

Ossidiane non sarde in Sardegna. Analisi di un rinvenimento subacqueo nel Porto di Cagliari

Ignazio Sanna, François-Xavier Le Bourdonnec, Gérard Poupeau, Carlo Lugliè

▶ **To cite this version:**

Ignazio Sanna, François-Xavier Le Bourdonnec, Gérard Poupeau, Carlo Lugliè. Ossidiane non sarde in Sardegna. Analisi di un rinvenimento subacqueo nel Porto di Cagliari. 5° convegno internazionale – L'ossidiana del Monte Arci nel Mediterraneo, Jun 2008, Pau, Italy. pp.99-119. hal-01757496

HAL Id: hal-01757496
https://hal.science/hal-01757496

Submitted on 25 Oct 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'ossidiana del Monte Arci nel Mediterraneo

Nuovi apporti sulla diffusione,
sui sistemi di produzione e sulla loro cronologia

Atti del 5° Convegno internazionale
(Pau, Italia, 27-29 Giugno 2008)

a cura di
Carlo Lugliè

nur



Comune di Pau



Regione Autonoma
della Sardegna





Provincia di
Oristano









Comune di Pau, Paese dell'Ossidiana
Via S. Giorgio, 17 - 09090 Pau OR
Tel. 0783 939002 - Fax 0783 939282
comune.pau@tiscali.it

© NUR
Via Amsicora, 27 - 09091 Ales OR
Tel. e Fax 0783 998100
nurbgi@libero.it

Il progetto grafico è di Luigi Manias. Il testo è composto da Diego Dessì delle Nuove Grafiche Puddu con Adobe In design in Optima Linotype di Herman Zapf nei corpi 11, 10 e 9; per la copertina nei corpi 30, 22, 18, 14, 12. Stampato in offset dalle Nuove Grafiche Puddu su carta Favini Aralda avorio opaca da 100 g con PH neutro per l'interno e su cartoncino Symbol Freelife Gloss P.W. BC Fedrigoni da 300 g per la copertina. Allestimento in brossura a filo refe e plastificazione della copertina a cura delle Nuove Grafiche Puddu di Ortacesus.

L'ossidiana del Monte Arci nel Mediterraneo : nuovi apporti sulla diffusione, sui sistemi di produzione e sulla loro cronologia : Atti del 5. Convegno internazionale, Pau, Italia, 27-29 Giugno 2008. / a cura di Carlo Lugliè. - Ales : Nur, 2010. - 380 p. : ill. ; 24 cm.

736.280945944
OSSIDIANA - Monte Arci - Congressi - Pau - 2008.

Prima edizione 26 febbraio 2010

ISBN 978-88-96837-00-9

L'ossidiana del Monte Arci nel Mediterraneo. Nuovi apporti sulla diffusione, sui sistemi di produzione e sulla loro cronologia, Atti del 5° Convegno internazionale (Pau, Italia, 27-29 Giugno 2008), a cura di C. Lugliè. NUR, Ales, 2010

Ossidiane non sarde in Sardegna. Analisi di un rinvenimento subacqueo nel Porto di Cagliari

Ignazio Sanna[1], François-Xavier Le Bourdonnec[2], Gérard Poupeau[2,3], Carlo Lugliè[4]

Riassunto

Le indagini subacquee condotte di recente nel settore centrale dell'attuale Porto di Cagliari (Sardegna meridionale) hanno portato al rinvenimento del carico di un relitto di età romana tardo-repubblicana (II sec. a.C.), coperto da depositi sedimentari limo-organogeni. L'insieme dei reperti era adagiato in accumulo sull'antico fondale marino in condizioni di giacitura indisturbata. Tra i manufatti, comprendenti prevalentemente anfore vinarie e ceramiche da mensa, figura un insieme significativo di 40 blocchi di ossidiana le cui caratteristiche macroscopiche ricorrenti sono apparse diverse da quelle delle varietà note di ossidiana del Monte Arci, indiziando un'origine da fonte allogena. L'indagine di provenienza, attuata mediante analisi elementare alla microsonda elettronica (EMP-WDS) su una campionatura ristretta, ha confermato la supposta origine liparota dell'ossidiana. Nel presente lavoro si illustrano le caratteristiche del rinvenimento e si propone un'interpretazione del suo contesto.

Abstract

Underwater research recently carried out in the middle of the modern harbor of Cagliari (South Sardinia) led to the discovery of the load belonging to a late Roman-republican (II cent. BC) shipwreck covered by silty-organogenic

[1] Soprintendenza per i Beni Archeologici della Sardegna, Piazza dell'Indipendenza 1, Cagliari, Italia. *ignazio.sanna@beniculturali.it*

[2] Institut de Recherche sur les Archéomatériaux, UMR 5060 CNRS-Université de Bordeaux, Centre de Recherche en Physique Appliquée à l'Archéologie, Maison de l'Archéologie, Esplanade des Antilles, 33607 Pessac, France. *Francois-Xavier.Le-Bourdonnec@u-bordeaux3.fr*, *gpoupeau@u-bordeaux3.fr*

[3] Département de Préhistoire et UMR 7194, CNRS - Muséum National d'Histoire Naturelle, Centre de Spectroscopie InfraRouge, 57 rue Cuvier, 75231 Paris cedex 05, France. *gpoupeau@mnhn.fr*

[4] Dipartimento di Scienze Archeologiche e Storico-Artistiche, Università di Cagliari, Piazza Arsenale, 8 – 09124 Cagliari, Italia. *luglie@unica.it*

deposits. The whole accumulation of finds was lying undisturbed on the old seabed. Among the artifacts, whose greatest part are wine amphoras and dinner services, it is very interesting the presence of 40 obsidian blocks. At a first sight the homogeneous visual characteristics of the blocks are quite different from the known obsidian qualities of Monte Arci obsidians in Sardinia, giving us evidence of their non local origin. Sourcing from EMP-EDS on some blocks confirm the supposed provenance from Lipari. We show here the features of the archaeological context and suggest a possible interpretation of the obsidians.

Introduzione

Le esplorazioni subacquee sistematiche all'interno del porto di Cagliari sono state avviate dalla Soprintendenza per i beni archeologici per le province di Cagliari e Oristano a partire dal mese di agosto 2005[1]. La prima fase dei lavori ha interessato lo specchio acqueo prospiciente la testata del molo Sabaudo, che corrisponde al settore centrale del bacino cagliaritano (Figura 1). Come previsto dalla normativa vigente in materia di opere pubbliche, la verifica archeologica è stata eseguita prima della realizzazione dell'adeguamento strutturale del molo, un intervento deciso dall'Autorità Portuale di Cagliari che ha finanziato l'intera operazione di ricerca assicurando la logistica necessaria[2]. A seguito dei ripetuti recuperi di reperti verificatisi in passato (Salvi 2003: 61-74), era noto da tempo l'elevato potenziale archeologico del fondale portuale cagliaritano. Purtroppo si è trattato sempre di ritrovamenti casuali di manufatti, per la maggior parte materiali punici e romani, recuperati da personale non specializzato, con generiche ed imprecise localizzazioni dei punti di giacitura. L'intervento archeologico subacqueo, iniziato il 23 agosto 2005, si è sviluppato in tre cantieri di lavoro[3], per complessivi 75 giorni effettivi di attività, che si è conclusa nel settembre 2007. Dopo l'intervento presso il molo Sabaudo, sono in corso nuove ricerche in

[1] Il personale specializzato della ditta O.T. sub di Cagliari ha fornito l'assistenza necessaria per la realizzazione dell'intervento subacqueo, coordinato ed eseguito da uno di noi (I.S.). Le difficoltà insite nelle immersioni di lavoro in ambito portuale sono state accentuate dalla concomitanza delle indagini con il periodo invernale, quando alle intemperie stagionali si univano temperature dell'acqua tra i 12 ed i 15 °C. Rivolgo un sincero ringraziamento per la grande disponibilità a Silvia Fanni (rilievo subacqueo e restituzione grafica), Gianni Usai e Giorgio Tocco (sommozzatori esperti nelle ricerche e nello scavo archeologico subacqueo), Gino Guidoni e Massimo Massesi (sommozzatori assistenti) e Nicola Porcu, titolare della ditta O.T. sub.

[2] L'Autorità Portuale ha messo a disposizione della Soprintendenza un grande padiglione portuale, adattato a laboratorio-deposito per il trattamento e lo stoccaggio dei reperti di provenienza subacquea. In questi anni di attività l'impianto è stato ulteriormente implementato con strumenti e apparecchiature per la diagnostica ed il restauro dei materiali. Nel laboratorio operano con lo scrivente le preziose colleghe Brunella Zoccheddu e Luisella Ruvioli ed i colleghi Isidoro Zucca e Alberto Cotza, coadiuvati da giovani laureati e/o laureandi in tirocinio formativo.

[3] Il primo cantiere (45 giorni effettivi) si è svolto nel periodo 23/8/05 - 25/05/06, il secondo (20 giorni effettivi) tra il 4/6/07 ed il 26/7/07. L'integrazione al secondo cantiere (altri 10 giorni effettivi) si è svolta nel periodo 6/8/07 - 7/9//07.

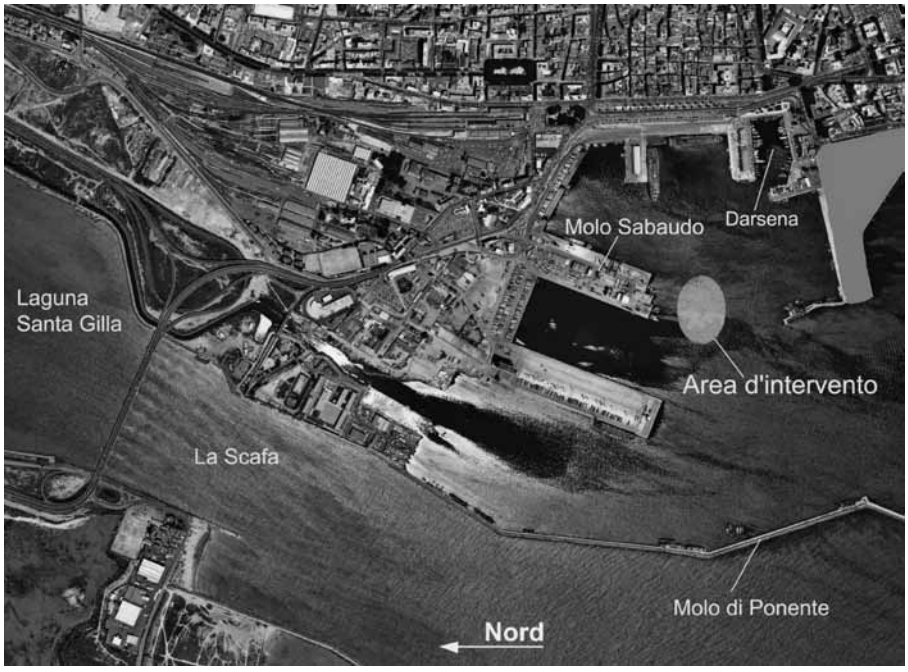


Fig.1: Cagliari, foto aerea comprendente l'area portuale relativa all'intervento di scavo ed il tratto meridionale della laguna di Santa Gilla.

altre aree: in particolare, attualmente vengono indagati gli ampi settori contigui al molo Ichnusa ed alla banchina Garau, lato Marina Militare-Su Siccu.

(I.S.)

1. Il sito

Il settore esplorato si trova quasi al centro del porto, oggi racchiuso a levante e a ponente da grandi strutture foranee che occupano un largo tratto del seno cagliaritano. La situazione topografica è molto diversa rispetto al periodo della Caralis repubblicana, quando la baia era probabilmente libera da grandi infrastrutture ed aveva le caratteristiche naturali di un litorale marino costiero nel cui tratto nord-occidentale, l'attuale zona della Scafa, si riversavano anche le acque del sistema lagunare e fluviale di Santa Gilla-Rio Mannu-Rio Cixerri. In assenza di particolari protezioni l'attraversamento e la sosta nella baia potevano risultare pericolose perché esposte all'azione idrodinamica prodotta dai venti provenienti da Sud e Sud-Ovest. In tali frangenti, nella fase di avvicinamento alla città, anche la grande secca che si profila dall'attuale banchina Garau fino a Su Siccu, disposta quasi parallelamente alla costa, a ca. m. 350 da essa, rappresentava certamente un'insidia alla

navigazione: il rinvenimento del giacimento archeologico dista ca. 250 metri a Sud di essa. Cagliari aveva pertanto una rada aperta, al cui interno l'approdo era compreso verosimilmente entro la zona costiera della città; tuttavia, la collocazione e le caratteristiche di tali strutture allo stato attuale della ricerca non sono ancora note. La localizzazione del porto romano potrebbe scaturire dalle ricerche subacquee e dall'insieme d'indagini che negli ultimi anni si stanno effettuando in zone vicine all'area portuale (chiesa di Sant'Eulalia, via Campidano, Vico III Lanusei, realizzazione della linea metropolitana attraverso il lungomare parallelo alla via Roma). In assenza di fonti antiche a riguardo, lo studio dei documenti e della cartografia storica indica che a partire dal XIII secolo il luogo prescelto per l'ormeggio delle navi coincideva con il breve tratto di litorale oggi occupato dalla parte terminale della via Roma, dalla Darsena e dalla Piazza Deffenu[4]. Solo alle soglie del XVIII secolo si procedette all'approfondimento del fondale ed alla realizzazione di una darsena nel medesimo punto in cui è ubicata quella attuale[5]. Gli interventi più incisivi, che hanno realmente modificato l'areale, sono stati realizzati a partire dal 1883[6] e sono proseguiti nel XX secolo quando, oltre alla costruzione di nuove imponenti opere, si diede luogo al riempimento di ampi tratti del litorale, dalla zona della Plaja a Nord-Ovest, fino al quartiere di Sant'Elia a Sud-Est. I ripetuti dragaggi effettuati nel secolo scorso non hanno interessato tutta l'area del bacino portuale, ma preferenzialmente solo le fasce di fondale prossime alle banchine, oltre allo spazio della darsena. Esistono pertanto larghi tratti risparmiati, tra i quali quelli oggetto della presente esplorazione antistante la testata del molo Sabaudo.

(I.S.)

[4] Nei primi decenni del XIII secolo i Pisani costruirono una prima protezione allo scalo commerciale, contemporanea alla realizzazione del Castrum Callari, delimitando con una palizzata un'area semicircolare dello specchio acqueo antistante la rocca cagliaritana. In seguito gli Aragonesi, dopo la conquista della città, migliorarono la struttura rinnovando la palizzata con un migliaio di pali. Il recinto, lungo circa 500 metri, seguiva ancora un tracciato semicircolare e costituiva un primo molo foraneo. Il limitato pescaggio delle imbarcazioni non rendeva necessario un intervento sui fondali. L'assetto dello scalo cagliaritano resterà pressoché invariato fino alla metà del XVI secolo (Simbula 2004; Mureddu et al. 2006).

[5] Anche dopo l'abbattimento della palizzata effettuata nel 1581, quando i galeoni avevano bisogno di spazi più ampi per le manovre, solo all'interno della nuova darsena realizzata sul lato orientale si aveva un fondale accettabile di ca. 4-5 braccia (ca. 2,50-3,50 m). Esso restava tuttavia non idoneo per i grandi vascelli, costretti ad ormeggiare fuori dalla darsena con fondali compresi tra le 8 e le 12 braccia (ca. 7,50-8,00 m) (Mattone 2004).

[6] I lavori per la realizzazione del nuovo porto di Cagliari, progettato dall'ing. Edmondo Sanjust, iniziarono il 13 febbraio 1883, per un importo totale di poco meno di 4 milioni di lire. Dopo 7 anni l'opera fu completata e comprendeva, tra l'altro: i due nuovi moli foranei, di levante e di ponente, banchinamenti e sistemazione della darsena, il dragaggio interno dei punti meno profondi, portati alla batimetrica di –7,5 m, successivamente portata con altro intervento a –8,5 m. L'area occupata dal nuovo porto misurava ca. 25 ettari, progressivamente ampliata nel tempo fino a ca. 32 ettari. (Fadda 2002).

2. Obiettivo e metodo della ricerca

La ricerca archeologica preventiva alla realizzazione di opere pubbliche, spesso esercitata su grandi superfici, per quanto approfondita, mantiene le caratteristiche dell'indagine preliminare speditiva, nella quale i tempi a disposizione sono oltretutto predeterminati in funzione dell'esigenza di realizzazione dell'opera pubblica. Solo rinvenimenti archeologici di particolare importanza possono motivare dilazioni delle attività d'indagine o anche modifiche all'impostazione progettuale dell'opera[7]; in linea di massima, in queste tipologie d'intervento l'obiettivo prioritario resta la bonifica archeologica dell'area. Nel caso presente, prima di procedere alle indagini è stata impiantata sul fondale una maglia topografica costituita da cime[8] e tubi in acciaio per i capisaldi. Il campo di ricerca è stato così delimitato entro un quadrilatero di 105 x 195 m, formato da moduli di 15x15 m. Per esigenze di dettaglio, nei punti risultati più interessanti durante le indagini il modulo base è stato ulteriormente frazionato in quadranti di 5x5 m. Onde evitare ulteriori complicazioni operative, il reticolo è stato orientato a 328° N, adeguandolo all'impostazione del molo Sabaudo. La profondità media misurata nel settore d'indagine è di ca. -9,50 m, con punte massime di -11 m nella zona meridionale, luogo di evoluzione delle navi di linea, mentre si raggiungono livelli minimi di -8 m in prossimità della banchina del molo Sabaudo. La minore profondità è dovuta ad un maggiore accumulo di sedimenti sospinti dall'azione delle eliche dei natanti; si tratta, come si vedrà in seguito, di particellato molto fine, non compatto, che può essere smosso ed andare in sospensione anche con poca energia idrodinamica. E' la causa principale della costante torbidità dell'acqua, che raggiunge condizioni di visibilità nulla nei punti di maggior traffico. Il substrato superficiale, pur non avendo una potenza costante, anche nei tratti in cui si riduce a pochi centimetri di spessore ha la capacità di coprire alla vista i materiali giacenti nei livelli più alti del fondale. Questo fatto rende inefficace la sola indagine autoptica come metodo esplorativo, per cui la riuscita della ricerca può essere perseguita adottando una combinazione di metodi. Sono state previste pertanto anche penetrazioni manuali sistematiche, effettuate con aste sottili in acciaio

[7] La scoperta del giacimento archeologico subacqueo nel Porto di Cagliari ha comportato una variante al progetto. Su richiesta della competente Soprintendenza per i Beni Archeologici di Cagliari, il previsto prolungamento di 120 m del molo Sabaudo è stato modificato nei 70 m terminali con la realizzazione di due pontili laterali larghi 15 m, poggianti su pali in acciaio e cemento armato, distanziati tra loro di 7,5 m e infissi profondamente nel fondale. In tale modo tutta l'area archeologica è stata risparmiata e potrà essere ulteriormente indagata in futuro.

[8] La carenza costante e spesso l'assenza di visibilità complica notevolmente l'orientamento, per cui tra gli accorgimenti adottati per agevolare le attività subacquee sono state prescelte cime di diametro e colore differente per le ascisse, le ordinate, le linee di sezione, quelle perimetrali, ecc...

di varie lunghezze, spesso accompagnate da brevi saggi di scavo manuali, oltre alla perlustrazione visiva effettuata quasi a contatto diretto con il fondale. Inoltre, la verifica strumentale viene integrata con l'ausilio del rilevatore di metalli, che può consentire l'individuazione di corpi metallici fino ad una profondità massima di ca. 250/300 mm. Secondo un metodo ormai collaudato nelle prospezioni sistematiche, dopo avere effettuato la settorializzazione dell'area da esplorare, per tutti i materiali che man mano vengono individuati si adotta una procedura d'intervento standard[9]: esame degli strati sedimentari, eventuale raccolta di campioni per analisi di laboratorio, identificazione delle Unità Stratigrafiche, esecuzione delle foto, repertazione, posizionamento dei materiali e rilievo diretto. In alcuni casi si procede anche al recupero dei manufatti, ma in generale i reperti vengono mantenuti sul posto fino a che non si approfondisce la conoscenza del contesto circostante. Per quanto possibile, tutti gli interventi di scavo sono stati eseguiti seguendo il metodo stratigrafico, con l'obiettivo di ricostruire a ritroso le sequenze di sovrapposizione dei substrati e l'evoluzione subita nel tempo dal fondale, ora portuale, prima marino. Il criterio adottato ha consentito di individuare finora diverse Unità Stratigrafiche, tra le quali si propongono quelle più significative che mantengono una continuità evidente (Figura 2):

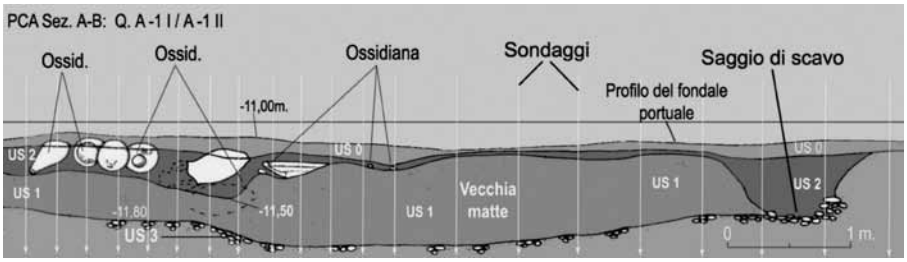


Fig. 2: Settore Sud-Ovest del giacimento, Quadrato A –1 I/II: la sezione A-B evidenzia le unità stratigrafiche e la disposizione dei reperti, nonché i punti di sondaggio (rilievo e rest. graf. S. Fanni, I. Sanna).

- US0: sedimento molto fine incoerente, di natura inorganica; costituisce il deposito superficiale del fondale, è di origine prevalentemente eolica;

[9] Uno dei lavori esplorativi più interessanti eseguiti di recente su vasta scala è senza dubbio la ricerca subacquea condotta nella baia di Mazarrón, presso Cartagena in Spagna. Il gruppo di ricerca guidato da I. Negueruela ha effettuato la suddivisione in moduli da 60x60 m della superficie marina di ca. 25.000 m^2, al cui interno ha realizzato una ulteriore ripartizione in transetti da 10x60 m. Nei settori da approfondire con lo scavo sono state adottate le *Unidades de Intervención*, secondo un reticolo modulare di 700x700 mm. Con queste procedure è stata individuata una grande quantità di materiali e in particolare sono stati scoperti due importanti relitti fenici del VII sec. a.C. (Negueruela et al. 1995; 1997).

- US1: biostrutture formate da intreccio molto compattato di rizomi e fogliame di fanerogame, misto a particellato organico e inorganico; si tratta di vecchie *mattes* di posidonia dal profilo irregolare che colonizzavano il fondale marino;
- US2: substrato limo-sabbioso abbastanza compatto, misto a resti conchigliari, piccoli ciottoli e materiale organico in decomposizione (fogliame di fanerogame e alghe);
- US3: è presente nei tratti di intra-*mattes* del vecchio fondale marino; substrato composto da sabbia grossolana mista a resti conchigliari, spesso contenente abbondante presenza di ciottoli medio-grandi arrotondati;
- US4 è situata sotto la US0 nel settore nord occidentale, formata da sedimento limo-argilloso, molto fine e plastico, notevolmente compatto, di origine probabilmente lagunare; non è diffuso in tutta l'area portuale.

(I.S.)

3. I materiali e il contesto

La superficie ispezionata corrisponde a ca. 20.500 m^2. In essa sono stati ritrovati e recuperati 1.113 reperti archeologici, i quali, tranne alcuni casi isolati, sono inquadrabili cronologicamente nella fase tardo repubblicana. Con molta probabilità essi appartenevano ad un unico carico. Fin dalle prime esplorazioni è stata osservata la presenza diffusa di reperti in tutta l'area, ma è apparso subito evidente che la maggiore concentrazione si trovasse nel settore Sud-Ovest, dove i materiali occupavano una superficie sub ellittica di ca. 1.400 m^2. La dispersione, prodottasi nel tempo fino alla realizzazione del porto, si espande verso la vecchia linea di costa in direzione Nord-Est, Est, per alcune centinaia di metri dall'area suindicata. Le anfore prevalgono tra le differenti classi di materiali rinvenuti. Molte erano ancora integre o ricomponibili, altre erano rappresentate da una grande quantità di frammenti diagnostici: quasi tutti i contenitori erano resinati all'interno e pertanto destinati al trasporto del vino e dell'aceto. Nella eterogeneità morfologica riscontrata, circa il 50% delle forme presenti appartengono a produzioni tirreniche dell'area campana e toscana, con le varianti più tarde delle greco italiche[10] (Will 1989: 298-300) ed il tipo Dressel 1, varianti 1A, 1B e 1C (Galli 1993: 157-165; 1997: 117-129). Un altro 40% delle anfore è di origine apula, produzione assolutamente rara negli scavi a terra della Sardegna centro meridio-

[10] Questi esemplari si distinguono per il corpo ed il collo più allungato rispetto alle greco italiche più "antiche"; le anse sono sinuose, è ancora presente l'orlo a triangolo, le spalle curve sono prive di carena. Rispetto all'evoluzione morfologica nota per queste anfore, l'associazione può essere fatta con i tipi 1c e 1d proposti da E.L. Will.

nale, classificabili nella forma 2 del Lamboglia e anch'esse distinte in diverse varianti. Dalla medesima area pugliese provengono alcuni esemplari noti come anfore *brindisine*[11] (Cipriano e Carre 1989: 67-104; Palazzo 1989: 548-543; Will 1989: 301-306; Silvestrini e Palazzo 2002), usate per il trasporto dell'olio. Alcuni contenitori conservano ancora leggibili i bolli dell'*atelier* di produzione impressi sull'argilla cruda[12]. In numero minore sono state rinvenute anfore puniche di produzione cartaginese del tipo Maña C (Ayuso 1986: 147-186; Torres 1995), altre di produzione locale del tipo a *siluro*[13]. All'interno ed in prossimità di questi ultimi recipienti sono stati trovati numerosi elementi ossei di ovicaprini, indicanti un possibile contenuto di carne macellata, forse una dotazione di bordo[14]. Completano il lotto delle anfore due contenitori di produzione rodia. Anch'essi, dato il numero ridotto, appartenevano probabilmente ad una riserva di vino pregiato per l'equipaggio. Il deposito archeologico comprendeva inoltre molta ceramica comune da mensa (tegami, piatti, brocchette, bicchieri a pareti sottili) associata a manufatti più raffinati di ceramica Campana a *vernice nera* (A e B). E' presumibile che non facessero parte del carico i frammenti di laterizi, coppi ed embrici trovati nel settore sud dell'area: l'esigua quantità dei manufatti farebbe supporre un loro impiego per la copertura della cabina esterna della nave, ubicata sul ponte superiore[15] (Cavalier 1985: 109-112; Benoit 1961). E' stata recuperata altresì una piccola macina rotatoria in pietra lavica, com-

[11] Alcune anfore sono caratterizzate da orli a listello ed altre da orli a fascia con due piccoli gradini alla base e forma ad imbuto, hanno anse a sezione circolare o a nastro, il corpo globulare e i puntali sono cilindrici con *bottone* finale. Anche in base al tipo d'impasto questo lotto di anfore è riconducibile a produzioni dell'agro brindisino, in contrada di Apani (Cipriano e Carre 1989: 67-85; Palazzo 1989: 550-553; Silvestrini e Palazzo 2002).

[12] Tra i vari bolli quello meglio conservato e perfettamente leggibile riporta due righe su cartiglio rettangolare: ARTHEMO / MALLEOLI-L-SH. (Panella 1998; Manacorda 1989: 455,458; Desy 1989).

[13] Sono stati recuperati orli e frammenti relativi a 4 esemplari; uno di essi, ricomposto quasi totalmente in laboratorio, è risultato lungo 1.560 mm. Si tratta dei tipi T.5.2.1.1. e T.5.2.2.1 corrispondenti alle D9 e D10 (Bartoloni 1988: 52-53; figg. 13-14), prodotte in Sardegna tra fine III e II sec. a.C. (Torres 1995: 196-197; figg. 163-164, tav. VIII-162-164).

[14] Il confronto con il carico del relitto repubblicano rinvenuto nella baia di Cavalière, scoperto nel 1972 in Costa Azzurra, mostra molti elementi di similitudine. In esso, tra le quantità preponderanti di anfore Dressel 1A, 1B, 1C, Lamboglia 2, e frammenti di anfore egee, furono rinvenuti frammenti riconducibili ad almeno quattro esemplari di anfore puniche identificate con sorpresa dagli autori come di produzione sarda. Evidentemente, all'epoca della scoperta non erano ancora ben noti i numerosi ritrovamenti nei contesti sardi di Santa Giusta, Santa Gilla, Olbia, Nora, dove la maggior parte delle anfore conteneva ossa attribuite ad ovicaprini macellati e conservati (Del Vais e Sanna *in press*; Charlin et al. 1978: 18-26).

[15] L'utilizzo dei laterizi a bordo delle navi romane è stato ipotizzato, a seguito del rinvenimento, in vari relitti, di embrici e coppi in corrispondenza del settore di poppa, dove trovava posto in genere la cabina esterna. Uno dei più rappresentativi per numero di esemplari ritrovati e disposizione in giacitura è senza dubbio il relitto della nave bizantina Yassi Ada del VII sec. d.C., che ha permesso di riproporne la ricostruzione (I.N.A. 2000; Bass e van Doorninck 1982).

pleta di *meta* e *catillum*[16]: è la cosiddetta *macina del legionario*, utilizzata dal personale della nave durante la navigazione[17] (Beltrame e Boetto 1997: 167-196; Cavalier 1985: 111). Nella zona centrale del carico, tra i vari manufatti ceramici e in prossimità di alcuni elementi strutturali lignei riconducibili allo scafo, sono state recuperate due monete in bronzo. Molto patinate per essere state a contatto diretto con materiale organico in decomposizione, esse risultano ancora sufficientemente leggibili: si tratta di due assi romani, con effigie di Giano bifronte barbuto e laureato sopra I (recto), prora di nave rostrata a destra con "ROMA" in basso (verso)[18].

(I.S.)

4. Le ossidiane: caratterizzazione e determinazione della provenienza

Nel tratto più meridionale del giacimento, dove lo spessore dello strato superficiale (US0) è particolarmente limitato, ha destato interesse il raggruppamento di alcune anfore associate a frammenti ceramici. Alcune di esse risultavano appena affioranti ed in parte visibili, mentre altre erano totalmente inglobate nella US2 e sono state individuate più in profondità con i sondaggi preliminari. Dopo i primi rilievi si è proceduto al recupero di alcuni reperti: tra essi la metà inferiore di un'anfora Dressel 1C, durante il vaglio del contenuto, ha portato al rinvenimento di frammenti di ceramica e di due blocchi di ossidiana.

La possibile associazione tra ossidiana e anfore ha suggerito di procedere ad un'indagine più accurata, comprendente anche lo scavo[19]. Durante la rimozione progressiva della US2, la cui potenza massima è risultata

[16] Forma e dimensione dei manufatti richiamano numerosi rinvenimenti di macine rotatorie manuali, isolate o relative a carichi omogenei di epoca repubblicana (Beltrame e Boetto 1997: 167-196). Tra questi un lotto di macine, 60 *catilli* e 70 *metae* fu recuperato nel relitto di Illa Pedrosa (nord est della penisola Iberica), risalente al primo quarto del II sec. a.C. Per la provenienza di questi materiali litici, associati ad una grande quantità di ceramica campana, venne indicato il centro produttore di macine di Ullastret (Catalogna), non distante dal sito di giacitura (Vivar 2004: 102-104).

[17] Il manufatto (PCA0110) è composto da due palmenti circolari sovrapposti, ha forma tronco conica, il diametro minimo alla base (*meta*) è di 300,00 mm, quello massimo superiore della tramoggia (*catillus*) di 370,00 mm, l'altezza complessiva di 280,00 mm. Questo tipo di strumento è stato trovato singolo o in coppia in vari altri relitti. Prove sperimentali hanno dimostrato che in un'ora di molatura si poteva provvedere al fabbisogno quotidiano di 5-6 uomini d'equipaggio (Beltrame, Boetto 1997: 168; Runnels 1988: 30-31).

[18] La moneta PCA0099 ha diametro di 33,00 mm e peso di 28,89 g; l'esemplare PCA0100 diametro di 35,00 mm e peso di 25,39 g (Cfr.: Cavalier 1985: 107-108; Grueber 1910: tav. XVIII, 8; Crawford 1974, I: 215, 142).

[19] In tali casi si passa dal metodo più speditivo già descritto ad un protocollo operativo messo a punto per le zone più rilevanti, che prevede: l'impianto di una o più sezioni attraversanti in senso longitudinale e trasversale il deposito; l'esecuzione di penetrazioni verticali eseguite a mano con asta metrica ad intervalli molto stretti lungo il tracciato delle sezioni, con relativa misurazione delle quote di penetrazione raggiunte. In tale modo, ancora prima dello scavo, sulla base delle risposte acustiche e meccaniche, si possono ottenere numerose indicazioni preliminari relative ai substrati ed ai materiali in essi inglobati, che consentono di delineare i profili delle diverse US intercettate.

di ca. 0,80 m, sono affiorati altri 30 blocchi di ossidiana giacenti tra le varie anfore del tipo Dressel 1C[20], insieme a numerosi frammenti di ceramica comune quali brocchette monoansate, tegami, ciotole, patere ed un embrice. All'interno di altre 3 anfore sono stati trovati ancora 7 blocchi di ossidiana[21], per un totale di 40 elementi recuperati (Figura 3).

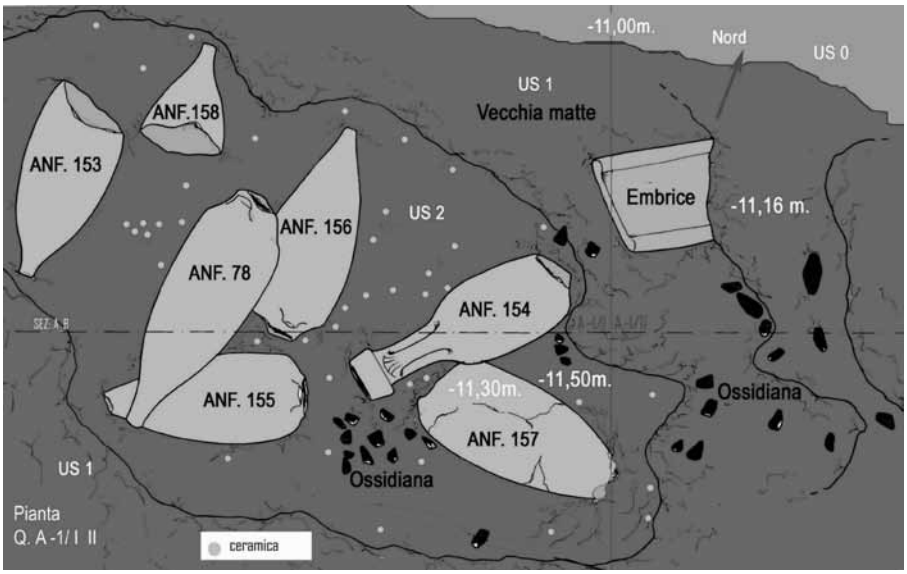


Fig. 3: Settore Sud-Ovest, Quadrato A –1 I/II, pianta di strato con i materiali ceramici e l'ossidiana in giacitura (rilievo e rest. graf. S. Fanni, I. Sanna).

All'analisi visuale macroscopica e a basso ingrandimento (fino a 10x), secondo il protocollo sviluppato per la caratterizzazione delle quattro principali varietà di ossidiana sarda (Lugliè et al. 2006; 2007), le caratteristiche dei blocchi del Porto di Cagliari sono apparse subito inconsuete a raffronto con quelle del vetro vulcanico del Monte Arci. La struttura della superficie fresca di scheggiatura, infatti, si presenta assai ricca di sferoliti e di bolle disposti secondo piani di flusso lineari sub-paralleli; la superficie corticata, invece, sempre riferibile a deposito primario, appare alquanto ruvida (Figura 4). Nel complesso, l'analisi macroscopica condotta su tutti gli esemplari rinvenuti sul fondo del Porto di Cagliari ha portato ad escludere una loro origine sarda, ed ha d'altronde prospettato per essi numerose analogie con le formazioni dell'isola di Lipari.

[20] Le caratteristiche petrografiche riconducono a produzioni dell'area vesuviana (D'Ambrosio et al. 1989: 275). L'impasto è di colore giallo-rosato, nelle fratture si rivela compatto, di ottima cottura e ricco di inclusi neri, indicati da altri autori con i termini: *black sand* (Peacock e Williams 1991: 86-92) e *sable volcanique noir* (Charlin et al. 1978: 23).

[21] Le ossidiane trovate all'interno delle anfore sono: anf. PCA0155 tre elementi; anf. PCA0154 tre elementi; anf. PCA0156 un elemento.



Fig. 4: Porto di Cagliari: alcuni tra i blocchi di ossidiana di Lipari (foto C. Lugliè).

In relazione a questi blocchi si è reso dunque necessario procedere all'applicazione di metodi di caratterizzazione mediante la determinazione della composizione elementare delle ossidiane. Infatti le ossidiane delle isole del Mediterraneo occidentale e i quattro tipi di ossidiana del complesso vulcanico del Monte Arci in Sardegna possono essere facilmente caratterizzate in base al contenuto degli elementi maggiori per mezzo della microsonda elettronica (Tykot 1997; Le Bourdonnec et al. 2005). Noi abbiamo sfruttato questa opportunità per i blocchi di ossidiana del Porto di Cagliari. Il contenuto di dieci elementi, Na, Mg, Al, Si, P, K, Ca, Ti, Mn e Fe è stato determinato con le microsonde elettroniche CAMECA SX50 e SX100 per mezzo della spettrometria di raggi X per dispersione di lunghezza d'onda (EMP-WDS) al laboratorio IFREMER-CNRS 'Microsonde Ouest' (*Centre de Brest*, analista M. Bohn). Le procedure sperimentali ed il trattamento dei dati sono stati descritti altrove (Le Bourdonnec et al. 2005). I risultati riportati alla Tabella 1 mostrano che questi elementi di ossidiana presentano composizioni elementari assai simili.

Nel Mediterraneo occidentale il contenuto in Na delle ossidiane è un buon discriminatore tra le potenziali isole-sorgente, mentre il contenuto

Tabella 1: Composizione elementare di tre blocchi di ossidiana del Porto di Cagliari determinata con EMP-WDS

Campioni		Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	K_2O	CaO	TiO_2	Cr_2O_3	MnO	Fe_2O_3	Tipo
451	ave	3,66	0,04	13,29	74,94	< 0,01	5,61	0,70	0,07	< 0,02	0,07	1,64	Lipari
(n = 19)	sd	0,12	0,01	0,11	0,53	—	0,14	0,05	0,04	—	0,02	0,10	
454	ave	3,70	0,04	13,27	75,03	< 0,02	5,47	0,69	0,05	< 0,01	0,07	1,69	Lipari
(n = 20)	sd	0,09	0,01	0,10	0,25	—	0,09	0,03	0,02	—	0,02	0,06	
457	ave	3,77	0,03	13,41	74,97	< 0,01	5,51	0,66	0,07	< 0,02	0,07	1,52	Lipari
(n = 19)	sd	0,11	0,01	0,07	0,26	—	0,07	0,05	0,03	—	0,02	0,18	

ave: valori medi (% in peso degli ossidi); sd: deviazione standard; n: numero di misure spot per campione

di Al è in grado di distinguere i due tipi principali di ossidiane di Pantelleria (Tykot 1997; Acquafredda et al. 1999; Le Bourdonnec et al. 2006). In Sardegna, il tenore in Al, K, Ca e Ti è il più importante parametro discriminante tra gli elementi maggiori per separare i quattro tipi locali (Monte Arci) SA, SB1, SB2, SC (Tykot, 1997; Le Bourdonnec et al. 2005; 2006; 2010a). Al fine di disporre di una banca di dati omogenei riguardo ai campioni di ciascuna sorgente, abbiamo analizzato per EMP-WDS 120 campioni geologici da sorgenti del Mediterraneo occidentale, dei quali 101 compresi nei quattro tipo di ossidiane del Monte Arci, secondo le medesime condizioni dei manufatti archeologici (Tabella 2). Da una comparazione tra i dati riportati alle tabelle 1 e 2 è chiaro che la materia prima dei blocchi del porto di Cagliari proviene da Lipari. Ciò può essere illustrato da vari diagrammi quali il plot 3D della Figura 5, che compara il tenore in Na, Ca e Ti in questi blocchi e nei campioni di ossidiana di Lipari, Palmarola e dei quattro tipi di ossidiane calcoalcaline del Monte Arci.

Tabella 2: Composizioni elementari medie di ossidiane geologiche dalle sorgenti del Mediterraneo occidentale, determinate con EMP-WDS (da Le Bourdonnec et al. 2010b)

Sorgenti		Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	K_2O	CaO	TiO_2	Cr_2O_3	MnO	Fe_2O_3	BaO
Lipari	ave	3,73	0,04	13,23	75,09	< 0,02	5,43	0,70	0,07	< 0,02	0,06	1,67	# na
(N = 8)	sd	0,05	0,003	0,05	0,15	—	0,14	0,02	0,004	—	0,004	0,06	—
Palmarola	ave	3,92	< 0.03	13,75	75,09	< 0,02	5,29	0,34	0,09	< 0,03	0,08	1,43	na
(N = 3)	sd	0,10	—	0,13	0,20	—	0,07	0,11	0,01	—	0,01	0,30	—
Pantelleria													
tipo BDT	ave	5,69	0,03	8,02	71,94	< 0,02	4,49	0,25	0,23	< 0,02	0,34	9,00	na
(N = 5)	sd	0,27	0,004	0,04	0,20	—	0,02	0,003	0,01	—	0,005	0,05	—
tipo LDV	ave	5,19	0,21	11,42	70,30	< 0,03	5,00	0,34	0,52	< 0,02	0,29	6,71	na
(N = 3)	sd	0,16	0,003	0,01	0,09	—	0,03	0,01	0,01	—	0,01	0,03	—
Sardegna													
tipo SA	ave	3,44	0,08	13,55	75,21	0,08	5,59	0,58	0,09	< 0,05	< 0,07	1,33	< 0,03
(N = 17)	sd	0,10	0,01	0,11	0,17	0,01	0,07	0,02	0,01	—	—	0,07	—
tipo SB1	ave	3,33	0,11	13,87	74,43	0,11	6,09	0,73	0,19	< 0,04	< 0,05	1,12	< 0,05
(N = 13)	sd	0,08	0,05	0,12	0,22	0,02	0,11	0,02	0,02	—	—	0,26	—
tipo SB2	ave	3,33	0,11	13,24	75,59	0,06	5,88	0,57	0,13	< 0,05	< 0,06	1,04	< 0,05
(N = 14)	sd	0,09	0,03	0,15	0,32	0,01	0,18	0,03	0,02	—	—	0,31	—
tipo SC	ave	3,25	0,15	14,15	73,56	0,11	6,32	0,86	0,28	< 0,04	< 0,05	1,26	< 0,08
(N = 57)	sd	0,13	0,07	0,23	0,40	0,02	0,16	0,08	0,04	—	—	0,32	—

ave: valori medi (% in peso degli ossidi); sd: deviazione standard;
n: numero di campioni analizzati; BDT: Balata dei Turchi; LDV: Lago di Venere; #na: non analizzato

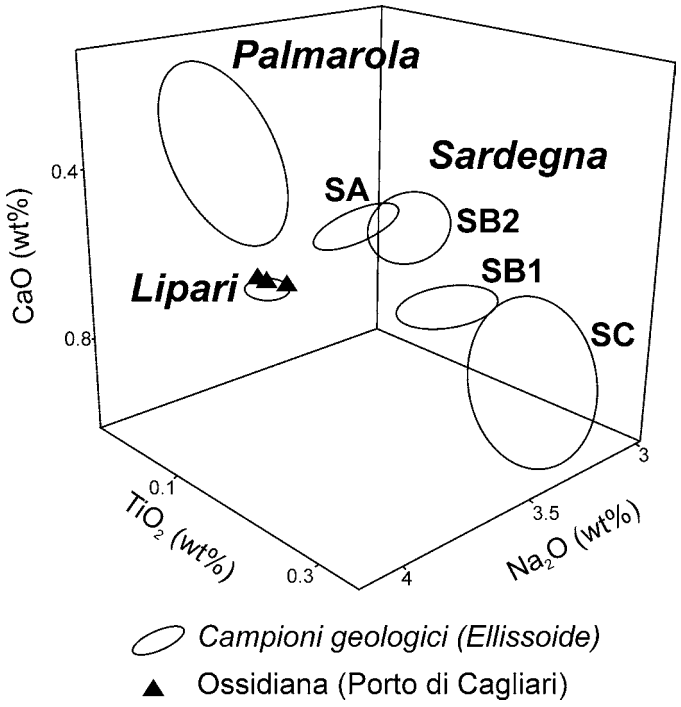


Fig. 5: Diagramma 3D che compara il contenuto di Na, Ca and Ti dei blocchi di ossidiana del Porto di Cagliari e di 120 campioni geologici delle isole di Lipari, Palmarola e Sardegna (dati da Le Bourdonnec et al. 2005 e in prep.).

I dati sulle ossidiane di Pantelleria, di affinità peralcalina, sono abbastanza differenti da restare esclusi da questo diagramma. Si può notare altresì che i valori medi e le deviazioni standard ottenuti per i quattro tipi principali di ossidiana del Mediterraneo (Tabella 2) sono in eccellente accordo con quelli determinati in precedenza da Tykot (1997) per EMP-WDS.

(F.-X. L.B., G.P., C.L.)

5. Discussione e conclusioni

L'insieme dei reperti, comprese le ossidiane, era depositato in una delle tante *intramattes*[22] a pianta sub-ellittica appartenente al vecchio fondale marino, occupante uno spazio abbastanza limitato, non superiore

[22] Si tratta di spazi risparmiati dalla colonizzazione della posidonia per effetto delle correnti e del dinamismo marino (Gazale e Porcheddu 1994: 77-83), oggi presenti in modo diffuso fuori dal porto di Cagliari. Le *intramattes* costituiscono per i reperti una sorta di trappola morfologica contornata dalle *mattes* che possono raggiungere anche alcuni metri in altezza. Nel tratto in esame, prossimo alla vecchia linea di costa, le *mattes* non superavano il metro.

a ca. 9 m^2. Alla base di questa depressione naturale è stato messo in evidenza un substrato (US3) composto da ciottoli arrotondati, sabbia grossolana e resti conchigliari. I materiali ceramici, ancorché frammentati, non presentavano superfici e fratture particolarmente abrase: inoltre erano quasi assenti le incrostazioni e gli scheletri carbonatici che si riscontrano nei reperti subacquei non coperti dai sedimenti (Figura 3). Anche le ossidiane, osservate ad occhio nudo ed allo stereomicroscopio, mantengono superfici nero brillanti, poco abrase, con spigoli quasi vivi o leggermente sub arrotondati. Lo stato di conservazione dei reperti rivela una giacitura prevalentemente statica, non soggetta ad azioni dispersive cicliche, al riparo dagli agenti marini, evidentemente protetta dalla *matte* circostante e da una precoce copertura sedimentaria (US2). Le caratteristiche dello stato di conservazione comproverebbero quindi una contemporaneità deposizionale dei vari materiali e la loro possibile appartenenza ad un medesimo carico. Questa ipotesi di associazione, combinata alla conferma analitica sull'origine liparota delle ossidiane, indicherebbe il passaggio della nave per le Isole Eolie, una rotta già testimoniata da altri relitti repubblicani comprendenti anch'essi carichi prevalenti di anfore vinarie unite a lotti di ceramiche a vernice nera e ceramica comune da mensa.

Tra i ritrovamenti eoliani quello più assimilabile al contesto repubblicano del porto di Cagliari è il relitto A (Roghi) del Capo Graziano di Filicudi (Cavalier 1985). Il confronto tra le varie classi di materiali recuperati nei due relitti è sorprendente, in particolare per la compresenza di alcuni Assi in bronzo. L'arcipelago siciliano ha rivestito in passato un ruolo significativo per la produzione e l'esportazione dell'ossidiana, non solo in epoca preistorica, ma anche durante l'occupazione romana. Altri importanti materiali come la pomice e l'allume[23] erano esportati dalle Isole Eolie pur se la solubilità in acqua di quest'ultimo prodotto difficilmente può consentirne l'identificazione dei residui nei relitti marini. In base ai dati suesposti quella liparota potrebbe essere una tappa plausibile della rotta percorsa dalla nave che trasportava il carico scoperto nel porto di Cagliari. Lungo tale percorso già seguito dai Fenici e dai Cartaginesi[24],

[23] Le fonti menzionano l'importazione dell'allume (solfato doppio di alluminio e potassio) dalle isole Eolie, utilizzato nell'antichità per la concia delle pelli e per il procedimento di colorazione dei tessuti. Plinio (*N. H.*, XXXV, LII, 138-190) tratta delle varie specie e degli usi individuando aree e località di estrazione dell'allume, tra cui Lipari (Panessa 2003: 990, 992, e note n. 24, 25, 26, 43, 44). Strabone (*Geogr.* VI, 2, 10) riferisce che Lipari, oltre alla terra fertile, possiede una miniera d'allume di ottima qualità (Cipriano et al. 2000: 195).

[24] I traffici commerciali tra Italia centrale e Spagna meridionale e, in particolare, tra l'Apulia e la Spagna Citeriore nell'area di Carthago Nova (Cartagena), registrano un notevole incremento dopo la seconda guerra punica. I principali prodotti commerciali sono il vino, l'aceto e l'olio, contenuti nelle anfore Lamboglia 2 e Brindisine. Con essi vengono veicolati anche i manufatti ceramici ed altri vini prodotti dai centri rinomati della costa campana, trasportati nelle anfore Dressel 1 (A,B e

che attraversava presumibilmente il Mediterraneo da Est ad Ovest[25], la navigazione era favorita da migliori condizioni di vento e risultava più sicura rispetto al passaggio certamente impegnativo per le Bocche di Bonifacio. D'altro canto con questo rinvenimento Cagliari si inserisce, se non come punto d'arrivo, come scalo rilevante nel traffico commerciale che si sviluppava in epoca repubblicana tra le coste del basso Adriatico, quelle tirreniche, la Sicilia e il Centro-Sud della Spagna (Ruiz De Arbulo 1990: 79-115; Mas 1971; Gascó et al. 2004: 89-93). Si trattava fondamentalmente di trasporti di vino, aceto e olio[26], ma con essi viaggiavano anche ceramiche ed altri prodotti come quelli già indicati, compresa l'ossidiana[27]. L'uso della pietra vulcanica in epoca romana è attestato per varie lavorazioni: tessere di mosaico[28] (Bonsanti 1990), contenitori e monili di pregio[29], specchi, degrassanti negli impasti ceramici (Cipriano et al. 2000). Il materiale veniva importato da diversi luoghi di produzione, in base alle caratteristiche tecnologiche richieste. Da questo punto di vista i reperti trovati nel contesto portuale di Cagliari non si presentano come materiali finiti, ma più che altro come blocchi grezzi o al più saggiati, di pezzatura medio-piccola[30]. Al momento tuttavia, per la parzialità dei dati relativi al contesto di rinvenimento, non si è in grado di interpretare pienamente il significato della loro presenza e l'uso al quale essi fossero destinati.

(I.S., F.-X. L.B., G.P., C.L.)

C) (Vidal 1999: 508-524; Nolla e Nieto 1989: 379, lámina 1b, 388; Gascó et al. 2004: 89-93).

[25] In questo tratto del Mediterraneo Centrale si possono citare anche i due relitti individuati di fronte a Gadir - Pantelleria: *Cala Gadir* I e II. Entrambi i carichi sono di età repubblicana, il primo databile tra la fine del III e la prima metà del II sec. a.C., il secondo è fra la fine del II inizi I sec. a.C. Anche in questo caso il lotto di anfore tardo repubblicane del *Cala Gadir* II comprende il tipo Dr. 1 (A, B e C), associate alle Lamboglia 2 ed alle puniche del tipo T-7.0.0.0. (T-7.5.1.1., T-7.5.2.1., T-7.5.2.2., T-7.4.3.3. e T-7.6.1.1. (Tusa 2004: 126-130).

[26] Un'altra attestazione importante relativa al trasporto di questi prodotti si ha dall'analisi del relitto di *Punta de Algas*, affondato nella prima metà del I sec. a.C. vicino alla costa di Murcia, in prossimità del porto di *Carthago Nova*. La nave presentava un carico omogeneo di vino apulo, contenuto in anfore Lamboglia 2 di grandi dimensioni (Mas 1971: 402-427; Vidal 1999: 515).

[27] Plinio segnala tra i materiali oggetto d'importazione anche l'ossidiana (*N.H.*, XXXVI, 197; Martínez 1968: 20).

[28] Tessere di ossidiana disegnavano le figure nere zoomorfe e fitomorfe di uno splendido mosaico pavimentale a tessere lapidee (3700x4340 mm) della Villa dei Venuleii, II sec. d.C.. Il mosaico, scoperto nel 1935 nella località di Massaciuccoli (Massarosa-LU), sulla riva orientale del lago omonimo, è costituito da tessere bicrome di marmo chiaro e ossidiana.

[29] Rilevante il ritrovamento delle coppe, scoperte a *Stabiae* (NA) nella Villa San Marco nel 1957. Si trattava di un *set* costituito da due skyphoi quasi identici per forma e dimensioni e uno di dimensioni minori, conservati quasi per intero, nonché una phiale della quale se ne conserva circa un terzo (Vallifuoco 2008). Un frammento di coppa o piatto in ossidiana, proveniente probabilmente da Roma, si data alla fine del I sec. a.C. - inizio del I sec. d.C. (Goldstein 1979: 285, n. 887; Ceruleo 2008).

[30] Tutti gli esemplari sono stati pesati e misurati. Se ne riportano di seguito tre valori rappresentativi, messi in sequenza in base al proprio peso (massimo, minimo e medio) e indicati con il relativo codice reperto: - massimo, PCA0060, 313,67 g, L. 74,4 mm, l. 61,6 mm; - minimo, PCA0343, 32,30 g, L. 51,8 mm, l. 59,90 mm; - medio, PCA0056, 67,22 g, L. 62,2 mm, l. 70,70 mm.

Riferimenti bibliografici

Acquafredda, P., Andriani, T., Lorenzoni, S. e Zanettin, E.
1999 Chemical characterization of obsidians from different Mediterranean sources by non-destructive SEM-EDS analytical method, *Journal of Archaeological Science* 26: 315-325.

Ayuso, V.G.
1986 Una aportación al estudio de las ánforas púnicas Maña C, *Archeonautica* 6: 147-186. Paris.

Bartoloni, P.
1988 Le anfore fenicie e puniche di Sardegna, in *Studia Punica 4*. Roma.

Bass, G.F. e van Doorninck, F.H.
1982 *Yassi Ada 1: a seventh-century Byzantine shipwreck. The definitive excavation report*. College Station, Texas.

Beltrame, C. e Boetto, G.
1997 Macine da relitti, in P.A. Gianfrotta e P. Pelagatti, a cura di, *Archeologia Subacquea, Studi ricerche e documenti* II: 167-196. Roma: Istituto Poligrafico dello Stato.

Benoit, F.
1961 L'épave Grand Congloué à Marseille, in *Gallia* (suppl. XIV), Paris.

Bonsanti, G., a cura di
1990 *Raffaello e altri. I restauri dell'Opificio.* Firenze. Centro Di.

Cavalier, M.
1985 II.- Il relitto A (Roghi) del Capo Graziano di Filicudi, *Bollettino d'Arte*, *Archeologia Subacquea 2: Isole Eolie* (suppl. al n. 29): 101-127. Roma.

Ceruleo, P.
2008 Alcune considerazioni sull'uso dell'ossidiana e sul suo commercio in epoca storica (Dall'epoca arcaica alla fine dell'impero romano), *Annali della Associazione Nomentana di Storia e Archeologia ONLUS*: 122-127.

Charlin, G., Gassend, J.-M. et Lequément, R.
1978 L'épave antique de la baie de Cavalière, *Archeonautica* 2: 18-26. Paris.

Cipriano, M.T. e Carre, M.B.
1989 Production et typologie des amphores sur la côte adriatique de l'Italie, in *Amphores romaines et histoire économique, dix ans de recherche*: 67-104. Roma.

Cipriano, S., De Vecchi, G.P. e Mazzocchin, S.
2000 Anfore ad impasto grezzo con ossidiana a Padova: tipologia, impasti, provenienza, in G.P. Brogiolo e G. Olcese, a cura di, *Produzione ceramica in area padana tra il II secolo a.C. e il VII secolo d.C.: nuovi dati e prospettive di ricerca,* Atti del convegno internazionale (Desenzano del Garda 1999): 191-197. Mantova.

Crawford, M.H.

1974 *Roman Republican Coinage*, I-II. Cambridge: Cambridge University Press.

D'Ambrosio, B., Mannoni, T. e Sfrecola, S.
1989 Provenienza delle anfore romane di alcuni contesti italiani, in *Amphores romaines et histoire économique, dix ans de recherche*: 269-284. Roma.

Del Vais, C. e Sanna, I. *in press*.
Ricerche su contesti sommersi di età fenicio-punica nello Stagno di Santa Giusta (OR) (campagne 2005-2007), *Studi Sardi* XXXIV.

Desy, Ph.
1989 *Les timbres amphoriques de l'Apulie républicaine. Documents pour une histoire économique et sociale*, British Archaeological Reports S554: 190. Oxford.

Fadda, P.
2002 La Camera di commercio ed il potenziamento dello scalo marittimo. Un lungo e appassionato impegno per la modernizzazione del porto, *Sardegna Economica, Quaderni* n.3. Cagliari.

Galli, G.
1993 Ponza: il relitto della «secca dei mattoni», in *Archeologia subacquea. Studi, ricerche e documenti*, I: 117-129. Roma: Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.
1997 Nuovi recuperi sottomarini a Ponza, in *Archeologia subacquea. Studi, ricerche e documenti*, II: 157-165. Roma: Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.

Gascó, C.A., Fuertes, C. de J. e Izquierdo, F.A.
2004 Saguntum como puerto principal, una aproximación náutica, in A. Gallina Zevi e R. Turchetti, a cura di, *Mediterranée occidentale antique: les échanges*: 89-93. Soveria Mannelli: Il Rubbettino.

Gazale, V. e Porcheddu, A.
1994 *Guida pratica alla flora e fauna marina della Sardegna*. Nuoro: Editrice Archivio Fotografico Sardo.

Goldstein, S.M.
1979 *Pre-Roman and Early Roman Glass in the Corning Museum of Glass*. New York.

Grueber, H.A.
1910 *Coins of the Roman Republic in the British Museum*, III. London.

Institute of Nautical Archaeology
2000 Yassiada 7th Century Byzantine Shipwreck Excavation. URL: http://ina.tamu.edu/yassiada7.htm.

Le Bourdonnec, F.-X., Lugliè, C., Dubernet, S., Bohn, M. e Poupeau, G.
2005 Monte Arci (Sardinia) obsidians: new geochimical data from electron microprobe and ion beam analysis, *L'ossidiana del Monte Arci nel Mediterraneo. Le vie dell'ossidiana nel Mediterraneo ed in Europa*, Atti del 3° Convegno Internazionale, Pau, September 25-26, 2004: 129-140. Mogoro: PTM.

Le Bourdonnec, F.-X., Poupeau, G. e Lugliè, C.
2006 SEM-EDS analysis of western Mediterranean obsidians: a new tool for Neolithic provenance studies, *Comptes Rendus Geoscience* 338: 1150-1157.
Le Bourdonnec, F.-X., Bontempi, J.-M., Marini, N., Mazet, S., Neuville, P.F., Poupeau, G. and Sicurani, J.
2010a SEM-EDS characterization of western Mediterranean obsidians and the Neolithic site of A Fuata (Corsica), *Journal of Archaeological Science* 37: 92-106.
Le Bourdonnec, F.-X., Poupeau, G. e Lugliè, C.
2010b The Monte Arci (Sardinia, western Mediterranean) obsidians: characterization by multivariate analysis from SEM-EDS, EMP-WDS and PIXE elemental compositions, in C. Lugliè, a cura di, *L'ossidiana del Monte Arci nel Mediterraneo. Nuovi apporti sulla diffusione*, sui sistemi di produzione e sulla loro cronologia, Atti del 5° Convegno internazionale (Pau, Italia, 27-29 Giugno 2008): 13-28. Ales: NUR.
Lugliè, C., Le Bourdonnec, F.-X., Poupeau, G., Atzeni, E., Dubernet, S., Moretto, P. e Serani, L.
2007 Early Neolithic obsidians in Sardinia (Western Mediterranean): the Su Carroppu case, *Journal of Archaeological Science* 34: 428-439.
Lugliè, C. - Le Bourdonnec, F.-X. - Poupeau, G. - Bohn, M. - Meloni, S. - Oddone, M. and Tanda, G.
2006 A map of the Monte Arci (Sardinia Island, Western Mediterranean) obsidian primary to secondary sources. Implications for Neolithic provenance studies, *Comptes Rendus Palevol* 5, 8: 995-1003.
Manacorda, D.
1989 Le anfore dell'Italia repubblicana, in *Amphores romaines et histoire économique, dix ans de recherche*: 443-467. Roma.
Martínez, J.M.B.
1968 Exportación e importación en Hispania a final de la República romana y durante el gobierno de Augusto y sus consecuencias, *Anuario de Historia Económica y Social* 1: 20.
Mas, J.
1971 La nave romana de Punta de Algas, in *Noticiario Arqueológico Hispánico XIII-XIV,* Madrid: 402-427.
Mattone, A.
2004 Una finestra sul Mediterraneo. Il porto di Cagliari nell'età moderna (XVI-XIX secolo), in G.G. Ortu, a cura di, *Cagliari tra passato e futuro*: 43-61. Cagliari.
Mureddu, D., Martorelli, R. e Sanna, D.
2006 L'area attraverso i secoli, in R. Martorelli e D. Mureddu, a cura di, *Archeologia urbana a Cagliari, Scavi in vico III Lanusei (1996-1997)*: 15-50. Cagliari: Scuola Sarda Editrice.
Negueruela, I., Pinedo, J., Gömez, M., Miñano, A., Arellano, I. e Barba, J.S.
1995 Seventh-century BC Phoenician vessel discovered at Playa de la

Isla, Mazarrón, Spain, *The International Journal of Nautical Archaeology* 24, 3: 189-197.

Negueruela, I, Moya, A., Marín Baños, C., Correa Cifuentes, C. e Pérez Bonet, Mª Á.
1997 El Yacimiento Fenicio de la Playa de la Isla, (Mazarrón). Campaña de 1997, *Memorias de Arqueología* 12: 273-290. Consejería de Cultura de la Comunidad Autónoma de la Region de Murcia.

Nolla, J.M. e Nieto, F.J.
1989 La importación de ánforas romanas en Cataluña durante el periodo tardo-republicano, in *Amphores romaines et histoire économique, dix ans de recherche*: 367-391. Roma.

Palazzo, P.
1989 Le anfore di Apani (Brindisi), in *Amphores romaines et histoire économique, dix ans de recherche*: 548-553. Roma.

Panella, C.
1998 Anfore e archeologia subacquea, in G. Volpe, a cura di, *Archeologia Subacquea. Come opera l'archeologo subacqueo. Storie dalle acque*. VII Ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia (Certosa di Pontignano, Siena, dicembre 1996): 531-559. Firenze.

Panessa G.
2003 Miti ericini e allume eoliano. Suggestioni e prospettive, in A. Corretti, a cura di, Q*uarte giornate internazionali di studi sull'area elima,* (Erice, 1-4 dicembre 2000), Atti II: 987-998. Pisa.

Peacock, D.P.S. e Williams, D.F.
1991 *Amphorae and the Roman economy*, London.

Ruiz De Arbulo, J.
1990 Rutas marítimas y colonizaciones en la Península Ibérica. Una aproximación náutica a algunos problemas en Itálica*, Cuadernos TEEHAR* 18: 79-115.

Runnels, C.N.,
1988 The rotary querns, *INA Newsletter* 15, 3: 30-31.

Salvi, D.
2003 Attraccare sul passato: Il giacimento archeologico del porto di Cagliari, in A. Benini e M. Giacobelli, a cura di, Atti del II Convegno Nazionale di archeologia subacquea (Castiglioncello, 7-9 settembre 2001): 61-75. Bari.

Silvestrini M. e Palazzo P.
2002 Anfore brindisine. URL: www.dscc.uniba.it/Anfore/

Simbula, P.F.
2004 Il porto nello sviluppo economico della città medioevale, in G.G. Ortu, a cura di, *Cagliari tra passato e futuro*: 27-42. Cagliari.

Torres, J.R.
1995 Las ánforas fenicio-pùnicas del Mediterráneo central y occidental, Barcelona.

Tusa, S.
2004 Ricerche archeologiche subacquee a Pantelleria, in *Lezioni Fabio*

Facenna, Conferenze di archeologia subacquea (III-V ciclo): 125-139. Bari.

Tykot, R.H.
1997 Characterization of the Monte-Arci (Sardinia) obsidian sources, *Journal of Archaeological Science* 24: 467-479.

Vallifuoco, M.
2008 Le coppe di ossidiana dalla Villa San Marco a Stabia, *Percorsi di Archeologia*. URL: http://prod.percorsidiarcheologia.it/

Vidal, J.M.
1999 Vinculaciones entre Apulia y el área de influencia de Carthago Nova en época tardorepublicana*, Latomus* 58, 3: 508-524.

Vivar, G.
2004 El transporte de restribución en el nordeste de la Peninsula Ibérica en época tardorepublicana: el ejemplo de los yacimientos de Illa Pedrosa y Cala Galladera, in A. Gallina Zevi e R. Turchetti, a cura di, *Mediterranée occidentale antique: les échanges,* Progetto ANSER: 101-112. Soveria Mannelli. Il Rubbettino.

Will, E.L.
1989 Relazioni mutue tra le anfore romane. I ritrovamenti in oriente, alla luce dei dati ottenuti nell'occidente, in *Amphores romaines et histoire économique, dix ans de recherche*: 297-309. Roma.