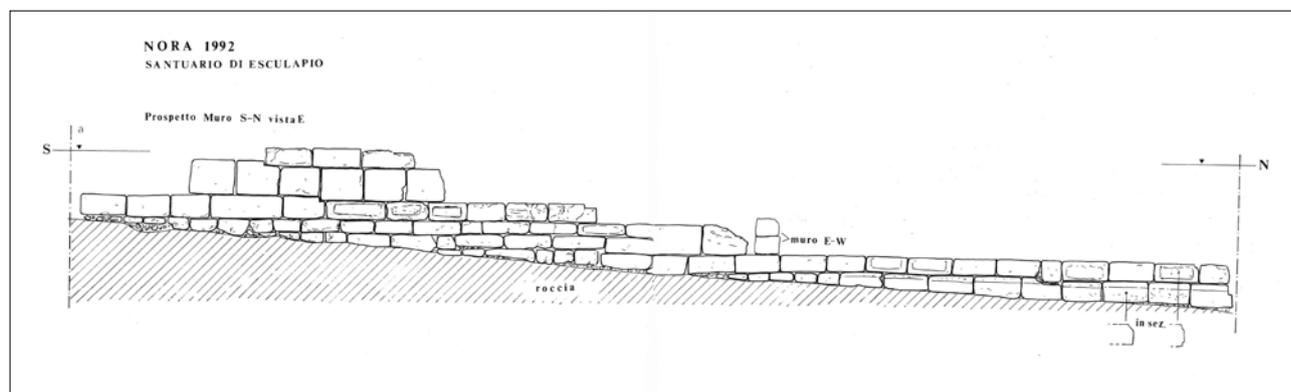


Fig. 134. Prospetto del muro orientale del santuario di Eshmun, realizzato in blocchi squadrati di arenaria tirreniana (BONDÌ 1993).

²² OGGIANO 2005, p. 1031. Blocchi squadrati di arenaria, forse di reimpiego, furono utilizzati anche in alcune murature del santuario. Ida Oggiano ipotizza che tali blocchi appartenessero ad un precedente edificio costruito entro la prima metà del VI secolo a.C., identificabile forse nel luogo di culto ricordato nella stele di Nora (cfr. nota 11).

²³ Che venne invece impiegata, sotto forma di blocchi squadrati, in un edificio situato poco più a nord, la cui connessione con il tempio, così come la sua cronologia, risultano poco chiari. Si tratta dell'edificio in cui sono stati trovati reimpiegati anche conci di arenaria a T di epoca nuragica (PESCE 1957, p. 48;

FINOCCHI 2005, pp. 138-139). Blocchi squadrati di arenaria da 0,5-0,55 x 1-1,10 m furono impiegati anche in una struttura muraria con andamento est-ovest (muro D) individuata sul lato meridionale del colle di Tanit (FINOCCHI 2005, p. 142).

²⁴ BONDÌ 1993, p. 116.

²⁵ Si tratta del coronamento di un'edicola di culto lungo 2,07 m e decorato con una fila di 15 serpenti urei e con un sole alato.

²⁶ A proposito dell'uso della pietra nell'area del foro, cfr. AGUS *et alii* 2009, in particolare pp. 864-868.



Fig. 135. Blocco squadrato di arenaria utilizzato come ortostato in una struttura muraria del quartiere sottostante il lastricato forense.

Nel quartiere abitativo-commerciale sottostante il foro si ritrovano più o meno gli stessi materiali. Lo zoccolo di base delle strutture murarie infatti, realizzato con la tecnica “a orditura di ritti”²⁷, era interamente in pietra (fig. 135). L’ossatura era costituita da blocchi grossolanamente squadrati di arenaria tirreniana (litarenite e grainstone) a forma di parallelepipedo (altezza = 0,60-0,70 m; spessore 0,40/0,60 m), disposti in verticale a distanze comprese tra 1,5 e 3,5 m, mentre lo spazio intermedio era riempito da ciottoli e scapoli lapidei di forma irregolare di andesite porfirica, arenaria tirreniana (litarenite e grainstone), un calcare compatto tipo wackestone, e granito (leucogranito a biotite). Anche il rivestimento interno dei pozzi ritrovati in quest’area era realizzato con gli stessi materiali, che vennero utilizzati inoltre per rivestire la strada che attraversava il quartiere²⁸.

In età punica a Nora la pietra venne utilizzata non solo sotto forma di scapoli e blocchi, impiegati come materiale da costruzione, ma anche per la realizzazione di manufatti. A quest’epoca risalgono infatti le numerose stele ritrovate nel tofet, realizzate con blocchi di arenaria tirreniana, arenaria grigia della formazione del Cixerri o calcare del tramezzario²⁹, nonché alcuni elementi architettonici quali cornici e architravi a gola egizia, realizzati perlopiù in arenaria tirreniana³⁰.

²⁷ BONETTO 2009, pp. 88-89 e pp. 118-126. Le strutture murarie degli edifici sottostanti il lastricato forense erano infatti caratterizzate da uno zoccolo in pietra alto circa 1 m, e da un alzata in crudo, probabilmente realizzato con la tecnica del pisè.

²⁸ Nella strada erano presenti anche elementi in porfido e granito (cfr. AGUS *et alii* 2009, p. 864).

²⁹ Cfr. MOSCATI, UBERTI 1970, pp. 18-20.

³⁰ MAMELI, NIEDDU 2005, pp. 65-68.

6.4 I LITOTIPI IN USO A NORA IN ETÀ PUNICA:

PROVENIENZA E MODALITÀ DI REPERIMENTO

Le evidenze di età punica sopra descritte documentano quindi, per questa fase, la presenza e l’utilizzo a Nora di una notevole varietà di litotipi, come dimostrato dai risultati delle analisi archeometriche condotte sui campioni dell’area forense, così come emerso dai dati editi relativi agli edifici attribuibili a questa fase cronologica (fig. 136).

In ambito edilizio furono utilizzate sia rocce vulcaniche sia rocce sedimentarie.

In particolare, i litotipi più diffusi in età punica risultano essere l’andesite, il granito e l’arenaria tirreniana. La diffusione dell’andesite e dell’arenaria tirreniana ben si spiega con il fatto che si tratta di litologie affioranti sul promontorio norense o nelle immediate vicinanze della città antica, e quindi di facile reperimento, e testimonia che i costruttori norense erano consapevoli delle risorse lapidee circostanti la città, che cominciarono ad essere sfruttate in forme più o meno sistematiche già in quest’epoca. Più difficile spiegare la presenza del granito in città, dal momento che gli affioramenti più vicini di questo materiale si trovano a notevole distanza da Nora, al limite occidentale della piana di Pula, elemento che fa ipotizzare che si tratti di materiale di importazione³¹. Trattandosi perlopiù di ciottoli e non di blocchi squadrati, sembra verosimile che si tratti di elementi raccolti lungo la costa, modellati dall’azione del mare.

Sebbene solo nuove analisi archeometriche potranno confermarlo, appare verosimile che l’andesite utilizzata negli edifici punici sia stata prelevata dal promontorio di Sant’Efisio, che costituisce il bacino di approvvigionamento più comodo da raggiungere, in quanto integrato nel tessuto urbano, dove peraltro affiorano rocce macroscopicamente del tutto simili a quelle in opera nelle strutture urbane di età punica. Non è chiaro se questo sito fosse sede di una vera e propria cava, in quanto in esso non si conservano tracce evidenti di estrazione. La morfologia irregolare degli elementi in opera nelle strutture norensi, nonché la loro dimensione nella maggior parte dei casi piuttosto ridotta, sembrerebbe documentare piuttosto un’attività di raccolta o un’attività estrattiva non controllata (cfr. paragrafo 5.3).

Esito di un’attività di raccolta sono chiaramente anche i ciottoli, utilizzati nel tempio sul lato settentrionale del foro e nel santuario del Coltellazzo per la realizzazione di livelli di preparazione pavimentale.

Diverso è il caso dell’arenaria tirreniana. A differenza delle altre infatti questa pietra venne utilizzata

³¹ MELIS 1998, p. 737.

EDIFICIO	CRONOLOGIA	LITOTIPI UTILIZZATI
Santuario del colle di Tanit	fine VI a.C.	andesite calcere trachite granito
Santuario del Coltellazzo	fine VI - inizio V a.C.	andesite granito arenaria tirreniana ciottoli fluviali
Santuario di Eshmun	V a.C.	arenaria tirreniana
Tempio del foro		andesite granito arenaria tirreniana basalto nero ciottoli fluviali
Edifici abitativo-commerciali sotto il foro	fine VI - inizio V a.C.	andesite calcere granito arenaria tirreniana quarzoarenite

Fig. 136. Tabella riassuntiva dei litotipi in uso negli edifici di età punica di Nora.

in età punica quasi esclusivamente sotto forma di blocchi parallelepipedi squadri, chiaramente ottenuti attraverso una volontaria attività di cavatura e lavorazione. Ciò porta a credere che in quest'epoca lo sfruttamento delle cave di arenaria circostanti Nora fosse già avviato e che la filiera produttiva di questa pietra (estrazione, lavorazione, trasporto) fosse già perfettamente in funzione.

Allargando lo sguardo a considerare anche i manufatti lapidei di età punica, possiamo osservare che anche per la realizzazione di stele, capitelli e cornici vennero privilegiate le rocce sedimentarie, e in particolare l'arenaria, probabilmente in virtù della sua maggiore lavorabilità. In questo caso degno di nota appare il fatto che, nella realizzazione delle stele, oltre all'arenaria tirreniana vennero utilizzati anche altri litotipi provenienti da bacini estrattivi posti a notevole distanza dalla città. È il caso ad esempio dell'arenaria grigia della formazione del Cixerri, che affiora a nord-ovest di Nora, a circa 6,5 km dalla città antica, e del calcare del tramezzario, materiale che affiora nei pressi di Cagliari, e che venne pertanto importato da un'area posta a circa 30 km di distanza dalla città³².

Ciò testimonia, come acutamente osservato da S. Finocchi, che in età punica a Nora la gestione del processo produttivo della pietra (reperimento e redistribuzione) era già ben strutturata ed organiz-

zata, tanto da permettere l'importazione in città di una ricca selezione di materiali lapidei scelti in base alle loro caratteristiche e proprietà (lavorabilità, resistenza, etc.) e provenienti anche da siti situati a notevole distanza dal centro urbano³³. Nonostante l'indubbia varietà di litotipi utilizzati in età punica, appare evidente però che in questa fase l'arenaria tirreniana conobbe una sorta di primato sia in ambito edilizio sia nella produzione di manufatti, e che le cave di questo materiale furono le prime ad essere oggetto di uno sfruttamento sistematico e strutturato, chiaramente determinato dalla loro vicinanza all'area urbana, nonché dalla facilità con cui questo tipo di pietra poteva essere tagliata.

6.5 DINAMICHE DI SFRUTTAMENTO DELLE CAVE DI ARENARIA IN ETÀ PUNICA E SAPERI TECNICI APPLICATI

La presenza di blocchi squadri di arenaria tirreniana nel santuario del Coltellazzo, nel santuario di Eshmun così come negli edifici abitativi e nel tempio dell'area forense testimonia infatti che in questo periodo, e cioè tra la fine del VI e l'inizio del V secolo a.C., gli affioramenti di arenarie tirreniane circostanti la città antica vennero ampiamente sfruttati quali bacini di approvvigionamento di materiale da costruzione. Questo dato cronologico appare di indubbia importanza al fine della ricostruzione storica delle dinamiche di sfruttamento delle cave della Sardegna, dal momento che fino ad ora si riteneva che l'avvio dell'attività estrattiva nelle cave di are-

³² A proposito del calcare del tramezzario e dei litotipi che affiorano sulle colline di Cagliari, cfr. GANDOLFI, PORCU 1967; PECORINI, POMESANO-CHERCHI 1969; CARMIGNANI *et alii* 2000.

³³ FINOCCHI 2002, p. 172.

naria della costa meridionale sarda fosse da collocarsi nel IV secolo a.C.³⁴.

Ciò sta inoltre a significare che tra la fine del VI e l'inizio del V secolo a.C. a Nora vi erano delle maestranze in possesso di conoscenze tecniche specifiche che permettevano loro di estrarre e lavorare la pietra in forma di blocchi squadrati. È facile ipotizzare che si tratti di maestranze nordafricane, trasferitesi a Nora in seguito alla conquista cartaginese della Sardegna, che importarono in città saperi tecnici già sperimentati nella madrepatria. È noto infatti che in Nord Africa vi erano numerose cave sfruttate da Cartagine e da altri centri urbani per l'approvvigionamento della pietra, alcune delle quali, come quelle di El Haouaria, attive già dal VII secolo a.C.³⁵. La maggior parte delle cave nordafricane sfruttate in età punica inoltre interessava proprio affioramenti di arenaria, per cui si può supporre che le maestranze provenienti da quelle regioni avessero già esperienza nell'estrazione di pietre tenere e conoscessero quali fossero le tecniche e gli strumenti più adatti per la loro cavatura e lavorazione³⁶.

In questo l'avvio dell'attività estrattiva a Nora ben si inquadra nel periodo storico considerato, che vede la diffusione in Sardegna, proprio a partire dalla fine del VI secolo a.C., di «modelli propri del patrimonio culturale di Cartagine [...] destinati a divenire parte integrante della punicità sarda»³⁷, tra cui usanze e pratiche artigianali di matrice nordafricana³⁸.

Tali attività richiedevano ovviamente strumenti e conoscenze specifiche. Se i saperi tecnici costituivano parte del bagaglio culturale delle maestranze nord-africane³⁹, gli strumenti necessari all'estrazio-

ne e alla lavorazione della pietra erano invece con buona probabilità prodotti localmente. La loro fabbricazione era sicuramente facilitata dalla presenza, nel territorio circostante la città o comunque nel Sulcis, di risorse minerarie, che vennero sfruttate per la produzione metallurgica forse già a partire dall'età fenicia⁴⁰.

6.6 LE CAVE DI ARENARIA SFRUTTATE IN ETÀ PUNICA: CONSIDERAZIONI CRONOLOGICHE

Cerchiamo ora di stabilire una cronologia relativa delle cave di arenaria di Nora, per individuare quali siti siano stati sfruttati in età punica.

Purtroppo, quest'operazione risulta alquanto difficile, sia per la scarsità di dati cronologici relativi alle cave, sia per il troppo esiguo numero di analisi archeometriche finora effettuate su strutture in arenaria stratigraficamente datate.

Nonostante ciò, di particolare interesse risultano i risultati delle analisi petrografiche condotte sui campioni lapidei prelevati dalle strutture di età punica dell'area del foro. Tra i campioni analizzati infatti, ben 4 sono risultati compatibili con la sequenza sedimentaria I, che sappiamo affiorare esclusivamente nella cala orientale, in prossimità della necropoli a camera indagata nel secolo scorso. Ciò dimostra che almeno parte del materiale impiegato nell'area del foro in età punica proveniva da questo bacino estrattivo, e venne ricavato forse proprio dallo scavo delle tombe ipogee. Questo elemento appare molto significativo, in quanto, anche alla luce dell'affinità cronologica tra inizio d'uso della necropoli (inizio V secolo a.C.) e diffusione negli edifici norensi di blocchi squadrati di arenaria (fine VI - inizio V a.C.), marca una stretta relazione tra il momento in cui vennero realizzate le prime tombe ipogee, e quello in cui presero avvio le attività di estrazione e lavorazione dell'arenaria. Ciò fa ipotizzare che entrambi i fenomeni siano strettamente legati all'arrivo in città di genti nordafricane, portatrici di nuovi costumi funerari ma anche di conoscenze tecniche specifiche, legate all'estrazione e alla lavorazione della pietra, e in particolare dell'arenaria (cfr. *supra*). Sembra infatti verosimile

³⁴ BARTOLONI, BONDI, MOSCATI 1997, p. 84. Un precoce inizio dello sfruttamento delle cave di Nora era già stato ipotizzato da Ida Oggiano in seguito al ritrovamento di blocchi squadrati di arenaria nel santuario del Coltellazzo (OGGIANO 2000, p. 227) e da Stefano Finocchi, in base alla presenza di conci di arenaria in edifici e strutture di età fenicia e punica (FINOCCHI 2002, p. 171).

³⁵ LANCEL 1992, p. 335; DOCTER 2009, p. 184.

³⁶ A proposito delle cave di Cartagine e dei materiali lapidei in uso in città cfr. CINTAS 1959; MEZZOLANI 2008; DOCTER 2009, p. 184.

³⁷ BARTOLONI, BONDI, MOSCATI 1997, p. 72.

³⁸ Solo per citare alcuni esempi, basti pensare al cambiamento nel costume funerario, col passaggio dall'incinerazione all'inumazione, ma anche alla diffusione di materiali quali le maschere virili e le protomi femminili in terracotta, o le stele funerarie con tipologia e iconografia tipicamente cartaginesi.

³⁹ Per squadrare i blocchi le maestranze dovevano essere in possesso anche di basilari nozioni di geometria, nonché di strumenti di precisione quali squadre e fili a piombo. Degno di nota il fatto che le raffigurazioni presenti su alcune stele di Cartagine testimoniano che tali strumenti erano già noti nel mondo punico (cfr. bibliografia in PARETTA 2006, pp. 387-388, nota 28).

⁴⁰ Sebbene nelle aree circostanti Nora interessate da mineralizzazione non siano state trovate tracce di attività estrattiva antica, sulla base del cospicuo numero di oggetti in metallo (piombo, bronzo e ferro) ritrovati nel tofet, nonché di alcuni indicatori di produzione metallurgica rilevati nel territorio, si ritiene che a Nora venissero prodotti oggetti in metallo almeno dall'età punica. A conferma di ciò sta inoltre il cosiddetto "forno fusorio" ritrovato da G. Patroni in prossimità della necropoli punica, interpretato come un forno per l'estrazione dello zinco dalle calamine (PATRONI 1904, pp. 146-147; FINOCCHI 2002, pp. 147-186; FINOCCHI 2003).

che entrambi i fenomeni siano connessi all'arrivo a Nora di persone in grado di usare strumenti specifici, quali innanzitutto il piccone ma anche altri di più difficile identificazione, che potevano essere utilizzati sia per lo scavo delle camere ipogee, sia per l'estrazione e la lavorazione di blocchi lapidei. Nell'area della necropoli punica di Nora, le diverse attività in qualche modo si fondevano insieme, e condividevano spazi e forse anche operatori, dal momento che lo scavo di una tomba ipogea non era molto dissimile dallo scavo di una cava in galleria. Nonostante le dimensioni ridotte inoltre, lo scavo di una tomba a camera garantiva senza dubbio la produzione di una quantità, seppur non significativa, di materiale lapideo, che poteva essere impiegata in ambito edilizio⁴¹. A questo proposito colpisce il fatto che tra le cave più note, più estese e più antiche del Nord-Africa vi siano proprio delle cave in galleria, e cioè quelle di El Haouaria, sfruttate da Cartagine già dal VII secolo a.C.⁴².

L'ipotesi di una stretta relazione tra avvio dell'attività di cavatura (e di conseguenza impiego di blocchi lapidei squadrati) e realizzazione delle tombe ipogee trova conferma in ciò che si verifica anche in altri centri urbani della Sardegna, quale innanzitutto Tharros, dove, come dimostrato da recenti ricerche⁴³, proprio in età punica vennero aperte le prime cave, funzionali all'estrazione di arenaria. Anche in questo caso, l'avvio dell'attività estrattiva coincise con il momento di diffusione del rito dell'inumazione e di conseguenza con la realizzazione delle prime tombe ipogee, scavate nei banchi di arenaria circostanti la città e sfruttati contemporaneamente anche a scopo estrattivo.

Se quindi si può ipotizzare che gli affioramenti di arenarie presenti in prossimità della necropoli fossero sicuramente sfruttati in età punica, più difficile risulta chiarire se in quest'epoca anche la cava della cala nord-orientale e quella di Is Fradis Minoris fossero attive.

Infatti, i risultati delle analisi archeometriche condotte sugli altri due campioni di arenaria prele-

vati dalle strutture di età arcaica dell'area forense (campioni A e T), a differenza degli altri sono risultati compatibili con la sequenza sedimentaria II, che affiora sia nella cala orientale, in prossimità della cava qui presente, sia sulla penisola di Is Fradis Minoris. Di conseguenza, l'esatta provenienza di questi elementi permane dubbia, e non ci permette di stabilire se in questo periodo fosse sfruttato solo uno di questi siti estrattivi, o se lo sfruttamento interessasse già entrambi i siti.

Data la maggiore vicinanza all'area urbana che la contraddistingue, appare probabile però che la cava della cala nord-orientale sia stata sfruttata prima della cava di Is Fradis Minoris.

Un indizio a sostegno di questa ipotesi è dato dalle dimensioni dei blocchi semi-cavati ritrovati in questo sito estrattivo, la maggior parte dei quali, con dimensioni pari a circa 0,50 x 1 m, è riconducibile ad uno standard metrologico predefinito, che si basa sul cubito da 50-51 cm, unità di misura caratteristica del mondo punico e ampiamente attestata in Nord-Africa in ambito edilizio, dove ricorre frequentemente nello spessore dei muri e nelle dimensioni dei blocchi in opera negli edifici⁴⁴.

Sebbene l'utilizzo di un'unità di misura punica non possa essere considerato un elemento di datazione valido, dal momento che è ormai appurata la continuità d'uso di unità di misura puniche anche in piena età romana, colpisce il fatto che le dimensioni dei blocchi semi-cavati della cava della cala nord-orientale trovino un diretto confronto in quelle di alcuni blocchi impiegati in edifici norensi di età punica. Essi infatti coincidono perfettamente con le dimensioni dei blocchi di arenaria utilizzati per pavimentare la terrazza del santuario del Coltellazzo, che misurano proprio 0,50 x 1 m⁴⁵. Le stesse dimensioni caratterizzano anche altri blocchi squadrati di arenaria ritrovati nello stesso santuario, in fase di reimpiego⁴⁶.

Suggestivo appare il fatto che tali dimensioni sembrano essere ricorrenti nei blocchi squadrati di arenaria impiegati a Nora. Ai casi sopra citati, va aggiunto infatti il ritrovamento di blocchi di que-

⁴¹ L'esistenza di maestranze specializzate nella realizzazione di tombe ipogee è stata già ipotizzata da P. Bartoloni per la necropoli di Monte Sirai. Lo studioso infatti, considerata l'omogeneità tipologica delle tombe, le tracce di lavorazione e le impronte lasciate dagli strumenti sulla roccia, suppone l'esistenza di una «confraternita di affossatori, che provvedeva alla costruzione della tomba e alle successive onoranze funebri» (BARTOLONI 2002, p. 75).

⁴² A proposito delle cave di El Haouaria, cfr. RAKOB 1984.

⁴³ A proposito delle cave di Tharros, cfr. DEL VAIS *et alii* 2006; DEL VAIS, GRILLO, NAITZA 2014a; DEL VAIS, GRILLO, NAITZA 2014b; DEL VAIS, GRILLO, NAITZA 2014c.

⁴⁴ Cfr. bibliografia indicata nella nota 5 del cap. 5. Interessante appare il fatto che i blocchi di solito utilizzati come "harpes" nelle strutture a telaio misurano proprio 0,50 x 1 m (con uno spessore di 0,20 m). Cfr. CINTAS 1959, p. 139; SLIM *et alii* 2004, p. 261.

⁴⁵ MELCHIORRI 2012, p. 109, nota 10.

⁴⁶ Si tratta in particolare dei blocchi di arenaria reimpiegati in uno dei muri (USM 7173) che delimita il corridoio di accesso costruito in età romana sul lato nord del santuario, caratterizzati da dimensioni che oscillano tra 0,90-1,00 x 0,49-0,52 m. Analoghe dimensioni presenta anche il cippo-trono reimpiegato nella medesima struttura (MELCHIORRI 2005, p. 120).

sto tipo, con dimensioni pari a 0,50 x 1 m, in una struttura muraria con andamento est-ovest situata sul colle di Tanit, per cui purtroppo non si dispone di dati cronologici⁴⁷.

Al di là del dato cronologico, la diffusa presenza in città di blocchi di arenaria con queste dimensioni fa credere che nelle operazioni di estrazione e lavorazione della pietra venisse applicato uno standard metrologico basato sul cubito punico da 50-51 cm, probabilmente introdotto dalle maestranze giunte a Nora in seguito alla conquista cartaginese⁴⁸. A conferma di ciò sembrano essere i dati recentemente raccolti nell'ambito di uno studio sulle cave di arenaria situate lungo le coste tunisine, che hanno evidenziato il ricorrere in cava di blocchi che misurano 50-53 cm (o talvolta 45-46 cm) per 105 cm⁴⁹.

Pur in assenza di dati cronologici puntuali, si può verosimilmente ipotizzare che l'avvio dello sfruttamento degli affioramenti di arenaria della penisola di Is Fradis Minoris sia da porsi in un momento di poco successivo, e cioè tra la fine del V e l'inizio del IV secolo a.C., quando tutta l'area circostante l'attuale peschiera, sede del porto dell'insediamento, conobbe una particolare vitalità, con l'installazione di officine artigianali e produttive, come dimostrato dai materiali raccolti nel corso delle ricognizioni effettuate nel secolo scorso.

A partire da questo momento Nora si espanse progressivamente nel territorio, non solo nell'immediato suburbio, ma anche nella pianura circostante, dove vennero a costituirsi degli insediamenti finalizzati sia allo sfruttamento agricolo, sia all'approvvigionamento di materie prime da utilizzare a fini industriali⁵⁰.

Questi ultimi si concentrano nel settore occidentale della pianura, alle pendici orientali del sistema montuoso sulcitano. È probabilmente in questa fase di espansione territoriale che vennero scoperti gli affioramenti di arenaria grigia posti alle pendici

orientali del sistema montuoso sulcitano che cominciarono ad essere sfruttati per ricavare materiale da utilizzare per la produzione di manufatti, e in particolare di stele, come quelle ritrovate nel tofet.

6.7 NORA DALLA CONQUISTA ROMANA DELLA SARDEGNA (227 A.C.) ALLA PRIMA ETÀ IMPERIALE

Nel 227 a.C. Nora, così come tutta la Sardegna, entrò nell'orbita politica e amministrativa romana, con la costituzione della provincia di *Sardinia et Corsica*. Con la costituzione della provincia venne così sancito in modo ufficiale l'avvio di un processo di interazioni culturali e contatti commerciali tra mondo sardo e mondo italico che era in realtà già in atto da più di un secolo⁵¹.

Fu forse proprio la crescita dell'attività commerciale che si verificò in questo periodo, responsabile a sua volta di una crescita economica dei centri urbani dell'isola, che determinò l'avvio a Nora di molteplici interventi edilizi, accompagnati da un'ulteriore espansione dell'abitato e da una progressiva crescita demografica dell'insediamento.

Nel corso del III secolo a.C. infatti, ma soprattutto nel II secolo a.C., l'abitato norense conobbe un'espansione verso ovest, con l'installazione di nuove attività artigianali e produttive nel quartiere situato alle pendici occidentali del Colle di Tanit, e anche verso sud, nell'area che verrà in seguito occupata dalla casa dell'atrio tetrastilo. Un importante cambiamento si verificò anche nell'area dell'istmo, dove a partire dalla metà del III secolo a.C. la necropoli a camera qui situata non venne più utilizzata.

In ambito urbano, importanti cambiamenti si registrano nell'area del Tempio romano dove, nello spazio che sarà poi occupato dalla cella, vennero costruiti una serie di edifici di difficile lettura, mentre in corrispondenza degli ambienti posti sul lato occidentale del Tempio venne realizzata una strada in battuto di scaglie andesitiche dotata di un drenaggio di anfore. Tra la seconda metà del II secolo a.C. e la prima metà del I secolo a.C., anche il quartiere sottoposto al foro subì una serie di modifiche; esso infatti venne dotato di nuovi apparati idrici, e si espanse ulteriormente verso ovest, dove venne re-

⁴⁷ FINOCCHI 2005, p. 142 (si tratta della struttura D, visibile nella pianta di fig. 3).

⁴⁸ Sull'impiego a Nora di unità di misura puniche, cfr. BONDI 1993; BONETTO, GHEDINI, GHIOTTO 2003; GHIOTTO 2009, pp. 310-314.

⁴⁹ SLIM *et alii* 2004, p. 261. Sulla ricorrenza di misure pari a 50-52 cm e di 45-46 cm nei blocchi ritrovati in alcune cave del Nord-Africa si veda anche MEZZOLANI 2008, pp. 177-178.

⁵⁰ FINOCCHI 1999, pp. 172-180; FINOCCHI 2002; BONETTO 2009, p. 186; BOTTO 2011, pp. 67-68; BONETTO c.s. Tali siti si collocano principalmente sulla sommità di piccoli pianori tabulari, in prossimità di aree di reperimento di materie prime (metalli, legno, pietra) e in prossimità dei corsi d'acqua che dai rilievi sulcitani scendono verso la pianura (il Rio S'Oreanu e i suoi affluenti), probabilmente utilizzati per il trasporto delle materie prime in città.

⁵¹ I corredi della necropoli a camera situata sull'istmo documentano infatti che già nel IV secolo a.C. Nora intratteneva relazioni commerciali con la penisola, importando manufatti di produzione italica. A conferma di ciò anche i dati forniti dall'abitato, dove stratigrafie di età ellenistica indagate in varie parti della città (nell'area del Tempio romano, nell'area C e nella Casa "dell'atrio tetrastilo") hanno dimostrato la presenza a Nora in queste fasi di prodotti di importazione provenienti dall'Etruria, dal Lazio e dalla Campania. Sulle vicende che interessarono Nora tra il IV e il I secolo a.C. e sulle diverse tappe di questo processo si veda BONETTO c.s.



Fig. 137. Foto aerea del settore centro-orientale di Nora. In primo piano il teatro; in secondo piano, il complesso forense (Gianni Alvito).

alizzato un nuovo complesso di edifici (isolato C). In questo stesso periodo, nell'area venne costruito anche un poderoso muro difensivo⁵².

Nonostante questo fervore edilizio, i dati di cui disponiamo relativamente a questo periodo dimostrano che nei due secoli che seguirono la costituzione della provincia la città di Nora non subì variazioni di rilievo nell'assetto urbanistico e nella distribuzione degli spazi urbani rispetto al periodo precedente⁵³. Anche gli edifici di culto di età punica, seppure sottoposti a importanti interventi di ristrutturazione, vengono mantenuti e continuano ad avere la medesima funzione⁵⁴.

Forti segnali di cambiamento si registrano invece a partire dall'età cesariano-augustea, quando la città, in seguito all'ottenimento dei diritti municipali, a poco a poco cominciò ad adeguarsi ai modelli sviluppati nella capitale dotandosi dei principali edifici-simbolo della romanità e venendo così ad assumere un aspetto sempre più monumentale⁵⁵.

Evento cruciale per questa fase è la costruzione del foro, avvenuta tra il 40 e il 20 a.C., come dimostrato dalle recenti indagini condotte in questo settore urbano⁵⁶. Tale evento determinò importanti modifiche all'assetto urbano della città, dal momento che la realizzazione della piazza e dei suoi annessi comportò la demolizione del quartiere abitativo-commerciale esistente in quest'area dalla fine del VI secolo a.C. Intorno alla piazza, circondata da portici su due o tre lati, vennero costruiti vari edifici tra cui una curia, la basilica civile e, sul lato settentrionale, un edificio templare, che venne a sovrapporsi al precedente luogo di culto di età punica.

A pochi anni decenni di distanza, in una zona di leggero pendio ai piedi del colle di Tanit venne costruito un altro importante edificio pubblico, e cioè il teatro⁵⁷ (fig. 137). Anche in questo caso, la costruzione dell'edificio comportò la distruzione di

⁵² BONETTO 2009, pp. 198-243.

⁵³ BEJOR 1994a, p. 845. Nei due secoli che seguirono la conquista romana anche il territorio circostante Nora non sembra subire sostanziali cambiamenti (RENDELI 2005, pp. 169-171).

⁵⁴ Cfr. GARBATI 2012.

⁵⁵ BEJOR 1994a, pp. 845-858; BEJOR 1994b, pp. 109 e 112;

GHIOTTO 2004, pp. 184-185; GHIOTTO 2009, pp. 323-326. Sull'istituzione del municipio di Nora, cfr. BONETTO 2002, con bibliografia precedente.

⁵⁶ Per un'analisi esaustiva del foro in età romana, cfr. GHIOTTO 2009. Per quanto riguarda il tempio sul lato settentrionale della piazza, cfr. NOVELLO 2009.

⁵⁷ BEJOR 1994a, pp. 846-850; BEJOR 1994b, p. 109; GHIOTTO 2004, p. 185.

precedenti strutture di età repubblicana. In questo stesso periodo inoltre, nell'area che verrà successivamente occupata dal cosiddetto Tempio romano, venne costruito un nuovo edificio di culto.

Anche nel territorio circostante la città antica si manifestano alcuni segnali di cambiamento: il popolamento diviene infatti più capillare, e le risorse naturali cominciano ad essere sfruttate in forme sempre più intensive⁵⁸.

6.8 CONTESTI D'USO E MODALITÀ DI IMPIEGO DELLA PIETRA TRA IL III SECOLO A.C. E LA PRIMA ETÀ IMPERIALE: I DATI DALL'AREA DEL FORO E DAL TEATRO

Per quanto riguarda l'uso della pietra, nei due secoli successivi alla conquista romana della Sardegna possiamo affermare che in ambito edilizio non si registrano variazioni nella gamma di litotipi utilizzati a Nora e nelle modalità di approvvigionamento e impiego degli stessi, come si evince dai dati di cui disponiamo circa il materiale impiegato in città, e in particolare nel quartiere abitativo-commerciale sottoposto al foro⁵⁹. Nei muri dei nuovi edifici dell'isolato C sono presenti infatti ortostati squadrate di arenaria tirreniana (litarenite e grainstone) e scapoli di piccole e medie dimensioni di andesite. Nel silos costruito in questa fase troviamo ciottoli e scapoli di piccole e medie dimensioni di andesite, arenaria tirreniana e granito. Gli stessi materiali si ritrovano anche nei muri costruiti nell'area del portico occidentale del foro, che si distinguono però per il fatto che gli elementi in essi impiegati hanno dimensioni decisamente maggiori rispetto a quelli dei muri situati più ad ovest, con massi che raggiungono anche i 60 cm. Grandi dimensioni contraddistinguono anche i blocchi e i massi impiegati nel muro di fortificazione che viene a delimitare il quartiere sul lato meridionale.

Più omogeneo dal punto di vista litologico e morfologico risulta essere il materiale lapideo utilizzato nella costruzione della cisterna a bagnarola dell'isolato A, le cui pareti sono realizzate quasi esclusivamente con blocchetti squadrate di arenaria tirreniana.

I primi segnali di cambiamento nei sistemi di approvvigionamento e uso della pietra si verificano a partire dall'età cesariano-augustea, quando in città vennero realizzati nuovi edifici pubblici di grandi dimensioni, quali innanzitutto il complesso forense e il teatro, che richiesero ingenti quantitativi di pietra. Questo fatto determinò probabilmente la necessità di aprire nuove cave e di sfruttare in modo più intensivo i bacini estrattivi già in uso.

I litotipi utilizzati in questi edifici non differiscono da quelli in uso in età punica. I materiali maggiormente utilizzati nell'area del foro e del teatro infatti sono l'arenaria tirreniana, l'arenaria grigia del Cixerri e l'andesite, nella varietà brecciata. A fronte di ciò, si nota invece un calo nell'uso del granito.

In questa fase si registra inoltre una maggiore attenzione nelle modalità di impiego dei diversi litotipi, che vengono posti in opera in forme e modi diversi a seconda delle loro caratteristiche fisico-meccaniche ed estetiche.

Nell'area del foro, che venne ad occupare una superficie di circa 3000 m², vennero utilizzati diversi litotipi, perlopiù coincidenti con quelli in uso nelle fasi precedenti. Nelle fondazioni delle strutture murarie si privilegiarono i blocchi squadrate di arenaria tirreniana, che troviamo impiegati nella fondazione del muro che costituisce il limite meridionale della piazza, nelle fondazioni delle colonne e dei muri dei portici, nelle fondazioni dei muri perimetrali della basilica civile, nell'edificio con cisterne a nord della basilica e nel muro di fondo della curia. Analogamente, blocchi squadrate di arenaria tirreniana furono impiegati anche nelle fondazioni dei muri perimetrali del tempio situato sul lato settentrionale della piazza e nelle restanti strutture afferenti all'edificio sacro. Più rare le fondazioni in ciottoli e scapoli lapidei irregolari di diverse litologie (arenaria tirreniana, andesite porfirica, quarzoarenite, granito e litarenite): fondazioni di questo tipo caratterizzano alcuni tratti del muro di fondo del portico orientale, i muri dell'ambiente quadrangolare a nord dell'edificio con cisterne, i muri dell'essedra e i muri laterali della curia.

È probabile che anche gli alzati delle strutture murarie dell'area del foro, purtroppo ampiamente spoliati, fossero almeno in parte costituiti da blocchi squadrate di arenaria, come si può dedurre da alcuni lacerti conservatisi. In blocchi di arenaria erano anche i basamenti dei monumenti onorari collocati davanti alle colonne dei portici e quello posto al centro della piazza.

Nel complesso forense l'arenaria tirreniana venne utilizzata inoltre, in questo caso sotto forma di blocchetti squadrate di più piccole dimensioni, per la realizzazione delle pareti della cisterna a bagnarola dell'edificio a nord della basilica, secondo un'abitudine già diffusa in età punica, e sotto forma di lastre squadrate nel rivestimento del pozzo e nella canaletta del pronao del tempio.

In altre infrastrutture idrauliche invece, quali la canaletta sotto il lastricato del foro e quella che attraversa il portico occidentale, si riscontra una maggiore disomogeneità sia per quanto riguarda i

⁵⁸ BOTTO, RENDELI 1998, p. 735.

⁵⁹ Cfr. AGUS *et alii* 2009, pp. 865-866.

materiali impiegati, sia per quanto riguarda la loro forma e le loro dimensioni.

Per quanto riguarda la provenienza dell'arenaria tirreniana impiegata nel foro, le analisi archeometriche condotte su due campioni prelevati rispettivamente dal basamento onorario situato al centro della piazza (campione L) e dal muro di fondo del portico est (campione M) hanno dimostrato che si tratta di blocchi compatibili con la sequenza II, che sappiamo affiorare sia nella cala orientale, sia sulla vicina penisola di Is Fradis Minoris. Considerato l'enorme numero di blocchi di arenaria presenti nell'area del foro, appare più che probabile che almeno parte del materiale sia stato prelevato a Is Fradis Minoris, dal momento che la sola cava della cala nord-orientale, date le sue dimensioni, non avrebbe potuto soddisfare la richiesta di una simile quantità di materiale.

Oltre all'arenaria tirreniana, nella costruzione del foro venne largamente utilizzato anche un altro litotipo, e cioè la cosiddetta "autobreccia andesitica", roccia vulcanica di colore violaceo simile all'andesite, ma caratterizzata da una tessitura conglomeratica. È questo infatti il materiale di cui sono composte le lastre di pavimentazione della piazza, come evidenziato da recenti indagini archeometriche⁶⁰. È facile ipotizzare che la scelta di utilizzare una roccia vulcanica per la pavimentazione del foro sia stata determinata dalle caratteristiche fisico-meccaniche di questa pietra che, essendo particolarmente resistente, risultava adatta ad essere impiegata in una superficie sottoposta a forte usura come una piazza⁶¹.

La lastratura del foro richiede una notevole quantità di pietra, calcolabile in circa 300 m³.

Ma dove venne estratto questo materiale? Circa il sito di provenienza dell'autobreccia utilizzata nel foro permangono ancora alcuni dubbi. Se infatti gli affioramenti di materiale vulcanico più vicini all'area forense si trovano sul promontorio di Sant'Efisio, il materiale affiorante in questo sito appare diverso dal punto di vista macroscopico rispetto a quello utilizzato nel foro. Inoltre, la quantità di materiale impiegato nella pavimentazione forense appare sproporzionata rispetto all'estensione del sito del promontorio di Sant'Efisio per ipotizzare la provenienza dell'intero lotto di materiale da questo bacino estrattivo. La presenza, nelle vicinanze della



Fig. 138. Lastra di andesite impiegata nella piazza forense.

città, anche di altri affioramenti vulcanici dove si trovano materiali del tutto simili a quelli impiegati nel lastricato forense, quali la collina di Su Casteddu o Punta d'Agumu, fa ritenere più probabile che il materiale del foro provenga da uno di questi siti estrattivi. L'omogeneità dimensionale ed estetica delle lastre suggerisce di poter escludere che per l'approvvigionamento della pietra ci si sia rivolti a due distinti bacini estrattivi. Assai più probabile sembra essere l'ipotesi che il materiale utilizzato per la realizzazione delle lastre del foro provenga da un solo sito, riconoscibile forse in uno di quelli sopra elencati.

La morfologia regolare delle lastre, caratterizzate da una pianta poligonale o quadrata e da uno spessore di 20-25 cm, indica in ogni caso che a partire da questo momento gli affioramenti vulcanici circostanti la città cominciarono ad essere oggetto di un'attività estrattiva strutturata, in cui furono impiegate maestranze in grado di utilizzare strumenti e tecniche che permettevano di estrarre e lavorare queste pietre "dure", fino ad ottenere elementi di forma regolare, quali blocchi e lastre, e non più solo ed esclusivamente elementi sbozzati e irregolari, come quelli in uso nelle fasi precedenti (fig. 138).

Infine, tra i materiali lapidei impiegati nel complesso del foro, seppure in quantità decisamente minori rispetto all'arenaria tirreniana e all'autobreccia, è necessario annoverare anche l'arenaria grigia della formazione del Cixerri. Nell'area forense questo litotipo è utilizzato solo in piccole quantità: gli unici elementi in arenaria grigia presenti nel foro sono infatti 5 blocchi quadrangolari dotati di incasso centrale, probabilmente utilizzati in fase di cantiere per delimitare l'area destinata al complesso forense⁶² (fig. 139).

⁶⁰ Cfr. AGUS *et alii* 2009, campione Q.

⁶¹ L'impiego di rocce vulcaniche sotto forma di lastre nelle pavimentazioni di piazze e strade era una pratica molto diffusa nel mondo antico e largamente documentata. Di essa si ha testimonianza anche in Sardegna, a Nora ma anche a Fordongianus (GHOTTO 2004, p. 11).

⁶² GHOTTO 2009, pp. 316-318.



Fig. 139. Blocco squadrato in arenaria grigia con incasso situato nel portico occidentale del foro (GHIOFFO 2009).

Del tutto analoghi i litotipi impiegati nella costruzione del teatro⁶³. Nell'emiciclo esterno nella *porticus post scaenam* e nell'edificio di fronte-scena troviamo infatti impiegati blocchi squadrati di arenaria tirreniana, materiale con cui furono realizzate anche alcuni elementi decorativi, e in particolare alcune cornici.

I gradini della cavea sono invece costituiti da blocchi squadrati di andesite e di arenaria grigia della formazione del Cixerri. In questo caso, le analisi archeometriche condotte su campioni prelevati da varie parti dell'edificio hanno portato all'individuazione della precisa cava di provenienza di questi materiali⁶⁴.

Per quanto riguarda l'arenaria tirreniana, i campioni sono risultati compatibili con gli affioramenti della cava di Is Fradis Minoris, come suggeriva già l'aspetto stesso di alcuni blocchi, caratterizzati dalla presenza evidente del livello biocostruito a *Lithothamnium*, che sappiamo essere presente sulla vicina penisola. L'arenaria grigia è risultata invece provenire dalla cava di Sa Perdera, sito estrattivo situato nell'entroterra, a circa 6,5 km dalla città di Nora, mentre i blocchi di andesite sono risulta-

ti compatibili con gli affioramenti di Su Casteddu, cava situata a circa 3 km di distanza da Nora, in prossimità del paese di Pula.

A fronte di ciò si può notare che in questa fase, nella scelta dei bacini estrattivi da sfruttare, la qualità della pietra cominciò ad esercitare un peso maggiore rispetto alla distanza delle cave dalla città antica o alla loro vicinanza al mare o ad altre comode vie di trasporto. Ciò inoltre indica che in età tardo-repubblicana la città disponeva di un forte potere economico e che poteva disporre di una rete viaria che permetteva un comodo collegamento anche con siti estrattivi posti a notevole distanza da Nora.

Sono proprio i tre siti estrattivi sfruttati per la costruzione del teatro (Is Fradis Minoris, Sa Perdera, Su Casteddu) che sembrano conoscere, tra la fine del I secolo a.C. e l'inizio del I secolo d.C., un più intenso sfruttamento, sfruttamento che probabilmente si protrasse a lungo, come suggerito anche dalle loro cospicue dimensioni.

6.9 LO SFRUTTAMENTO DELLE CAVE DEL TERRITORIO TRA L'ETÀ CESARIANA E LA PRIMA ETÀ IMPERIALE

Come anticipato, le dimensioni dei nuovi edifici costruiti in questo periodo e gli enormi quantitativi di pietra in essi impiegati dimostrano che a partire dall'età cesariano-augustea lo sfruttamento delle cave del territorio circostante Nora andò intensificandosi.

La crescente richiesta di materiale lapideo da impiegare nei nuovi edifici urbani determinò infatti la necessità di rivolgersi ad un sempre maggior numero di bacini estrattivi, dal momento che quelli già in uso e più prossimi alla città cominciarono a non essere più sufficienti per soddisfare le esigenze dei costruttori norensi.

Per quanto riguarda l'approvvigionamento di arenaria tirreniana è certo che in questa fase la cava maggiormente sfruttata fu quella di Is Fradis Minoris, sito da cui provengono i blocchi impiegati nel teatro, e forse, almeno in parte, quelli utilizzati nel foro. Ciò ben si spiega con la notevole estensione degli affioramenti rocciosi presenti sulla penisola, non paragonabile a quelli della cava della cala nord-orientale, che evidentemente da sola non poteva garantire i quantitativi di pietra necessari alla costruzione del teatro e del foro.

È probabilmente in questo periodo di intenso sfruttamento che a Is Fradis Minoris vennero realizzate alcune strutture e infrastrutture funzionali alla gestione del sito estrattivo, quali la cisterna a bagnarola e l'edificio costruiti in prossimità dell'estremità orientale della penisola. Benchè infatti per queste strutture non si disponga di elementi di da-

⁶³ A proposito del teatro di Nora, cfr. GHIOFFO 2004, pp. 76-81.

⁶⁴ Cfr. MELIS, COLUMBU 2000.

tazione puntuali, alcune particolarità costruttive (il rivestimento della cisterna, l'intonaco dipinto a rivestimento del banco roccioso) rendono altamente probabile che esse risalgano all'età romana, e appare plausibile che esse siano da mettere in relazione proprio con questa fase di intenso sfruttamento della cava.

In questo periodo, nelle cave di arenaria l'estrazione sembra avvenire in modo più disordinato, senza l'applicazione rigorosa di moduli standardizzati, come dimostrano le misure dei blocchi semicavati presenti nella cava di Is Fradis Minoris, decisamente più varie rispetto a quelle dei blocchi della cava della cala nord-orientale, così come le misure dei blocchi in opera negli edifici costruiti in questo periodo⁶⁵. Nonostante ciò, si osserva comunque il persistere, nelle operazioni di taglio dei blocchi, di unità di misura riconducibili, seppure con qualche approssimazione, al mondo punico. A questo proposito, degno di nota appare il fatto che nelle fondazioni del tempio sul lato nord del foro si è osservata la presenza di due gruppi di blocchi, il primo con dimensioni riconducibili più o meno al cubito piccolo da 46 cm, unità di misura ricorrente in tutto l'edificio, e il secondo con dimensioni riconducibili al cubito grande da 50-52 cm. Secondo un'interessante proposta di M. Novello, questa differenza sarebbe un indicatore di attività estrattive diversificate cronologicamente: il primo gruppo di blocchi infatti, con misure conformi a quelle applicate in tutto l'edificio, sarebbe essere stato cavato in occasione della costruzione del tempio, avvenuta come noto tra il 40 e il 20 a.C., mentre il secondo gruppo sarebbe stato estratto in un periodo precedente, per poi essere utilizzato (o riutilizzato) al momento della costruzione dell'edificio sacro⁶⁶.

È certo infatti che la forte richiesta di materiale lapideo che caratterizza questo periodo determinò il manifestarsi, già in quest'epoca, del fenomeno del reimpiego. Le indagini recentemente condotte nell'area forense hanno infatti rivelato la presenza, nelle fondazioni del tempio sul lato nord della piazza, di alcuni blocchi di arenaria tirreniana sicuramente in fase di riuso, come dimostra l'intonaco visibile su alcune delle loro facce⁶⁷. Il reimpiego di blocchi di arenaria tirreniana è documentato anche, in età augustea, nel santuario del Coltellazzo, che

in questo periodo fu oggetto di estesi interventi di rinnovamento⁶⁸.

In questa fase, anche nelle dinamiche di approvvigionamento e impiego dell'andesite si registrano alcuni cambiamenti. Il promontorio di Sant'Efisio, dove fin dall'età punica venivano raccolti e/o cavati blocchi e massi di andesite, non è più in grado di sopperire alle richieste dei costruttori norensi, che necessitano di notevoli quantità di andesite per pavimentare la piazza del foro e per realizzare la cavea del teatro. Per questo motivo cominciano ad essere sfruttate anche altre cave del territorio circostante la città antica, quale innanzitutto quella di Su Casteddu, situata a circa 3 km di distanza da Nora. Qui infatti vengono estratti i blocchi che saranno poi impiegati nella cavea del teatro, come dimostrato da recenti indagini archeometriche⁶⁹.

In questo periodo inoltre, a differenza dei secoli precedenti, quando l'andesite veniva posta in opera sotto forma di massi e blocchi di forma irregolare, semplicemente sbazzati, a partire dalla fine del I secolo a.C. l'andesite comincia ad essere utilizzata anche sotto forma di elementi squadrati di forma e dimensioni regolari, quali blocchi e lastre. Questo elemento appare molto significativo, in quanto indica da un lato l'affermarsi, nelle cave di andesite, della tecnica della tagliata a mano, che permetteva l'estrazione dei blocchi parallelepipedi, e dall'altro, il diffondersi di strumenti che permettevano di tagliare e lavorare anche le pietre dure come l'andesite, che testimoniano per questa fase un notevole sviluppo della tecnologia estrattiva e dei saperi tecnici ad essa collegata.

Inoltre, i contesti d'uso dell'andesite, in questa fase impiegata esclusivamente in superfici e strutture sottoposte a forte usura, quali il lastricato del foro e i gradini della cavea del teatro, dimostrano che i costruttori attivi a Nora in questo periodo erano in possesso di approfondite conoscenze circa le proprietà fisico-meccaniche delle risorse lapidee del territorio, che venivano selezionate tenendo conto della loro destinazione d'uso.

La progressiva espansione verso l'entroterra e le sue risorse trova conferma anche nella sempre maggiore diffusione in questo periodo di un terzo litotipo, e cioè l'arenaria grigia della formazione del Cixerri, impiegata sporadicamente nel foro e in quantità più consistenti nel teatro. Questo materiale infatti veniva estratto nella zona di Sa Perdera, ad

⁶⁵ Per quanto riguarda il tempio sul lato nord del foro, cfr. NOVELLO 2009, pp. 385-390 e 418-419.

⁶⁶ NOVELLO 2009, p. 419. A proposito delle unità di misura impiegate nel tempio sul lato settentrionale del foro si veda anche BONETTO, GHEDINI, GHIOTTO 2003.

⁶⁷ NOVELLO 2009, p. 388.

⁶⁸ MELCHIORRI 2005, p. 124; MELCHIORRI 2012, p. 111.

⁶⁹ Forse in questa stessa cava o forse in qualche altro sito del territorio (ma quasi sicuramente non dal promontorio di Sant'Efisio) vennero estratte anche le lastre di pavimentazione del foro, la cui provenienza resta da chiarire.

ovest del paese di Pula. Per giungere in città pertanto, i blocchi di arenaria grigia dovevano essere trasportati per un tragitto di circa 6,5 km, che veniva compiuto probabilmente per mezzo di carri.

È evidente che in questo periodo la città aveva pieno controllo sul territorio circostante e sulle sue risorse, di cui poteva disporre grazie alla presenza di assi viari di cui purtroppo non conosciamo l'esatto percorso.

6.10 L'ETÀ SEVERIANA (193-235 D.C.)

Dopo una fase di apparente stasi, a partire circa dalla metà del II secolo d.C. Nora visse una nuova fase di sviluppo urbanistico e di grande fervore edilizio⁷⁰. All'interno della città infatti, che in questo periodo godeva di un notevole benessere economico, vennero costruiti numerosi nuovi edifici pubblici e privati. Tra la seconda metà del II e il III secolo d.C. inoltre, le strade urbane vennero lastricate, e la rete fognaria rinnovata⁷¹. Contemporaneamente, probabilmente intorno alla metà del II secolo d.C., venne costruito l'acquedotto, i cui resti sono ancor oggi visibili in prossimità dell'istmo e della strada che conduce a Nora⁷². La possibilità di disporre di acqua corrente rese quindi possibile l'edificazione di grandi edifici termali, che vennero costruiti in varie parti della città. Nella seconda metà del II secolo d.C. venne realizzato il primo impianto delle Terme centrali, mentre tra la metà del II e l'inizio del III secolo d.C. nel settore occidentale della città vennero costruiti il grande complesso delle Terme a mare⁷³ e le Piccole terme, che in questa fase avevano la funzione di *balneum* privato.

A partire dalla fine del II secolo d.C. inoltre, l'isolato rivolto verso la cala occidentale conobbe un totale riassetto attraverso la costruzione di una serie di case-bottega.

È in questa fase che si assiste ad una progressiva «quartierizzazione della vita urbana, con nuovi spazi di vita sociale non più concentrati attorno all'asse foro-teatro», come sottolineato da G. Bejor⁷⁴. Un altro aspetto peculiare di questo periodo è dato dalla comparsa, in varie parti di Nora, di abitazioni private di notevoli dimensioni riccamente decorate, tra cui la più nota è senza dubbio la *domus* dell'atrio tetrastilo, situata a sud delle Terme a mare.

Ad un momento di poco successivo, collocabile poco dopo il primo quarto del III secolo d.C., risale

inoltre la costruzione di un nuovo edificio di culto, il Tempio romano, posto a breve distanza dal foro e dal teatro, nel cuore della città.

Oltre alla costruzione di nuovi edifici, tra il II e il III secolo d.C. si procedette anche alla ristrutturazione di edifici già esistenti. È quanto si verifica ad esempio nel teatro, che nella seconda metà del II secolo d.C. venne dotato di un'imponente *porticus post scaenam*. Contemporaneamente, anche l'area forense conobbe una fase di risistemazione ed ampliamento. All'inizio del III secolo d.C. risalgono infatti la costruzione dei due grandi archi di accesso situati rispettivamente a nord-ovest e a nord-est della piazza, l'estensione dell'area lastricata nel settore nord-orientale e il restauro della basilica civile e di un vano posto alle spalle del portico orientale.

Tra il II e il III secolo d.C. anche nel territorio circostante la città antica si registrano importanti cambiamenti. In questo periodo infatti gli insediamenti si espandono e per la prima volta vengono dotati di strutture in materiale non deperibile e di strutture per la lavorazione dei prodotti agricoli quali mole per la frangitura dell'olio e macine per cereali. Numerose sono inoltre le *villae* costruite in questo periodo, a testimonianza di come a partire dalla media età imperiale i *dominus* dei grandi latifondi decisero di trasferirsi in campagna, così da avere un più diretto controllo sulle loro proprietà⁷⁵.

6.11 CONTESTI D'USO E MODALITÀ DI IMPIEGO DELLA PIETRA A NORA IN ETÀ SEVERIANA

Nei numerosi edifici costruiti o rinnovati in età severiana si riscontra un enorme uso di pietra. A differenza del passato però, in questa fase a Nora la pietra cominciò ad essere affiancata e talvolta sostituita da altri materiali da costruzione, quali innanzitutto i laterizi, diffusamente impiegati ad esempio nei paramenti dei muri degli edifici termali, o il calcestruzzo / opera cementizia, che trovò diffusione soprattutto nelle strutture murarie realizzate a nucleo e paramento. La diffusione di muri a nucleo e paramento a sua volta determinò una progressiva riduzione delle dimensioni degli elementi lapidei impiegati nelle strutture murarie dal momento che essi, svolgendo esclusivamente una funzione di paramento, non dovevano più riempire l'intera sezione muraria.

Per quanto riguarda i tipi di pietra in uso in questo periodo, possiamo dire che i litotipi utilizzati in età severiana sono gli stessi delle fasi precedenti, anche se rispetto al passato si nota una netta pre-

⁷⁰ BEJOR 1994a, pp. 849-852; BEJOR 1994b, pp. 109-110; GHIOTTO 2004, pp. 185-186; ZARA 2010/2011; FABIANI 2013.

⁷¹ Cfr. BONETTO 2003.

⁷² GHIOTTO 2004, p. 186.

⁷³ GHIOTTO 2004, p. 115.

⁷⁴ BEJOR 1994b, p. 110.

⁷⁵ RENDELI 2005, pp. 175-179.



Fig. 140. Gradini in blocchi squadrati di andesite presso le Terme a mare.

dominanza dell'andesite, soprattutto nella varietà brecciata, che in questo periodo a Nora sembra aver avuto maggiore successo degli altri tipi di pietra reperibili nel territorio. Essa venne impiegata o sotto forma di lastre, come rivestimento pavimentale, o sotto forma di blocchi parallelepipedi squadrati, impiegati come soglie o gradini.

In questo periodo anche l'arenaria tirreniana continuò ad essere utilizzata, seppure in forme diverse rispetto al passato. Il suo impiego sotto forma di grandi blocchi squadrati appare infatti piuttosto limitato, a fronte di una larga diffusione di blocchetti squadrati di dimensioni decimetriche.

Nell'area del foro, per gli interventi edilizi di età severiana vennero utilizzati sia l'andesite sia l'arenaria tirreniana. L'andesite, nella varietà brecciata, venne infatti impiegata sotto forma di lastre per pavimentare l'angolo nord-orientale del foro, che in età severiana conobbe un ampliamento in questo settore⁷⁶. Nel complesso forense, l'andesite fu impiegata anche sotto forma di blocchi parallelepipedi per la realizzazione delle soglie dei due archi di accesso al foro, realizzati in prossimità degli angoli nord-orientale e nord-occidentale della piazza. I basamenti dei due archi vennero invece costruiti con blocchi squadrati di arenaria tirreniana, alcuni dei quali sicuramente di reimpiego.

L'arenaria tirreniana, sotto forma di blocchi irregolari di piccole e medie dimensioni, venne utilizzata anche per realizzare il muro costruito sul lato orientale del tempio del foro a sostituzione del

vecchio recinto, nonché nei due parapetti costruiti ai lati della gradinata di accesso all'edificio sacro⁷⁷.

Nel Tempio romano, nelle fondazioni dei muri furono impiegati scapoli e blocchetti di piccole dimensioni di andesite, nella varietà compatta. Nell'alzato delle strutture murarie invece, realizzato a nucleo e paramento, furono impiegati blocchetti decimetrici di arenaria tirreniana. Blocchetti del tutto simili furono utilizzati anche nei paramenti dei muri delle Terme centrali e delle Terme a mare.

Nel quartiere occidentale, nelle case-botteghe del quartiere alle pendici occidentali del colle di Tانيت, i muri furono realizzati in una specie di tecnica a telaio, che prevedeva la presenza di grandi blocchi squadrati di andesite brecciata, utilizzati come ortostati, e di scapoli e blocchetti irregolari di andesite compatta legati da malta di calce a colmare lo spazio intermedio. In questo settore l'andesite nella varietà brecciata fu utilizzata anche sotto forma di blocchi squadrati per la realizzazione di alcune soglie. Blocchi squadrati di andesite furono impiegati inoltre nelle Terme a mare, per la realizzazione di alcuni gradini (fig. 140).

Infine, in età severiana l'andesite nella varietà brecciata fu utilizzata per la lastricatura di tutte le strade urbane⁷⁸ (fig. 141).

6.12 LE CAVE DI PIETRA IN ETÀ SEVERIANA

I numerosi interventi edilizi sopra descritti dimostrano che in età severiana le cave del territorio di Nora erano in piena attività, e in grado di fornire ingenti quantitativi di pietra.

⁷⁶ Cfr. AGUS *et alii* 2009, campione R. A proposito della ristrutturazione del foro in età severiana, si veda GHIOTTO 2009, pp. 327-353.

⁷⁷ NOVELLO 2009, pp. 424-428.

⁷⁸ BONETTO 2003, p. 28.



Fig. 141. Strada urbana lastricata con basoli di andesite.

Il fatto che il materiale in assoluto più diffuso a Nora sia l'andesite dimostra inoltre che le cave di questo materiale furono particolarmente sfruttate in questo periodo. Non disponendo purtroppo di dati circa l'esatta provenienza del materiale utilizzato per pavimentare le strade, per lastricare l'ampliamento del foro e per costruire alcuni edifici risalenti a questa fase non è possibile stabilire quali delle cave di andesite siano state sfruttate in questo periodo. Possiamo però constatare che a livello macroscopico l'andesite in uso in età severiana assomiglia moltissimo a quella che affiora in prossimità di Punta d'Agumu e sulla collina di Su Casteddu.

Pur nell'impossibilità di stabilire la provenienza dell'andesite in uso a Nora, considerata l'enorme quantità di pietra impiegata in città possiamo ipotizzare che per sopperire alla richiesta dei costruttori in questa fase più cave di andesite siano state sfruttate contemporaneamente. Basti pensare infatti che solo per la lastricatura delle strade urbane furono necessari circa 1000 m³ di pietra. Non si può escludere che proprio l'avvio di progetti edilizi così imponenti abbia determinato l'apertura di nuove cave.

Un fenomeno del tutto analogo è stato osservato infatti anche in molti altri siti, tra cui Leptis Magna, dove proprio l'imponente attività edilizia di età severiana determinò la ricerca di nuovi bacini di approvvigionamento della pietra, e la conseguente apertura di nuove cave nel territorio circostante la città⁷⁹.

In età severiana anche le cave di arenaria tirreniana presenti nei pressi di Nora continuarono sicuramente ad essere sfruttate per l'approvvigio-

namento di materiale lapideo. Da esse infatti proviene il materiale utilizzato per la realizzazione dei blocchetti impiegati nei paramenti dei muri di alcuni edifici urbani, quali il Tempio romano, le Terme centrali e le Terme a mare, probabilmente ricavati da blocchi più grandi, che vennero tagliati in fase di cantiere (fig. 142).

Appare interessante notare che la quantità di arenaria impiegata in città in questo periodo non è però assolutamente paragonabile a quella utilizzata nelle fasi precedenti. Ciò fa ipotizzare che in età severiana lo sfruttamento delle cave di questo tipo di pietra abbia subito un rallentamento, la cui causa resta del tutto ignota.

A conferma di ciò sembrerebbe essere anche la sempre maggiore diffusione del fenomeno del reimpiego di blocchi squadrati di arenaria prelevati da edifici precedenti, come è stato osservato in vari contesti urbani, quali ad esempio il complesso del foro⁸⁰.

6.13 NORA IN ETÀ TARDOANTICA E ALTOMEDIEVALE

Il grande fervore edilizio che investì Nora in età severiana proseguì per tutto il III e almeno fino all'inizio del IV secolo d.C. Nel III secolo d.C. vennero infatti ampliate le Piccole terme, che probabilmente in questo momento da *balneum* privato si trasformarono in edificio pubblico. Nel corso del III secolo d.C. l'edificio sacro sulla punta meridionale del

⁷⁹ BRUNO, BIANCHI 2015, p. 40.

⁸⁰ È quanto si è osservato nelle fondazioni dei piloni dell'arco di accesso nord-orientale della piazza (GHOTTO 2009, p. 327). Non si può escludere che anche parte dei blocchetti di dimensioni centimetriche impiegati nei paramenti di alcuni edifici costruiti in questo periodo siano stati ottenuti tagliando blocchi prelevati da edifici più antichi, e non siano quindi prodotti "di prima mano".



Fig. 142. Paramento in blocchetti di arenaria del muro della cella del Tempio romano.

promontorio, divenuto Tempio di Esculapio, venne monumentalizzato e dotato di una scenografica strada di accesso proveniente da sud, la cui costruzione comportò lo sventramento del quartiere centrale⁸¹. Nelle Terme centrali venne costruito l'*apodyterium*, e subito a nord dell'edificio termale venne edificata una nuova abitazione dotata di una corte porticata. Intorno alla metà del III secolo d.C. inoltre, nel quartiere del porto venne aggiunto un grande *macellum/horreum* composto da magazzini disposti intorno ad un grande spazio centrale scoperto.

Successivamente, all'inizio del IV secolo d.C. l'orchestra del teatro venne dotata di una pavimentazione in tessellato e in *opus sectile*, mentre nell'area forense nuovi ambienti vennero costruiti in prossimità dei portici orientale ed occidentale⁸².

Contemporaneamente l'*horreum* del quartiere affacciato sulla cala occidentale venne ampliato fino ad occupare tutta la porzione meridionale dell'isolato.

A questo stesso periodo sembra risalire anche la costruzione (o ristrutturazione) delle Terme di Levante, e quella, nel settore occidentale della città, di una basilica cristiana a tre navate i cui resti, parzialmente sommersi, sono ancora oggi visibili⁸³.

Successivamente, tra la fine del IV e la prima metà del V secolo d.C. alcuni edifici pubblici e infrastrutture norensi furono oggetto di una serie di interventi di manutenzione e rifacimento. A testimonianza di ciò resta un'epigrafe datata al 425-450 d.C. che ci informa che l'acquedotto, evidentemente caduto in rovina, venne ripristinato per volere di

Teodosio II⁸⁴. Nello stesso periodo nell'area forense un ampio tratto del portico occidentale venne restaurato, e alle sue spalle venne costruito un nuovo ambiente⁸⁵. La cella del tempio situato sul lato nord della piazza venne invece suddivisa in tre ambienti, forse utilizzati a scopo abitativo⁸⁶. Contemporaneamente, anche le Terme a mare furono ristrutturare⁸⁷.

Più recentemente, in seguito alla conquista della Sardegna da parte dei Vandali, verificatasi tra il 459 e il 466 d.C., la fisionomia di Nora cambiò nuovamente. Nella seconda metà del V secolo d.C. infatti il complesso monumentale del foro e il teatro vennero defunzionalizzati e "privatizzati", e cominciarono ad essere utilizzati a scopo abitativo⁸⁸. In alcuni settori del quartiere occidentale in prossimità del porto si verificarono vari crolli, a testimonianza del progressivo venir meno della manutenzione degli edifici. Diversa la situazione del quartiere centrale, dove nel pieno V secolo d.C. vennero costruite tre nuove abitazioni contraddistinte dalla compresenza di spazi abitativi e produttivi-artigianali⁸⁹.

A partire dal VI secolo, la rete viaria e quindi anche il sistema fognario caddero progressivamente in disuso. Questo fatto determinò una trasformazione dei percorsi interni alla città, così come la fine della precedente organizzazione dello spazio urbano. L'unica strada che rimase in uso è la via che garantiva il collegamento con il porto⁹⁰.

⁸¹ GHOTTO 2004, p. 47; TOMEI 2008, pp. 216-217.

⁸² GHOTTO 2009, pp. 327-353.

⁸³ BEJOR 1994a, p. 855; BEJOR 1997; BEJOR 2000; BONETTO *et alii* 2015b.

⁸⁴ CIL X, 7542 = ILS 5790 = CLE 290 = ZUCCA 1994, 59.

⁸⁵ GHOTTO 2009, pp. 354-360.

⁸⁶ NOVELLO 2009, pp. 429-438.

⁸⁷ TRONCHETTI 1985, pp. 77-78; GHOTTO 2004, pp. 126-127.

⁸⁸ A proposito del teatro, cfr. BEJOR 2003, pp. 73-74; BEJOR 2004, p. 7. Per il foro, cfr. GHOTTO 2009, pp. 361-369.

⁸⁹ BEJOR 2004, pp. 8-10; BEJOR 2008, pp. 100-102.

⁹⁰ Cfr. BONETTO 2003.

In età bizantina la densità abitativa di Nora andò riducendosi. La cella del tempio forense venne probabilmente trasformata in una struttura di carattere difensivo⁹¹(fig. 143). Analoga funzione venne assunta dalle Terme a mare⁹².

La vita all'interno della città proseguì quindi almeno fino al VII secolo, per poi cessare definitivamente, probabilmente in conseguenza alle incursioni arabe lungo le coste della Sardegna⁹³.

6.14 L'USO DELLA PIETRA A NORA E LO SFRUTTAMENTO DELLE CAVE DEL TERRITORIO IN ETÀ TARDOANTICA E ALTOMEDIEVALE

Per l'età tardoantica disponiamo purtroppo di poche informazioni circa l'uso della pietra a Nora e lo sfruttamento delle cave del territorio. In base ai dati disponibili, possiamo affermare con sicurezza che alcuni tipi di pietra già noti e diffusi in precedenza, come per esempio l'andesite o l'arenaria tirreniana, rimasero in uso, e continuarono ad essere utilizzati con le stesse modalità delle fasi precedenti o talvolta in modo nuovo, come si verifica ad esempio nel *macellum/horreum* del quartiere del porto, dove per la prima volta blocchi squadrati di andesite vengono utilizzati come ortostati nelle strutture murarie.

È quanto si verifica ad esempio nell'area del Tempio posto a nord del foro, dove nelle strutture difensive qui costruite vengono impiegati scapoli e blocchi irregolari di andesite, prelevata probabilmente dal promontorio di Sant'Efisio.

Altri materiali già noti ma finora poco diffusi in ambito edilizio, come l'arenaria grigia della formazione del Cixerri, sembrano conoscere una maggiore diffusione e vennero utilizzati in alcune delle nuove strutture costruite in questo periodo. Nell'area del foro ad esempio, blocchi di questo tipo di pietra furono utilizzati per la realizzazione della struttura muraria all'estremità settentrionale del portico occidentale⁹⁴.

Contemporaneamente, nuovi litotipi vennero introdotti in città. Degno di nota il fatto che nell'ampliamento del portico occidentale del foro, come basi di colonne vennero utilizzati dei blocchi accuratamente squadrati (58 x 58 x 25 cm) di un calcare compatto di colore grigio chiaro probabilmente importato dalla regione di Porto Pino, come dimostrato dai risultati delle analisi archeo-



Fig. 143. Strutture di carattere difensivo costruite in scapoli di andesite al di sopra del tempio situato nel settore settentrionale del foro.

metriche recentemente effettuate su uno di questi manufatti⁹⁵.

Ciò testimonia che la città intratteneva ancora contatti sia con le cave del territorio circostante, sia con cave poste a notevole distanza dal centro urbano, come quelle di Porto Pino, che ricadevano probabilmente nel territorio di Sulcis o forse di *Tegula*⁹⁶, pur non potendo escludere che si tratti di blocchi di reimpiego, e quindi importati in una fase precedente. La pratica del reimpiego appare infatti largamente attestata all'interno della città per tutto il IV e il V secolo d.C., a testimonianza di come in questa fase le cave del territorio cominciarono ad essere sfruttate in modo sempre più limitato, per poi essere progressivamente abbandonate⁹⁷.

⁹¹ NOVELLO 2009, pp. 439-447.

⁹² TRONCHETTI 1985, pp. 78-79.

⁹³ A proposito delle ultime fasi di vita della città, cfr. BONETTO, GHOTTO 2013.

⁹⁴ GHOTTO 2009, p. 354.

⁹⁵ AGUS *et alii* 2009, campione O. Non si può escludere che si tratti di blocchi di reimpiego, importati in una fase precedente.

⁹⁶ GHOTTO 2010, p. 2173.

⁹⁷ È quanto si è osservato ad esempio nell'area del foro dove blocchi di reimpiego sono stati individuati nelle strutture che delimitano i nuovi ambienti costruiti in prossimità del portico orientale ed occidentale nel IV secolo d.C. (GHOTTO 2009, pp. 336-341). Analogamente, nell'edificio sacro sul lato nord della piazza, blocchi di arenaria di reimpiego furono utilizzati per la costruzione di alcuni muri realizzati all'inizio del V secolo d.C. all'interno della cella (NOVELLO 2009, p. 431). Elementi di reimpiego vennero impiegati anche nella costruzione della basilica cristiana (BEJOR 2004, pp. 4-7).

Capitolo 7

Atlante dei materiali lapidei del territorio di Nora

di Michele Agus, Stefano Cara, Carlo Matzuzzi

Premesso che per una più accurata classificazione, utile ai confronti dei materiali di cava con quelli da costruzione in opera nella città di Nora, sarà necessario effettuare anche l'analisi della composizione chimica per elementi maggiori e minori, si riporta di seguito il risultato della classificazione litologico-petrografica e preliminare dei campioni analizzati in sezione sottile al microscopio ottico polarizzatore.

La classificazione è accompagnata anche da un breve inquadramento geologico delle litologie interessate dalla campionatura, riportata di seguito secondo la cronologia stratigrafica a partire dai terreni più antichi.

7.1 ROCCE SEDIMENTARIE CENOZOICHE

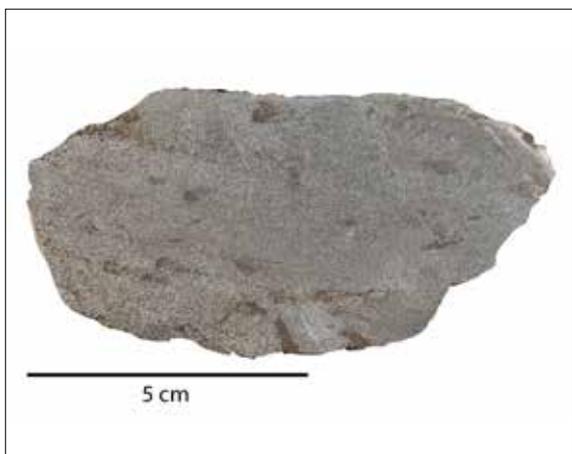
Arenarie della Formazione del Cixerri (Eocene medio/inf.-Oligocene). Queste arenarie sono di origine continentale e nel territorio di Nora (Pula) assumono colorazione grigia e sono disposte in banchi potenti anche diversi metri. Sono composte prevalentemente da elementi silicoclastici con granulometria da medio-fine a grossolana e tessitura prevalentemente granosostenuta o con scarso cemento carbonatico. Si presentano prive di fossili e struttura sedimentaria.

CP 5

Area di prelievo: Località Sa Perdera (Pula), collina ad est della cava.

Coordinate: 1496672 E; 4319538 N

Definizione petrografica: Arenaria quarzosa con granulometria medio-fine.

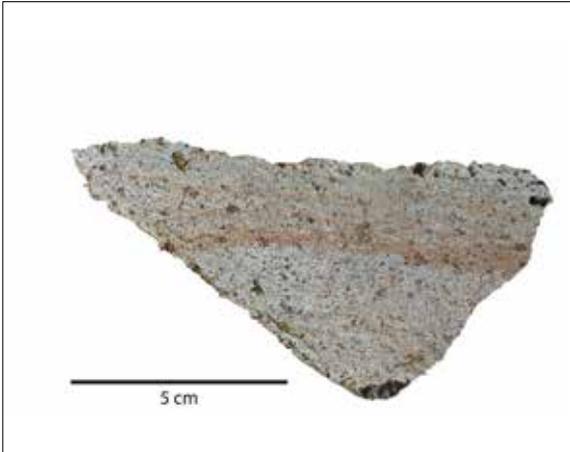


7.2 ROCCE VULCANICHE ANDESITICHE OLIGO-MIOCENICHE

Queste rocce andesitiche vengono ascritte al ciclo vulcanico Oligo-Miocenico della Sardegna meridionale. Si presentano sostanzialmente in due *facies* litologiche distinte: lave e autobreccie.

Le lave (promontorio di Sant'Ef시오) appaiono massive ed estremamente dure, anche se attraversate da una fitta rete di fratture. Presentano una colorazione varia dal grigio al verdastro e fratturazione concoide. Nelle porzioni di roccia fresca è ben distinguibile la struttura porfirica con fenocristalli di dimensioni variabili da sub millimetriche fino a 5-6 cm. I fenocristalli sono in prevalenza di plagioclasio ed anfibolo. L'anfibolo costituisce i cristalli di maggiori dimensioni caratterizzati da evidenti tracce di sfaldatura.

L'alterazione di questa litologia tende a modificarne il colore che assume tonalità verdastra o grigio chiaro punteggiata di bianco. Le alterazioni sono a carico sia della componente femica (anfiboli e pirosseni), sia di quella feldspatica.

CP 1	
<p>Area di prelievo: Promontorio di Sant'Ef시오 (Pula).</p> <p>Coordinate: 1501793,95 E; 4315023,22 N</p> <p>Definizione petrografica: Andesite porfirica per fenocristalli di plagioclasio zonato, anfibolo e pirosseno. Pasta di fondo microcristallina con prevalenza di cristalli di plagioclasio.</p>	
	

Le andesiti in *facies* brecciata (Su Casteddu, Punta Santa Vittoria, Promontorio di Sant'Ef시오 e Punta d'Agumu) si presentano in domi ed ammassi rocciosi costituiti da clasti di andesite porfirica arrotondati e subordinati elementi spigolosi, immersi in una matrice cristallina porfirica. Le dimensioni dei clasti sono comprese mediamente tra i 3 e i 10 cm.

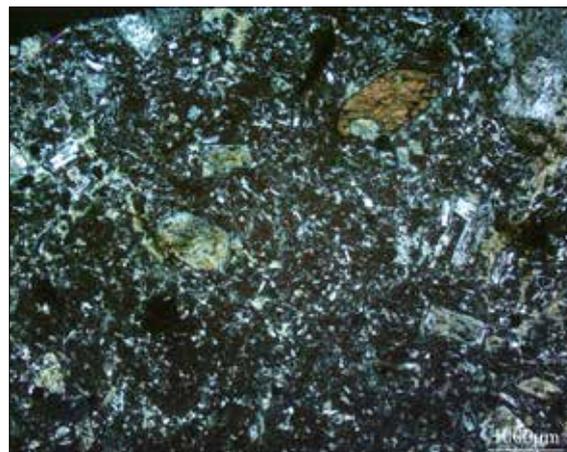
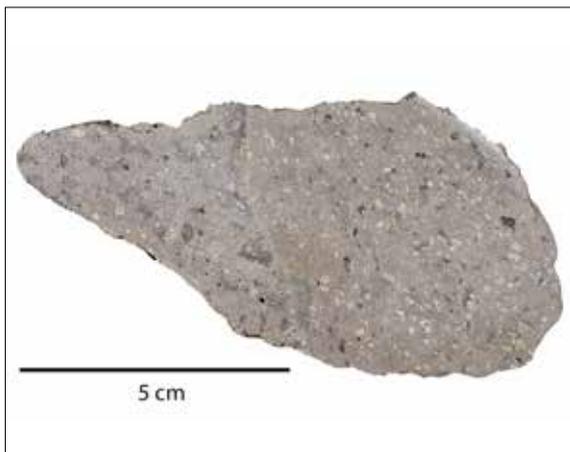
Il colore e l'aspetto di queste breccie sono condizionati dalla natura dei clasti, che assumono colorazione variabile dal grigio-verde al rossastro. La matrice di queste breccie è spesso profondamente alterata (cloritizzazione ed argillificazione), fattore che determina la scarsa resistenza all'erosione di queste litologie.

CP 2

Area di prelievo: Su Casteddu (Pula), settore est, a mezza costa.

Coordinate: 1499782,2 E; 4318290,6 N

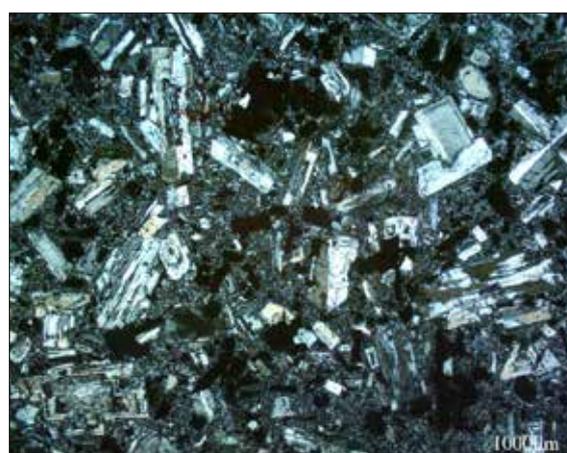
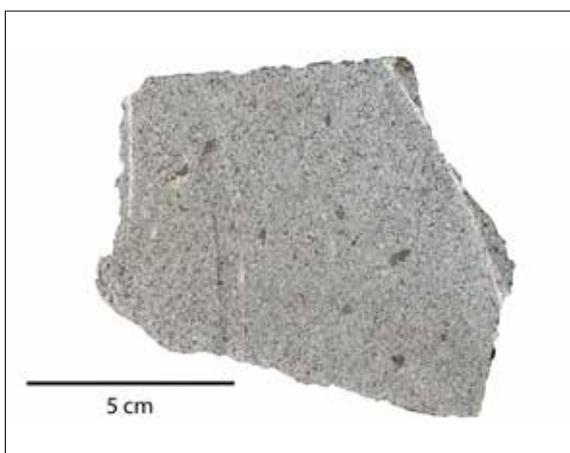
Definizione petrografica: Matrice porfirica di breccia andesitica, con fenocristalli di plagioclasio zonato ed anfibolo. Pasta di fondo microcristallina con plagioclasio prevalente, fortemente alterata.

**CP 3**

Area di prelievo: Punta d'Agumu (Pula), settore sud-ovest.

Coordinate: 1499753 E; 4314266 N

Definizione petrografica: Matrice porfirica di breccia andesitica, con fenocristalli di plagioclasio zonato, anfibolo e pirosseno fortemente alterati. Pasta di fondo microcristallina parzialmente alterata con prevalenza di plagioclasio e numerosi opachi.

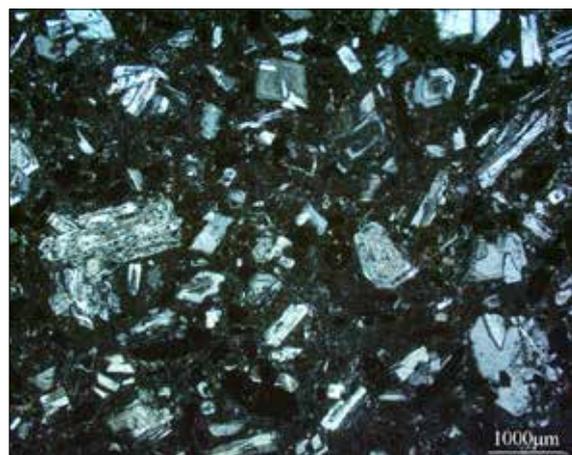
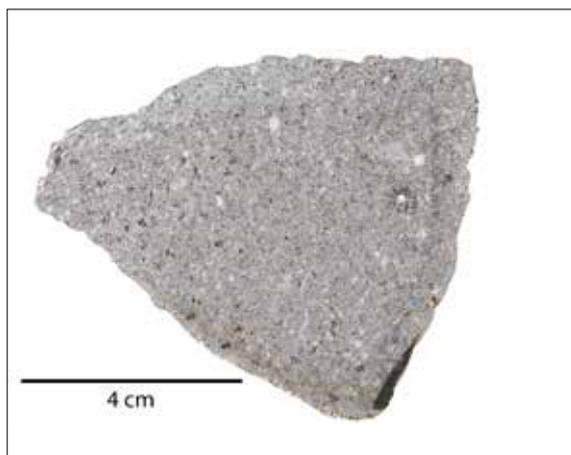


CP 4

Area di prelievo: Punta d'Agumu (Pula), cava all'estremità orientale del promontorio.

Coordinate: 1499851,23 E; 4314354,72 N

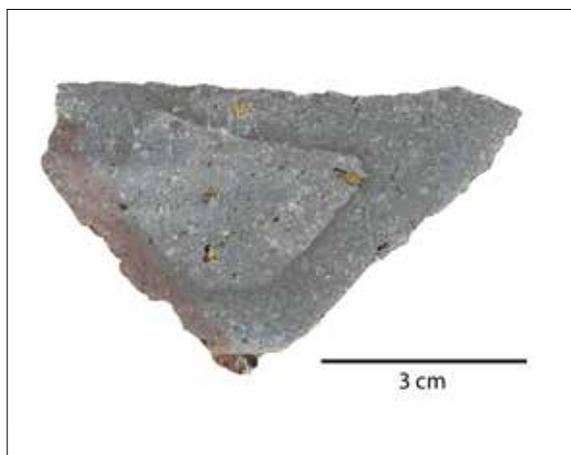
Definizione petrografica: Matrice porfirica di breccia andesitica, con fenocristalli di plagioclasio zonato, con anfibolo e pirosseno fortemente alterati. Pasta di fondo microcristallina parzialmente alterata con prevalenza di plagioclasio.

**CP 6**

Area di prelievo: Monte Santa Vittoria (Pula), settore orientale.

Coordinate: 1501939,25 E; 4316619,95 N

Definizione petrografica: Matrice porfirica di breccia andesitica, con fenocristalli di plagioclasio zonato, anfibolo e pirosseno. Pasta di fondo microcristallina con plagioclasio prevalente e minerali opachi.

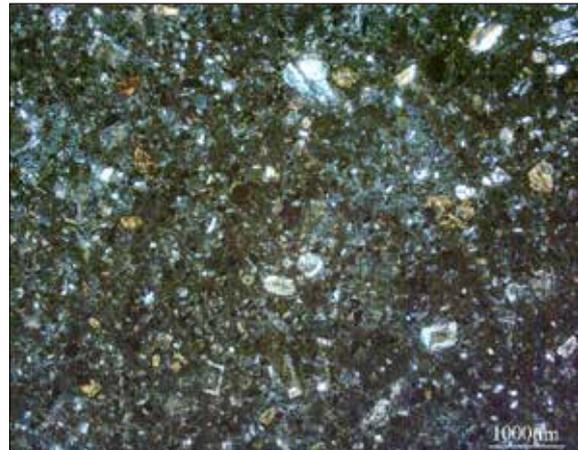


CP 7

Area di prelievo: Monte Santa Vittoria (Pula), settore orientale.

Coordinate: 1501939,25 E; 4316619,95 N

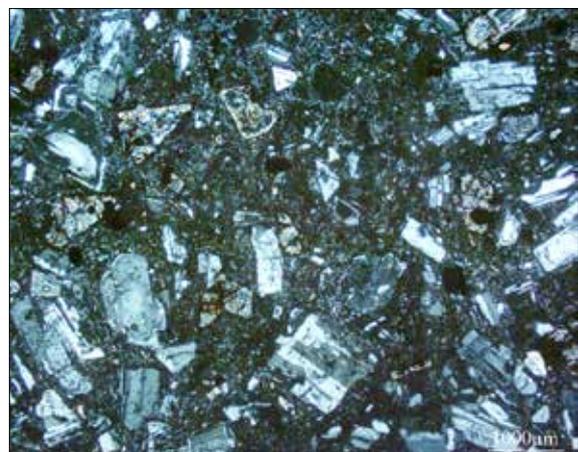
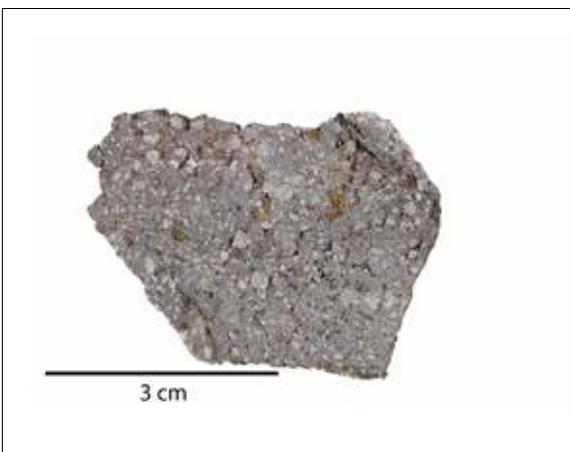
Definizione petrografica: Matrice di breccia andesitica, con fenocristalli di plagioclasio zonato, anfibolo e pirosseno. Pasta di fondo microcristallina fortemente alterata con plagioclasio prevalente.

**CP 8**

Area di prelievo: Monte Santa Vittoria (Pula), sommità.

Coordinate: 1501939,25 E; 4316619,95 N

Definizione petrografica: Matrice porfirica di breccia andesitica, con fenocristalli di plagioclasio zonato, anfibolo e pirosseno. Pasta di fondo microcristallina con plagioclasio prevalente e minerali opachi.

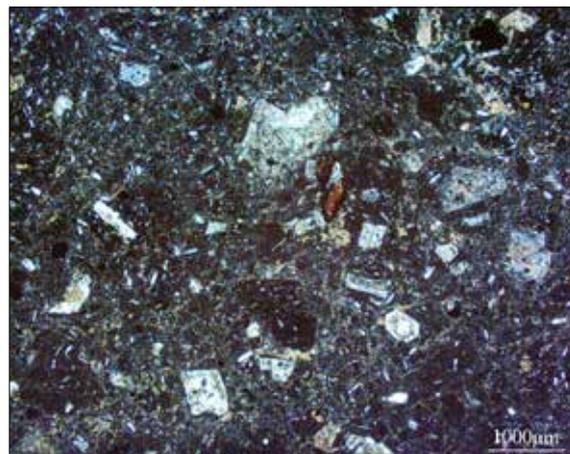
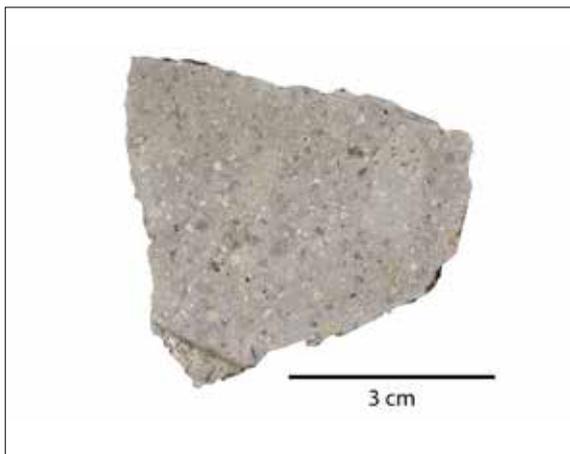


CP 9

Area di prelievo: Cava lungo il Rio Pula, nei pressi del paese di Pula.

Coordinate: 1499940 E; 4319010 N

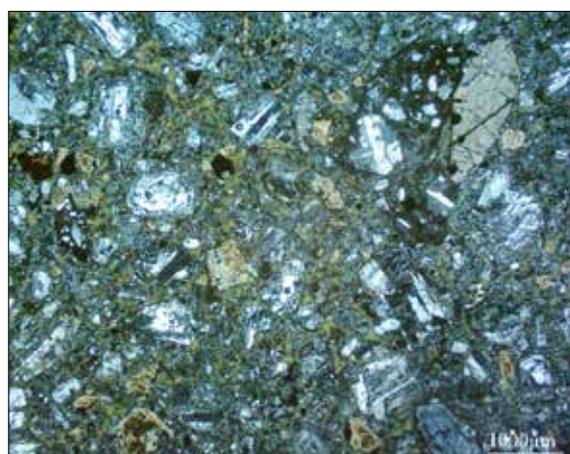
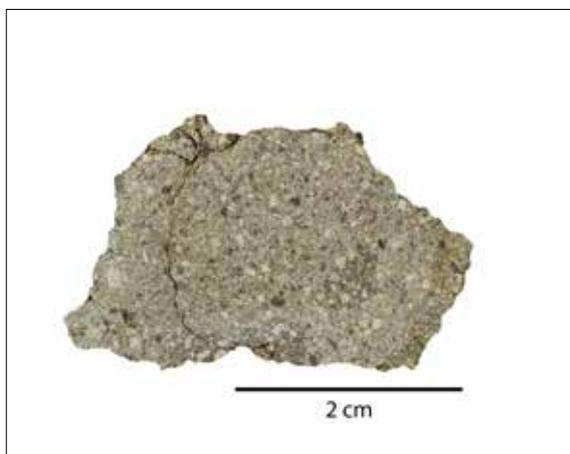
Definizione petrografica: Matrice porfirica di breccia andesitica, con fenocristalli di plagioclasio zonato, con anfibolo e pirosseno fortemente alterati. Pasta di fondo microcristallina parzialmente alterata con prevalenza di plagioclasio e minerali opachi.

**CP 10**

Area di prelievo: Località Su Guventeddu (Pula).

Coordinate: 1501789,4 E; 4316426,2 N

Definizione petrografica: Matrice porfirica di breccia andesitica, con fenocristalli di plagioclasio zonato, anfibolo e subordinato pirosseno fortemente alterati. Pasta di fondo microcristallina argillificata con presenza di minerali opachi e plagioclasio.



7.3 FORMAZIONI SEDIMENTARIE SABBIOSO-CONGLOMERATICHE QUATERNARIE

Nell'area di Nora i depositi quaternari sono rappresentati da arenarie e conglomerati tirreniani che affiorano lungo la linea di costa tra 2 e 4 m sul livello del mare, tra Punta Santa Vittoria e Punta d'Agumu. Le due sequenze tipo campionate sono quelle affioranti a Is Fradis Minoris e nella cala nord-orientale di Nora.

I depositi sono differenziati in due sequenze stratigrafiche distinte. La sequenza I, basale, affiora nella cala nord-orientale del promontorio di Nora ed è caratterizzata da arenarie di natura prevalentemente terrigena. La sequenza II invece, che costituisce in particolare il cordone litorale di Fradis Minoris, mostra una predominante componente bioclastica e vari livelli con rodoliti.

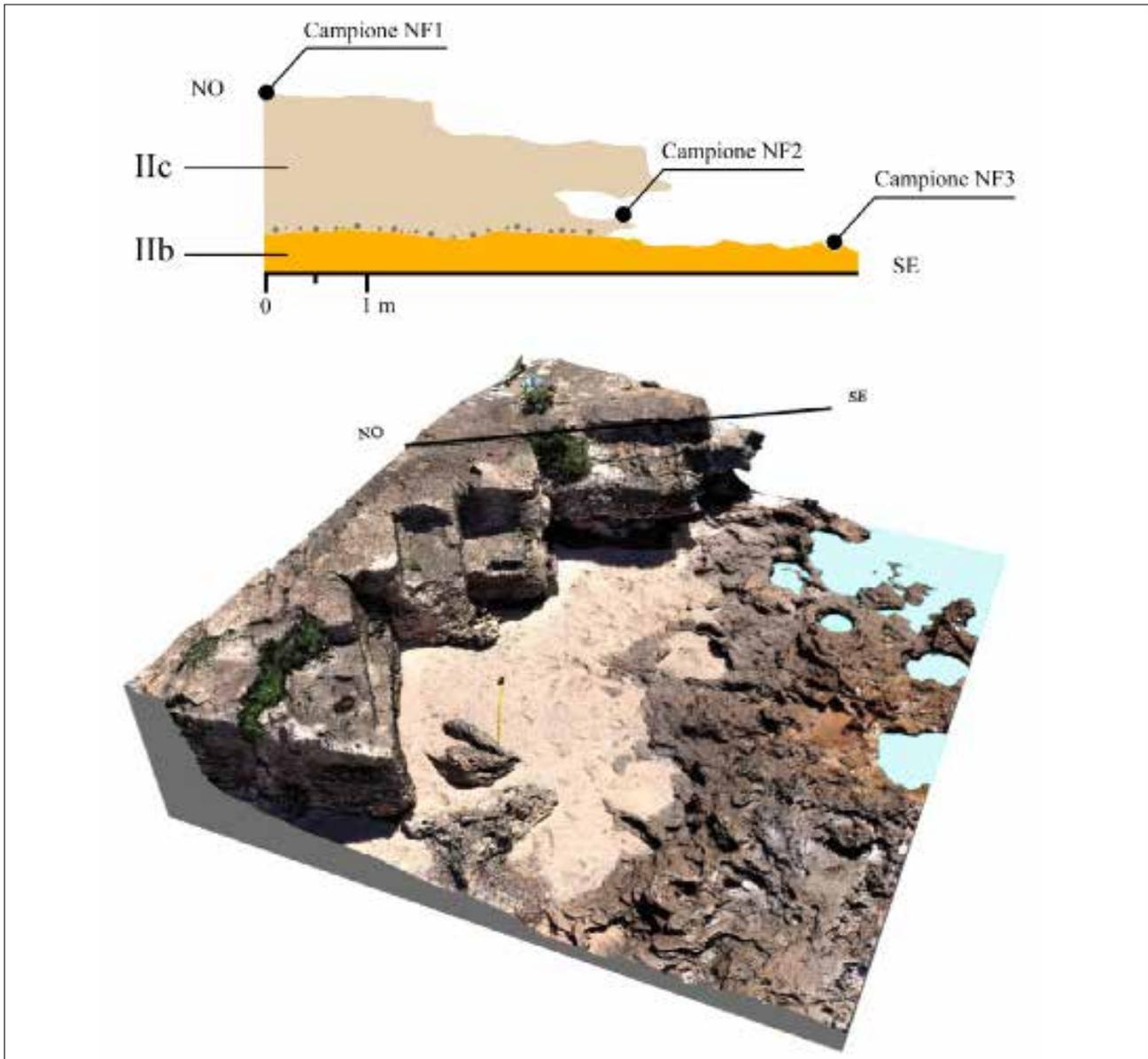


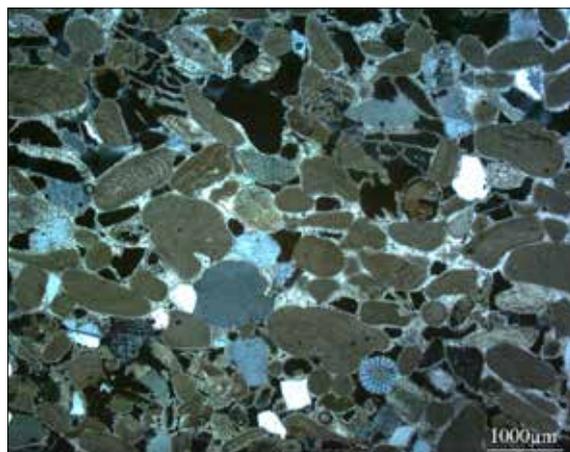
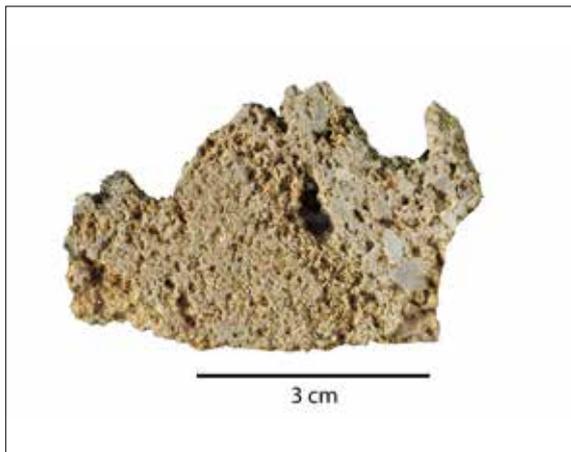
Fig. 144. Ricostruzione 3D di una parte della cava di Is Fradis Minoris, con la sezione stratigrafica schematica e l'indicazione dei punti di prelievo dei campioni analizzati. IIb, calcarenite trasgressiva della sequenza II; IIc calcarenite della parte superiore della sequenza II corrispondente al livello marino di massima trasgressione (secondo KINDLER, DAVAUD, STRASSER 1997).

CP 11 (= NF1)

Area di prelievo: Cava di Is Fradis Minoris (Pula), lato meridionale, livello alto.

Coordinate: 1500578,79 E; 4315280,50 N

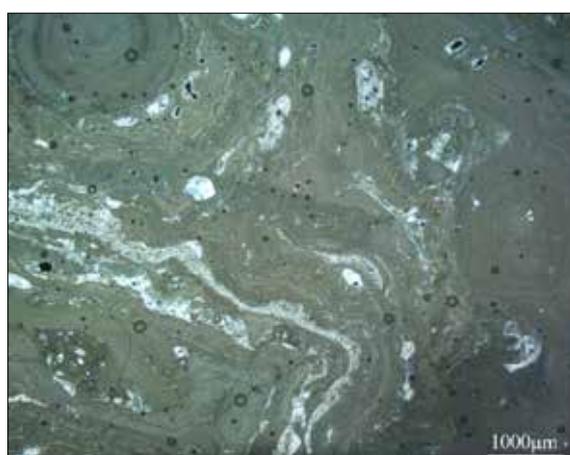
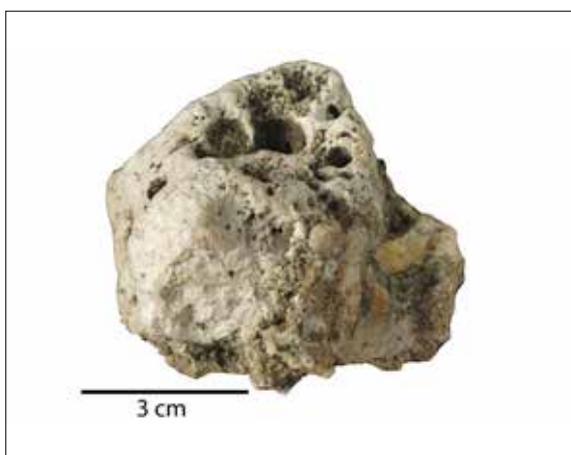
Definizione petrografica: Parte alta (IIc) della Sequenza II di Is Fradis Minoris (secondo KINDLER, DAVAUD, STRASSER 1997) – Arenaria calcarea tipo grainstone (DUNHAM 1962), a grana grossa con cemento sparitico costituita da frammenti bioclastici derivati da bivalvi, gasteropodi, echinidi e macroforaminiferi. Subordinati grani silicoclastici sub-arrotondati costituiti prevalentemente da quarzo.

**CP 12 (=NF2)**

Area di prelievo: Cava di Is Fradis Minoris (Pula), lato meridionale, livello rodoliti.

Coordinate: 1500578,79 E; 4315280,50 N

Definizione petrografica: Calcarenite trasgressiva nella parte bassa della Sequenza IIc di Is Fradis Minoris (secondo KINDLER, DAVAUD, STRASSER 1997) – Matrice carbonatica micritica del livello a rodoliti, con intercalazioni di bande sparitiche.

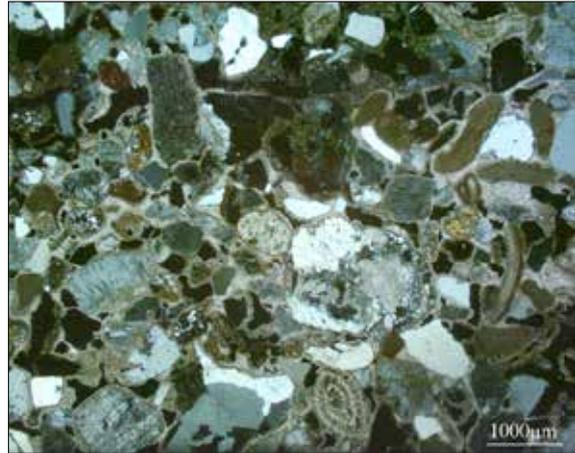
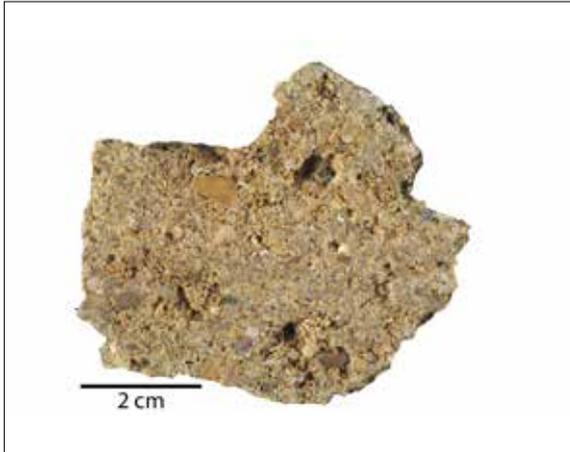


CP 13 (= NF3)

Area di prelievo: Cava di Is Fradis Minoris (Pula), lato meridionale, livello basso.

Coordinate: 1500578,79 E; 4315280,50 N

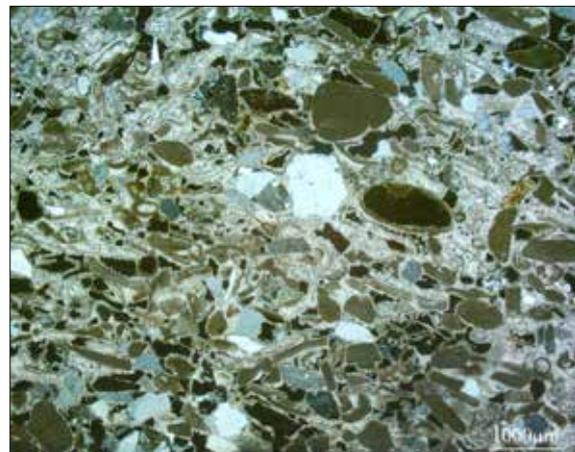
Definizione petrografica: Calcarenite trasgressiva nella parte alta della Sequenza IIb di Is Fradis Minoris (secondo KINDLER, DAVAUD, STRASSER 1997) – Arenaria tipo grainstone (DUNHAM 1962) a grana grossa con cemento sparitico costituita da frammenti bioclastici derivati da bivalvi, gasteropodi, echinidi e macroforaminiferi. Abbondante frazione terrigena quarzoso-feldspatica e litoclastica con frammenti andesitici, meta-renitici e granitoidi sub-arrotondati.

**CP 14 (= NF4)**

Area di prelievo: Cava di Is Fradis Minoris (Pula), lato settentrionale.

Coordinate: 1500578,79 E; 4315280,50 N

Definizione petrografica: Calcarenite trasgressiva nella parte intermedia della Sequenza IIb di Is Fradis Minoris (secondo KINDLER, DAVAUD, STRASSER 1997) – Arenaria tipo grainstone (DUNHAM 1962) a grana medio-fine con cemento sparitico costituita da frammenti bioclastici derivati da bivalvi, gasteropodi, echinidi, e macroforaminiferi. Abbondante frazione terrigena quarzoso-feldspatica a spigolo vivo.



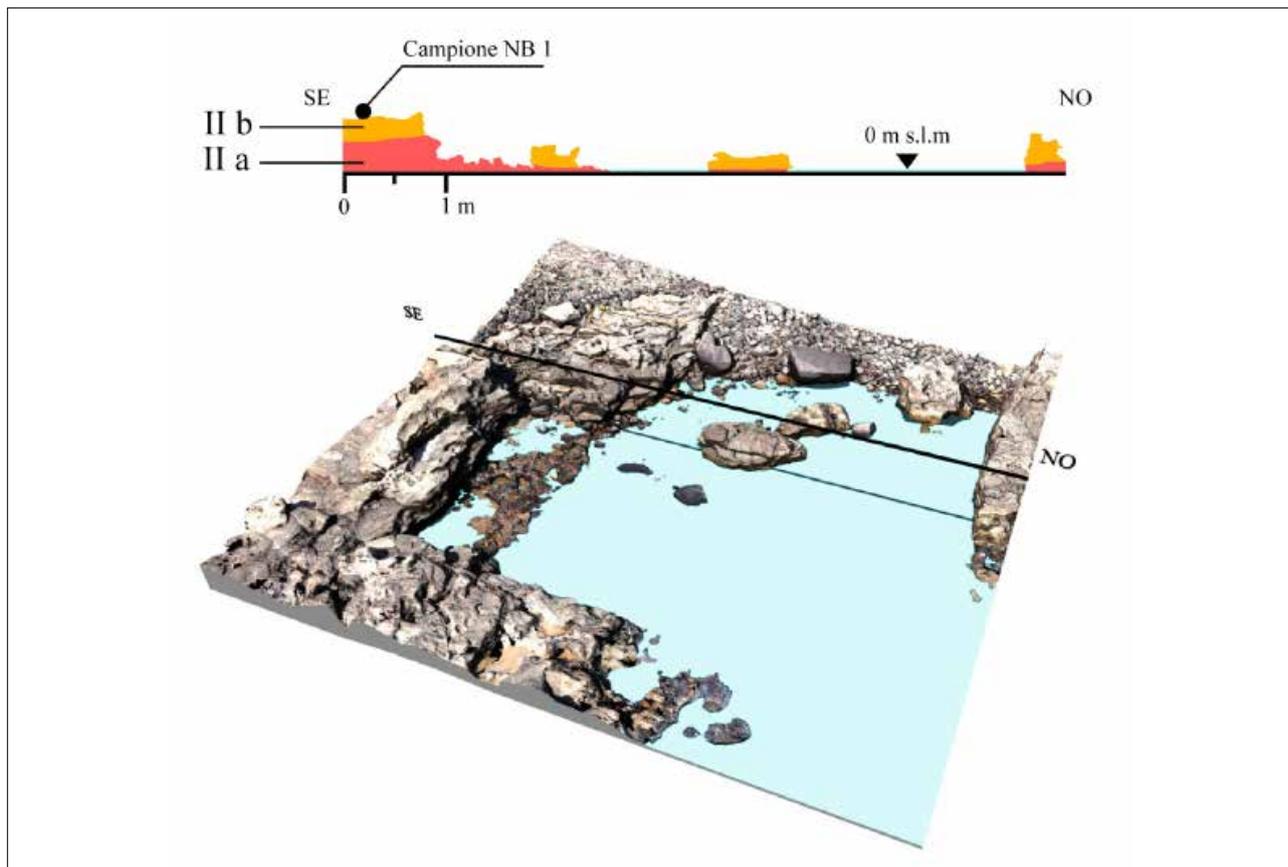


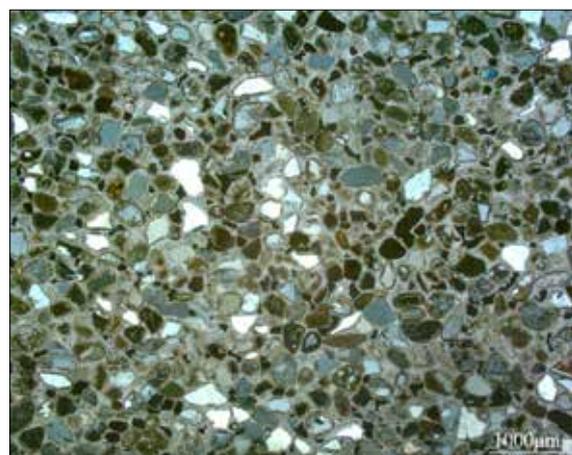
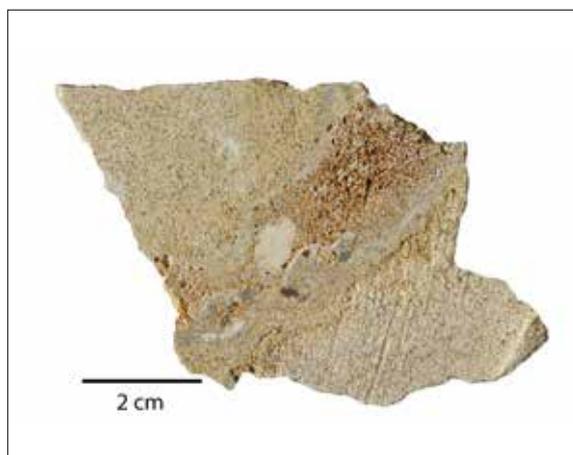
Fig. 145. Ricostruzione 3D di una parte dell'area di cava di Nora nella cala Nord-Orientale (lato biglietteria), con la sezione stratigrafica schematica e l'indicazione del punto di prelievo del campione analizzato. IIa, conglomerato basale della serie trasgressiva II; IIb, calcarenite trasgressiva della sequenza II (secondo KINDLER, DAVAUD, STRASSER 1997).

CP 15 (= NB1)

Area di prelievo: Cava della cala nord-orientale (Nora, Pula).

Coordinate: 1501441,86 E; 4315267,07 N

Definizione petrografica: Calcarenite trasgressiva nella parte bassa della Sequenza Iib di Nora (secondo KINDLER, DAVAUD, STRASSER 1997) – Arenaria tipo grainstone (DUNHAM 1962) a grana fine con cemento spartitico costituita da frammenti bioclastici derivati da bivalvi, gasteropodi, echinidi, e macroforaminiferi. Abbondante frazione terrigena quarzoso-feldspatica e litoclastica con frammenti andesitici, metarenitici e granitoidi sub-arrotondati.



CP 16 (= NT1)

Area di prelievo: Cala nord-orientale, necropoli punica (Nora, Pula).

Coordinate: 1501336,94 E; 4315330,93 N

Definizione petrografica: Calcarenite nella parte intermedia della Sequenza I di Nora (secondo KINDLER, DAVAUD, STRASSER 1997) – Arenaria tipo grainstone (DUNHAM 1962) a grana grossa con abbondante cemento spartico costituita in prevalenza da una frazione terrigena quarzoso-feldspatica e litoclastica con frammenti andesitici, metarenitici e granitoidi sub-arrotondati, con subordinati frammenti bioclastici di bivalvi.

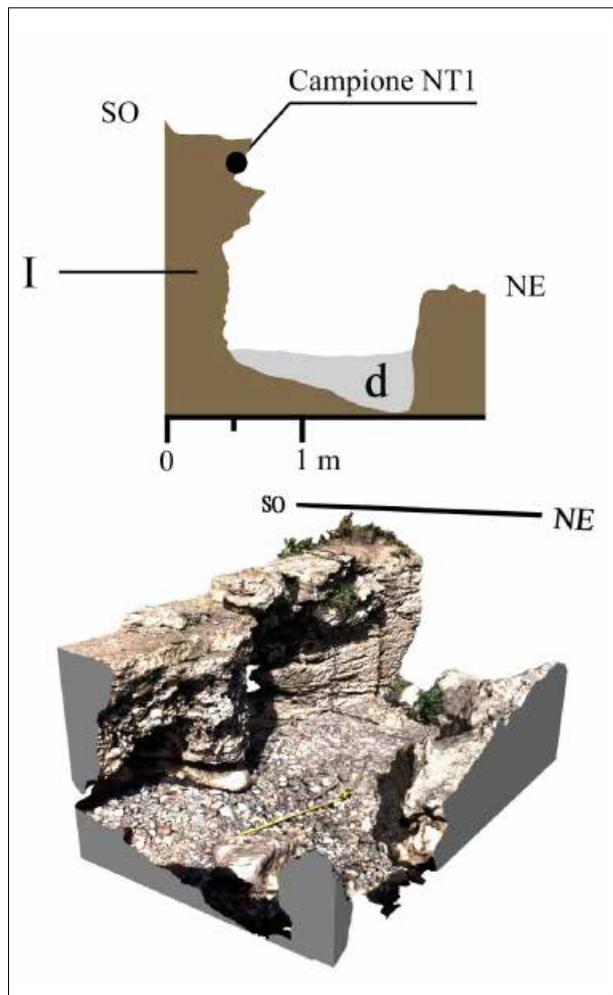
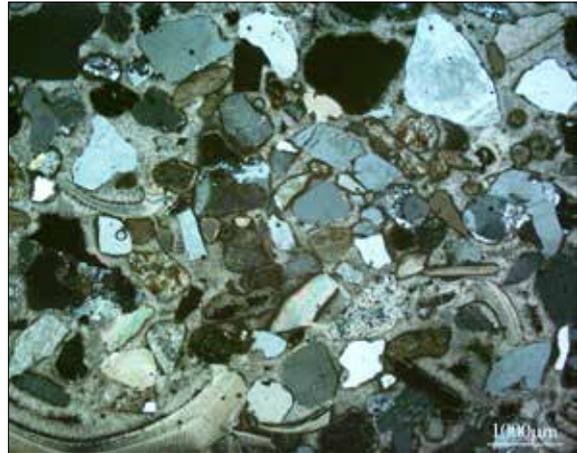


Fig. 146. Ricostruzione 3D di una porzione dell'area interessata dalle tombe puniche (poi cisterne romane) e sezione stratigrafica schematica con indicato il punto di prelievo del campione analizzato. I, calcarenite con stratificazione incrociata nella porzione intermedia della sequenza I (secondo KINDLER, DAVAUD, STRASSER 1997); d, deposito di spiaggia.

Bibliografia generale

- ACQUARO E. 1991, *Tharros tra Fenicia e Cartagine*, in *Atti del II Congresso di Studi Fenici e Punici* (Roma, 9-14 novembre 1987), II, Roma, pp. 547-558.
- ADAM J.-P. 2014¹¹, *L'arte di costruire presso i Romani: materiali e tecniche*, Milano (I edizione 1988).
- AGUS *et alii* 2009 = AGUS M., CARA S., FALEZZA G., MOLA M. 2009, *I materiali da costruzione e i marmi bianchi*, in *Nora. Il foro romano. Storia di un'area urbana dall'età fenicia alla tarda antichità (1997-2006)*, II.2. *I materiali romani e gli altri reperti*, a cura di J. Bonetto, G. Falezza, A.R. Ghiotto, Padova, pp. 853-870.
- AMADASI GUZZO M.G. 1967, *Le iscrizioni fenicie e puniche delle colonie in Occidente*, Roma.
- AMADASI GUZZO M.G. 1990, *Iscrizioni fenicie e puniche in Italia*, Roma.
- AMADASI GUZZO M.G. 1995, *Les inscriptions*, in *La civilisation phénicienne et punique. Manuel de recherche*, a cura di V. Krings, Leiden-New York-Köln, pp. 19-30.
- Ancient marble quarrying and trade 1988 = Ancient marble quarrying and trade*, Papers from a Colloquium held at the Annual Meeting of the Archaeological Institute of America (San Antonio, Texas, December 1986), a cura di J. Clayton Fant, Bar International Series 453, Great Britain 1988.
- ANDREATTA C., MAZZARIOL A. c.s., *Area della Marina Militare. Settore II: le infrastrutture romane*, in *Quaderni Norensi*, 6.
- ANGIOLILLO *et alii* 2014 = ANGIOLILLO S., GIUMAN M., CARBONI R., CRUCCAS E. 2014, *Prima campagna di ricognizione e scavo dell'Università di Cagliari. Relazione preliminare 2013*, in *Quaderni norensi*, 5, pp. 191-199.
- ANTONIOLI *et alii* 2007 = ANTONIOLI F., ANZIDEI M., LAMBECK K., AURIEMMA R., GADDI D., FURLANI S., ORRÙ P., SOLINAS E., GASPARI A., KARINJA S., KOVACIC V., SURACE L. 2007, *Sea-level change during the Holocene in Sardinia and in the northeastern Adriatic (central Mediterranean Sea) from archaeological and geomorphological data*, in *Quaternary Science Reviews*, 26, pp. 2463-2486.
- ANTONIOLI *et alii* 2012 = ANTONIOLI F., ORRÙ P., PORQUEDDU A., SOLINAS E. 2012, *Variazioni del livello marino in Sardegna durante gli ultimi millenni sulla base di indicatori geo-archeologici costieri*, in *L'Africa Romana XIX Trasformazione dei paesaggi del potere nell'Africa settentrionale fino alla fine del mondo antico*, Atti del XIX Convegno di studio (Sassari, 16-19 dicembre 2010), a cura di M.B. Cocco, A. Gavini, A. Ibba, Roma, pp. 2963-2971.
- ARGIOLAS *et alii* 2006 = ARGIOLAS S., CARCANGIU G., FLORIS D., MASSIDDA L., MELONI P., VERNIER A. 2006, *Le piroclastiti dell'antica Forum Traiani (Fordongianus) – Sardegna centrale: caratterizzazione, tecniche di estrazione e specificità di utilizzo nel corso dei secoli*, in *Le risorse lapidee dall'antichità ad oggi in area mediterranea*, Atti del Convegno (Canosa di Puglia-BA, 25-27 settembre 2006), pp. 33-38.
- Arqueología de la construcción I = Arqueología de la construcción I. Los procesos constructivos en el mundo romano: Italia y provincias occidentales* (Merida, Instituto de Arqueología, 25-26 de Octubre de 2007), a cura di S. Camporeale, H. Dessales, A. Pizzo, Merida 2008.
- Arqueología de la construcción II = Arqueología de la construcción II. Los procesos constructivos en el mundo romano: Italia y provincias orientales* (Certosa di Pontignano, Siena, 13-15 de Noviembre de 2008), a cura di S. Camporeale, H. Dessales, A. Pizzo, Madrid-Merida 2010.

- Arqueología de la construcción III = Arqueología de la construcción III. Los procesos constructivos en el mundo romano: la economía de las obras* (Paris, 10-11 de Diciembre de 2009), a cura di S. Camporeale, H. Dessales, A. Pizzo, Merida 2012.
- Arqueología de la Construcción IV = Arqueología de la Construcción IV – Las canteras en el mundo antiguo: sistemas de explotación y procesos productivos* (Padova, 22-24 de Noviembre 2012), a cura di J. Bonetto, S. Camporeale, A. Pizzo, Merida 2014.
- ARMIENTO G., PLATANIA R. 1995, *Caratterizzazione e provenienza di basalti, calcareniti e marmi utilizzati a Tharros*, in *Tharros XXI-XXII*, Supplemento di RstudFen XXIII, pp. 121-128.
- ARTIZZU D. 2012, *L'intervento archeologico presso l'area dell'anfiteatro*, in *Quaderni norensi*, 4, pp. 341-354.
- ATZENI C., SANNA U. (a cura di) 2009, *Il manuale tematico della pietra*, Roma.
- AURIEMMA R., SOLINAS E. 2009, *Archaeological remains as sea level change markers: a review*, in *Quaternary International*, 206, pp. 134-146.
- BACCHETTA A. 2003, *Edilizia rurale romana*, *Flos Italiae* 4, Firenze.
- BALLETTO *et alii* 2009 = BALLETO G., NAITZA S., MELIS S., MILESI A., MEI G., MELONI N. 2009, *La cava punico-romana di Fradis Minoris (Nora, Sardegna meridionale): studio e proposta di valorizzazione*, in *Il backstage del mosaico paesistico-culturale: invisibile, inaccessibile, inesistente*, Pre-atti del XIV Convegno Internazionale Interdisciplinare (Gorizia, 24-25 settembre 2009).
- BARCA S., MAXIA C., PALMERINI V. 1973, *Sintesi sulle attuali conoscenze relative alla formazione del Cixerri (Sardegna sud-occidentale)*, Estratto da Bollettino del servizio geologico d'Italia 94/2, Roma.
- BARRECA F. 1965, *L'esplorazione lungo la costa sulcitana*, in *Monte Sirai II - Rapporto preliminare della campagna di scavi 1964*, Roma, pp. 141-175.
- BARRESI P. 2007, *Metrologia punica*, Milano.
- BARTOLONI P. 1979, *L'antico porto di Nora*, in *Antiqua*, 13, pp. 57-60.
- BARTOLONI P. 2002, *Scavi nelle necropoli di Monte Sirai*, in *Da Pyrgi a Mozia. Studi sull'archeologia del Mediterraneo in memoria di Antonia Ciasca*, a cura di M.G. Amadasi Guzzo, M. Liverani, P. Matthiae, Roma, pp. 69-77.
- BARTOLONI P., BONDI S.F., MOSCATI S. 1997, *La penetrazione fenicia e punica in Sardegna. Trent'anni dopo*, *Memorie Accademia Lincei* 9.9, Roma.
- BARTOLONI P., TRONCHETTI C. 1981, *La necropoli di Nora*, Roma.
- BEDON R. 1984, *Les carrières et les carriers de la Gaule romaine*, Parigi.
- BEJOR G. 1994a, *Romanizzazione ed evoluzione dello spazio urbano in una città punica: il caso di Nora*, in *L'Africa Romana X*, Atti del X convegno di studio (Oristano, 11-14 dicembre 1992), a cura di A. Mastino e P. Ruggeri, 2, Sassari, pp. 843-856.
- BEJOR G. 1994b, *Spazio pubblico e privato nella Sardegna romana: Nora*, in *La ciudad en el mundo romano/La ciutat en el món romà*, Actas del XIV Congreso internacional d'Arqueologia clàssica/Actes del XIV Congrès Internacional d'Arqueologia Clàssica (Tarragona, 5-11 settembre/settembre 1993), 1, Ponencias, Tarragona, pp. 109-113.
- BEJOR G. 1997, *Una basilica a Nora*, in *Atti del I Congresso nazionale di Archeologia medievale*, Atti del Congresso (Pisa, 29-31 maggio 1997), a cura di S. Gelichi, Firenze, pp. 251-253.
- BEJOR G. 2000, *La basilica presso le grandi terme*, in *Ricerche su Nora - I (anni 1990-1998)*, a cura di C. Tronchetti, Cagliari, pp. 173-176.
- BEJOR G. 2003, *Il teatro e l'isolato centrale*, in *Nora 2003*, Pisa, pp. 71-80.
- BEJOR G. 2004, *Riscavo di uno scavo: la riscoperta di Nora tardoantica*, in *Sviluppi recenti nell'antichistica. Nuovi contributi*, a cura di V. De Angelis, *Quaderni di Acme* 68, Milano, pp. 1-21.
- BEJOR G. 2008, *Una città di Sardegna tra Antichità e Medio Evo: Nora*, in *Orientis radiata fulgore. La Sardegna nel contesto storico e culturale bizantino*, Atti del Convegno di studi (Cagliari, 30 novembre - 1 dicembre 2007), a cura di L. Casula, A.M. Corda, A. Piras, Cagliari, pp. 95-113.

- BECCALUVA *et alii* 1987 = BECCALUVA L., BROTZU P., MACCIOTTA G., MORBIDELLI L., SERRI G., TRAVERSA G. 1987, *Cenozoic tectono magmatic evolution and inferred mantle sources in the sardotyrrenian area*, in *The Lithosphere in Italy advances in Earth Science Research*, pp. 167-182.
- BELLUOMINI *et alii* 1985 = BELLUOMINI G., MALATESTA A., BRANCA M., SPANO C. 1985, *Amino acid racemisation dating of Sardinian raised marine deposits*, in *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 104, pp. 223-228.
- BELTRAME C. 2012, *Archeologia marittima del Mediterraneo. Navi, merci e porti dall'antichità all'età moderna*, Roma.
- BERNARDINI P. 2011, *Dalla stele di Nora agli scavi nel foro: i Fenici ritrovati*, in *Vent'anni di scavi a Nora. Ricerca, formazione e politica culturale (1990-2010)*, a cura di J. Bonetto e G. Falezza, Padova, pp. 129-136.
- BESSAC J.-C. 1986, *La prospection archéologique des carrières de pierre de taille: approche méthodologique*, in *Aquitania*, 4, pp. 151-171.
- BESSAC J.-C. 1991, *Étude d'un outil d'extraction: l'escoude*, in *Carrières et constructions en France et dans les pays limitrophes I*, pp. 93-105.
- BESSAC J.-C. 1996, *La pierre en Gaule narbonnaise et les carrières du Bois des Lens (Nîmes): histoire, archéologie, ethnographie et techniques*, Ann Arbor.
- BESSAC J.-C., SABLAYROLLES R. 2002, *Carrières antiques de la Gaule*, in *Gallia*, 59, pp. 1-204.
- BONDÌ S.F. 1993, *Nora II. Ricerche puniche 1992*, in *Quaderni della Soprintendenza per le province di Cagliari e Oristano*, 10, pp. 115-128.
- BONDÌ S.F. 2005, *Nora: un progetto per la Sardegna fenicia e punica*, in *Atti del V Congresso Internazionale di Studi fenici e punici (Marsala-Palermo, 2-8 ottobre 2000)*, a cura di A. Spanò Giammellaro, Palermo, pp. 993-1003.
- BONDÌ S.F. 2012, *Nora, da insediamento fenicio a città cartaginese*, in *Archeologia e memoria storica*, Atti delle Giornate di studio (Viterbo, 25-26 marzo 2009), a cura di G.M. Di Nocera, M. Micozzi, C. Pavolini, A. Rovelli, Viterbo, pp. 81-94.
- BONETTO J. 2002, *Nora municipio romano*, in *L'Africa Romana XIV*, Atti del Convegno internazionale di studi (Sassari, 7-10 dicembre 2000), pp. 1201-1220.
- BONETTO J. 2003, *I sistemi infrastrutturali di Nora romana: la viabilità e il drenaggio delle acque*, in *Ricerche su Nora - II (anni 1990-1998)*, a cura di C. Tronchetti, Elmas, pp. 21-38.
- BONETTO J. 2009, *L'insediamento di età fenicia, punica e romana repubblicana nell'area del foro*, in *Nora. Il foro romano. Storia di un'area urbana dall'età fenicia alla tarda antichità (1997-2006)*, I. *Lo scavo*, a cura di J. Bonetto, Padova, pp. 39-243.
- BONETTO J. 2014, *L'insediamento fenicio di Nora e le comunità nuragiche: contatti e distanze*, in *Materiali e contesti nell'età del ferro sarda*, Atti della giornata di studi (Museo civico di San Vero Milis - Oristano, 25 maggio 2012), a cura di P. Van Dommelen e A. Roppa, Rivista di Studi Fenici, 41/1-2 (2013), pp. 173-182.
- BONETTO J. (a cura di) 2014, *Nora e il mare, I. Le ricerche di Michel Cassien (1978-1984)*, Padova.
- BONETTO J. c.s., *Nora nel V secolo: da emporio a colonia*, Atti del Convegno internazionale La Sardegna nel V secolo (Santadi, 30 maggio - 1 giugno 2013), Supplemento a Babesch, a cura di M. Botto, P. van Dommelen, A. Roppa, c.s.
- BONETTO J. c.s., *Nora da colonia cartaginese a municipio romano*, in *Il processo di romanizzazione della provincia Sardinia et Corsica*, Atti del Convegno internazionale (Cuglieri 26-28 marzo 2015), a cura di S. De Vincenzo, c.s.
- BONETTO J., BERTO S., CESPÀ S. 2012, *Il saggio PSI. Campagne di scavo 2010-2011*, in *Quaderni Norensi*, 4, pp. 201-220.
- BONETTO J., CARRARO F., MAZZARIOL A. c.s., *La necropoli punica orientale: le nuove acquisizioni e il rischio idrogeologico*, in *Quaderni Norensi*, 6.
- BONETTO J., CESPÀ S., ERDAS R.V. 2012, *Approvvigionamento idrico a Nora: nuovi dati sulle cisterne*, in *L'Africa Romana XIX - Trasformazione dei paesaggi del potere nell'Africa settentrionale fino alla fine del mondo antico*, Atti del XIX Convegno di studio (Sassari, 16-19 dicembre 2010), a cura di M.B. Cocco, A. Gavini, A. Ibba, Roma, pp. 2543-2576.

- BONETTO J., FALEZZA G., PREVIATO C. 2014, *L'approvvigionamento di materiale edilizio a Nora (Sardegna): la cava di Is Fradis Minoris*, in *Arqueología de la Construcción IV*, pp. 189-206.
- BONETTO J., FALEZZA G., PREVIATO C. 2015, *Archeologia dell'edilizia a Nora (Sardegna). Dalla cava di Is Fradis Minoris ai monumenti della città*, in *L'Africa romana XX - Momenti di continuità e rottura: bilancio di trent'anni di convegni L'Africa romana*, Atti del XX Convegno di Studio (Alghero, 26-29 settembre 2013), a cura di P. Ruggeri, Roma, pp. 1861-1873.
- BONETTO J., GHEDINI F., GHIOTTO A. 2003, *Il foro. Le linee metodologiche della ricerca e lo scavo del tempio sul lato nord della piazza*, in *Nora 2003*, Pisa, pp. 57-70.
- BONETTO J., GHIOTTO A.R. 2013, *Nora nei secoli dell'Altomedioevo*, in *Settecento-Millecento. Storia, Archeologia e Arte nei "secoli bui" del Mediterraneo. Dalle fonti scritte, archeologiche ed artistiche alla ricostruzione della vicenda storica. La Sardegna laboratorio di esperienze culturali*, Atti del Convegno (Cagliari, 17-19 ottobre 2012), Atti I, a cura di R. Martorelli, Cagliari, pp. 271-290.
- BONETTO *et alii* 2012 = BONETTO J., FALEZZA G., BERTELLI A., EBNER D. 2012, *Nora e il mare. Il progetto Noramar. Attività 2011*, in *Quaderni norensi*, 4, pp. 327-338.
- BONETTO *et alii* 2014 = BONETTO J., BERTELLI A., DEIANA R., MAZZARIOL A. 2014, *Rilievo topografico e geofisico presso i quartieri settentrionali. Prime indagini dell'Università di Padova*, in *Quaderni norensi*, 5, pp. 201-209.
- BONETTO *et alii* 2015a = BONETTO J., BERTELLI A., CARRARO F., FALEZZA G., GALLUCCI G., METTELLI M.C., MINELLA I., TABAGLIO M. 2015, *Nora e il mare. Ricerche e tutela attorno agli spazi costieri della città antica*, in *L'Africa romana XX - Momenti di continuità e rottura: bilancio di trent'anni di convegni L'Africa romana*, Atti del XX Convegno di Studio (Alghero, 26-29 settembre 2013), a cura di P. Ruggeri, Roma, pp. 1841-1860.
- BONETTO *et alii* 2015b = BONETTO J., BERTELLI A., GALLUCCI G., MINELLA I. 2015, *La Basilica urbana di Nora tra terra e mare: i nuovi rilievi*, in *Isole e terraferma nel primo cristianesimo. Identità locale ed interscambi culturali, religiosi e produttivi*, Atti dell'XI Congresso Nazionale di Archeologia Cristiana (Cagliari, 23-27 settembre 2014), a cura di R. Martorelli, A. Piras, P.G. Spanu, pp. 797-806.
- BORDICCHIA *et alii* 2007 = BORDICCHIA F., MARINI C., NAITZA S., SALVI D., TOCCO S. 2007, *Two ancient roman quarries in Cagliari (Italy): survey, mapping and evaluation of the state of conservation*, in *Cave storiche e risorse lapidee*, a cura di L. Marino, *Restauro Archeologico* 13, pp. 34-38.
- BOTTO M. 2007, *Urbanistica e topografia delle città fenicie di Sardegna: il caso di Nora*, in *Las Ciudades Fenicio-Púnicas en el Mediterráneo Occidental. III Coloquio Internacional del Centro de Estudios Fenicios y Púnicos* (Adra, 12-14 dicembre 2003), a cura di J.L. López Castro, Almería, pp. 105-142.
- BOTTO M. 2011, *1992-2002: dieci anni di prospezioni topografiche a Nora e nel suo territorio*, in *Vent'anni di scavi a Nora. Ricerca, formazione e politica culturale. 1990-2009*, a cura di J. Bonetto, G. Falezza, Padova, pp. 57-84.
- BOTTO M., FINOCCHI S., RENDELI M. 1998, *Nora VI: prospezione a Nora 1994-1996*, in *Quaderni della Soprintendenza per i Beni Archeologici per le province di Cagliari e Oristano*, 15, pp. 209-229.
- BOTTO M., MELIS S., RENDELI M. 2000, *Nora e il suo territorio*, in *Ricerche su Nora I (anni 1990-1998)*, a cura di C. Tronchetti, Cagliari, pp. 255-284.
- BOTTO M., RENDELI M. 1993, *Nora II. Prospezione a Nora 1992*, in *Quaderni della Soprintendenza per le province di Cagliari e Oristano*, 10, pp. 151-189.
- BOTTO M., RENDELI M. 1998, *Progetto Nora - Campagne di prospezione 1992-1996*, in *L'Africa romana XII*, Atti del XII Convegno di Studi (Olbia, 12-15 dicembre 1996), a cura di M. Khanoussi, P. Ruggeri e C. Vismara, Sassari, pp. 713-740.
- BRUNO M. 2002, *Granito sardo*, in *I marmi colorati della Roma imperiale*, a cura di M. De Nuccio e L. Ungaro, Padova, pp. 285-286.
- BRUNO M., BIANCHI F. 2015, *The limestone quarries of Wadi Gadatza in the territory of Lepcis Magna*, in *Asmosia X. Proceedings of the*

- Tenth International Conference Interdisciplinary Studies on Ancient Stone* (Roma, 21-26 maggio 2012), a cura di E. Gasparini, P. Pensabene, Roma, pp. 35-42.
- CAGNANA A. 2000, *Archeologia dei materiali da costruzione*, Mantova.
- CAGNANA A. 2012, *I materiali dell'architettura come esito di cicli produttivi*, in *Archeologia dell'architettura. Metodi e interpretazioni*, a cura di G.P. Brogiolo, A. Cagnana, Borgo S. Lorenzo, pp. 69-142.
- CAMPOREALE S., PAIS A. 2009, *Analisi e interpretazione delle tracce di cavatura*, in *Materiali da costruzione e produzione del ferro. Studi sull'economia popoloniese fra periodo etrusco e romanizzazione*, a cura di F. Cambi, F. Cavari, C. Mascione, Bari, pp. 47-59.
- CARMIGNANI *et alii* 2000 = CARMIGNANI L., OGGIANO G., BARCA S., CONTI P., SALVADORI I., ELTRUDIS A., FUNEDDA A., PASCI S. 2000, *Geologia della Sardegna. Note illustrative della Carta geologica della Sardegna alla scala 1:200.000*, in *Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia*, LX.
- Carrieres et constructions en France et dans les pays limitrophes I = Carrieres et constructions en France et dans les pays limitrophes*, Actes du 115e Congrès National des Sociétés Savantes (Avignon, 9-12 avril 1990), a cura di J. Lorenz e P. Benoit, Parigi 1991.
- Carrieres et constructions en France et dans les pays limitrophes II = Carrieres et constructions en France et dans les pays limitrophes*, Actes du 117e Congrès National des Sociétés Savantes (Clermont-Ferrand, 26-30 octobre 1992), a cura di J. Lorenz, Parigi 1993.
- Carrieres et constructions en France et dans les pays limitrophes III = Carrieres et constructions en France et dans les pays limitrophes*, Actes du 119e Congrès National des Sociétés Savantes (Amiens 1994), a cura di J. Lorenz, Parigi 1996.
- CINTAS J. 1959, *Materiaux de construction employés a Carthage*, in *Karthago*, X, pp. 137-139.
- CLAYTON FANT J. 2008, *Quarrying and stoneworking*, in *The Oxford handbook of engineering and technology in the classical world*, a cura di J.P. Oleson, Oxford, pp. 121-135.
- COLAVITTI A.M. 2003, *Per una lettura della Forma Urbis di Nora*, in *Nora* 2003, Pisa, pp. 104-109.
- COLAVITTI A.M. 2004, *Per una lettura della Forma Urbis di Nora*, in *Quaderni della Soprintendenza archeologica per le province di Cagliari e Oristano*, 21, pp. 111-117.
- COLUMBU *et alii* 2007 = COLUMBU S., MARINI C., NAITZA S., TOCCO S. 2007, *I siti estrattivi costieri punico-romani del Sulcis (Sardegna sud-occidentale). Nota preliminare*, in *Risorse lapidee in Sardegna* 2007, pp. 121-132.
- COMASCHI CARIA I. 1968, *Fossili marini e continentali del Quaternario della Sardegna*, in *Atti del X Congresso internazionale di Studi Sardi: simposio sul Quaternario*, a cura di C. Maxia, Cagliari, pp. 141-231.
- COSSU C. 2000, *Resti di frequentazione romana a "Is Fradis Minoris"*, in *Ricerche su Nora II (anni 1990-1998)*, a cura di C. Tronchetti, Cagliari, pp. 125-128.
- D'ORIANO *et alii* 2006 = D'ORIANO R., MARINI C., NAITZA S., TOCCO S. 2006, *I siti estrattivi romani della Gallura. Ipotesi di valorizzazione*, in *Le risorse lapidee dall'antichità ad oggi in area mediterranea*, Atti del Convegno (Canosa di Puglia-BA, 25-27 settembre 2006), pp. 77-82.
- DEL VAIS *et alii* 2006 = DEL VAIS C., DEPALMAS A., FARISELLI A.C., MELIS R.T. 2006, *Il paesaggio costiero della Penisola del Sinis tra preistoria e storia: aspetti archeologici e ambientali*, in *Simposio "Il monitoraggio costiero mediterraneo. Problematiche e tecniche di misura"* (Sassari, 4-6/10/2006), Firenze, pp. 309-322.
- DEL VAIS C., GRILLO S.M., NAITZA S. 2014a, *Le cave di arenaria dell'area di Tharros: risultati preliminari di una ricerca archeologica e archeometrica*, in *Da Tharros a Bitia. Nuove prospettive della ricerca archeologica nella Sardegna fenicia e punica*, a cura di A.C. Fariselli, Milano, pp. 53-102.
- DEL VAIS C., GRILLO S.M., NAITZA S. 2014b, *Le cave storiche del Sinis di Cabras (OR): censimento, analisi, interpretazione*, in *Arqueologia de la Construcción IV*, pp. 207-222.
- DEL VAIS C., GRILLO S.M., NAITZA S. 2014c, *Inventory, mapping and multidisciplinary study of the ancient quarries of the Sinis Peninsula (West Sardinia, Italy)*, in *Proceedings of the*

- 39th International Symposium for Archaeometry. 50 years of ISA 2012 (Leuven, Belgium, 29 May – 1 June 2012), a cura di R.B. Scott, D. Braekmans, M. Carremans, P. Degryse, Leuven, pp. 34-41.
- DELAINE J. 1997, *The baths of Caracalla. A study in the design, construction, and economics of large scale building projects in imperial Rome*, Journal of Roman Archaeology, supplemento XXXV, Portsmouth.
- DELLA MARMORA A. 1840 (1995), *Viaggio in Sardegna, volume II. Le antichità*, a cura di V. Martelli, Nuoro.
- DELLA MARMORA A. 1857 (1927), *Viaggio in Sardegna, volume III*, a cura di V. Martelli, Cagliari.
- DI GREGORIO F., FLORIS C., MATTA P. 2000, *Lineamenti geologici e geomorfologici della penisola di Nora*, in *Ricerche su Nora I (anni 1990-1998)*, a cura di C. Tronchetti, Cagliari, pp. 9-18.
- DI GREGORIO *et alii* 2005-2006 = DI GREGORIO F., FLORIS C., MATTA P., TRONCHETTI C. 2005-2006, *Ricerche geoarcheologiche sui centri fenicio-punici e poi romani della Sardegna centro-meridionale. Nora: nota I*, in Quaderni della Soprintendenza per i Beni Archeologici per le province di Cagliari e Oristano, 22.2, pp. 47-85.
- DI GREGORIO *et alii* 2009 = DI GREGORIO F., FLORIS C., MATTA P., ROPPA A. 2009, *Il quadro ambientale, in Nora. Il foro romano. Storia di un'area urbana dall'età fenicia alla tarda antichità (1997-2006), I. Lo scavo*, a cura di J. Bonetto, Padova, pp. 11-38.
- DOCTER R.F. 2009, *Carthage and its hinterland*, in *Phönizische und punisches Städtewesen. Akten der internationalen Tagung (Roma, 21-23 febbraio 2007)*, a cura di S. Helas e D. Marzoli, Mainz am Rhein, Iberia Archaeologica 13, pp. 179-189.
- DUNHAM R.J. 1962, *Classification of carbonate rocks according to depositional texture*, in W.E. Ham, *Classification of carbonate rocks*, in American Association of Petroleum Geologists Memoir, 1, pp. 108-121.
- DWORAKOWSKA A. 1983, *Quarries in Roman provinces*, Wroclaw.
- DWORAKOWSKA A. 1988, *Wooden wedges in ancient quarries practice: critical examination of the state of research*, in *Archeologia (Warszawa)*, 38, pp. 25-35.
- FABIANI F. 2013, *Nora: il secolo d'oro*, in Φιλική Συνουσία. *Studies in Mediterranean Archaeology for Mario Benzi*, a cura di G. Graziadio, R. Guglielmino, V. Lenuzza, S. Vitale, BAR International Series 2460, Oxford, pp. 407-414.
- FINOCCHI S. 1999, *La laguna e l'antico porto di Nora: nuovi dati a confronto*, in *RStudFen*, 27, pp. 167-192.
- FINOCCHI S. 2000, *Nuovi dati su Nora fenicia e punica*, in *Ricerche su Nora I (anni 1990-1998)*, a cura di C. Tronchetti, Cagliari, pp. 285-302.
- FINOCCHI S. 2002, *Considerazioni sugli aspetti produttivi di Nora e del suo territorio in epoca fenicia e punica*, in *RStudFen*, 30, pp. 147-186.
- FINOCCHI S. 2003, *Nora e il territorio: le risorse minerarie*, in *Nora area C. Scavi 1996-1999*, a cura di B.M. Giannattasio, Genova, pp. 31-33.
- FINOCCHI S. 2005, *Il Colle e l'“Alto luogo di Tanit”: campagne 2003-2004*, in *Quaderni norensi*, 1, pp. 135-152.
- FINOCCHI S. 2007, *Alcuni dati sullo sfruttamento agricolo del territorio di Monte Sirai*, in *Daidalos*, 8, pp. 49-60.
- FINOCCHI S., DESSENA F., TIRABASSI L. 2012, *Il Colle e l'“Alto luogo di Tanit”: campagne 2007-2011*, in *Quaderni Norensi*, 4, pp. 299-323.
- FURLAN G., MADRIGALI E. 2009, *I marmi di rivestimento*, in *Nora. Il foro romano. Storia di un'area urbana dall'età fenicia alla tarda antichità (1997-2006), II.2. I materiali romani e gli altri reperti*, a cura di J. Bonetto, G. Falezza, A.R. Ghiotto, Padova, pp. 817-851.
- GAILLARD J. 2011, *L'exploitation de la pierre de taille dans le bassin de la Charente*.
- GANDOLFI R., PORCU A. 1967, *Contributo alla conoscenza delle microfacies mioceniche delle colline di Cagliari (Sardegna)*, in *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 73, pp. 313-348.
- GARAU E. 2007, *Disegnare paesaggi della Sardegna*, Ortacesus (CA).
- GARBATI G. 2012, *Ricerche a Nora. Riflessioni sulle aree sacre urbane tra la tarda età repubblicana e l'età augustea*, in *Archeologia e memoria storica*, Atti delle Giornate di Studio

- (Viterbo, 25-26 marzo 2009), a cura di G.M. Di Nocera, M. Micozzi, C. Pavolini, A. Rovelli, Viterbo, pp. 95-105.
- GHIOTTO A.R. 2004, *L'architettura romana nelle città della Sardegna*, Antenore Quaderni 4, Roma.
- GHIOTTO A.R. 2009, *Il complesso monumentale del foro*, in *Nora. Il foro romano. Storia di un'area urbana dall'età fenicia alla tarda antichità (1997-2006)*, I. *Lo scavo*, a cura di J. Bonetto, Padova, pp. 247-373.
- GHIOTTO A.R. 2010, *Un marchio di cava di Nora*, in *L'Africa romana XVIII*, Atti del XVIII Convegno di Studio (Olbia, 11-14 dicembre 2008), Roma, pp. 2169-2176.
- GIANNATTASIO B.M. (a cura di) 2003, *Nora area C. Scavi 1996/1999*, Genova.
- GINOUVÈS R., MARTIN R. 1985, *Dictionnaire méthodique de l'architecture grecque et romaine, I. Matériaux, techniques de construction, techniques et formes du décor*, CEFR 84, Roma.
- GUTIÉRREZ GARCIA-MORENO A. 2009, *Roman quarries in the Northeast of Hispania (Modern Catalonia)*, Tarragona.
- IACOVINO C., MECOZZI P. 2012, *Le Terme Centrali. Il sistema di smaltimento delle acque*, in *Quaderni norensi*, 4, pp. 115-124.
- IOPPOLO G. 1967, *La tavola delle unità di misura nel mercato augusteo di Leptis Magna*, in *Quaderni di Archeologia della Libia*, 5, pp. 89-98.
- KINDLER P., DAVAUD E., STRASSER A. 1997, *Tyrrhenian coastal deposits from Sardinia (Italy): a petrographic record of high sea levels and shifting climate belts during the last interglacial (isotopic substage 5e)*, in *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 133, pp. 1-25.
- KOZELY T. 1988, *Extraction of blocks in antiquity: special methods of analysis*, in *Classical Marble: Geochemistry, Technology, Trade*, a cura di N. Herz e M. Waelkens, Dordrecht, pp. 31-39.
- KOZELJ T., KOZELJ WURCH M. 1993, *Le transports dans l'Antiquité*, in *Archeologia delle Attività Estrattive e Metallurgiche*, a cura di R. Francovic, Firenze, pp. 97-142.
- LANCEL S. 1992, *Carthage*, Parigi.
- LAZZARINI L. 1987, *I graniti dei monumenti italiani e i loro problemi di deterioramento*, in *Supplemento del Bollettino d'Arte*, 41, pp. 145-172.
- LAZZARINI L. 2004, *Pietre e marmi antichi. Natura, caratterizzazione, origine, storia d'uso, diffusione, collezionismo*, Padova.
- MAMELI S., NIEDDU G. 2005, *La decorazione architettonica della città di Nora*, Oristano.
- MARINI C., NAITZA S., TOCCO S. 2006, *Il distretto del granito di Buddusò – Alà dei Sardi (Sardegna): aspetti geopetrografici, impatto ambientale dell'attività di cava e ipotesi per il recupero e la valorizzazione dei siti estrattivi dismessi*, in *Le risorse lapidee dall'antichità ad oggi in area mediterranea*, Atti del Convegno (Canosa di Puglia-BA, 25-27 settembre 2006), pp. 381-386.
- MARINI et alii 2007 = MARINI C., MURRU G., NAITZA S., TOCCO S., TUVERI C. 2007, *L'estrazione dei materiali lapidei in Sardegna: dai primordi all'età romana*, in *Risorse lapidee in Sardegna 2007*, pp. 97-120.
- MASSIMETTI M.G.C. 1991, *Lo sfruttamento del granito gallurese in epoca imperiale: risvolti economici e sociali*, in *L'Africa romana VIII*, Atti dell'VIII Convegno di Studio (Cagliari, 14-16 dicembre 1990), a cura di A. Mastino, Sassari, pp. 789-796.
- MASSIMETTI M.G.C. 2002, *Cave litorali della Sardegna settentrionale*, in *L'Africa romana XIV - Lo spazio marittimo del Mediterraneo occidentale: geografia storica ed economia*, Atti del XIV Convegno di Studio (Sassari, 7-10 dicembre 2000), a cura di M. Khanoussi, P. Ruggeri, C. Vismara, Roma, pp. 1111-1116.
- MASSOLI NOVELLI R. 1965, *Studio geopetrografico della zona di Sarroch (Cagliari). Nota I: Le andesiti*, in *La ricerca scientifica*, 35, pp. 1578-1596.
- MASSOLI NOVELLI R. 1967, *Studio geopetrografico della zona di Sarroch (Cagliari). Nota II: I conglomerati vulcanici*, in *Rendiconti del seminario della facoltà di scienze dell'Università di Cagliari*, 37, pp. 126-141.
- MASSOLI NOVELLI R., PALMERINI V. 1970, *Studio mineralogico e sedimentologico di alcune litofacies sedimentarie delle zone di Sarroch-Pula e del Cixerri (Sardegna SO)*, in *Rendiconti del*

- Seminario della Facoltà di Scienze dell'Università di Cagliari, 40, fasc. 3-4, vol. XL.
- MASTINO A. 2005 (a cura di), *Storia della Sardegna antica*, Recco (GE).
- MACNAMARA E., WILKES W.G.St.J. 1967, *Underwater exploration of the ancient port of Nora*, Sardinia, PBSR, 35, pp. 4-11.
- MELCHIORRI V. 2005, *L'area sacra del Coltellazzo (area F): campagne 2002-2004*, in Quaderni norensi, 1, pp. 109-133.
- MELCHIORRI V. 2012, *Ricerche a Nora. L'“area sacra del Coltellazzo”*: nuove indagini archeologiche e aspetti storici tra età punica ed età romana, in *Archeologia e memoria storica*, Atti delle Giornate di Studio (Viterbo, 25-26 marzo 2009), a cura di G.M. Di Nocera, M. Micozzi, C. Pavolini, A. Rovelli, Viterbo, pp. 107-124.
- MELIS S. 1998, *Cenni geomorfologici sul territorio di Nora*, in BOTTO, RENDELI 1998, pp. 737-740.
- MELIS S. 2000, *Variations des lignes de rivage aux environs de la ville antique de Nora (Sardaigne, Sud-Ouest-Italie) d'après les données geoarchéologiques*, in *Geoarchaeology of the landscapes of classical antiquity*, Atti del Colloquio Internazionale (Ghent, 23-24 ottobre 1998), a cura di F. Vermeulen e M. De Dapper, Leiden, pp. 127-136.
- MELIS S. 2002, *Cenni geoarcheologici sulle variazioni delle linee di costa nel Mediterraneo*, in *L'Africa romana XIV - Lo spazio marittimo del Mediterraneo occidentale: geografia storica ed economia*, Atti del XIV Convegno di Studio (Sassari, 7-10 dicembre 2000), a cura di M. Khanoussi, P. Ruggeri, C. Vismara, Sassari, pp. 128-138.
- MELIS S., COLUMBU S. 2000, *Matériaux de construction d'époque romaine et relation avec les anciennes carrières: l'exemple du théâtre de Nora (Sardaigne SO - Italie)*, in *La pierre dans la ville antique et médiévale. Analyses, méthodes et apports*, Actes du Colloque d'Argentomagus (Argenton-sur-Creuse, 30-31 mars 1998), a cura di J. Lorenz, D. Tardy, G. Coulon, Mémoires du Musée d'Argentomagus 3, Saint-Marcel, pp. 103-117.
- MENICALI U. 1992, *Materiali dell'edilizia storica: tecnologia e impiego dei materiali tradizionali*, Roma.
- MEZZOLANI A. 2008, *Note sull'edilizia di età punica a Cartagine: i materiali litici da costruzione e le relative aree di approvvigionamento*, in *L'Africa Romana XVII - Le ricchezze dell'Africa: risorse, produzioni, scambi*, Atti del XVII Convegno di Studio (Sevilla, 14-17 dicembre 2006), a cura di J. Gonzalez, P. Ruggeri, C. Vismara, R. Zucca, Roma, pp. 171-182.
- MONTHEL G. 2002, *La carrière gallo-romaine de Saint-Boil (Saone-et-Loire)*, in Gallia, 59, pp. 89-120.
- MOSCATI S. 1992, *Il santuario dei bambini (tofet)*, Roma.
- MOSCATI S., UBERTI M.L. 1970, *Le stele puniche di Nora nel Museo Nazionale di Cagliari*, Roma.
- NERVI C. 2013, “Exemptores quoque adfirmant compleri sponte illa montium ulcera” (Pl. NH XXXVI, 125). *I siti di cavatura alle pendici del sistema montuoso sulcitano nel comprensorio di Nora (CA, Sardegna meridionale) in epoca romana*, in *Montagne incise. Pietre incise. Archeologia delle risorse nella montagna mediterranea*, a cura di A.M. Stagno, Archeologia postmedievale 17, Firenze, pp. 87-94.
- NERVI C. 2015, *Life of Nora (CA – South Sardinia). Roman quarries and their organization in rural landscape*, in *Asmosia X. Proceedings of the Tenth International Conference Interdisciplinary Studies on Ancient Stone* (Roma, 21-26 maggio 2012), a cura di E. Gasparini, P. Pensabene, Roma, pp. 585-591.
- NIEDDU G. 2010, *La produzione delle cornici a gola egizia in Sardegna*, in *L'Africa romana XVIII - I luoghi e le forme dei mestieri e delle produzioni nelle province africane*, Atti del XVIII Convegno di Studio (Olbia, 11-14 dicembre 2008), a cura di M. Milanese, P. Ruggeri, C. Vismara, Roma, pp. 1283-93.
- NOVELLO M. 2009, *Il tempio del foro*, in *Nora. Il foro romano. Storia di un'area urbana dall'età fenicia alla tarda antichità (1997-2006)*, I. *Lo scavo*, a cura di J. Bonetto, Padova, pp. 377-453.
- OGGIANO I. 2005, *Lo spazio sacro a Nora*, in Atti del V congresso internazionale di studi fenici e puniche (Marsala-Palermo, 2-8 ottobre 2000), a cura di A. Spanò Giammellaro, III, Palermo, pp. 1029-1044.
- OGGIANO I. 2009, *La “città” di Nora: spazio urbano e territorio*, in *Phönizische und puni-*

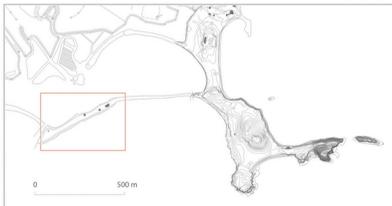
- ches Städtwesen*. Akten der internationalen Tagung (Roma, 21-23 febbraio 2007), a cura di S. Helas e D. Marzoli, Mainz am Rhein, Iberia Archaeologica 13, pp. 419-432.
- PAIS E. 1923, *Storia della Sardegna e della Corsica durante il dominio romano*, Roma.
- PASKOFF R., TROUSSET P. 1995, *Formations quaternaires et carrières littorales antiques en Tunisie*, in *L'homme méditerranéen. Melanges offerts à Gabriel Camps*, a cura di R. Chenorkian, Aix-en-Provence, pp. 57-66.
- PARETTA V. 2006, *Le tracce di lavorazione*, in *Beni culturali e antichità puniche. La necropoli meridionale di Tharros - Tharrhica I*, a cura di E. Acquaro, C. Del Vais, A.C. Fariselli, Grisignano di Zocco (VI), pp. 377-390.
- PATRONI G. 1901, *Nora. Scavi eseguiti nel perimetro di quell'antica città e in una delle sue necropoli durante i mesi di maggio e giugno 1901*, in NSc, pp. 365-381.
- PATRONI G. 1902, *Nora. Scavi eseguiti durante il mese di luglio 1901*, in NSc, pp. 71-82.
- PATRONI G. 1904, *Nora. Colonia fenicia in Sardegna*, in *Monumenti Antichi dei Lincei*, 14, pp. 109-268.
- PECORINI G., POMESANO-CERCHI A. 1969, *Ricerche geologiche e biostratigrafiche sul Campidano meridionale (Sardegna)*, in *Memorie della Società Geologica Italiana*, 8/4, pp. 421-451.
- PÉDINI C. 2013, *Les carrières de la Couronne de l'antiquité à l'époque contemporaine*, Arles.
- PESCE G. 1952-1954, *Un "Maabed" a Nora*, in *Studi Sardi*, 22-23, pp. 475-482.
- PESCE G. 1957, *Nora: guida agli scavi*, Bologna.
- PESCE G. 1972, *Nora: guida agli scavi*, Cagliari.
- PIZZO A. 2010, *Las técnicas constructivas de la arquitectura pública de Augusta Emerita*, Merida.
- POGGI D., LAZZARINI L. 2005, *Il granito sardo: cave e cavatura. Usi, diffusione e aspetti archeometrici*, in *Marmora*, 1, pp. 49-68.
- PREVIATO C. 2014, *La cava di Is Fradis Minoris: rilievo e studio delle tracce dell'attività estrattiva. Attività 2012-2013*, in *Quaderni norensi*, 5, pp. 213-218.
- PREVIATO C. 2015, *Aquileia. Materiali, forme e sistemi costruttivi dall'età repubblicana alla tarda età imperiale*, Antenor Quaderni 32, Padova.
- RAKOB F. 1984, *Deutsche Ausgrabungen in Karthago. Die punischen Befunde*, in *Mitteilungen des Deutschen Archaeologischen Instituts. Römische Abteilung*, 91, pp. 1-22.
- RENDELI M. 2005, *Paesaggi norensi - II*, in *Quaderni norensi*, 1, pp. 165-181.
- Risorse lapidee in Sardegna 2007 = Le risorse lapidee in Sardegna. Dal recupero ambientale alla valorizzazione*, Atti del Convegno (Cagliari, 22 giugno 2007), a cura di C. Marini, S. Naitza, S. Tocco, Cagliari 2007.
- RUSSELL B. 2013, *The economics of the Roman stone trade*, Oxford.
- SALVI *et alii* 2006 = SALVI D., MATTA P., MARINI C., NAITZA S., TOCCO S. 2006, *Osservazioni sulle antiche cave romane di Cagliari*, in *Le risorse lapidee dall'antichità ad oggi in area mediterranea*, Atti del Convegno (Canosa di Puglia-BA, 25-27 settembre 2006), pp. 101-104.
- SANGAINO *et alii* 2006 = SANGAINO S., CUCCURU S., CHERCHI G.P., FILIGHEDDU R., OGGIANO G. 2006, *Impatti ambientali e mitigazione dell'attività estrattiva nei bacini della Gallura: il contributo delle indagini naturalistiche e geologiche preliminari*, in *Le risorse lapidee dall'antichità ad oggi in area mediterranea*, Atti del Convegno (Canosa di Puglia-BA, 25-27 settembre 2006), pp. 411-416.
- SAVELLI *et alii* 1979 = SAVELLI C., BECCALUVA L., DERIU M., MACCIOTTA G., MACCIONI L. 1979, *K-Ar geochronology and evolution of the Tertiary cal-alkaline volcanism of Sardinia (Italy)*, in *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 5, pp. 257-269.
- SCHMIEDT G. 1965, *Il livello antico del mar Tirreno. Testimonianze dei resti archeologici*, Firenze.
- SHAW J. 1971, *Minoan architecture: materials and techniques*, ASAtene 44, Rome.
- SLIM *et alii* 2004 = SLIM H., TROUSSET P., PASKOFF R., OUESLATI A. 2004, *Le littoral de la Tunisie. Étude géoarchéologique et historique*, Parigi.
- SOLINAS E., SANNA I. 2005, *Nora: documenta submersa*, in *Aequora, póntos, jam, mare...*

- Mare, uomini e merci nel Mediterraneo antico*, Atti del Convegno Internazionale (Genova 2004), a cura di B.M. Giannattasio *et alii*, Borgo S. Lorenzo, pp. 253-257.
- SUSINI G.C. 1977, *Lavoro di cava a Capo Testa*, in *Minerama*, IV, pp. 27-29.
- TOCCO S., MARINI C. 2007, *Presentazione*, in *Risorse lapidee in Sardegna 2007*, pp. 7-13.
- TOCCO S., MARINI C., NAITZA S. 2007, *Dal recupero ambientale alla valorizzazione dei siti estrattivi dismessi: il distretto del granito della Sardegna nord-orientale*, in *Risorse lapidee in Sardegna 2007*, pp. 27-58.
- TOMEI D. 2008, *Gli edifici sacri della Sardegna romana: problemi di lettura e di interpretazione*, Ortacesus.
- TRONCHETTI C. 1985, *Le terme a mare*, in *Nora. Recenti studi e scoperte*, Pula, pp. 71-81.
- ULZEGA P., HEARTY J. 1986, *Geomorphology, stratigraphy and geochronology of Late Quaternary Marine Deposits in Sardinia*, in *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F. Supplement-Band, 62, pp. 119-129.
- WAEKENS M. 1992, *Bronze age quarries and quarrying techniques in the eastern Mediterranean and the Near East*, in *Ancient stones: quarrying, trade and provenance, Interdisciplinary Studies on Stones and Stone Technology in Europe and Near East from the Prehistoric to the Early Christian Period*, a cura di M. Waelkens, N. Herz, L. Moens, Leuven, pp. 5-20.
- WAEKENS M. 1994, *Cave di marmo*, in *EAA Secondo Supplemento*, II, pp. 71-88.
- WAEKENS M. DE PAEPE P., MOENS L. 1988, *Patterns of extraction and production in the white marble quarries of the Mediterranean: history, present problems and prospects*, in *Ancient marble quarrying and trade 1988*, pp. 81-116.
- WILLIAMS-THORPE O., RIGBY J. 2006, *Roman granites of Sardinia: geochemical and magnetic characterisation of columns and quarries, and comments on distributions in the Mediterranean area*, in *Marmora*, 2, pp. 83-112.
- WILSON R.J.A. 1988, *Ancient granite quarries on the Bocche di Bonifacio*, in *Classical marble: geochemistry, technology, trade*, a cura di N. Herz e M. Waelkens, Dordrecht, pp. 103-112.
- ZARA A. 2010/2011, *Evoluzione urbana e nuovo assetto monumentale di Nora in età medio-imperiale romana*, Tesi di laurea magistrale, Università degli Studi di Padova, relatore prof. Jacopo Bonetto.
- ZUCCA R. 1994, *Il decoro urbano delle civitates Sardiniae et Corsicae: il contributo delle fonti letterarie ed epigrafiche*, in *L'Africa romana*, Atti del X Convegno internazionale di studi (Oristano, 11-13 dicembre 1992), a cura di A. Mastino e P. Ruggeri, Sassari, pp. 857-935.

Finito di stampare nel mese di agosto 2016
presso FP srl - Noventa Padovana (PD)



Tavola I - Cava di Is Fradis Minoris. Pianta con indicazione dei loci estrattivi.



LEGENDA

arenaria	vegetazione
arenaria sommersa	ghiaia e superfici molde
terra	ghiaio
sabbia	tagli di casa
mare	linee di sezione
	locus estrattivo

B1718 - quota 2,96 m
 1001041 - quota Bnaga Fuso W. 1000579,79 sec. 4311295,00 nord
 B1719 - quota 2,85 m
 coordinate Gauss Bnaga Fuso W. 1000465,68 sec. 4311247,29 nord

Nora (Pula, Cagliari)
 Cava di la Fradis Minoris

cbc

Tavola III - Quadro d'Unione

Scale 1:1000

Rilievo
 G. Biondi, A. Coppola, G. Fenucci, A. Fenucci, A. Ruggieri, A. Palla, C. Pirella, M. Rinaldi, L. Siro, F. Sella, L. Zanone, A. Zera

Elaborazione
 G. Pirella

NORA (Phis. Cagliari) **CBC** 

Cava di Is Fradis Minoris

Tavola IV - Area J

Scala 1:100

0 2.5 m

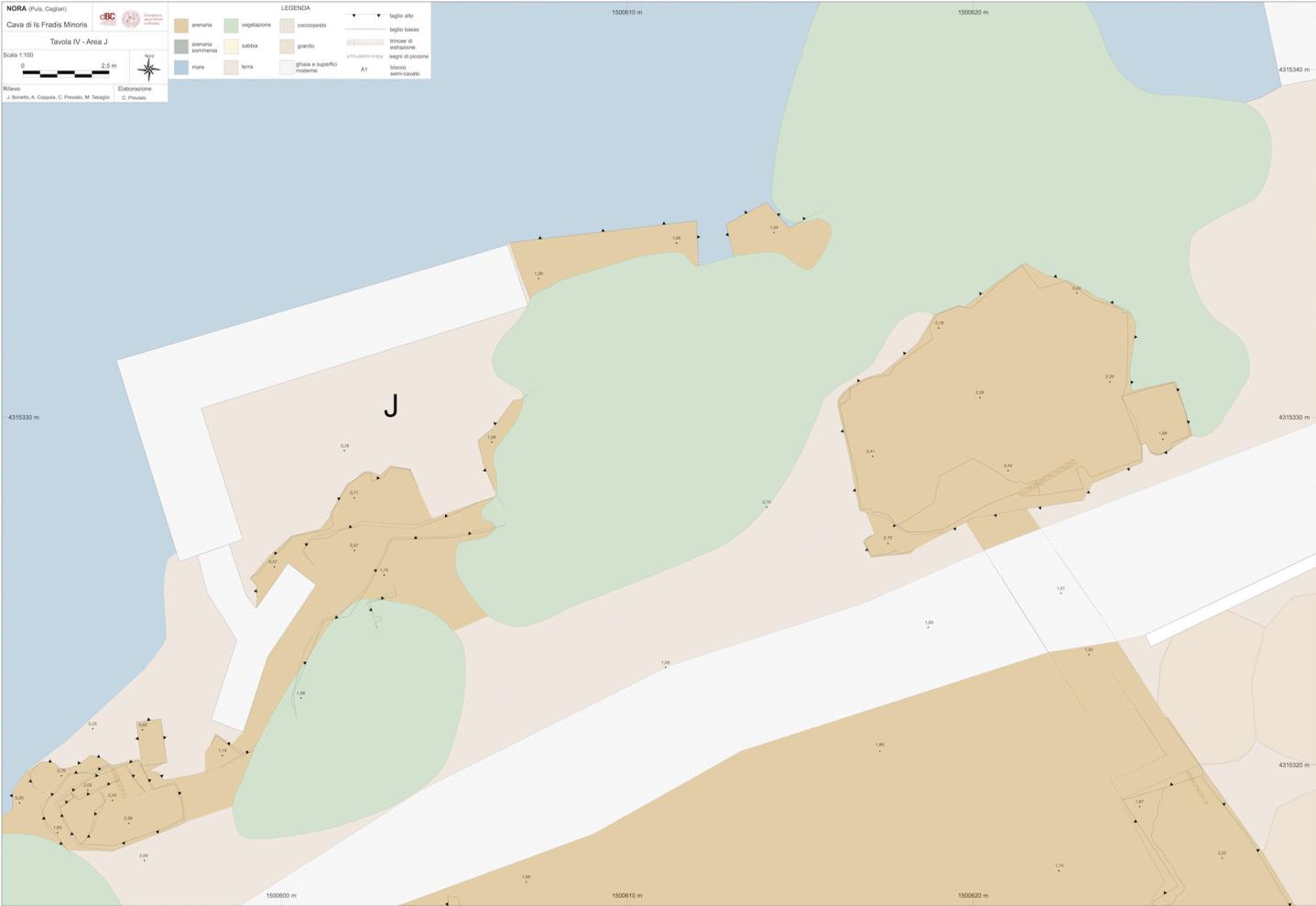
0 2.5 m

Rilevato
J. Bonetti, A. Capponi, G. Piretti, M. Tagliapietra

Elaborazione
C. Piretti

LEGENDA

 area verde	 vegetazione	 coccolopesto	 taglio alto
 area verde	 sabbie	 granito	 taglio basso
 mare	 terra	 ghiaie e superfici rocciose	 tracce di estrazione
		 A1	 segni di piccone
			 tracce semi-cavato



NORA (Pha. Cagliari)
 Cava di la Fradis Minoris

Scale 1:100
 Tavola V - Area K

Rilievo
 J. Baroni, C. Pavesi, M. Ranotti, F. Stella

Elaborazione
 C. Pavesi



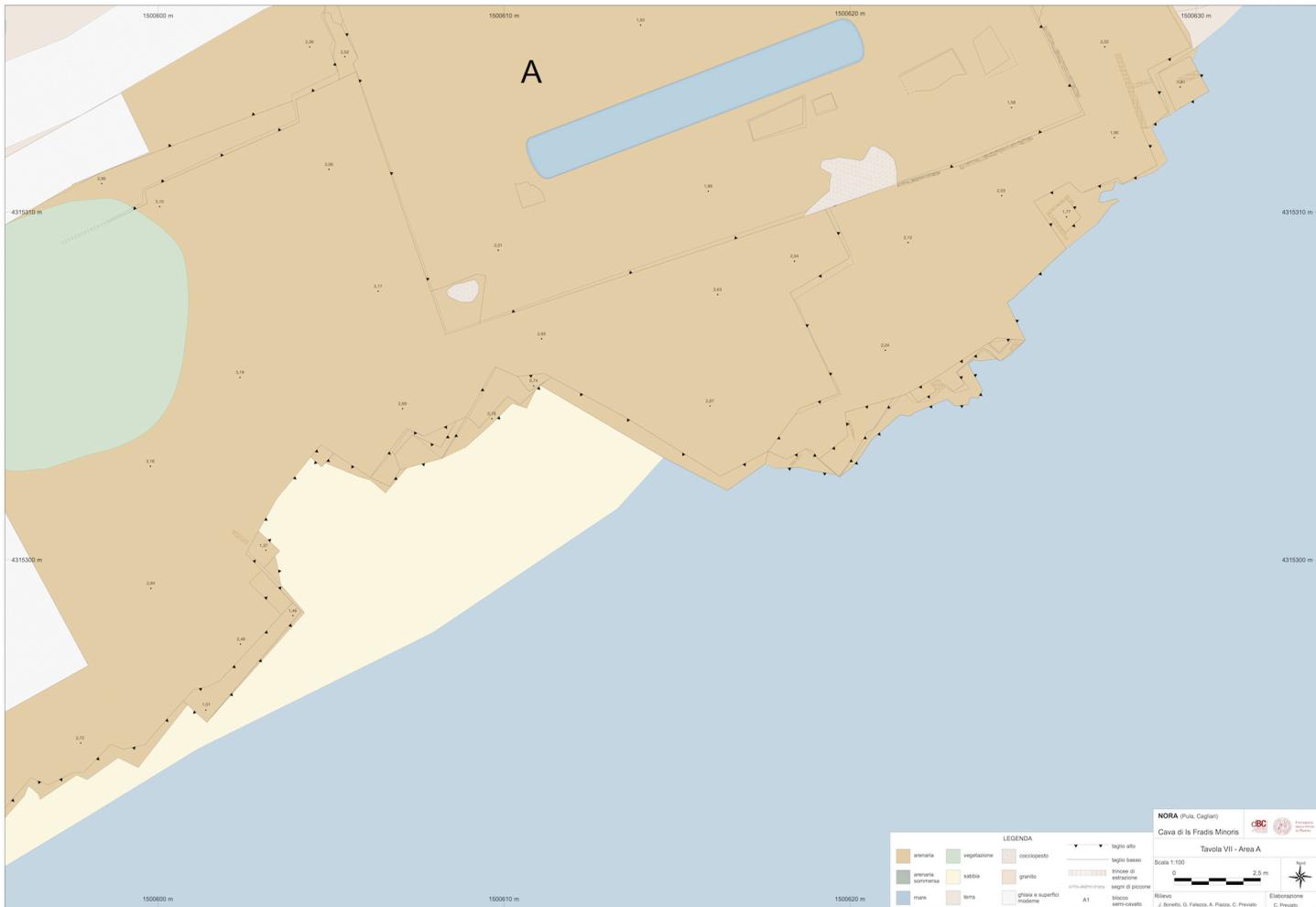
LEGENDA	
arsenaria	vegetazione
arsenaria superficiale	sabbia
muia	terra
cooclopesto	granito
ghiaia e superfici rocciose	circuazione
taglio alto	taglio basso
trincee di estrazione	segnali di posizione
lavoro sotterraneo	A1



LEGENDA

areaia	vegetazione	ciottolato	taglio alto
areaia sabbiosa	sabbia	granito	taglio basso
mare	terra	ghiaia e superfici rocciose	linee di estrazione
		circoscrizioni	tagli di piccone
		A1	blocco semi-cavato





A

LEGENDA

anneria	vegetazione	cocconesto	taglio alto
anneria sommersa	sabbia	granito	taglio basso
mare	terra	ghiaia e superfici moderne	tracce di estrazione
			saggi di pozioni
			sabbia
			sabbia semi-cavato

Scala 1:100

Tavola VII - Area A

Rilievi: J. Bonetti, G. Fallosa, A. Piazza, C. Prevato

Elaborazione: C. Prevato

NORA (Pisa, Cagliari)
 Cava di la Frada Minoris

Scale 1:100

Tavola VIII - Aree K e L

Rilievo
 J. Barotto, A. Cossato, C. Peralta, M. Tagliari

Elaborazione
 C. Peralta

LEGENDA

areaia	vegetazione	coccolopesto	taglio alto
areaia sarmatica	sabbia	granito	taglio basso
mura	terra	ghiaia e superfici moderne	tracce di estrazione
		A1	segni di piogione
			sbocco semi-cavato

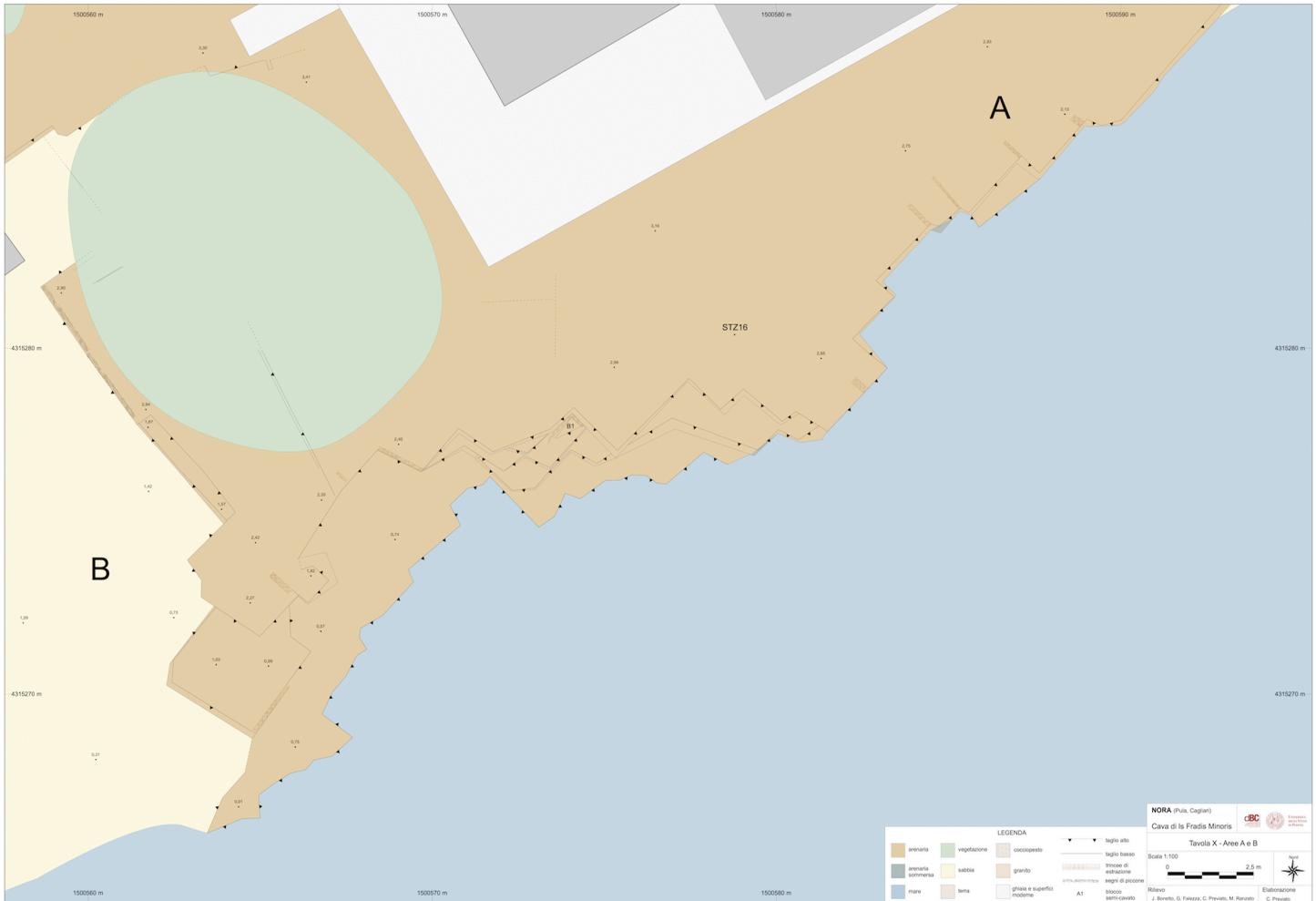


LEGENDA

areaia	vegetazione	coccolopesto	taglio alto
areaia sarmata	sabbia	granito	taglio basso
mare	terra	ghiaia e superfici moderne	tracce di edificazione
			tagli di paccione
			basso semi-cavato

A1





LEGENDA

arenaria	vegetazione	occolpesto	taglio alto
arenaria sabbiosa	sabbia	granto	taglio basso
mare	limo	ghiaie e superfici moderne	tracce di estrazione
			tagli di posizione
			sbocco
			sbocco semi-cavato

Scala 1:100

Tavola X - Aree A e B

Rilievo: J. Bonetti, G. Falcoz, C. Pivano, M. Ranzo

Elaborazione: C. Pivano

NDRÀ (Phis, Cagliari)
 Cava di la Fradis Minoris

Scale 1:100

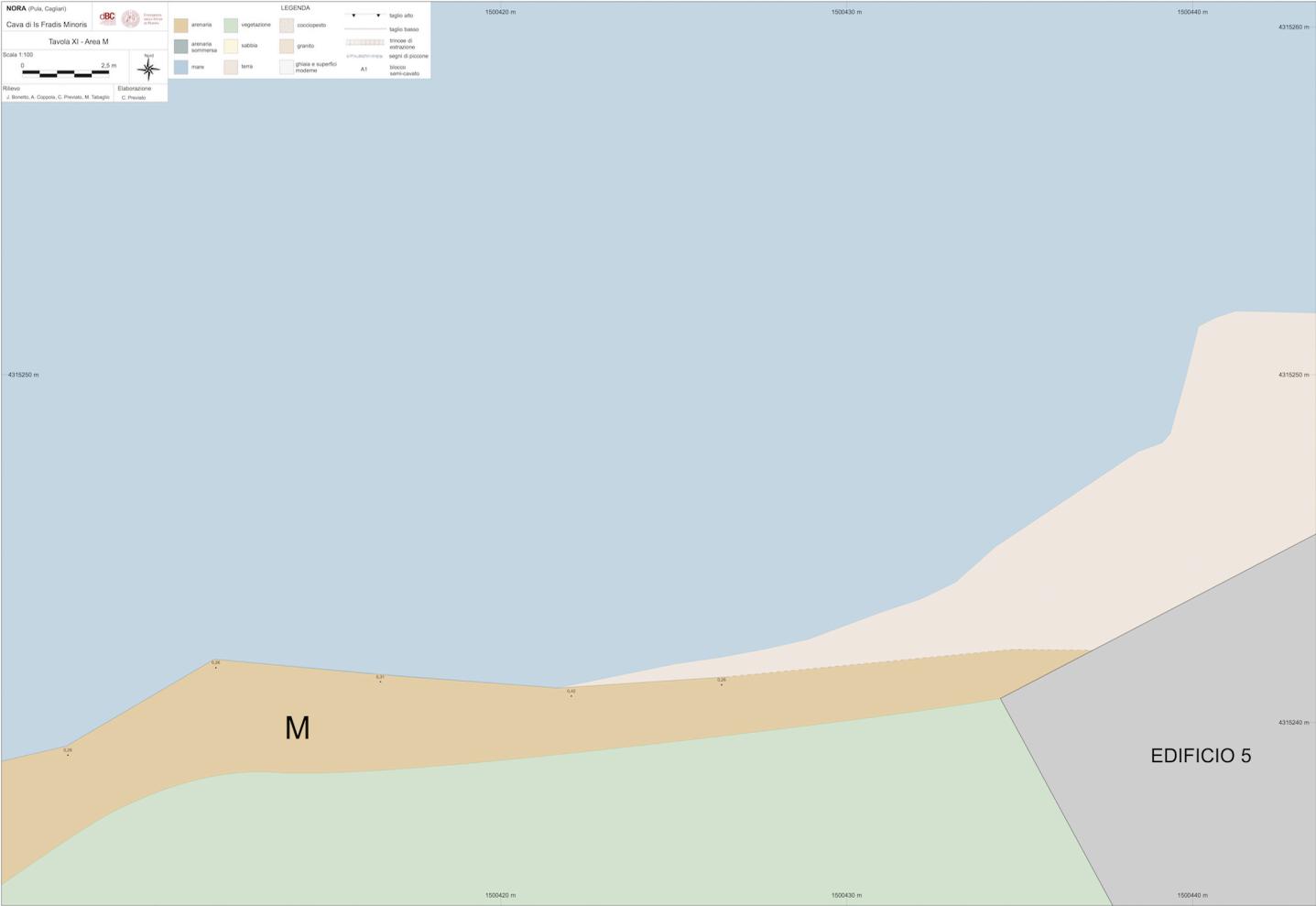
Tavola XI - Area M

Rilievo
 J. Barattol, A. Coppola, C. Pirelli, M. Tolazzi

Elaborazione
 C. Pirelli



LEGENDA	
arecchia	vegetazione
arecchia superficiale	sabbia
mare	terra
cooccioposto	granito
ghiaia e superfici rocciose	ghiaia
taglio alto	taglio basso
	trincee di estrazione
	segnali di posizione
	tracce semi-cavato
	AL1



NORA (Pula, Cagliari)
Cava di la Fradde Minoris

Scale 1:100

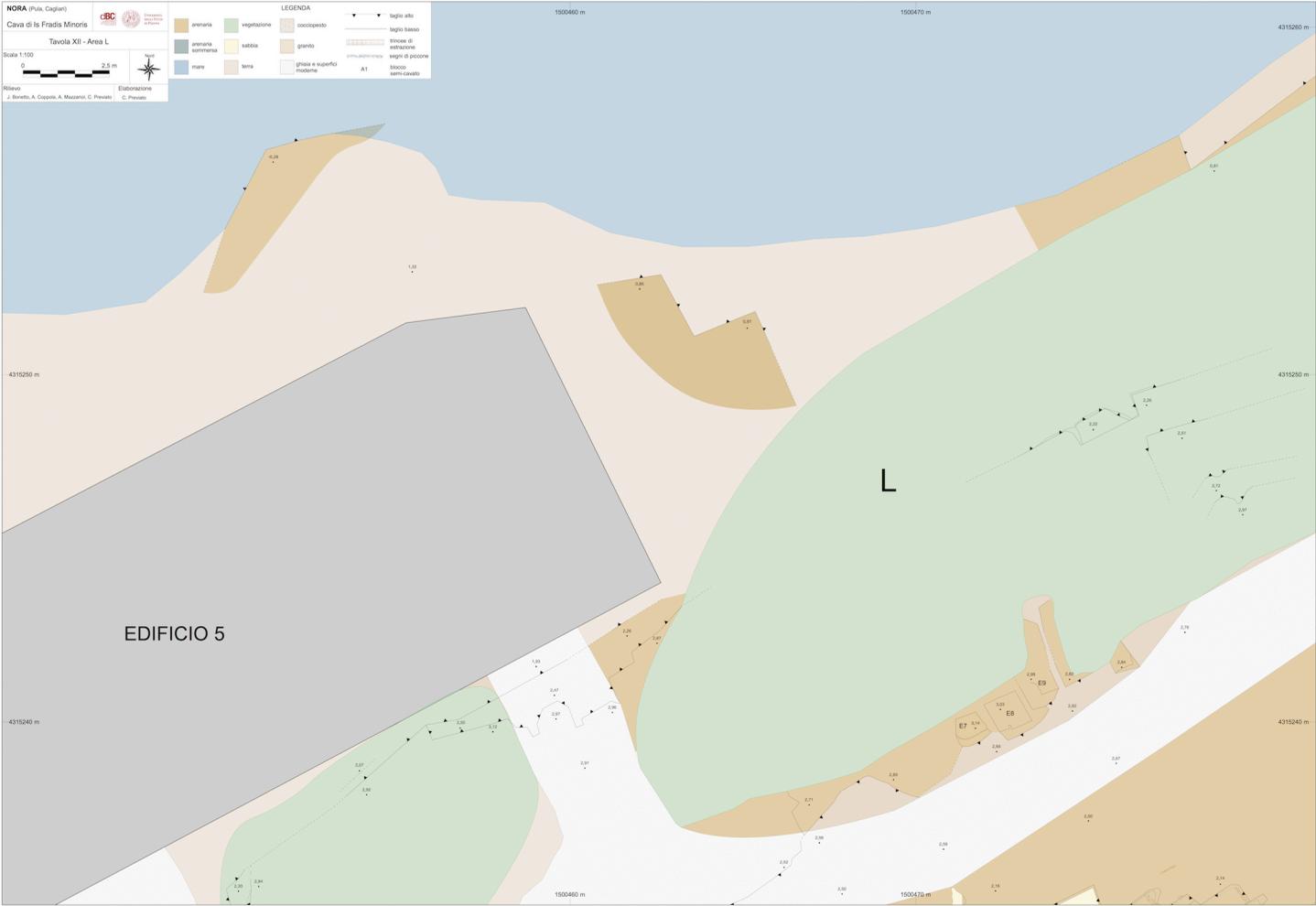
Tavola XII - Area L

Rilievo:
L. Barotto, A. Coppola, A. Mazzanti, C. Prevato

Elaborazione:
C. Prevato

LEGENDA

arenaria	vegetazione	coaccolato	taglio alto
arenaria sabbiosa	sabbia	granito	taglio basso
mare	terra	ghiaia e superfici rocciose	trincee di estrazione
			tagli di piccola
			blocco semi-cavato



NORA (Pisa, Cagliari)
 Cava di Is Fradis Minoris

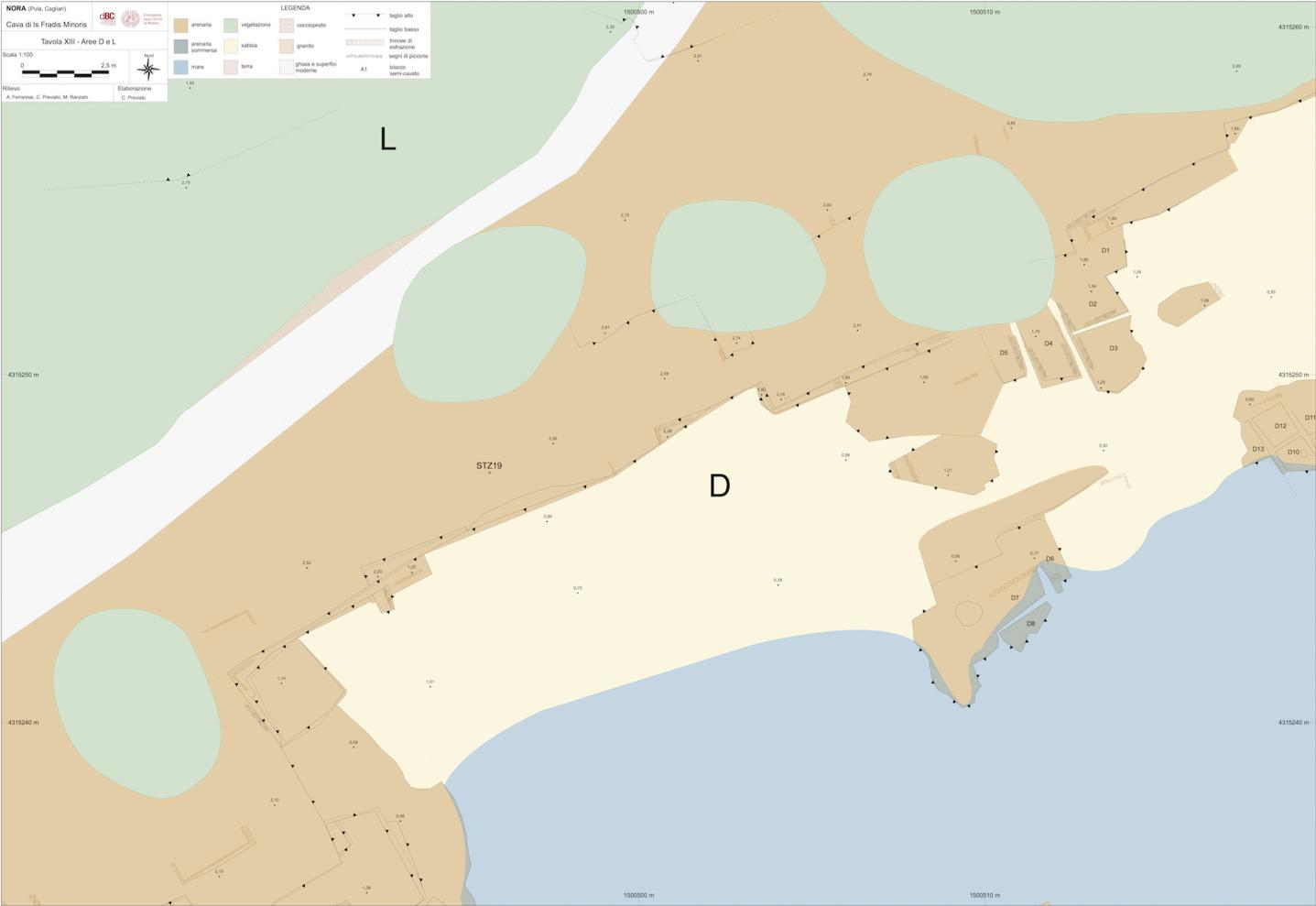
Scale 1:100
 0 2.5 m

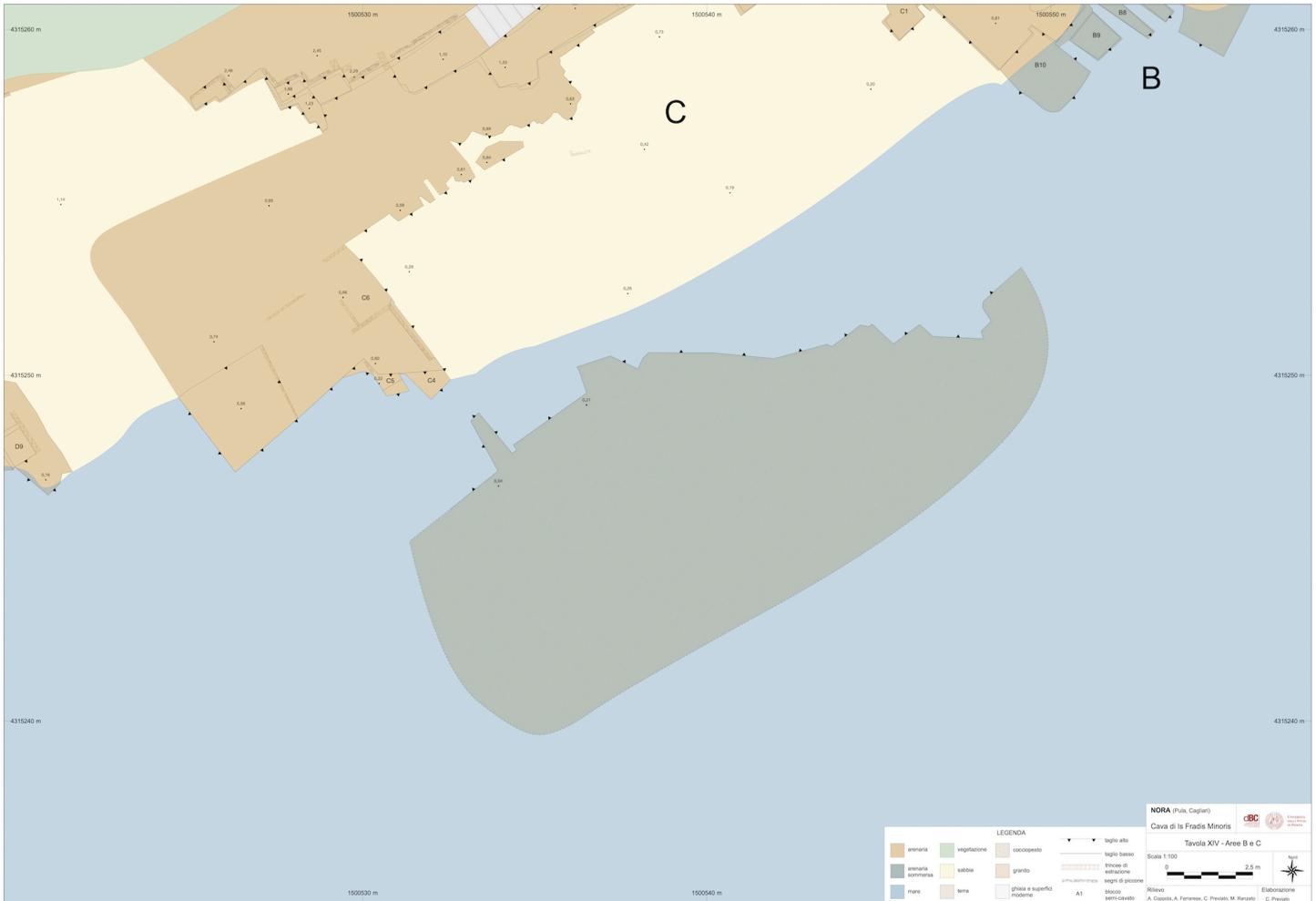
Rilievo:
 A. Ferraresi, C. Prevato, M. Ravato

Elaborazione:
 C. Prevato

LEGENDA

	vegetazione		cioccopasto		taglio alto
	acqua		sabbia		taglio basso
	terza		ghiaia e superfici rocciose		tracce di edificazione
	mare		circuconcrezione		segni di piccione
	avanzata		granito		tracce sarco-cavato
	avanzata superiore		terza		A1





LEGENDA	
anemata	vegetazione
anemata sommersa	sabbia
mare	terra
coccoposto	granito
ghiaia e superfici rocciose	roccia
taglio alto	taglio basso
tracce di estrazione	tagli di giacere
gallerie/stradine	litio
A1	semi-cavato

NORA (Pula, Cagliari)
 Cava di Is Fradis Minoris
 Tavola XIV - Aree B e C
 Scala 1:100
 0 2,5 m
 Rilievo: A. Coppola, A. Ferraresi, C. Pivetti, M. Ranucci
 Elaborazione: C. Pivetti

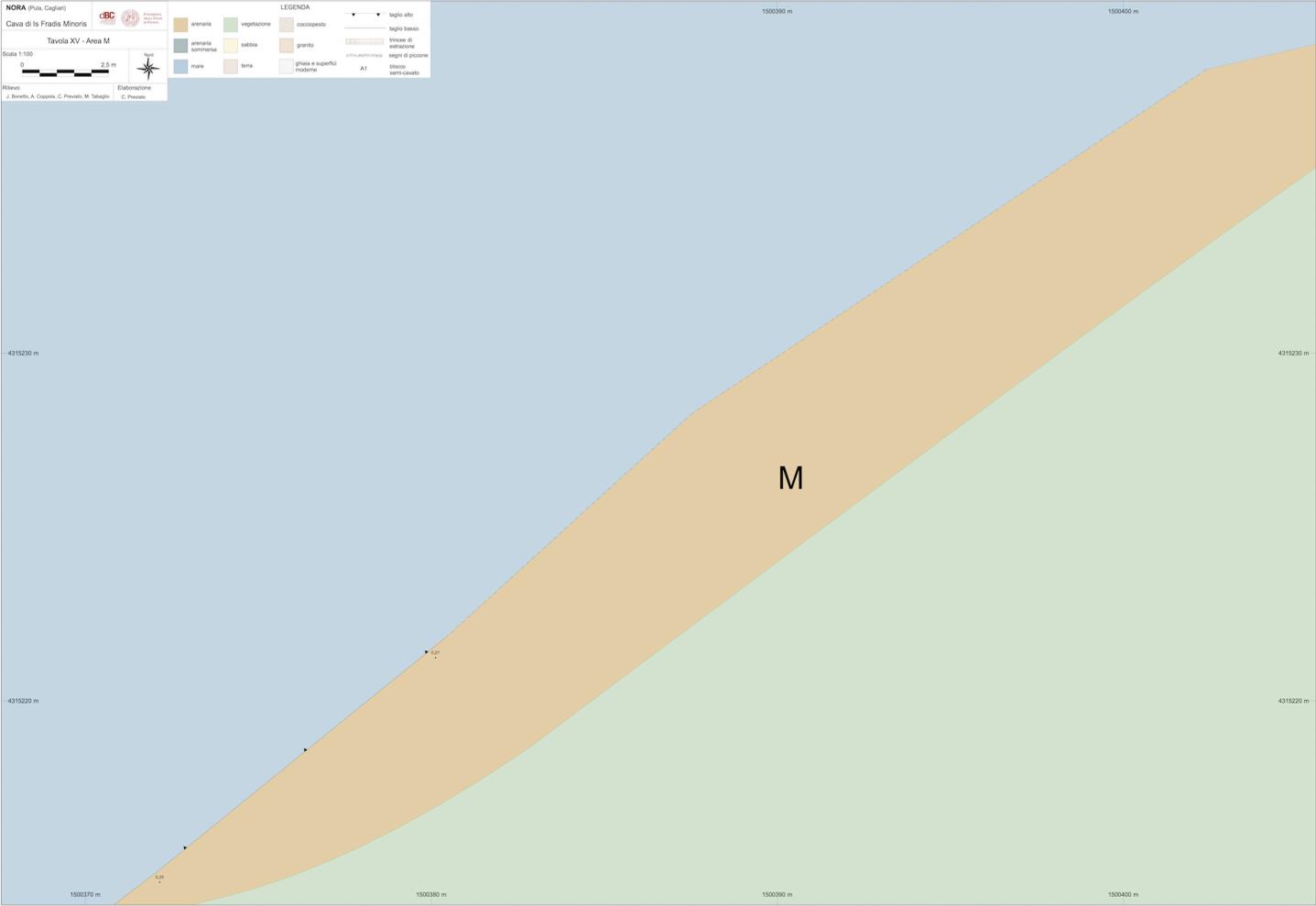
NORA (Plus, Cagliari)
 Cava di la Fradde Minoris

Scala 1:100
 Tavola XV - Area M

Rilievo
 J. Barrolo, A. Coppini, C. Pirevato, M. Tobaglia

Elaborazione
 C. Pirevato

LEGENDA



NORA (Pula, Cagliari)
 Cava di la Fradia Minoria
 Tavola XVI - Aree G e M

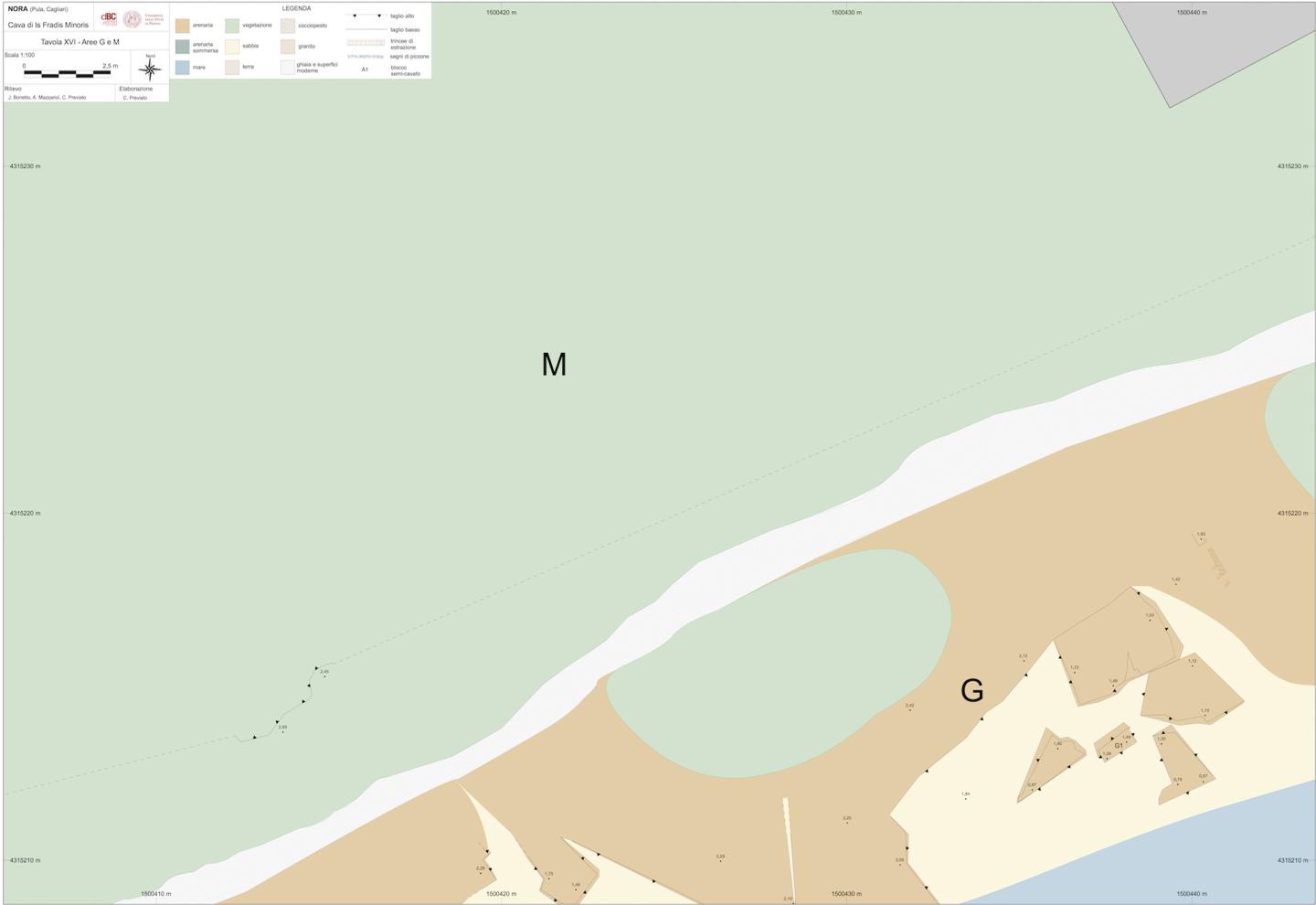
Scale 1:100
 0 2,5 m

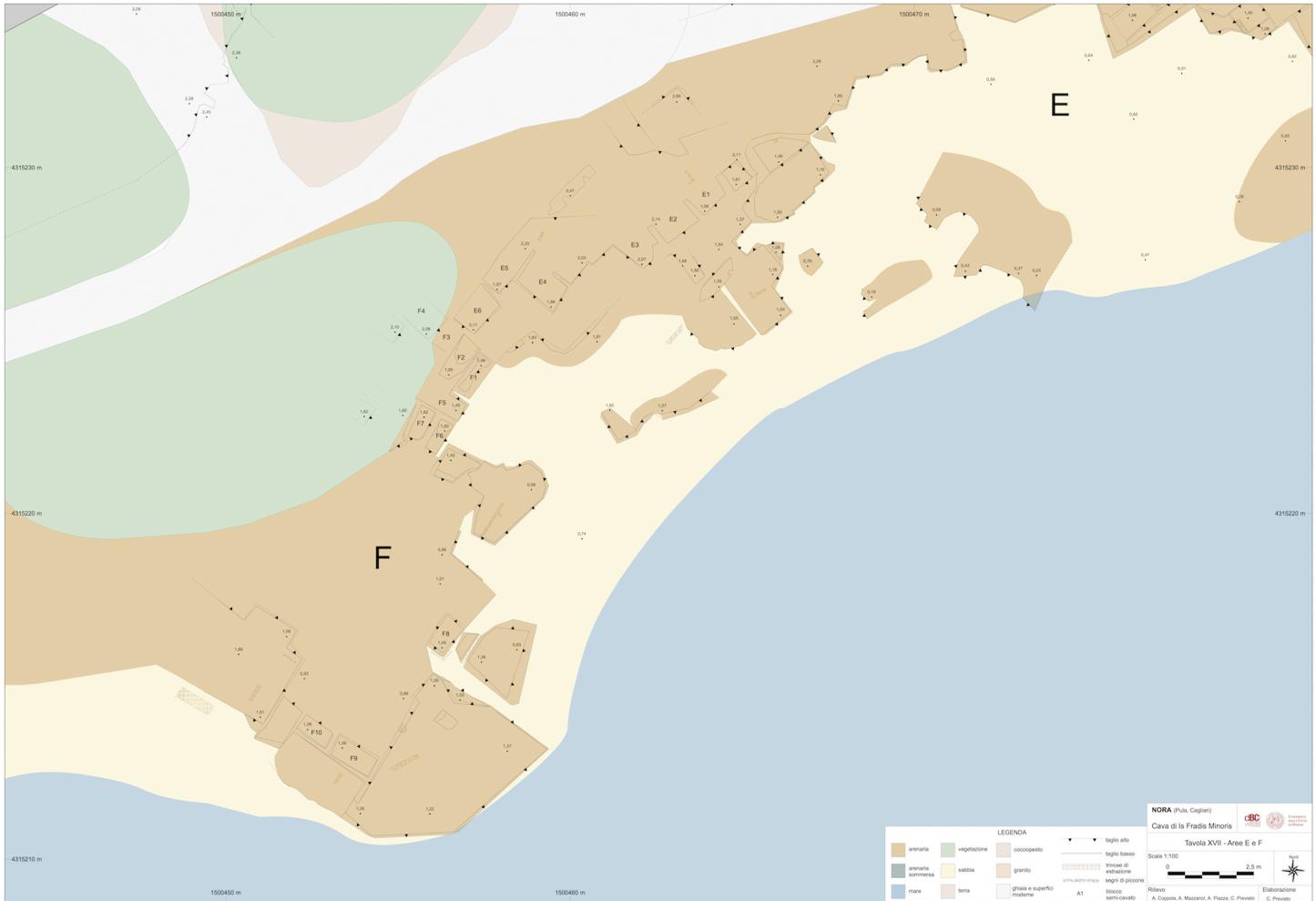
Rilevato
 J. Benetti, A. Mazzoni, C. Pivato

Elaborazione
 C. Pivato

LEGENDA

area marina	vegetazione	cocciopesto	taglio alto
area marina sommersa	sabbia	granito	tracce di estinzione
mare	terra	ghiaia e superfici rocciose	segni di piccone
			blocco semi-cavato





LEGENDA

	annaria		vegetazione		occoposto		taglio alto
	annaria sommersa		sabbia		granto		taglio basso
	mare		terra		ghiaia e superfici rocciose		tracce di estrazione
							tracce di gozzoni
							blocco semi-cavato

NORA (Pula, Cagliari)
Cava di li Fradis Minoris

Tavola XVII - Aree E e F

Scala 1:100

0 2,5 m

Rilievo
 A. Coppola, A. Mazzoni, A. Piazzi, C. Prevedo

Elaborazione
 C. Prevedo



LEGENDA		taglio alto	
areaia	vegetazione	trincee di estrazione	taglio basso
mare	sabbia	tagli di giunzione	taglio alto
terra	ghiaia e superfici rocciose	blocco semi-cavato	
coccoposto	ghiaio		

NORA (Pula, Cagliari)
 Cava di Is Fradis Minoris
Tavola XVIII - Aree D ed E
 Scala 1:100
 0 2.5 m
 Rilevato da: A. Ferraresi, C. Preato, F. Sola
 Elaborazione: C. Preato

NORA (Pula, Cagliari)
 Cava di la Fradis Minoris
 Tavola XIX - Area M

Scale 1:100
 0 2,5 m

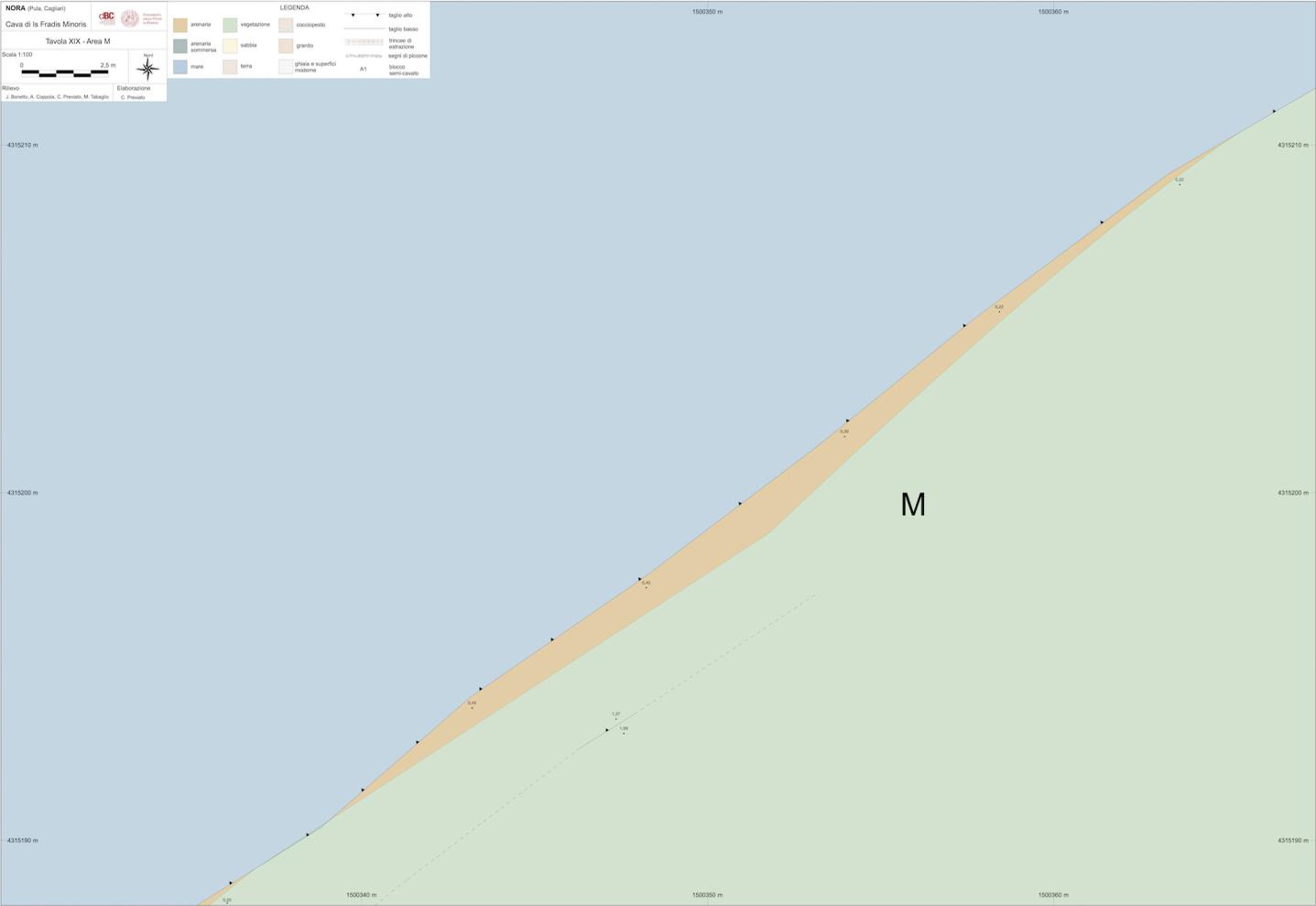
Rilevato
 J. Benvenuto, A. Casarini, C. Piredda, M. Talaghi

Elaborazione
 G. Piredda

LEGENDA

arboreo	vegetazione	coccolopesto	taglio alto
arboreo soprannano	sabbia	granito	taglio basso
mare	terra	ghiaia e superfici rocciose	tracce di estrazione
			segni di piccone
			blocco semi-cavato

simulazione A1



NORA (Pula, Cagliari)
Cava di la Frada Minoria

Scale 1:100
0 2.5 m

Rilievo: A. Mezzani, C. Pivato
Elaborazione: C. Pivato

LEGENDA

arenaria	vegetazione	cioccolato	taglio alto
arenaria sabbiosa	sabbia	granito	taglio basso
mare	terra	ghiaia e superfici moderne	griglia di estrazione
			segni di posizione
			blocco semi-cavato

taglio alto
 taglio basso
 griglia di estrazione
 segni di posizione
 blocco semi-cavato





LEGENDA

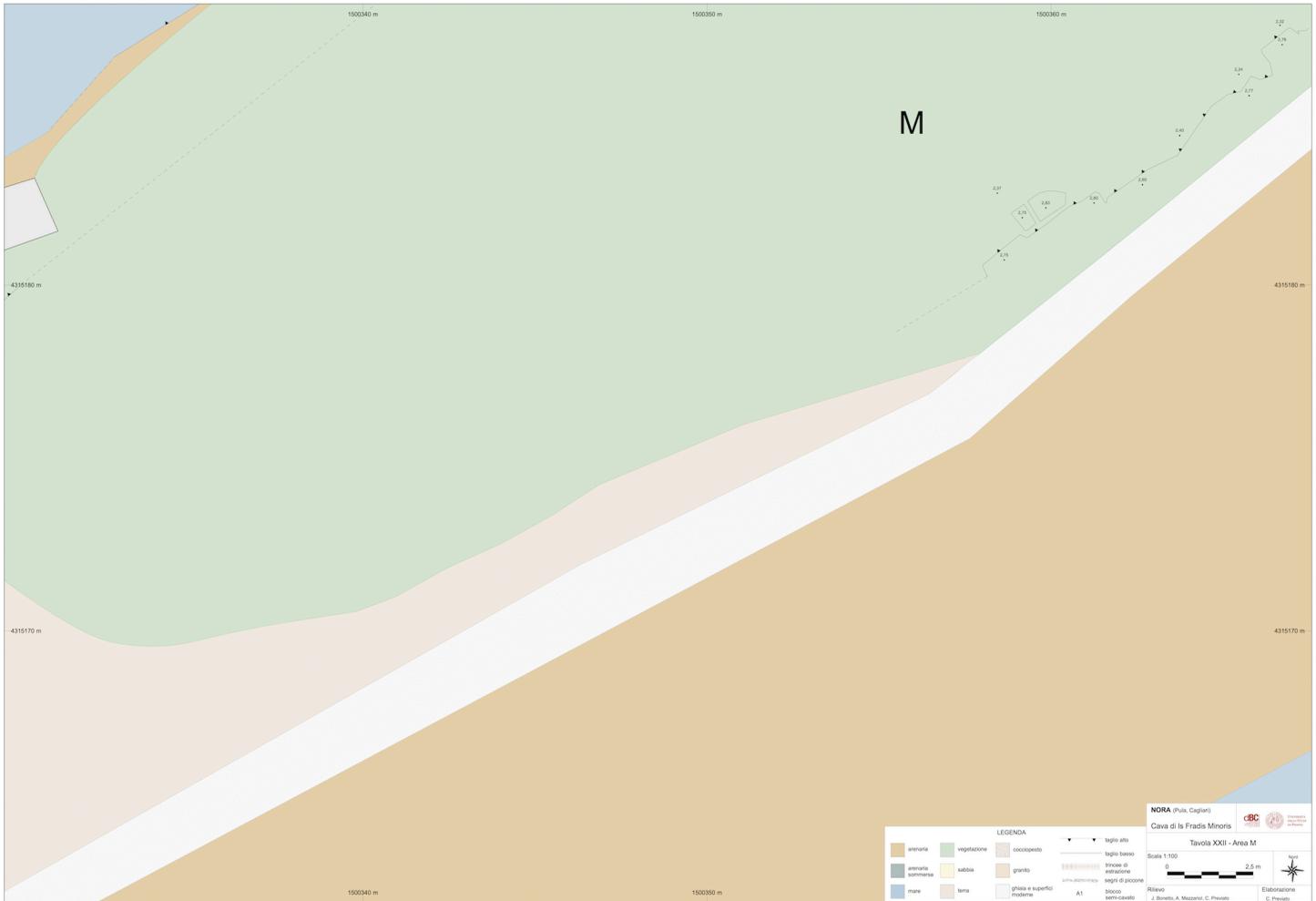
arenaria	vegetazione	occluso	taglio alto
arenaria sabbiosa	sabbia	granito	taglio basso
mare	terra	ghiaia e superfici rocciose	tracce di estrazione
			tagli di discarica
			blocco semi-cavato

Scala 1:100

Tavola XXI - Area G

Rilievo: A. Mazzanti, C. Prevati

Elaborazione: C. Prevati



LEGENDA

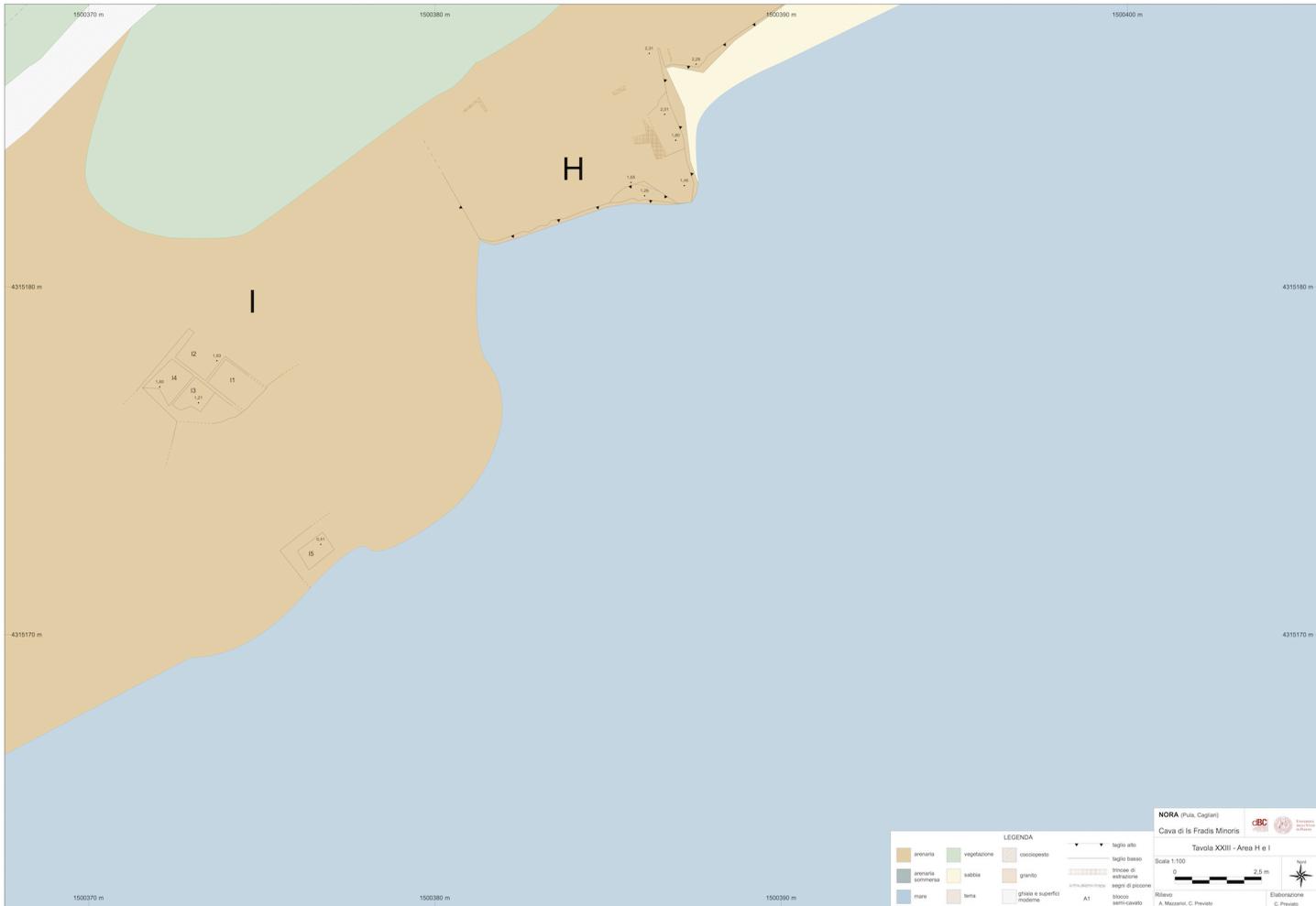
arenaria	vegetazione	coccolposito	taglio alto
arenaria sabbiosa	sabbia	ghiaio	taglio basso
mare	terra	ghiaia e superfici rocciose	tracce di estrazione
			tagli di gestione
			blocco semi-cavato

Scala 1:100
 0 2,5 m

Rilievo: J. Bonetto, A. Mazzoni, C. Prevato
 Elaborazione: C. Prevato

NORA (Pula, Cagliari)
 Cava di Is Fradas Minoris

Tavola XXII - Area M



LEGENDA

areaia	vegetazione	occluso	taglio alto
areaia sommersa	sabbia	granito	taglio basso
mare	terra	ghiaia e superfici moderne	tracce di estrazione
			tagli di posizione
			blocco
			semi-cavato

Scala 1:100

Tavola XXIII - Area H e I

Rilievo
A. Mazzoni, C. Prevato

Elaborazione
C. Prevato

Università degli Studi di Cagliari

CBC

0 2,5 m

North arrow

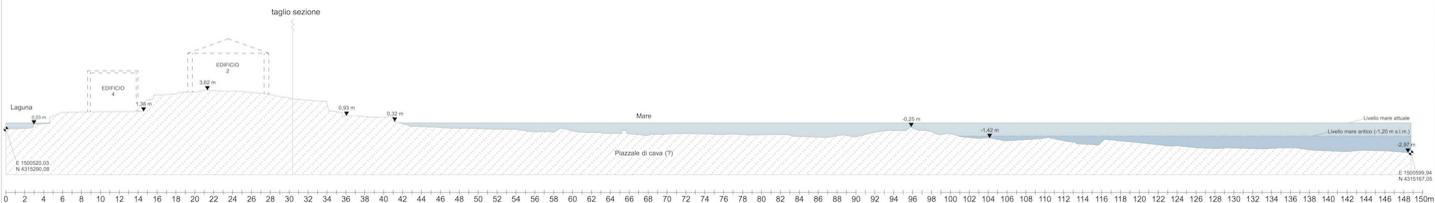
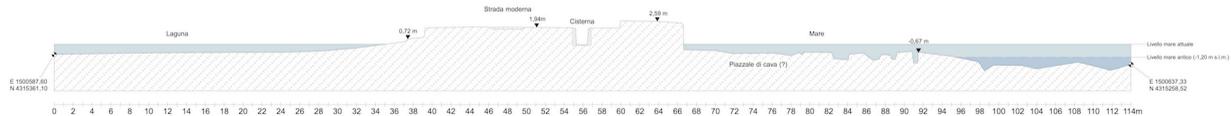


Tavola XXIV - Cava di Is Fradis Minoris. Sezioni A e B.

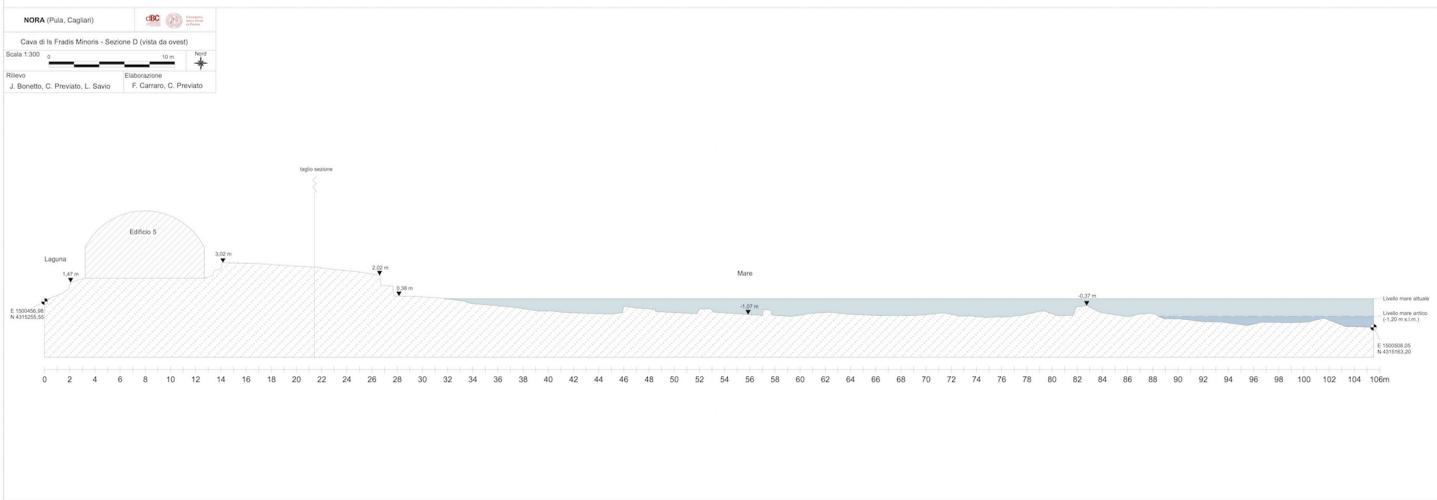
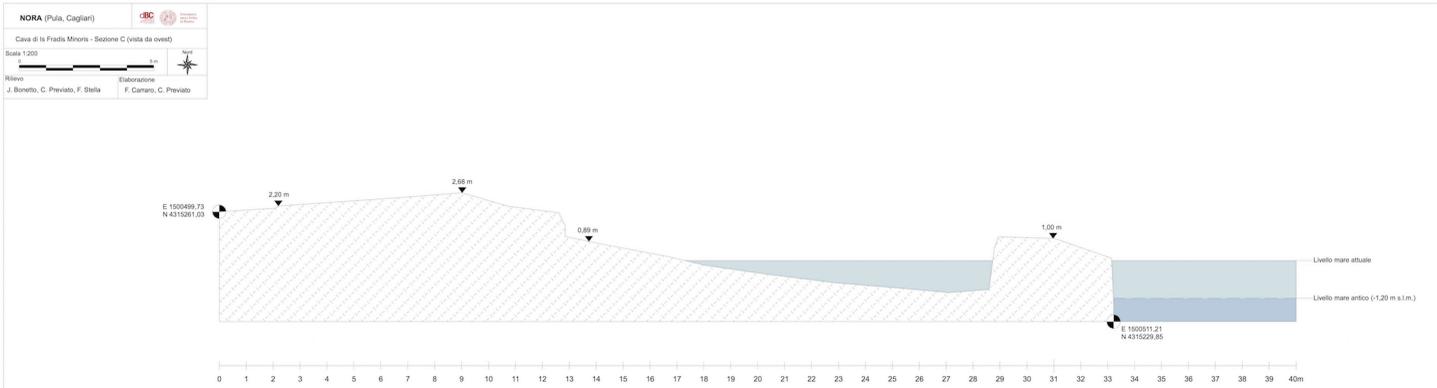


Tavola XXV - Cava di Is Fradis Minoris, Sezioni C e D.