



Chiara Panelli <sup>(1)</sup>, Elisabetta Starnini <sup>(2, \*)</sup>, François-Xavier Le Bourdonnec <sup>(3)</sup>, Carlo Lugliè † <sup>(4)</sup>

## Nuove indagini sulla caratterizzazione e la provenienza delle ossidiane della Grotta Pollera (Finale Ligure, SV)

<sup>(1)</sup> CEPAM UMR 7264 CNRS Université Côte d'Azur; Dipartimento di Scienze della Terra, Ambiente e Vita – DISTAV, Università di Genova; e-mail: chiara.panelli@gmail.com

<sup>(2)</sup> Dipartimento di Civiltà e Forme del Sapere, Università di Pisa. e-mail: elisabetta.starnini@unipi.it

<sup>(3)</sup> Univ. Bordeaux Montaigne, CNRS, Univ. Bordeaux, Archéosciences Bordeaux, UMR 6034, France; e-mail: francois-xavier.le-bourdonnec@u-bordeaux-montaigne.fr

<sup>(4)</sup> LASP - Dipartimento di Lettere, Lingue e Beni Culturali, Università di Cagliari; e-mail: luglie@unica.it

\* Autore Corrispondente: Elisabetta Starnini, elisabetta.starnini@unipi.it

*Parole chiave:* caratterizzazione dell'ossidiana, PIXE, EDXRF, Neolitico antico, Grotta Pollera

*Keywords:* obsidian sourcing, PIXE, EDXRF, early Neolithic, Pollera Cave

**ABSTRACT - NEW RESULTS FROM SOURCING THE EARLY NEOLITHIC OBSIDIAN ARTEFACTS FROM THE POLLERA CAVE (FINALE LIGURE, SV)** – This paper presents the results of a new chemical characterization conducted on early Neolithic obsidian artefacts from the excavations carried out in 1971-73 at Pollera Cave, in western Liguria. We re-analysed four artefacts from the impresso-cardial deposit (layer III, level XXII), already analysed by means of neutron activation (INAA) at the end of the '70s during Lawrence H. Barfield's pioneering obsidian circulation research in northern Italy. In addition, three previously unpublished artefacts have been analysed with the same method.

The scope of the new characterizations was to solve some problems raised from previous publications, in which contradictory information did not allow us to identify each analysed artefact and attribute it to its original source (at that time determined as Lipari and Sardinia).

Therefore, the four artefacts have been re-analysed by non-destructive methods: PIXE at LP2i Bordeaux (AIFIRA platform) and EDXRF at Archéosciences Bordeaux. The results of these analyses were compared to the data obtained with similar analytical methods from obsidian geological samples of potential "island-sources" in the Western Mediterranean. The study established that all the four re-analysed obsidian artefacts from Pollera Cave can now be ascribed to only two different chemical compositional groups (SB2, SC) of the Monte Arci Sardinian source and exclude the presence of Lipari obsidian in the early Neolithic horizons of the cave.

These new results outline a picture much more coherent with that emerged from the analyses of obsidian artefacts from the Impresa and Cardial levels of the Arene Candide cave and, more generally, from early Neolithic sites of the Liguro-Provençal arc.

Finally, this research pinpoints to the need of systematically reviewing the characterizations published during the first pioneering archaeometric obsidian studies with more precise sourcing databases and methods, to be applied especially when they are in contradiction with a new, more reliable archaeological evidence.

## IL SITO E IL CONTESTO ARCHEOLOGICO

La Grotta Pollera è indubbiamente una delle più importanti cavità carsiche del Finalese; l'ampio ingresso, che si apre a circa 284 m s.l.m. sul pendio occidentale del monte che domina la valle di Pian Marino, introduce in una grande sala dalla quale, mediante un ripido scivolo, si raggiunge un ambiente ipogeo dove scorre il Rio Montesordo (fig. 1).

Nota agli studiosi ed esplorata già a partire dall'Ottocento per i suoi depositi antropici di età olocenica, la grotta ha restituito evidenze di frequentazioni dal Neolitico fino alla media età del Bronzo (Odetti 1972, 1974; Tiné 1974, 1999; Tiné e Traverso 1992; Del Lucchese e Starnini 2013; Sparacello *et alii* 2020).

Tra il 1971 e il 1973, l'allora Soprintendenza Archeologica della Liguria, in collaborazione con l'Università di Genova, promosse una serie di indagini archeologiche nel sito, dirette da S. Tiné (Tiné 1972, 1973; Odetti 1978, 1991).

Dopo l'asportazione del terreno di risulta dei precedenti scavi (1971), fu possibile indagare quanto ancora rimaneva dei livelli neolitici su circa una ventina di metri quadrati in una zona prossima all'ingresso, a ridosso della parete orientale (1972). Lo scavo, condotto per tagli, portò a individuare una successione di quattro fasi, denominate "strato Ia" (tagli I-VIII), "strato Ib" (tagli IX-XV), "strato II" (tagli XVI-XVIII) e "strato III" (tagli XIX-XXIV); la sequenza venne verificata e confermata anche nella successiva campagna (1973) con la rimozione del testimone (tagli X-XXX), dal quale vennero prelevati anche i campioni per le prime datazioni radiocarboniche (Odetti 1974; Tiné 1974).

Sulla base dello studio dei reperti, gli strati Ia e Ib furono attribuiti alla Cultura dei Vasi a Bocca Quadrata, lo strato II al cosiddetto "Stile Pollera" caratterizzato da ceramiche graffite (Maggi 1977; Odetti 1977, 2001; Tiné 1977, 1999; Del Lucchese e Starnini 2015) e lo strato III alle "Ceramiche Impresse" (Odetti 1991).

## LE PRECEDENTI DETERMINAZIONI DI PROVENIENZA DELLE OSSIDIANE DELLA POLLERA

Nel corso degli scavi 1971-73 vennero recuperati complessivamente otto manufatti in ossidiana, di cui solo quattro in stratigrafia (tab. I).



Fig. 1 – A) Ubicazione della Grotta Pollera e delle fonti di ossidiana del Mediterraneo occidentale. B) Planimetria delle fonti primarie e secondarie di ossidiana di Monte Arci (aggiornata da Lugliè *et alii* 2006: fig. 2); C) L'ingresso della Grotta Pollera, ripreso dalla sala principale.

A) Map showing the location of Pollera Cave and the Western Mediterranean obsidian sources. B) Map of the Monte Arci obsidian primary and secondary sources (from Lugliè *et alii* 2006: fig. 2, updated). C) View of the entrance of the Pollera Cave from the main hall.

La composizione chimica elementare di tre di questi manufatti venne analizzata per la prima volta alla fine degli anni Settanta, nell'ambito della pionieristica ricerca sulla circolazione dell'ossidiana in Italia settentrionale intrapresa da Lawrence H. Barfield. I reperti – non illustrati e indicati come provenienti uno dal taglio XXII, uno dal taglio XVIII<sup>1</sup> e uno genericamente attri-

<sup>1</sup> Potrebbe trattarsi di un errore di lettura o trascrizione della piccola sigla scritta a mano sul pezzo: la X, infatti, potrebbe essere stata scambiata per una V.

Tab. I – Grotta Pollera, scavi 1971-73. Descrizione e provenienza dei manufatti in ossidiana e dei campioni analizzati. *Pollera Cave, 1971-73 excavations. Description and stratigraphic provenance of the obsidian artefacts and analysed samples.*

ID	Descrizione	Misure (mm)	Peso (gr)	Provenienza stratigrafica	Provenienza ossidiana da studi precedenti	Bibliografia	ID PIXE-	ID EDXRF	Determinazione provenienza materia prima
1a	Fr. dist II	(17)x14x2	0,59	-	-	-			Monte Arci SB2
1b	Fr. prox II	(15)x11,5x2	0,51	Strato III taglio XXII	Lipari	Odetti 1991: fig. 46, n. 14	<b>POL1</b>	<b>POL1</b>	
1c	Microlamella	18,5x8,5x1	0,25	-	-	-			
2	Fr. ee	16,5x(20)x5,5	1,18	Strato III taglio XXII	Sardegna	Odetti 1991: fig. 46, n. 6	<b>POL2</b>	<b>POL2</b>	Monte Arci SC
3	Fr. dist II	(24)x11,5x2,5	0,95	Strato III taglio XXII	Sardegna	Odetti 1991: fig. 46, n. 5	<b>POL3</b>	<b>POL3</b>	Monte Arci SB2
4	Fr. prox II	(20,5)x13x4	1,33	Strato III taglio XXII	Lipari	Odetti 1991: fig. 46, n. 8	<b>POL4</b>	<b>POL4</b>	Monte Arci SB2
5	Fr prox ee	(12)x (5)x2	0,12	[sigla illeggibile]	-	-		<b>POL5</b>	Monte Arci SA
6	Fr. prox lama ritoccata (LD1)	(14,5)x 9x3	0,39	Rimaneggiato	-	-		<b>POL6</b>	Palmarola
7	Geometrico (T2. T2)	14x13x3	0,55	Rimaneggiato qq. A/B 4/6	-	-		<b>POL7</b>	Roccia silicea

buito alle “Ceramiche Impresse” – furono sottoposti ad analisi per attivazione neutronica strumentale (INAA) presso l’Università di Bradford (UK); i risultati permisero di determinare che le materie prime provenivano da Lipari (campione 670/12) e dal Monte Arci-SC (campioni 670/18 e 670/13) (Williams Thorpe *et alii* 1979).

In un articolo successivo dedicato agli scavi 1971-73 nel deposito neolitico della Pollera, G. Odetti (1991) pubblicò complessivamente quattro manufatti in ossidiana (tab. I; fig. 2.1b, 2.2-2.4), tutti provenienti dal taglio XXII (strato III).

Poiché le informazioni discordanti riportate nelle varie pubblicazioni impedivano di associare con certezza i singoli manufatti alle rispettive provenienze, i reperti sono stati sottoposti ad analisi spettroscopiche elementari, per determinare nuovamente la provenienza della materia prima.

#### NUOVE ANALISI SULLE OSSIDIANE DELLA POLLERA

Sulla base delle attuali conoscenze, le ossidiane rinvenute nei siti neolitici del Mediterraneo occidentale, finora analizzate con metodologie archeometriche, provengono tutte da un limitato numero di sorgenti insulari: Lipari, Palmarola, Pantelleria e Sardegna (fig. 1.A) (Tykot 1996; Ammerman e Polglase 1997).

Nell’ambito di un progetto di ricerca dedicato alla revisione generale dei materiali neolitici

provenienti dalla Grotta Pollera (Del Lucchese e Starnini 2013, 2015; Starnini *et alii* 2021), sette manufatti in ossidiana, di cui quattro (tab. I; fig. 2.1b, 2.2-2.4) provenienti dal taglio XXII (strato III) già pubblicati in Odetti 1991 e tre rimasti finora inediti (tab. I; fig. 2.5-2.7), sono stati analizzati mediante determinazione della composizione chimica elementare. Per le analisi sono state impiegate due delle più recenti metodologie analitiche non distruttive: PIXE (Particle Induced X-ray Emission) realizzata presso il LP2i Bordeaux, Laboratoire de Physique des Deux Infinis de Bordeaux (AIFIRA Platform: Sorieul *et alii* 2014) e EDXRF (Energy dispersive X-ray Fluorescence) presso l’Archéosciences Bordeaux (Leck *et alii* 2018).

Queste tecniche consentono analisi multielementali con alta sensibilità di rivelazione; gli elementi chimici rilevati risultano particolarmente indicativi dei processi genetici subiti dal vetro vulcanico e di conseguenza consentono di distinguere, con elevata precisione, le fonti di ossidiana delle diverse isole del Mediterraneo e le molteplici fonti all’interno di uno stesso giacimento.

I dati acquisiti sui reperti della Pollera tramite PIXE ed EXDRF sono stati confrontati con quelli ottenuti da campioni geologici prelevati dalle potenziali fonti di ossidiana del Mediterraneo occidentale (Lugliè *et alii* 2007, 2008, 2009, 2014; Mulazzani *et alii* 2010; Nicod *et alii* 2019;

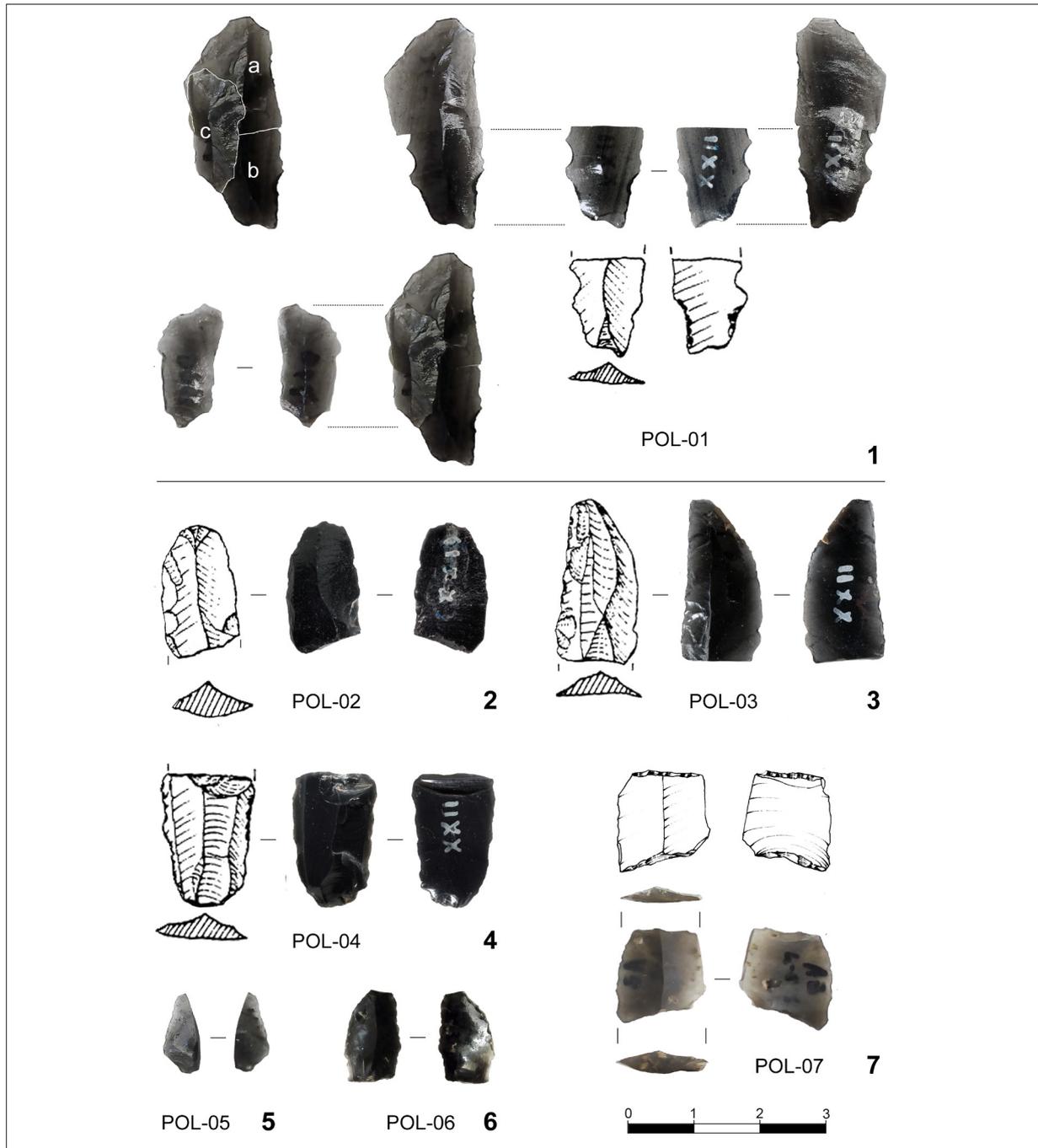


Fig. 2 – Grotta Pollera, scavi 1971-73. Manufatti in ossidiana: 1b-4) Elementi provenienti dal taglio XXII – strato III (orizzonte Impresso-Cardiale) (disegni da Odetti 1991: fig. 46, nn. 14, 6, 5, 8, modificata) rianalizzati con tecniche spettroscopiche elementari nel presente lavoro (POL1-4); 1) Rimontaggio di due manufatti privi di provenienza stratigrafica (a-c) con il campione POL1 (b) dal taglio XXI, determinato come Monte Arci-SB2; 2) Microscheggia POL2, da Monte Arci-SC; 3) Frammento distale di microlamella POL3, da Monte Arci-SB2; 4) Frammento prossimale di lamella POL4, da Monte Arci-SB2; 5) Frammento prossimale di piccola scheggia POL5, privo di indicazioni stratigrafiche, da Monte Arci-SA; 6) Frammento prossimale di lama ritoccata POL6 dal rimaneggiato, Palmarola; 7) Geometrico quadrangolare dal rimaneggiato POL7, non ossidiana.

*Pollera Cave, 1971-73 excavations. Obsidian artefacts: 1b-4) Artefacts from spit XXII (from Odetti 1991: fig. 46, n. 14, 6, 5, 8, modified) reanalyzed by elementary spectroscopic techniques in this work (POL1-4); 1) sample POL1 (b) from spit XXI and two refitting pieces (a, c) from Monte Arci source-SB2; 2) Flakelet fragment POL2, from Monte Arci source-SC; 3) Distal fragment of bladelet POL3, from Monte Arci source-SB2; 4) Proximal fragment of bladelet POL4, from Monte Arci source-SB2; 5) Proximal fragment POL5, stray find, from Monte Arci source-SA; 6) Proximal fragment of retouched blade POL6, stray find, from Palmarola source; 7) Geometric armature POL7, stray find, not obsidian.*

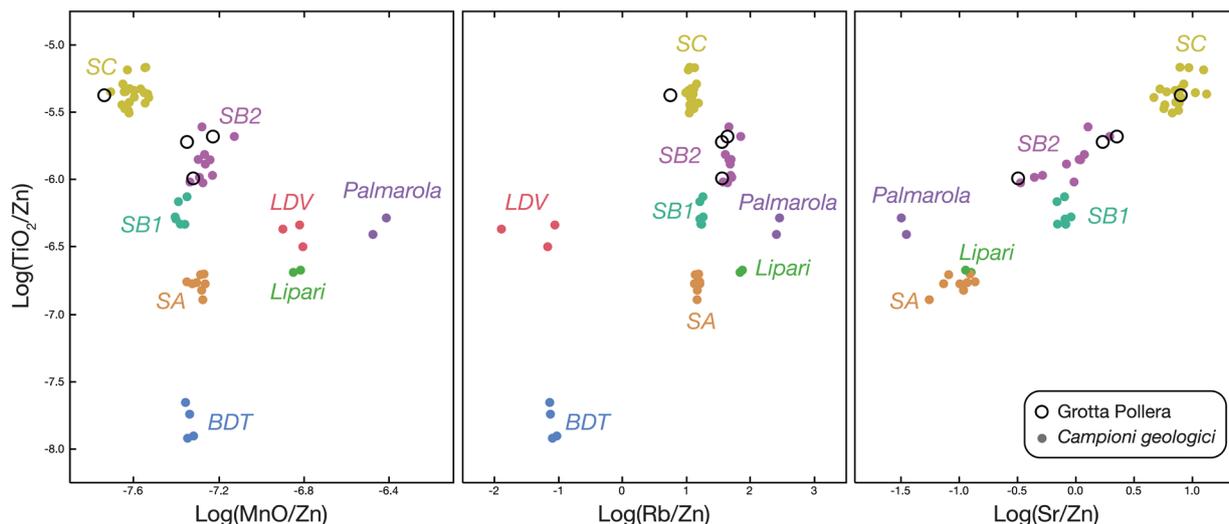


Fig. 3 –Diagrammi binari di comparazione dei rapporti logaritmici determinati tramite PIXE per quattro ossidiane della Grotta Pollera e per le sorgenti mediterranee di Lipari, Palmarola, Pantelleria (BDT Balata dei Turchi; LDV Lago di Venere) e Sardegna (SA, SB1 SB2, SC). Lo stronzio (Sr) non è calcolato nelle pantelleriti (BDT e LDV).

*Diagrams comparing logarithmic ratios determined by PIXE for the four obsidians samples from Pollera Cave and the Mediterranean sources of Lipari, Palmarola, Pantelleria (BDT Balata dei Turchi; LDV Lago di Venere), and Sardinia (SA, SB1 SB2, SC). Strontium (Sr) is not calculated in Pantelleria's sources (BDT and LDV).*

Poupeau *et alii* 2000). Il confronto ha mostrato che la firma geochimica dei quattro manufatti analizzati provenienti dallo strato III è compatibile esclusivamente con un'origine sarda. La comparazione dei rapporti logaritmici tra alcuni elementi ha permesso, inoltre, di stabilire che le ossidiane in esame appartengono a due gruppi distinti della Sardegna (fig. 1.B), quelli di tipo SB2 (POL1, POL3 e POL4) e di tipo SC (POL2) del complesso vulcanico di Monte Arci (fig. 3 e 4).

La revisione sistematica delle industrie litiche rinvenute nel corso degli scavi 1971-73 alla Pollera (Bruschini 2019) ha consentito inoltre di individuare altri cinque manufatti, di cui quattro sicuramente in ossidiana e uno realizzato con una materia prima litica di aspetto assimilabile, mai segnalati nelle precedenti pubblicazioni e provenienti dal rimaneggiato o privi di precise indicazioni stratigrafiche (tab. I; fig. 2.1a., 2.1c., 2.5-2.7).

Il rimontaggio di due di questi elementi (fig. 2.1a, 2.1c) con il manufatto POL1 (fig. 2.1b) ha consentito di stabilire la loro provenienza sarda (Monte Arci-SC) senza sottoporli ad analisi e di ricondurli, quindi, alle occupazioni impresso-cardiali dello strato III. Gli altri due manufatti (fig. 2.5-2.6), analizzati mediante EXDRF, sono risultati prodotti con ossidiana sarda (Monte Arci-SA, POL5) e di Palmarola (POL-6).

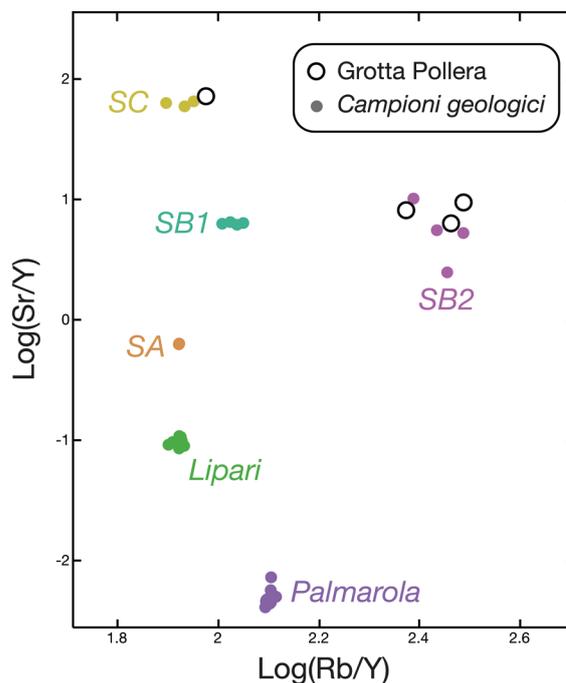


Fig. 4 –Diagrammi binari di comparazione dei rapporti logaritmici determinati tramite EDXRF per sei ossidiane della Grotta Pollera e per le sorgenti mediterranee di Lipari, Palmarola e Sardegna (SA, SB1 SB2, SC).

*Bivariate plot comparing logarithmic ratios determined by EDXRF for the six obsidians samples from Pollera Cave and the different sources of Lipari, Palmarola, and Sardinia (SA, SB1 SB2, SC).*

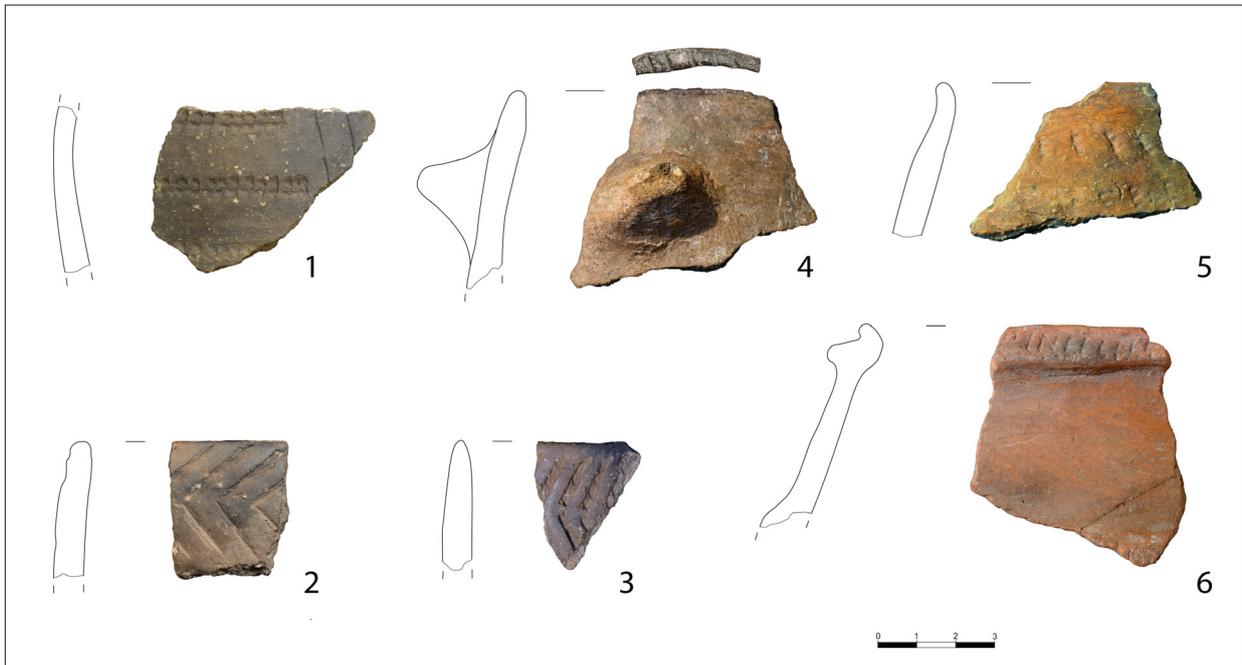


Fig. 5 – Grotta Pollera, scavi 1971-73. Alcuni frammenti ceramici riconducibili ai diversi orizzonti crono-culturali del Complesso Impresso-Cardiale.

*Pollera Cave, 1971-73 excavations. Impresso-Cardial Complex potsherds.*

Invece, il geometrico quadrangolare ottenuto con doppia troncatura (fig. 2.7), recuperato nel deposito rimaneggiato, che trova un confronto stringente con un esemplare rinvenuto nei livelli cardiali del riparo di Su Carroppu, nel Sulcis, nella parte sud-occidentale della Sardegna (Lugliè 2018: fig. 6) e che mostra caratteri mesoscopici non compatibili con un vetro vulcanico, sottoposto ad analisi spettroscopiche elementari non è risultato ricavato da ossidiana ma da una roccia silicea molto vetrosa.

Infine, una prima analisi funzionale a basso ingrandimento ha evidenziato la presenza di tracce d'uso solo su un frammento di lama a dorso (fig. 2.6).

#### CONSIDERAZIONI

Il sistematico lavoro di revisione intrapreso negli ultimi anni sul complesso di materiali degli scavi condotti tra il 1971 e il 1973 nel deposito neolitico della Grotta Pollera fornisce nuovi dati per la ricostruzione dei sistemi tecno-economici delle prime comunità neolitiche della Liguria occidentale.

Il riesame dell'industria litica ha consentito di ampliare il *corpus* degli elementi in ossidiana ri-

spetto a quanto finora noto e di ricontestualizzare dal punto di vista stratigrafico alcuni reperti sporadici (fig. 2.1).

Sei dei nove manufatti in ossidiana rinvenuti negli scavi 1971-73 provengono, o sono riconducibili, allo strato III (tab. I) e quindi riferibili alle fasi di occupazione impresso-cardiali del sito.

La revisione dei reperti ceramici provenienti da questo strato (Panelli 2019) ha evidenziato la presenza di elementi che, principalmente sulla base dei loro caratteri tecno-decorativi e del confronto con il complesso ceramico rinvenuto nel corso dei recenti scavi condotti alle Arene Candide (Panelli 2019), possono essere attribuiti a diversi orizzonti crono-culturali (fig. 5), dall'Impressa "Arene Candide-Peiro Signado" (fig. 5.1-5.3) al Cardiale a zonazione orizzontale di tradizione provenzale (fig. 5.5-5.6) (Manen 2007; Binder e Sénépart 2010; Binder *et alii* 2017). Tuttavia, il tentativo di operare una scansione crono-stratigrafica più fine all'interno dello strato III, della potenza di circa 30/40 cm, analizzando la dispersione dei reperti in relazione ai tagli, non ha portato a risultati apprezzabili, principalmente a causa delle problematiche derivanti dalla metodologia di scavo adottata (diverso spessore dei tagli tra una campagna e l'altra e incongruenze nella correlazione delle sequenze).

Tab. II – Grotta Pollera, scavi 1971-73. Date radiometriche disponibili per i livelli impresso-cardiali. Calibrazione OxCal v.4.4 (Bronk Ramsey 2020); r.5 IntCal20 atmospheric curve (Reimer *et alii* 2020).

*Pollera Cave, 1971-73 excavations. Early Neolithic radiocarbon results. OxCal v. 4.4 (Bronk Ramsey 2020); r.5 IntCal20 atmospheric curve (Reimer et alii 2020).*

Sigla	Uncal BP	Materiale datato	Provenienza stratigrafica	Cal BCE (95.4%)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰; IRMS)	C:N	Bibliografia
MC-756	6950±100	Carboni indeterminati	Strato III taglio XXIV	6015-5662	-	-	Tiné 1974: 52
MC-1148	6880±100	Carboni indeterminati	Strato III taglio XXI	5984-5938 (6.2%) 5930-5622 (89.3%)	-	-	Odetti 1990: 143
MC-757	6580±100	Carboni indeterminati	Strato III taglio XXIII	5707-5693 (0.9%) 5670-5331 (94.6%)	-	-	Tiné 1974: 52
GrM-19996	6865±30	Collagene osseo (pecora)	Strato III taglio XXVII q. B5 (testimone)	5831-5706 (87.1%) 5698-5669 (8.3%)	-19.73	3.3	-
GrM-19997	6465±28	Collagene osseo (pecora)	Strato III taglio XXX q. B5 (testimone)	5479-5373	-20.66	3.2	-
GrM-19992	6390±28	Collagene osseo (pecora/capra)	Strato II taglio XVIII q. C4	5473-5430 (22.3%) 5413-5308 (73.1%)	-20,75	3.2	-
GrM-19995	6191±21	Collagene osseo (maiale)	Strato III taglio XXVIII q. B5 (testimone)	5215-5199 (7.2%) 5187-5051 (88.3%)	-20.33	3.2	-

La presenza di differenti momenti di occupazione della Pollera nel corso del VI millennio BCE, suggerita dallo studio della ceramica, trova comunque conferma anche nei risultati di una nuova serie di date radiometriche ottenute da campioni a vita breve (fauna domestica) presso il Centrum voor Isotopen Onderzoek dell'Università di Groningen. Le nuove date (tab. II), che si distribuiscono su tutto il VI millennio BCE, restituiscono un quadro cronologico più preciso rispetto a quanto era possibile delineare sulla base delle misure radiometriche da tempo disponibili per lo strato III (Tin  1974: 52; Odetti 1991: 143; Pearce 2013: 60), oggi considerate poco affidabili per la natura del campione e per l'alta deviazione standard della misura.

Sebbene allo stato attuale delle conoscenze non sia possibile precisare ulteriormente l'attribuzione crono-culturale dei reperti in ossidiana della Pollera, il nostro studio consente di ricostruire con maggior dettaglio i tempi e i modi che possono aver regolato i flussi di ossidiana dalle diverse fonti mediterranee verso le coste liguri nel corso del Neolitico.

Le nuove determinazioni della composizione chimica-elementale delle ossidiane provenienti dalla porzione pi  antica della sequenza neolitica della Grotta Pollera modificano significativamente quanto determinato da precedenti studi, consentendo di formulare nuove interpretazio-

ni sull'approvvigionamento e la distribuzione dell'ossidiana sulle coste liguri nel corso del VI millennio BCE. Le analisi hanno permesso, infatti, di stabilire che tutte le ossidiane provenienti dallo strato III appartengono esclusivamente a due diversi gruppi chimico-composizionali del Monte Arci (SB2, SC) (figg. 3 e 4; tab. I).

Le discrepanze rilevate in relazione alle precedenti determinazioni possono essere giustificate considerando il livello pionieristico di questo settore di ricerca negli anni Settanta del secolo scorso, quando erano disponibili solo pochi dati comparativi per l'identificazione precisa delle provenienze e il controllo del campionamento geologico di riferimento non sempre era puntuale. Un episodio analogo si era verificato, infatti, anche nel caso del sito francese di Peiro Signado, dove indagini successive e condotte con diversi metodi archeometrici avevano consentito di rideterminare le ossidiane inizialmente ritenute liparote (Crisci *et alii* 1994) come provenienti dalla Sardegna (SB2) e da Palmarola (Briois *et alii* 2009).

I nuovi dati ottenuti per i manufatti della Pollera, che escludono la presenza di ossidiane provenienti da Lipari nel corso del VI millennio BCE, delineano ora un quadro pi  coerente con quello emerso dai coevi livelli Impressa e Cardiali delle Arene Candide, caratterizzati esclusivamente da ossidiane pontine e sarde (Ammerman e Polglase 1997), e, pi  in generale, dei siti del Mediterraneo

nord-occidentale (Briois *et alii* 2009; Manen *et alii* 2019; Nicod *et alii* 2019), rafforzando l'ipotesi che l'approvvigionamento di ossidiana dall'una o l'altra delle diverse sorgenti possa rivestire un preciso significato crono-culturale, nonché rispondere a differenti dinamiche di interazione a media e lunga distanza.

In questa prospettiva, sembra ormai necessario riverificare con le più moderne metodiche le precedenti determinazioni di provenienza dei manufatti archeologici in ossidiana stabilite sulla base delle prime indagini archeometriche in questo campo, poiché i risultati potrebbero condurre a formulare nuove interpretazioni delle dinamiche di approvvigionamento, distribuzione e circolazione di questo vetro vulcanico nel corso del Neolitico.

#### RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare Angiolo Del Lucchese funzionario archeologo della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Genova e le provincie di Imperia, La Spezia e Savona per aver autorizzato le analisi dei reperti, Barbara Voytek per l'analisi funzionale a basso ingrandimento dei manufatti in ossidiana, Peter Rowley-Conwy (Durham University, UK) per le determinazioni dei campioni di fauna sottoposti a datazione, Philippe Alfaut e Stéphanie Sorieul, membri dello staff tecnico dell'AIFIRA per la loro disponibilità. Il progetto ha beneficiato del supporto economico dell'Agence Nationale de la Recherche (LaScArBx ANR-10-LABX-52), del CNRS, dell'Università di Bordeaux e della Région Nouvelle Aquitaine. Le date radiometriche sono state finanziate nell'ambito del Progetto di Ricerca di Ateneo "Paesaggi funerari tra rito e società. Nuovi approcci allo studio delle necropoli nel mondo antico" (PRA 2019) dell'Università di Pisa.

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

AMMERMAN A.J., POLGLASE C. (1997) – Analyses and descriptions of the obsidian collections from Arene Candide, in MAGGI R., STARNINI E., VOYTEK B. A. eds. – *Arene Candide: a functional and environmental assessment of the Holocene Sequence (Excavations Bernabò Brea - Cardini, 1940-50)*. Memorie dell'Istituto Italiano di Paleontologia Umana. Nuova serie 5. Roma: Il calamo: 573-592.

- BINDER D., LANOS P., ANGELI L., GOMART L., GUILAINE J., MANEN C., MAGGI R., MUNTONI I.M., PANELLI C., RADI G., TOZZI C., AROBBA D., BATTENTIER J., BRANDAGLIA M., BOUBY L., BRIOIS F., CARRÉ A., DELHON C., GOURICHON L., MARINVAL P., NISBET R., ROSSI S., ROWLEY-CONWY P., THIÉBAULT S. (2017) – Modelling the earliest north-western dispersal of Mediterranean Impressed Wares, new dates and Bayesian chronological model, *Documenta Praehistorica* XLIV: 54-77.
- BINDER D., SÉNÉPART I. (2010) – La séquence de l'Impresso-Cardial de l'abri Pendimoun et l'évolution des assemblages céramiques en Provence, *Mémoire de la Société Préhistorique française* LI: 149-167.
- BRIOIS F., MANEN C., GRATUZE B. (2009) – Nouveaux résultats sur l'origine des obsidiennes de Peiro Signado à Portiragnes (Hérault), *Bulletin la Société Préhistorique française* 106 (4): 809-811.
- BRUSCHINI M. (2019) – *Nuovi contributi sul Neolitico dell'alto Tirreno: La revisione dei materiali ceramici e dell'industria litica scheggiata dagli scavi 1971-1973 della Grotta Pollera (SV)*. Tesi magistrale in Archeologia, Università di Pisa, inedita.
- CRISCI G.M., RICQ-DE BOUARD M., LANZAFRAME U., DE FRANCESCO A.-M. (1994) – Les obsidiennes du Midi de la France: nouvelle méthode d'analyse et provenance de l'ensemble des obsidiennes néolithiques du Midi de la France, *Gallia Préhistoire* 36: 299-308.
- DEL LUCCHESI A., STARNINI E. (2013) – Aggiornamenti sull'età del Bronzo in Liguria. Nuovi dati dall'assemblaggio della ceramica della Grotta Pollera (Finale Ligure, SV), *Archeologia in Liguria* III, n. s. (2008-2009): 11-23.
- DEL LUCCHESI A., STARNINI E. (2015) – Aggiornamenti sulla fase antica della Cultura dei Vasi a Bocca Quadrata in Liguria da una revisione dei materiali ceramici in corso, *Archeologia in Liguria* V, n. s. (2012-2013): 27-37.
- LECK A., LE BOURDONNEC F.-X., GRATUZE B., DUBERNET S., AMEZIANE-FEDERZONI N., BRESSY-LEANDRI C., CHAPOULIE R., MAZET, S., BONTEMPI J.-M., MARINI N., REMICOURT M., PERRIN T. (2018) – Provenance d'artefacts en rhyolite corse: évaluation des méthodes d'analyse géochimique/ Provenance studies of Corsican rhyolite artefacts: Assessment of geochemical analysis methods, *Comptes Rendus Palevol* 17 (3): 220-232.
- LUGLIÈ C., LE BOURDONNEC F.-X., POUPEAU G., BOHN M., MELONI S., ODDONE M., 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: 995-1003.
- LUGLIÈ C., LE BOURDONNEC F.-X., POUPEAU G., ATZENI E., DUBERNET S., MORETTO P., 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., CONGIA C., MORETTO P., CALLIGARO T., SANNA I., DUBERNET S. (2008) – Obsidians in the Rio Saboccu (Sardinia, Italy) campsite: Provenance, reduction and relations with the wider Early Neolithic Tyrrhenian area, *Comptes Rendus Palevol* 7: 249-258.
- LUGLIÈ C., CONGIA C., LE BOURDONNEC F.-X., BOHN M., DUBERNET S., MORETTO P., SANNA I., POUPEAU G.

- (2009) – Obsidian economy in the Rio Saboccu open-air Early Neolithic site (Sardinia), in STERNKE F., COSTA L.J., EIGELAND L. eds. – *Non-flint Raw Material Use in Prehistory: Old Prejudices and New Directions*. Proceedings of the XV Congress of the International Union of the Prehistoric and Protohistoric Sciences, Lisbon, 4-9 September 2006. BAR International Series 1939. Oxford: Archaeopress: 203-215.
- LUGLIÈ C., LE BOURDONNÉC F.-X., POUPEAU G. (2014) – Caratterizzazione elementare e provenienza delle ossidiane mediante analisi non distruttiva PIXE e EDXRF, in VENTURINO GAMBARI M. ed. – *La memoria del passato. Castello di Annone tra archeologia e storia*. Archeologia Piemonte 2. Alessandria: LineLab edizioni: 333-336.
- LUGLIÈ C. (2018) – Your path led through the sea... The emergence of Neolithic in Sardinia and Corsica, *Quaternary International* 470 (Part B): 285-300. DOI: 10.1016/j.quaint.2017.12.032.
- MAGGI R. (1977) – Lo strato a ceramiche graffite delle Arene Candide, *Preistoria Alpina* 13: 205-211.
- MANEN C. (2007) – La production céramique de Pont de Roque-Haute: synthèse et comparaisons, in GUILANE J., MANEN C., VIGNE J.-D. eds – *Pont de Roque-Haute. Nouveaux regards sur la néolithisation de la France méditerranéenne*. Toulouse: Archives d'Écologie préhistorique: 151-166.
- MANEN C., PERRIN T. (2009) – Réflexions sur la genèse du Cardial 'franco-ibérique', in *De Méditerranée et d'ailleurs...: Mélanges offerts à Jean Guilaine*. Toulouse: Archives d'Écologie préhistorique: 427-443.
- MANEN C., PERRIN T., RAUX A., BINDER D., LE BOURDONNÉC F.-X., BRIOIS F., CONVERTINI F., DUBERNET S., ESCALLON G., GOMART L., GUILAINE J., HAMON C., PHILIBERT S., QUEFFELEC A. (2019) – Le sommet de l'iceberg ? Colonisation pionnière et néolithisation de la France méditerranéenne, *Bulletin de la Société préhistorique française* 116 (2): 317-361.
- MULAZZANI S., LE BOURDONNÉC F.-X., BELHOUCHE L., POUPEAU G., ZOUGHLAMI J., DUBERNET S., TUFANO E., LEFRAIS Y., KHEDHAÏER R. (2010) – Obsidian from the Epipalaeolithic and Neolithic eastern Maghreb. A view from the Hergla context (Tunisia), *Journal of Archaeological Science* 37: 2529-2537.
- NICOD P.-Y., PERRIN T., LE BOURDONNÉC F.-X., PHILIBERT S., OBERLIN C., BESSE M. (2019) – First Obsidian in the Northern French Alps during the Early Neolithic, *Journal of Field Archaeology* 44 (3): 180-194. DOI: 10.1080/00934690.2019.1580077
- ODETTI G. (1972) – Cento anni di scavi nella grotta Pollera, *Atti e Memorie della Società Savonese di Storia Patria* VI, n. s.: 11-39.
- ODETTI G. (1974) – Gli strati neolitici della Grotta Pollera, in *Atti della XVI Riunione Scientifica in Liguria*, Genova-Bordighera 3-5 novembre 1973. Firenze: Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria: 141-150.
- ODETTI G. (1977) – Le ceramiche graffite nella grotta della Pollera, *Preistoria Alpina* 13: 212-216.
- ODETTI G. (1978) – Grotta Pollera, in *Restauri in Liguria*. Catalogo della mostra tenutasi a Genova, Palazzo Reale, 15 aprile-18 giugno 1978. Genova: Sagep: 35-42.
- ODETTI G. (1991) – Saggio nei livelli neolitici della Grotta Pollera, *Rivista Ingauna e Intemelica* XLV (1-4), n. s.: 107-147.
- ODETTI G. (2001) – L'horizon a céramique gravée en Ligurie: état de la question, *Bulletin de la Société préhistorique française* 98 (3): 459-469.
- PANELLI C. (2019) – *La Caverna delle Arene Candide. Produzioni ceramiche e dinamiche di popolamento in Liguria occidentale nel corso del VI millennio BCE*. Tesi di dottorato in cotutela, Università degli studi di Genova – Université Côte d'Azur, inedita.
- PEARCE M. (2013) – Radiocarbon chronology for the spread of the early Neolithic north through the Tyrrhenian and Ligurian Seas area, in PEARCE M. ed. – *Rethinking the North Italian Early Neolithic*. London: Accordia Research Institute, University of London: 21-84.
- POUPEAU G., BELLOT-GURLET L., BRISOTTO V., DORIGHEL O. (2000) – Nouvelles données sur la provenance de l'obsidienne des sites néolithiques du Sud-Est de la France, *Comptes Rendus Académie des Sciences, Paris, Sciences de la Terre et des planets* 330: 297-303.
- REIMER P., AUSTIN W., BARD E., BAYLISS A., BLACKWELL P., BRONK RAMSEY C., BUTZIN M., CHENG H., EDWARDS R., FRIEDRICH M., GROOTES P., GUILDERTSON T., HAJDAS I., HEATON T., HOGG A., HUGHEN K., KROMER B., MANNING S., MUSCHELER R., PALMER J., PEARSON C., VAN DER PLICHT J., REIMER R., RICHARDS D., SCOTT E., SOUTHON J., TURNEY C., WACKER L., ADOLPHI F., BÜNTGEN U., CAPANO M., FAHRNI S., FOGTMANN-SCHULZ A., FRIEDRICH R., KÖHLER P., KUDSK S., MIYAKE F., OLSEN J., REINIG F., SAKAMOTO M., SOOKDEO A., TALAMO, S. (2020) – The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP), *Radiocarbon* 62: 1-33. DOI: <https://doi.org/10.1017/RDC.2020.41>.
- SORIEUL S., ALFAURT P., DAUDIN L., SERANI L., MORETTO P. (2014) – Aifira: An ion beam facility for multidisciplinary research, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 332: 68-73.
- SPARACELLO V.S., VARALLI A., ROSSI S., PANELLI C., GOUDE G., PALSTRA S.W.L., CONVENTI M., DEL LUCCHESI A., AROBBA D., DE PASCALE A., ZAVATTARO M., GARIBALDI P., ROSSI G., MOLINARI I., MAGGI R., MOGGI-CECCHI J., STARNINI E., BIAGI P., DORI I. (2020) – Dating the funerary use of caves in Liguria (northwestern Italy) from the Neolithic to historic times: Results from a large-scale AMS campaign on human skeletal series, *Quaternary International* 536: 30-44. DOI: 10.1016/j.quaint.2019.11.034.
- STARNINI E., PANELLI C., LE BOURDONNÉC F.-X., LUGLIÈ C. (2021) – New results from sourcing the early Neolithic obsidian artefacts from Pollera Cave (Liguria, NW Italy), in *Inventaria Praehistorica Hungarica. Beyond the Glass Mountains*. Proceedings of the International Obsidian Conference 2019, Sárospatak, 27-29 May 2019. Budapest: Hungarian National Museum: 57-68.
- TINÉ S. (1972) – Grotta Pollera (Finale Ligure, Prov. di Savona), *Rivista di Scienze Preistoriche* XXVII (1): 444-446.
- TINÉ S. (1973) – Gli scavi nelle caverne delle Arene Candide e della Pollera, in *Atti della XV Riunione Scientifica*, Verona - Trento, 27-29 ottobre 1972. Firenze: Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria: 89-93.
- TINÉ S. (1974) – Il Neolitico e l'età del Bronzo della Liguria alla luce delle recenti scoperte, in *Atti della XVI Riunione Scientifica in Liguria*, Genova-Bordighera 3-5

- novembre 1973. Firenze: Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria: 37-57.
- TINÉ S., ed. (1977) – Le ceramiche graffite nel neolitico del Mediterraneo centro occidentale, *Preistoria Alpina* 13: 161-238.
- TINÉ V. (1999) – Transizione tra Neolitico Antico e Neolitico Medio: le ceramiche dello stile Pollera. Strato 13, in TINÉ S. ed. – *Il Neolitico nella Caverna delle Arene Candide (scavi 1972-1977)*. Collezione di Monografie Preistoriche ed Archeologiche 10. Bordighera: Istituto Internazionale di Studi Liguri: 142-180.
- TINÉ V., TRAVERSO A. (1992) – Gli strati dell'età del Bronzo della grotta Pollera (Finale Ligure-Savona), *Rassegna di Archeologia* 10 (1990-1992): 335-339.
- TYKOT R. (1996) – Obsidian Procurement and Distribution in the Central and Western Mediterranean, *Journal of Mediterranean Archaeology* 9 (1): 39-82.
- WILLIAMS THORPE O., WARREN S.E., BARFIELD L.H. (1979) – The source and distribution of archaeological obsidian in northern Italy, *Preistoria Alpina* 15: 73-92.