

## Ceramica comune dall'abitato nuragico di Sant'Imbenia (Alghero, Sardegna). Alcune osservazioni sulla tecnologia di produzione di manufatti dell'età del Ferro

Beatrice De Rosa – Marco Rendeli – Paola Mameli

*The Nuragic site of Sant'Imbenia in Alghero (north-western Sardinia, Italy) was inhabited approximately between the 14<sup>th</sup> and the 7<sup>th</sup> century BC. During the last centuries of its life, Sant'Imbenia lived a population of locals and foreigners; it is obvious that as well as goods and raw materials they exchanged ideas, knowledge and technologies.*

*The aim of the work is to identify the development of this settlement through the analysis of the ceramic technology. The study takes into account the results of the archaeometric analyses of the nuragic pottery produced during the VIII and the VII century BC, found during the excavations carried out in 2010, 2011, 2012 and 2013. Ceramic samples were studied under a stereomicroscope to observe the decorations and the surfaces; a portable Minolta CM700d spectrophotometer was used to determine the chromatic coordinates of ceramic fragments and to detect possible differences between samples in terms of their composition or production process. Later, the artifacts were studied by X-ray fluorescence, X-ray powder diffraction and optical microscopy to analyze their chemical, mineralogical and textural features.*

### Introduzione

Negli studi tecnologici applicati alla ceramica, esistono quattro ambiti che si possono considerare fondamentali<sup>1</sup>:

- la sfera materiale, che comprende tutti i fattori deterministici, quali il tipo di materie prime disponibili, la possibilità di reperimento, le limitazioni climatiche e ambientali, i costi ed i tempi della produzione.
- la sfera tecnologica, che comprende tutte le decisioni e le azioni che seguono una successione lineare, ma flessibile, di operazioni: l'approvvigionamento delle materie prime, la preparazione dell'impasto, il modellamento, il trattamento superficiale, l'essiccamento, la decorazione, la cottura ed il raffreddamento;
- la sfera tecnologico-funzionale, che comprende tutte le indicazioni e le azioni adottate in base alla funzionalità di un manufatto;
- la sfera cognitiva, che si riferisce al gruppo di riferimento ed alle scelte individuali come risposta specifica alle più generali credenze socio ideologiche.

Prima di analizzare un reperto ceramico, è quindi fondamentale considerare sia le possibilità che offriva il medio ecologico sia l'influenza che gli aspetti culturali e sociali esercitavano nella produzione.

L'indagine tecnologica sottintende alcuni grandi problemi di interpretazione storica del mondo antico<sup>2</sup>. È necessario ritenere acquisita la capacità di selezionare le materie prime in rapporto al prodotto da realizzare, considerando le innumerevoli variabili che potevano intervenire nel processo produttivo; in questo aveva grande importanza la capacità di intervento e di controllo del vasaio sul processo di produzione per adeguare il prodotto alle sue intenzioni ed a quelle del pubblico. Strettamente legato e conseguente a questo momento era la trasmissione di tale sapere artigianale in altre aree attraverso lo spostamento di maestranze e l'apprendimento diretto, ma anche grazie allo stimolo esercitato dalla compresenza di produzioni e/o importazioni di ceramica fine o specializzata di alta qualità. Da queste osservazioni appare ovvio che le differenze che si osservano tra gruppi di materiali possono essere ricondotte non solo, o non sempre, alla composizione mineralogica, ma anche a processi di modellazione e cottura differenti.

<sup>1</sup> CASSANO ET AL. 1995: 11-16; MAGGETTI, MESSIGA 2006; LEVI 2010; BRYLSBAERT 2011; CLOPX ET AL. 2013: 26-31; NATALI 2014: 2-13.

<sup>2</sup> SANTORO BIANCHI 1998:125-135, DE ROSA, PICCIOLI 2009: 80-86.

### *L'abitato nuragico di Sant'Imbenia*

Il sito sorge nella zona nord est della Sardegna, nella rada di Porto Conte, chiuso ad ovest dal promontorio di Capo Caccia ed a est da Punta Giglio, in un'area in cui si incontrano resti archeologici che vanno dalla Preistoria al Medioevo<sup>3</sup>.

Il nuraghe è a pianta quadrangolare con una torre centrale e due torri minori, ai vertici sud ed est, che si sono conservate solo nei filari di base e sono opposte ad uno spigolo acuto a nord e ad un lobo arrotondato ad ovest. La camera della torre centrale è pressoché integra, lacunosa soltanto dell'ultimo filare della copertura a falsa cupola; per un breve tratto è visibile anche il vano scala, mentre non è stato possibile individuare l'ingresso, che probabilmente si trova tra le due torri sul lato sud. Il livello di fondazione del nuraghe è riferibile a una fase ancora non precisabile dell'età del Bronzo medio (circa 1400 a.C.). L'edificio non è mai stato oggetto di indagine scientifica, ma solamente liberato da tutte le murature moderne che lo ricoprivano. Le strutture visibili all'interno dell'abitato sono riferibili al periodo del Bronzo finale-inizi età del Ferro (1000 a.C.-700 a.C.) (fig. 1).

Sono stati condotti scavi sistematici e lavori di restauro e conservazione dal 1982 al 1997<sup>4</sup>. Dal 2008 hanno ripreso il via le indagini stratigrafiche nell'abitato e di prospezione nel distretto in cui Sant'Imbenia giace, grazie ad una collaborazione tra il Comune di Alghero, la Soprintendenza per i Beni Archeologici per le Province di Sassari e

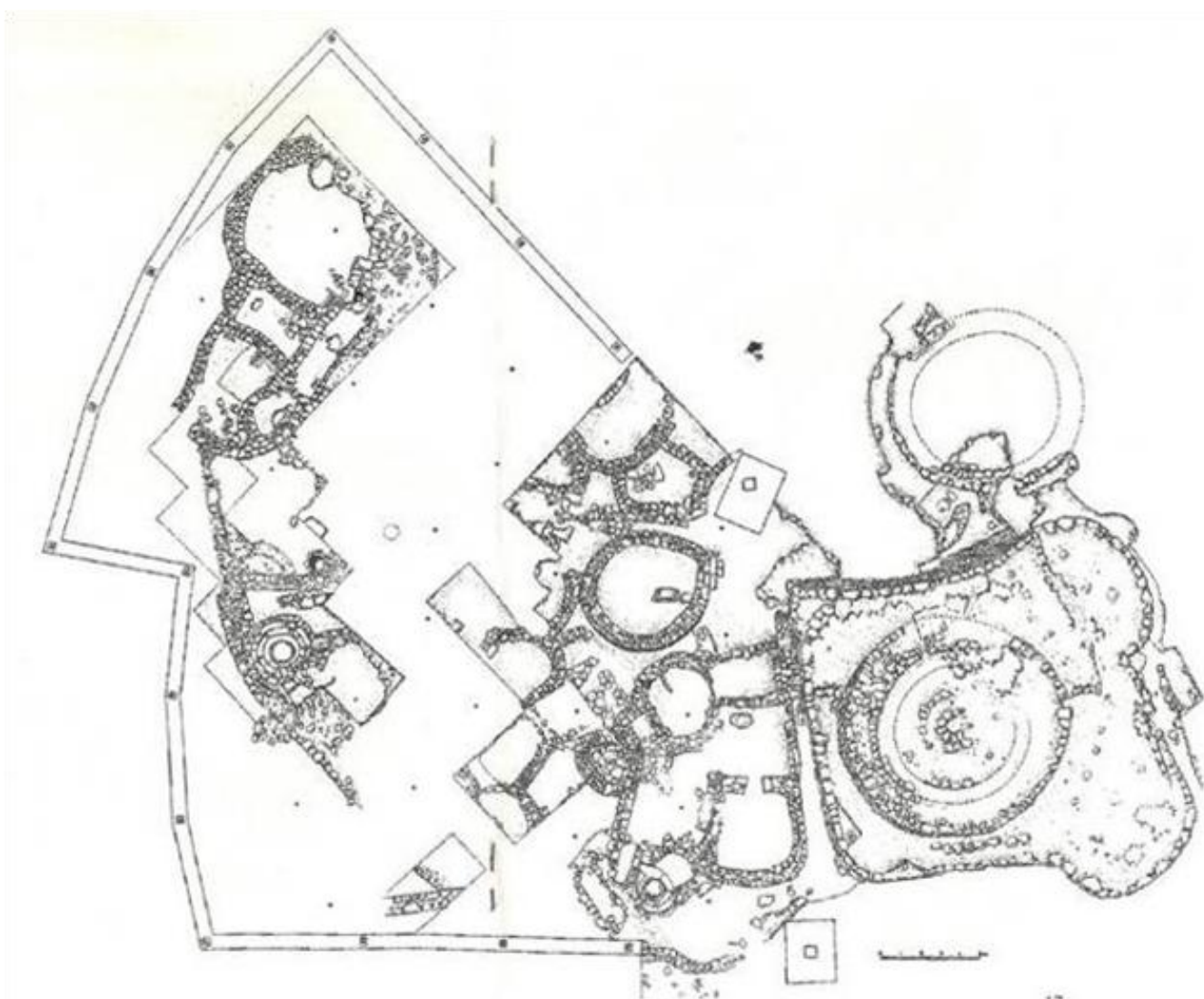


Fig. 1. Planimetria generale del nuraghe dopo gli scavi del 1990 (da BAFICO 1998: 16-17).

<sup>3</sup> BAFICO 1986: 91-93.

<sup>4</sup> Si vedano i seguenti lavori per la descrizione delle campagne di scavo e dei risultati: BAFICO 1991: 97-100; 1997:136-138; 1998; OGGIANO 2000: 236-258; BAFICO ET AL. 1997: 45-53; LO SCHIAVO 2002: 51-70.

Nuoro, la Faculty of Classics della University of Cambridge, l'Università degli Studi di Sassari e la Fondazione Banco di Sardegna.

In queste nuove campagne di scavo si è scelto di scavare il settore centrale dell'area, solo parzialmente interessato dalle precedenti indagini, per raccordare i due settori già investigati e leggere in modo coerente il complesso delle evidenze strutturali<sup>5</sup>.

L'abitato era sigillato dalla presenza di un potente strato di limi giallastri che coprivano tutte le strutture e che potrebbero essersi depositati dopo l'abbandono del sito<sup>6</sup>. Una conferma a questa ipotesi è stata raggiunta nel corso della campagna di scavo del 2009, quando sono state effettuate delle prospezioni geofisiche nel campo da calcio adiacente al sito<sup>7</sup>. Dalla prima campagna di survey, in cui sono state condotte delle prospezioni geofisiche preliminari a ricerche mirate con strumentazioni diverse, emerge un quadro di presenze abbastanza complesso e articolato che permette di ampliare la dimensione del sito dai 25 metri di raggio a nord-ovest del nuraghe a circa 90 m. Un dato di particolare interesse è la presenza di una lunga anomalia che chiude il sito verso nord e che, secondo l'interpretazione di P. Johnson, testimonierebbe l'esistenza di un paleocanale. Se fosse realmente così, il paleocanale rappresenterebbe da una parte il modo in cui gli abitanti smaltivano le acque e dall'altra un limite ben preciso all'estensione dell'area abitata (fig. 2).

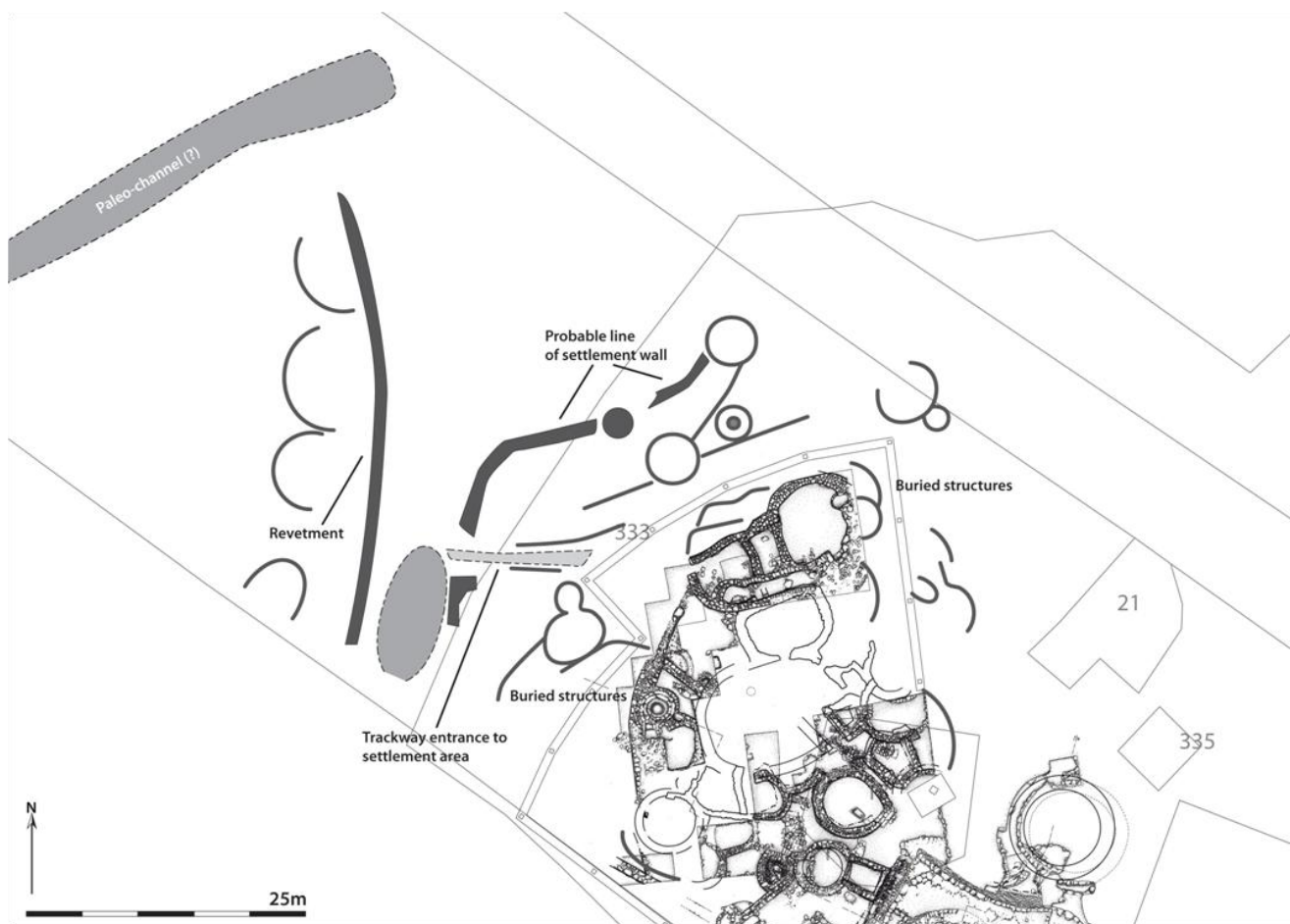


Fig. 2. Sant'Imbenia, pianta in cui si osservano le anomalie emerse durante le prospezioni geofisiche del 2009 (JOHNSON 2010).

<sup>5</sup> Per le ultime campagne di scavo e la bibliografia relativa si veda: DEPALMAS, RENDELI 2012: 907-912; GARAU, RENDELI 2012: 893-898; RENDELI 2012a: 323-338; 2012b: 193-208; 2012c: 1835-1844; 2014: 471-486.

<sup>6</sup> La bibliografia concernente gli aspetti geomorfologici e ambientali del sito presentava una situazione abbastanza chiara, esposta in un contributo a più mani del 1999 (FEDERICI ET AL.: 93-138), dove si afferma che il sito sorgeva su di un'area lagunare o di stagni. Questa ipotesi è stata corroborata dal parere di Vincenzo Pascucci, docente di sedimentologia nel nostro Ateneo, che ha confermato come il sito, una volta abbandonato, fosse stato nuovamente "invaso" da acque salmastre che hanno portato alla sedimentazione di potenti strati di limi.

<sup>7</sup> Queste indagini sono state realizzate grazie alla collaborazione instaurata con la Faculty of Classics della University of Cambridge (la cui équipe è diretta da N.J. Spivey) che ha permesso che a Sant'Imbenia arrivasse uno studioso esperto in prospezioni geofisiche, Paul Johnson. I risultati di questa ricerca sono stati sorprendenti e offrono dati per gettare nuova luce sulla dimensione e sulle potenzialità che il sito può ancora offrire (JOHNSON 2010: 9-18).



Fig. 3. Sant'Imbenia, pianta degli scavi del 2010 (RENDELI 2012c: 1835-1844).

A partire dalla campagna di scavo del 2010 nella parte centrale dei settori I e II, ambiente 30, (fig. 3) è emersa la presenza di un'area aperta scandita dalla presenza di una serie di ingressi i cui stipiti sono costituiti da blocchi di arenaria. Si tratta di uno spazio ellittico di ampie dimensioni (13 x 9 m ca.) che assume la fisionomia di una vera e propria piazza, dotata di un ingresso/uscita principale e di anditi che collegavano la stessa con ambienti chiusi o aperti. La presenza di stipiti e battenti realizzati in arenaria arancione, pietra diversa da quella utilizzata per le opere murarie che definiscono la piazza, induce a ritenere che la realizzazione di quest'ultima sia l'esito di un intervento urbanistico coerente e programmaticamente concepito, che apporta significative modifiche al precedente assetto del sito<sup>8</sup>.

Il tipo di impianto documentato a Sant'Imbenia appare concepito secondo blocchi unitari caratterizzati da settori a sviluppo centripeto la cui delimitazione, all'interno di un muro continuo, riflette un'impostazione organica che non prevede il coinvolgimento di strutture preesistenti, che sembrano escluse da questa modalità di progettazione<sup>9</sup>. La funzione di quest'area cambia: si tratterebbe di uno spazio collettivo, pubblico, una "piazza", che diventa il fulcro di un nuovo sistema di organizzazione degli spazi dell'abitato. Luogo dunque di riferimento di spazi più complessi, anche articolati, che subiscono, al momento della rimodulazione, profonde modifiche proprio per interagire con esso.

L'importanza di Sant'Imbenia risiede nel fatto che sembra ormai certo che nel sito, già dal IX sec. a.C., o al massimo all'inizio di quello precedente, si sia stanziata una comunità di stranieri che entrò in contatto con le forme di organizzazione indigene<sup>10</sup>. La comunità indigena ospitò navigatori e mercanti attratti dalla ricchezza dell'area,

<sup>8</sup> GARAU, RENDELI 2012: 893-898; RENDELI 2012a: 323-338; 2012b: 193-208; 2012c: 1835-1844; 2014: 471-486.

<sup>9</sup> DEPALMAS, RENDELI 2012: 907-912.

<sup>10</sup> BERNARDINI 2005: 1-15; RENDELI 2012: 193-208; 2013: 135-151.

dall'accessibilità del sito e dalla possibilità di reperire risorse utili per lo scambio. Sant'Imbenia, dunque, come luogo nel quale avviene lo scambio di beni di vario tipo e quindi anche di esperienze, idee, notizie, cultura<sup>11</sup>.

Nello stesso contesto risultano associati materiali indigeni, prodotti di importazione fenicia, prodotti locali di imitazione fenicia, vasi potori greci, euboici, corinzi e pithecusani. La componente principale del vettore di questo scambio e forse di questa forma di ospitalità è levantina e si inserisce nella fase precedente ai movimenti di colonizzazione fenicia. La presenza di materiali che si dilazionano durante tutto l'VIII secolo a.C., e forse fino all'inizio del VII sec. a.C., sostengono l'ipotesi che questi contatti, e quindi gli scambi, non erano un fenomeno occasionale, ma un fenomeno pianificato che in qualche modo rientrava in una strategia. I materiali d'importazione segnano due fasi distinte; una prima, di marca orientale<sup>12</sup>, e una seconda che vede coinvolti direttamente come interlocutori gli insediamenti coloniali fenici del Mediterraneo centrale, soprattutto Cartagine e Sulcis. Insieme ad oggetti raffinati come coppe greche per bere il vino, si osservano ceramiche orientali di uso domestico, quindi legate alla presenza dei loro produttori e/o utilizzatori, ed anfore commerciali<sup>13</sup>. In maniera del tutto collaterale si collocano una serie di prodotti che attestano attività di imitazione di manufatti orientali sin da una fase abbastanza antica<sup>14</sup>: ceramiche che imitano forme allogene, ma realizzate con argilla che appare locale; forme di chiara natura locale realizzate però con una tecnologia di produzione appresa da artigiani probabilmente di origine allogena<sup>15</sup>. È probabile che gli stranieri ospiti nel sito fossero portatori di forme di *technè* specializzata che scambiarono con i Sardi: particolari maniere di lavorare il metallo, tecniche di raffinamento e lavorazione della ceramica possono essere alcuni dei campi nei quali si è potuto concentrare il processo di scambio d'informazioni<sup>16</sup>. La componente indigena continua a produrre la propria ceramica, mantiene evidentemente una tradizione, ma in molti aspetti della produzione si osservano elementi di novità, spesso associabili a cambiamenti nella vita quotidiana, nei quali sorgono nuovi modi di concepire momenti comuni tradizionali, come quelli legati alla cerimonialità del vino<sup>17</sup>.

### Il materiale

Durante le campagne nel sito di Sant'Imbenia, parallelamente all'attività di scavo, si svolge il laboratorio di materiali ceramici, che permette di osservare e classificare il materiale scoperto. È in questo momento che si selezionano i campioni da analizzare in laboratorio, considerando la tipologia, le caratteristiche degli impasti e delle superfici rilevabili autopicamente e il loro contesto di provenienza. In questo lavoro si presentano i risultati pertinenti a materiali realizzati nella prima età del Ferro e rinvenuti nelle campagne dal 2010 al 2012 (Tabella 1). Si tratta di ceramica di uso comune, impiegata sia come ceramica da fuoco, sia come ceramica da mensa e da dispensa; in molti casi le stesse forme sono state utilizzate con distinte funzionalità<sup>18</sup>.

*Tabella 1: elenco dei campioni analizzati con una breve descrizione della tipologia, presenza di cuore nero e trattamento superficiale. Nell'ultima casella sono indicate le analisi archeometriche realizzate sui campioni: Stm = stereomicroscopio; Col: colorimetria; POM = microscopio ottico polarizzatore; XRD = diffrazione a raggi X.*

| Riferimento archeologico | Numero campione | Tipologia | Funzionalità      | Cuore nero | Trattamento superficiale | Analisi            |
|--------------------------|-----------------|-----------|-------------------|------------|--------------------------|--------------------|
| SI10/amb.50/US107        | 6               | ciotola   | mensa/dispensa    | X          | Patina                   | Stm, Col, POM, XRD |
| SI10/amb.50/US107        | 7               | tegame    | ceramica da fuoco |            | Levigatura               | Stm, Col, POM, XRD |
| SI10/amb.50/US107        | 8               | ciotola   | mensa/dispensa    | X          | Patina                   | Stm, POM, XRD      |
| SI10/amb.50/US107        | 9               | ciotola   | mensa/dispensa    | X          | Patina                   | Stm, Col, POM, XRD |
| SI10/amb.50/US107        | 10              | tazza     | mensa/dispensa    | X          | Patina                   | Stm, Col, POM, XRD |
| SI10/amb.50/US107        | 13              | tazza     | mensa/dispensa    | X          | Patina                   | Stm, Col, POM, XRD |

<sup>11</sup> BERNARDINI ET AL. 1997; BERNARDINI, D'ORIANO 2001; RIDGWAY 2004; BERNARDINI 2005: 1-15.

<sup>12</sup> OGGIANO 2000: 236-258.

<sup>13</sup> OGGIANO 1997: 138-141; 2000: 236-258; D'ORIANO 2001; RENDELI 2012b: 193-208.

<sup>14</sup> In particolare si pensa alle anfore che, grazie alle analisi di I. Oggiano, oggi possono essere denominate del tipo Sant'Imbenia: OGGIANO 2000: 236-258; DE ROSA 2012: 1787-1801.

<sup>15</sup> DE ROSA ET AL. 2012: 313-332; RENDELI 2012b: 193-208; DE ROSA 2013: 5-26.

<sup>16</sup> RENDELI 2012b: 193-208.

<sup>17</sup> OGGIANO 2000: 236-258; BERNARDINI 2005: 1-15; RENDELI 2012b: 193-208.

<sup>18</sup> Si tratta di una distinzione effettuata solo in base alla funzionalità, all'uso e alla sfera tecnologica dei manufatti, che non implica nessun significato sociale, simbolico o rituale: STEELE ET AL. 2010: 1348-1358.

| Riferimento archeologico | Numero campione | Tipologia | Funzionalità      | Cuore nero | Trattamento superficiale | Analisi            |
|--------------------------|-----------------|-----------|-------------------|------------|--------------------------|--------------------|
| SI10/amb.50/US137        | 14              | tazza     | mensa/dispensa    |            | Patina                   | Stm, POM, XRD      |
| SI10/amb.50/US137        | 15              | olla      | ceramica da fuoco |            | Lucidatura               | Stm, Col, POM, XRD |
| SI10/amb.50/US137        | 18              | olla      | ceramica da fuoco | X          | Lucidatura               | Stm, Col, POM, XRD |
| SI10/amb.24/US129        | 19              | olla      | mensa/dispensa    |            | Ingobbio                 | Stm, Col, POM, XRD |
| SI10/amb.24/US129        | 24              | tegame    | ceramica da fuoco |            | Lucidatura               | Stm, POM, XRD      |
| SI10/amb.24/US129        | 25              | olla      | ceramica da fuoco | X          | Lucidatura               | Stm, Col, POM, XRD |
| SI10/amb.50/US111        | 27              | ciotola   | ceramica da fuoco | X          | Levigatura               | Stm, Col, POM, XRD |
| SI10/amb.50/US111        | 28              | olla      | ceramica da fuoco |            | Lucidatura               | Stm, Col, POM, XRD |
| SI10/amb.50/US111        | 29              | ciotola   | ceramica da fuoco |            | Levigatura               | Stm, Col, POM, XRD |
| SI10/amb.50/US111        | 30              | ciotola   | mensa/dispensa    | X          | Lucidatura               | Stm, POM, XRD      |
| SI10/amb.50/US111        | 31              | olla      | ceramica da fuoco | X          | Lucidatura               | Stm, Col, POM, XRD |
| SI10/amb.50/US111        | 32              | ciotola   | ceramica da fuoco | X          | Levigatura               | Stm, POM, XRD      |
| SI10/amb.50/US111        | 33              | ciotola   | ceramica da fuoco | X          | Levigatura               | Stm, Col, POM, XRD |
| SI11/amb.27/US204        | 37              | tazza     | mensa/dispensa    |            | Patina                   | Stm, Col, POM, XRD |
| SI11/amb.27/US204        | 38              | ciotola   | mensa/dispensa    | X          | Lucidatura               | Stm, Col, POM, XRD |
| SI11/amb.27/US204        | 39              | tegame    | ceramica da fuoco | X          | Levigatura               | Stm, Col, POM, XRD |
| SI11/amb.28/US226        | 40              | olla      | ceramica da fuoco | X          | Levigatura               | Stm, Col, POM, XRD |
| SI11/amb.28/US226        | 41              | ciotola   | mensa/dispensa    | X          | Levigatura               | Stm, Col, POM, XRD |
| SI11/amb.28/US226        | 42              | olla      | ceramica da fuoco |            | Lucidatura               | Stm, Col, POM, XRD |
| SI11/amb.53/US347        | 44              | olla      | mensa/dispensa    |            | Ingobbio                 | Stm, POM, XRD      |
| SI11/amb.53/US347        | 45              | olla      | mensa/dispensa    |            | Ingobbio                 | Stm, Col, POM, XRD |
| SI11/amb.28/US223        | 46              | olla      | ceramica da fuoco | X          | Patina                   | Stm, POM, XRD      |
| SI11/amb.28/US223        | 47              | olla      | ceramica da fuoco | X          | Brunitura                | Stm, POM, XRD      |
| SI12/amb.54/US446        | 48              | tazza     | mensa/dispensa    | X          | Levigatura               | Stm, Col           |
| SI12/amb.54/US446        | 49              | olla      | ceramica da fuoco |            | Levigatura               | Stm, Col, POM, XRD |
| SI12/amb.54/US535        | 51              | ciotola   | mensa/dispensa    |            | Brunitura                | Stm, POM, XRD      |
| SI12/amb.54/US535        | 53              | tegame    | ceramica da fuoco |            | Levigatura               | Stm, Col, POM, XRD |
| SI12/amb.48/US351        | 56              | olla      | ceramica da fuoco | X          | Levigatura               | Stm, POM, XRD      |
| SI12/amb.48/US351        | 58              | tegame    | ceramica da fuoco |            | Levigatura               | Stm, POM, XRD      |
| SI12/amb.48/US351        | 62              | ciotola   | mensa/dispensa    | X          | Brunitura                | Stm, POM, XRD      |
| SI12/amb.28/US339        | 63              | tazza     | mensa/dispensa    |            | Brunitura                | Stm, POM, XRD      |
| SI12/amb.28/US339        | 64              | tazza     | ceramica da fuoco |            | Levigatura               | Stm, POM, XRD      |
| SI12/amb.28/US469        | 65              | ciotola   | ceramica da fuoco | X          | Brunitura                | Stm, POM, XRD      |
| SI12/amb.52/US377        | 66              | olla      | ceramica da fuoco | X          | Levigatura               | Stm, POM, XRD      |
| SI12/amb.52/US377        | 67              | olla      | ceramica da fuoco |            | Levigatura               | Stm, POM, XRD      |

### *Percorso di analisi*

Il punto di partenza per le analisi in laboratorio è stata l'osservazione dei campioni con uno stereomicroscopio Leica ZOOM 2000 (10-20X) per identificare i differenti trattamenti usati per rifinire le superfici e per osservare le caratteristiche degli impasti rispetto a frequenza, colore, forme, dimensioni degli inclusi e frequenza, forma e dimensioni dei pori. Parallelamente, attraverso l'uso delle tavole comparative del Musell, è stata fatta una stima quantitativa degli inclusi e dei pori.

Attraverso l'uso di uno spettrofotometro portatile Minolta CM700d è stato analizzato il colore di superfici ed impasti per rilevare eventuali differenze cromatiche dovute alle caratteristiche mineropetrografiche degli impasti e/o alle temperature di cottura e alla condizioni di atmosfera all'interno dei forni. Lo strumento calcola le coordinate di L\*, a\* e b\*, dove L\* è la variabile della luminosità, con valori tra -100 (nero) e +100 (bianco), a\* e b\* sono le coordinate di cromaticità, variando a\* da -60 (verde) a +60 (rosso) e b\* da -60 (blu) a +60 (giallo).

L'analisi minero-petrografica degli impasti è stata effettuata su sezioni sottili mediante l'utilizzo di un microscopio ottico polarizzatore di marca Zeiss, mentre l'analisi mineralogica è stata effettuata in diffrazione a raggi X su polvere mediante l'utilizzo di un diffrattometro Bruker D2 Phaser.

### *La selezione degli inclusi*

Durante il percorso di analisi è stata utilizzata la microscopia ottica per comprendere se il degrassante facesse parte originariamente della materia prima argillosa, o se fosse stato aggiunto dal vasaio. Generalmente, se si osservano inclusi di dimensioni varie e tra loro diverse, se ne può supporre una presenza naturale nella materia prima argillosa; se invece si osservano inclusi con un intervallo granulometrico ristretto, si può supporre un loro inserimento volontario nell'impasto. Le osservazioni in microscopia ottica sono state eseguite sia sui campioni tal quali, con lo stereomicroscopio, sia su sezioni sottili, con il microscopio petrografico (Tabella 2).

I reperti sono stati divisi in base al loro utilizzo e da subito è stato possibile osservare che quelli che sono stati a contatto con il fuoco, usati presumibilmente per cucinare o scaldare cibi liquidi o solidi, appartengono ad un unico grande gruppo; quelli invece usati per conservare le derrate o come vasellame da mensa possono dividersi in due gruppi, uno, numericamente più scarso, molto simile a quello che caratterizza le ceramiche da fuoco e un altro differente<sup>19</sup>.

Le matrici dei campioni che appartengono a ceramiche da fuoco e alla minoranza di quelle da mensa o da dispensa mostrano una birifrangenza medio-alta, presenza di inclusi tra il 10 ed il 20% con distribuzione bimodale in cui entrambe le frazioni sono ugualmente rappresentate, porosità bassa, compresa tra il 5 ed il 10%. È possibile osservare due tipi di pori: quelli più comuni hanno forma allungata e dimensioni maggiori, mentre gli altri sono più piccoli ed hanno forma arrotondata. Le matrici sono generalmente nere o hanno una colorazione a sandwich con il cuore nero, aspetto probabilmente dovuto alla presenza di sostanze riduttrici nella materia prima, ad esempio materia organica, o ad una cottura troppo rapida<sup>20</sup>. Quarzo, feldspati e plagioclasti costituiscono quasi tutta la frazione grossolana, hanno forme e dimensioni irregolari. Ciò che contraddistingue questi campioni è la presenza nella matrice di frammenti di rocce vulcaniche, pomici ed ignimbriti, in proporzioni e quantità relativamente costanti; si osservano anche frammenti di rocce metamorfiche e sedimentarie (fig. 4).

Le matrici della maggior parte dei campioni da mensa o da dispensa sono caratterizzate da una birifrangenza relativamente bassa, presenza di inclusi tra il 15 ed il 20% con distribuzione bimodale, in cui la frazione grossolana è maggiormente rappresentata, porosità alta, tra il 20 ed il 30%. È possibile osservare due tipi di pori: i più piccoli hanno forme principalmente sub-arrotondate, mentre quelli di dimensioni maggiori hanno forme allungate. Le matrici sono sia rosse, con o senza cuore nero, sia nere. Si osserva presenza di quarzo, feldspati, calcite, frammenti di rocce metamorfiche e sedimentarie. Il quarzo è spesso fratturato, con individui dalla forma angolare e subangolare, e costituisce il maggior componente sia della frazione fine, sia di quella più grossolana. La presenza nella matrice della calcite, spesso micritica, suggerisce l'ipotesi che fosse parte del sedimento naturale; lo stesso però non possiamo dire dei cristalli di calcite, di grandi dimensioni, di forma angolare e subangolare, dati che potrebbero indicare che la calcite è stata frantumata e aggiunta volontariamente all'impasto. Sono state osservate impronte di paglia e altri resti vegetali, che rappresentano tra il 10 e il 20% del volume; presumibilmente questi sono stati aggiunti per migliorare la plasticità e le caratteristiche tecnologiche del materiale grezzo<sup>21</sup>. I vuoti risultanti dalla decomposizione dei resti vegetali hanno creato un'atmosfera riducente all'interno del forno di cottura<sup>22</sup>, come suggerisce la presenza di vuoti con bordo di reazione nero (fig. 4).

<sup>19</sup> DE ROSA ET AL. 2011: 451-454; DE ROSA, CULTRONE 2012: 899-905; DE ROSA ET AL. 2012: 313-332.

<sup>20</sup> BUXEDA Y GARRIGÓS ET AL. 2003: 263-284; MIRTI, DAVIT 2004: 741-751; MARITAN 2004: 297-307; CULTRONE ET AL. 2011: 340-363.

<sup>21</sup> MARITAN ET AL. 2006: 500-508.

<sup>22</sup> CERDEÑO DEL CASTILLO ET AL. 2000: 118 pp.

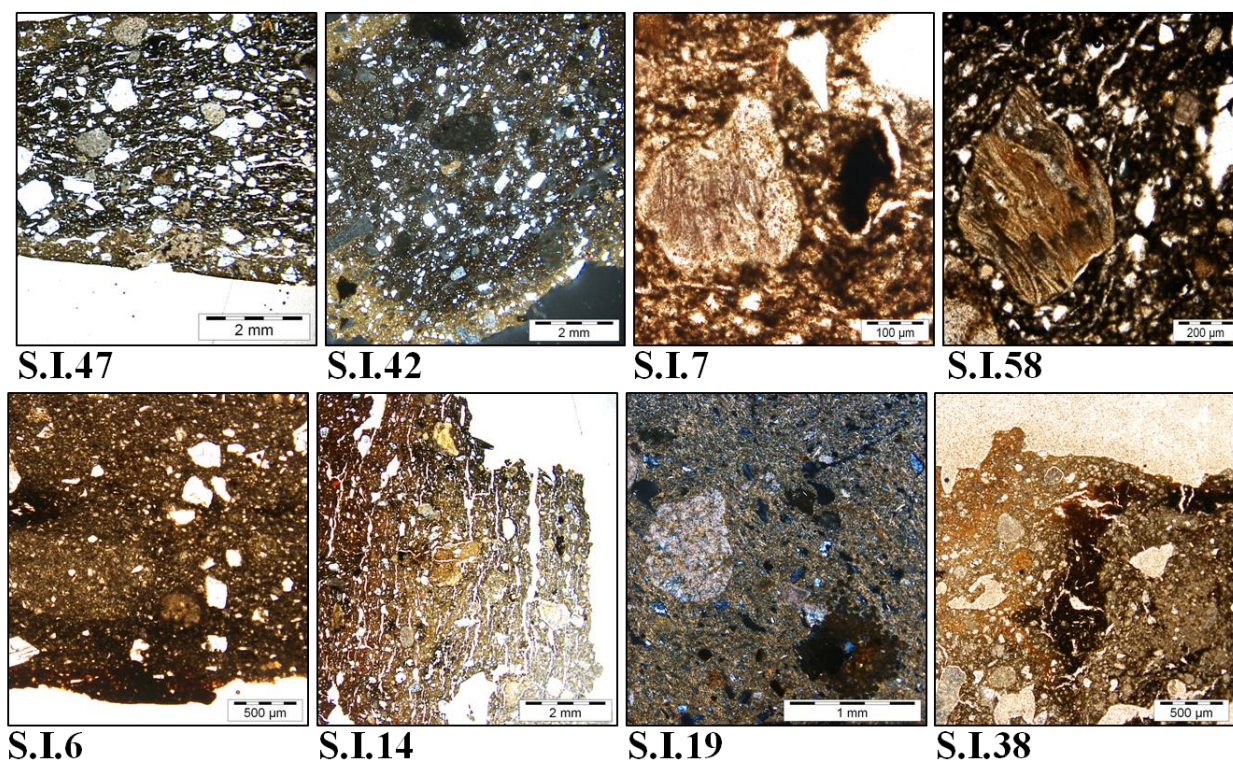


Fig. 4. immagini al MOP di alcuni campioni analizzati. Le prime quattro fotografie sono di campioni provenienti da ceramiche da fuoco: nelle immagini dei reperti S.I.42 e S.I.47, che sono due olle, è possibile osservare le matrici di colore scuro, alta birifrangenza e bassa porosità; tra gli inclusi si osservano frammenti di rocce vulcaniche che costituiscono la frazione più grossolana dello scheletro. Le due foto successive, a maggiore ingrandimento, appartengono a due tegami e vi si possono osservare frammenti di rocce vulcaniche (ignimbriti). Le altre quattro fotografie sono di campioni provenienti da ceramiche da mensa o dispensa: nelle immagini dei reperti S.I.6, ciotola, S.I.14, tazza e S.I.38, ciotola, si osservano le matrici di colore marrone, bassa birifrangenza e alta porosità; sono caratterizzate dalla presenza di calcite e di materia organica combusta. La foto del campione S.I.19, un'olla, mostra l'immagine a maggiore ingrandimento di un cristallo di calcite e di calcite micritica nella matrice.

Dalle osservazioni al microscopio è emerso che in generale la quantità di inclusi è più alta nelle ceramiche da fuoco che in quelle da mensa e dispensa. Questa differenza non sembra essere esclusivamente legata alla materia prima utilizzata, ma una parte degli inclusi potrebbe essere stata aggiunta volontariamente dal vasaio; si tratterebbe quindi di una scelta tecnologica degli artigiani, motivata dal fatto che queste ceramiche, che stavano ripetutamente a contatto con il fuoco, dovevano resistere ad elevati shock termici. I frammenti di rocce vulcaniche nell'impasto garantiscono dei manufatti più resistenti ai continui contatti con il fuoco diminuendo il rischio di propagazione delle fratture<sup>23</sup>, anche se ciò comporta una sostanziale riduzione della resistenza della ceramica stessa<sup>24</sup>.

L'utilizzo di una materia prima ricca in calcite per la fabbricazione di manufatti destinati alla conservazione dei cibi potrebbe essere motivata dal fatto che l'aumento della porosità dovuto alla trasformazione della calcite in cottura permetteva una maggiore traspirazione e quindi una conservazione ottimale dei prodotti<sup>25</sup>.

Tabella 2: osservazioni in microscopia ottica dei campioni analizzati.

| Campione | Funzionalità      | p | Qz  | Cal | Phy | Fsp | Ox | FRS | FRM | FRV | Materia organica |
|----------|-------------------|---|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|------------------|
| 6        | mensa/dispensa    | A | +++ | ++  | +   | +   |    | ++  |     |     | +++              |
| 7        | ceramica da fuoco | M | +++ |     |     | +   | +  | +   |     | +++ | +                |
| 8        | mensa/dispensa    | A | +++ | ++  | +   | +   | +  | ++  | ++  |     | +++              |
| 9        | mensa/dispensa    | A | +++ | ++  | +   | +   | +  | ++  |     |     | +++              |
| 10       | mensa/dispensa    | A | +++ | ++  | +   | +   | +  | ++  |     |     | +++              |

<sup>23</sup> TITE ET AL. 2001: 301-324.

<sup>24</sup> KILIKOGLU ET AL. 1998: 261-279.

<sup>25</sup> ALBERO 2008: 95.



| Campione | Funzionalità      | p | Qz  | Cal | Phy | Fsp | Ox | FRS | FRM | FRV | Materia organica |
|----------|-------------------|---|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|------------------|
| 13       | mensa/dispensa    | A | +++ | ++  | +   | +   | +  | ++  | +   |     | +++              |
| 14       | mensa/dispensa    | M | +++ |     |     | +   | +  |     | +   | +++ | +                |
| 15       | ceramica da fuoco | B | +++ |     |     | +   | +  |     | +   | +++ | +                |
| 18       | ceramica da fuoco | M | +++ |     |     | +   | +  | +   |     | +++ | +                |
| 19       | mensa/dispensa    | M | +++ |     |     | +   | +  | +   |     | +++ | +                |
| 24       | ceramica da fuoco | M | +++ |     |     | +   | +  |     |     | +++ | +                |
| 25       | ceramica da fuoco | M | +++ |     |     | +   | +  |     |     | +++ | +                |
| 27       | ceramica da fuoco | M | +++ |     |     | +   | +  |     |     | +++ | ++               |
| 28       | ceramica da fuoco | M | +++ |     |     | +   | +  | +   |     | +++ | +                |
| 29       | ceramica da fuoco | B | +++ |     |     | +   | +  |     |     | +++ | +                |
| 30       | mensa/dispensa    | A | +++ | ++  | +   | +   | +  | ++  | ++  |     | +++              |
| 31       | ceramica da fuoco | M | +++ |     |     | +   | +  |     |     | +++ | ++               |
| 32       | ceramica da fuoco | M | +++ |     |     | +   | +  | +   |     | +++ | +                |
| 33       | ceramica da fuoco | B | +++ |     |     | +   | +  | +   |     | +++ | +                |
| 37       | mensa/dispensa    | A | +++ | ++  | +   | +   | +  | ++  | +   |     | +++              |
| 38       | mensa/dispensa    | A | +++ | ++  | +   | +   | +  | ++  | +   |     | +++              |
| 39       | ceramica da fuoco | M | +++ |     |     | +   | +  |     |     | +++ | ++               |
| 40       | ceramica da fuoco | M | +++ |     |     | +   | +  |     |     | +++ | +                |
| 41       | mensa/dispensa    | A | +++ | ++  | +   | +   | +  | ++  |     |     | +++              |
| 42       | ceramica da fuoco | M | +++ |     |     | +   | +  |     |     | +++ | +                |
| 44       | mensa/dispensa    | M | +++ |     |     | +   | +  | +   | +   | +++ | +                |
| 45       | mensa/dispensa    | A | +++ | ++  | +   | +   | +  | ++  |     |     | +++              |
| 46       | ceramica da fuoco | M | +++ |     |     | +   | +  |     |     | +++ | +                |
| 47       | ceramica da fuoco | M | +++ |     |     | +   | +  |     |     | +++ | +                |
| 48       | mensa/dispensa    | A | +++ | ++  | +   | +   | +  | ++  | +   |     | ++               |
| 49       | ceramica da fuoco | B | +++ |     |     | +   | +  | +   |     | +++ | +                |
| 51       | mensa/dispensa    | A | +++ | ++  | +   | +   | +  | ++  |     |     | +++              |
| 53       | ceramica da fuoco | M | +++ |     |     | +   | +  |     |     | +++ | +                |
| 56       | ceramica da fuoco | M | +++ |     |     | +   | +  |     |     | +++ | +                |
| 58       | ceramica da fuoco | M | +++ |     |     | +   | +  |     |     | +++ | ++               |
| 62       | mensa/dispensa    | A | +++ | ++  | +   | +   | +  | ++  |     |     | +++              |
| 63       | mensa/dispensa    | A | +++ | ++  | +   | +   | +  | ++  | +   |     | +++              |
| 64       | ceramica da fuoco | M | +++ |     |     | +   | +  |     |     | +++ | ++               |
| 65       | ceramica da fuoco | M | +++ |     |     | +   | +  | +   |     | +++ | +                |
| 66       | ceramica da fuoco | M | +++ |     |     | +   | +  | +   | +   | +++ | +                |
| 67       | ceramica da fuoco | B | +++ |     |     | +   | +  |     |     | +++ | +                |

Grado di porosità (p): A: alto; M: medio; B: basso; Qz: quarzo; Cal: calcite; Phy: fillosilicati; Fsp: feldspati; Ox: ossidi metallici; FRS: frammenti di rocce sedimentarie; FRM: frammenti di rocce metamorfiche; FRV: frammenti di rocce vulcaniche; +: presenza scarsa; ++: presenza abbondante; +++: presenza molto abbondante.

## *Il modellamento*

Da un punto di vista del modellamento, anche se tutti i campioni sono stati realizzati a mano, è possibile osservare l'utilizzo di tecniche diverse rispetto a quello che succedeva nell'età del Bronzo<sup>26</sup>.

Le olle, seguendo la tradizione nuragica, sono state realizzate a mano, probabilmente usando delle piccole lastre poi unite tra loro; le anse venivano inserite in un secondo momento, attraverso dei fori realizzati nel corpo che sono visibili anche ad occhio nudo e l'orlo aggiunto in seguito. Una volta che il pezzo era stato realizzato, si procedeva al perfezionamento della forma ed alla lisciatura superficiale. Il diametro medio di questi manufatti è di circa 20 cm. Gli inclusi e i pori di dimensioni maggiori hanno lo stesso orientamento, perpendicolare alla pressione che è stata esercitata sulla materia prima argillosa durante il modellamento del manufatto.

I tegami, che hanno spessori compresi tra 1,8 e 3,6 cm, lunghezza tra 4 e 8 cm e larghezza tra 3,4 e 7,6 cm, sono stati realizzati interamente a mano; i pori e gli inclusi non presentano, infatti, particolari orientamenti.

Le ciotole e le tazze hanno dimensioni varie e per la loro realizzazione sono state usate tecniche diverse. Un lotto di campioni è stato realizzato con la tecnica del colombino, ipotesi suggerita sia dall'orientamento dei pori e degli inclusi, che sono disposti orizzontalmente, sia dall'osservazione macroscopica delle pareti, che presentano nella parte interna le caratteristiche linee del colombino. Anche in questo caso, la parte finale del processo era costituita dalla lisciatura, forse con l'utilizzo di un tornio lento<sup>27</sup>, fase che ha contribuito all'allineamento di pori e inclusi. L'utilizzo del tornio lento è un'innovazione nella produzione ceramica nel sito di Sant'Imbenia, introdotta dalla fine dell'età del Bronzo<sup>28</sup>. Gli altri campioni, probabilmente, sono stati realizzati con la tecnica delle lastre; i pori e gli inclusi sono, infatti, perpendicolari alla pressione esercitata durante la lavorazione. I campioni che appartengono a questo gruppo presentano frequentemente delle irregolarità negli spessori delle pareti che sono più spesse nella parte centrale. Le anse, come nel caso delle olle, venivano aggiunte in seguito.

Nella maggior parte dei campioni, a prescindere dalla tipologia, è comune osservare nelle pareti interne impronte delle dita, lasciate quando l'argilla era ancora fresca.

Infine è stato osservato che i campioni di ceramiche da fuoco hanno dimensioni maggiori e minore peso, mentre quelli da mensa o dispensa che contengono calcite hanno dimensioni minori e pareti più spesse.

## *Il trattamento superficiale e il colore delle ceramiche*

I differenti tipi di trattamento utilizzati nei manufatti di Sant'Imbenia sono levigatura, lucidatura, brunitura, ingobbio e patina<sup>29</sup>; l'osservazione è stata ampliata considerando anche i diversi tipi di strumenti usati per regolarizzare le superfici (strumenti morbidi o duri), la profondità, la larghezza e l'andamento delle impronte. Strumenti più o meno fibrosi vengono usati per l'interno e per l'esterno in momenti diversificati del trattamento, in particolare strumenti non fibrosi vengono utilizzati per l'esterno solo come rifinitura finale, quando il manufatto è a durezza cuoio, mentre all'interno sono usati anche quando l'argilla è morbida. Si può anche pensare che il trattamento avvenisse nello stesso tempo, ma solo se la superficie interna, che trattiene più acqua, era meno secca.

Anche in questo caso i campioni sono stati divisi in base alla loro funzionalità.

Tra quelli da fuoco, i tegami hanno superfici levigate, contengono molti inclusi, il trattamento è grezzo, rado e la porosità abbastanza alta; le tracce della levigatura sono mediamente profonde, hanno andamento *random* e direzione orizzontale. In alcuni casi sono presenti dei motivi geometrici decorativi, quasi sempre impressi. Un unico tegame ha la superficie esterna lucidata e parzialmente vetrificata. Le olle possono essere divise in diversi gruppi. Un altro gruppo, numericamente il più scarso, è formato da campioni che sono stati levigati e presentano le stesse caratteristiche rilevate nei tegami. Un altro da campioni che sono stati lucidati e mostrano un trattamento esteso, con porosità bassa; le tracce della lucidatura sono poco profonde, con andamento parallelo e direzione sia orizzontale sia verticale. Un ultimo gruppo, che è il più numeroso, comprende i campioni che sono stati bruniti, con trattamento eccellente, sia all'interno che all'esterno, a copertura totale, con porosità assente, tracce superficiali con andamento parallelo e direzione tendenzialmente orizzontale. In generale si può affermare che le superfici interne sono quelle che hanno subito il trattamento migliore, con porosità molto bassa, a volte quasi assente (figg. 5 e 6).

Riguardo ai campioni da mensa o da conserva, le olle sono sia levigate che con patina o ingobbio. Nel caso della levigatura, il trattamento è esteso, con tracce mediamente profonde con andamento parallelo e direzione sia verticale sia orizzontale, porosità bassa e superfici lisce. I campioni con ingobbio o con patina hanno superfici esterne lisce e trattamento esteso su tutta la superficie; quelle con patina non sono porose; all'interno sono state levigate

<sup>26</sup> DE ROSA, CULTRONE 2012: 899-905; DE ROSA ET AL. 2012: 313-332.

<sup>27</sup> ROPPA ET AL. 2013: 115-137; VAN DOMMELEN E ROPPA 2014: 271-277.

<sup>28</sup> DE ROSA, CULTRONE 2012: 899-905.

<sup>29</sup> In questo lavoro si è scelto di utilizzare il termine "patina" invece che "slip", facendo riferimento alle Raccomandazioni Normal, UNI 10739, Beni Culturali, Tecnologia ceramica. Termini e definizioni, Luglio 1998: Patina: rivestimento opaco, più o meno lucido, di spessore sottile e almeno in parte greificato. La materia prima è rappresentata dalla frazione più fine delle argille, costituite principalmente dal minerale argilloso illite, separata per sedimentazione.

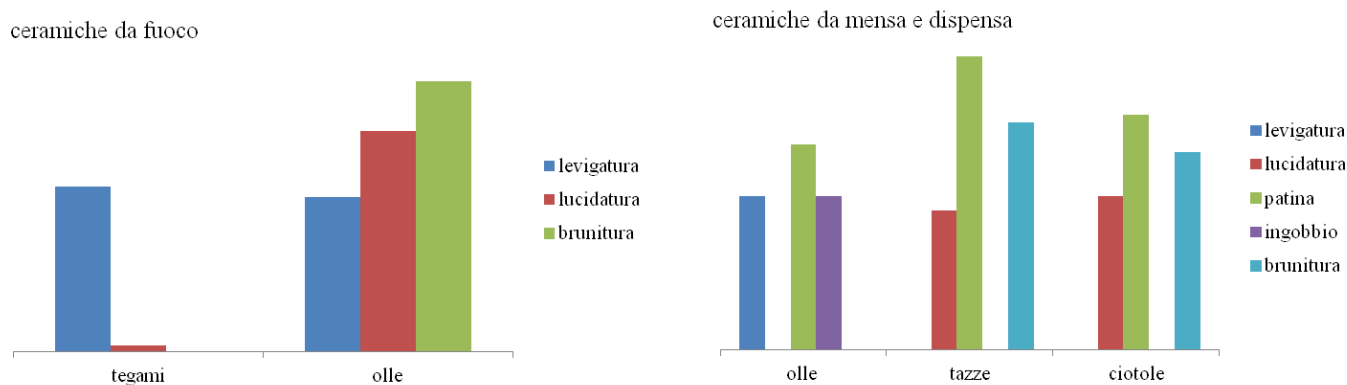


Fig. 5. Nel grafico sono rappresentati i diversi tipi di trattamento usati nelle ceramiche da fuoco e in quelle da mensa e dispensa divise per tipologia. Si può osservare come nelle olte, usate sia per cuocere che per conservare, i trattamenti siano diversi a secondo della funzionalità dei manufatti.

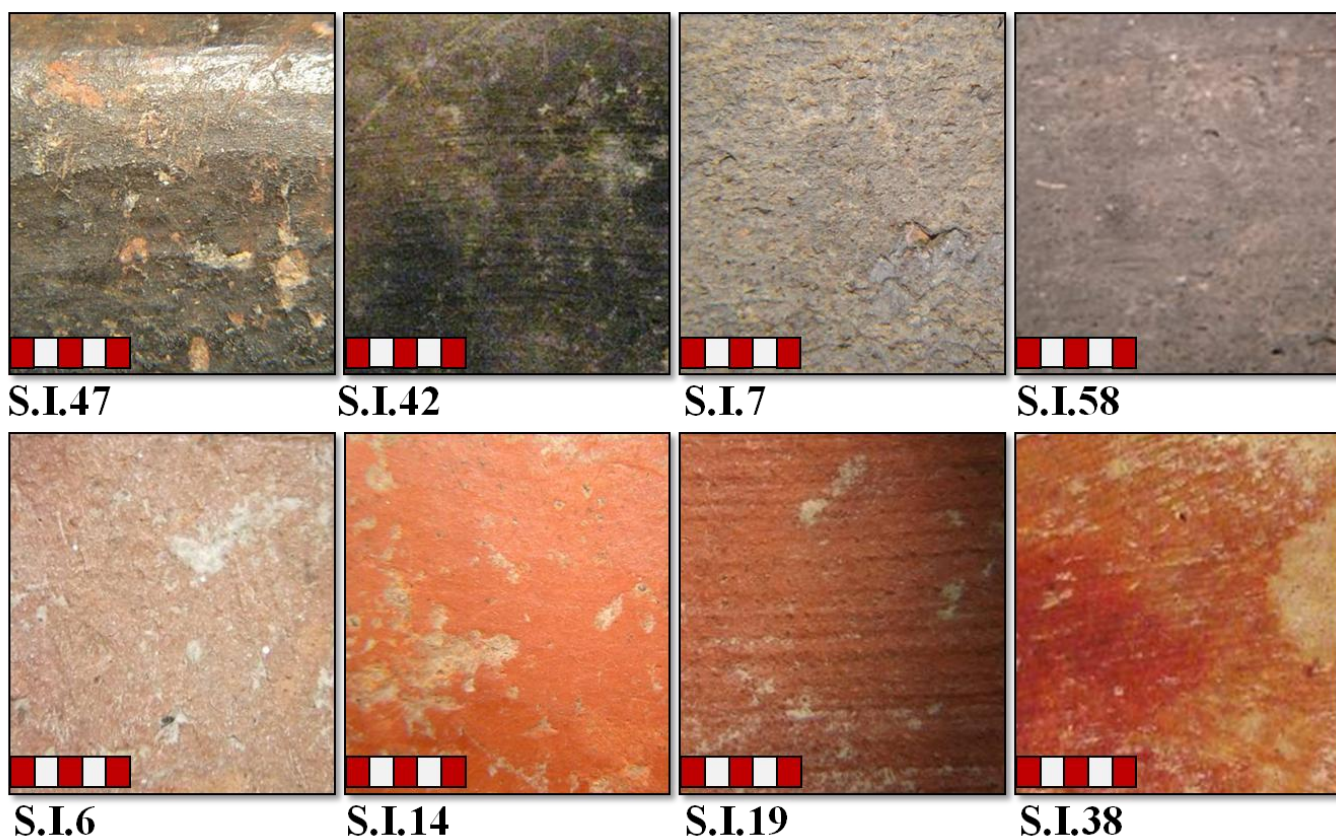


Fig. 6. Immagini allo stereomicroscopio delle superfici di alcuni campioni analizzati (20X, scala metrica 5 cm). Il campione S.I.47, un'olla, ha la superficie brunita, liscia, lucida e impermeabile; S.I.42, un'olla, ha la superficie lucidata, mediamente liscia, porosa e si osservano le tracce del trattamento; S.I.7 e S.I.58, due tegami, sono stati levigati ed infatti le superfici sono porose, irregolari e vi si osserva la presenza di piccoli inclusi affioranti. I campioni S.I.6 e S.I.14, due olte, hanno la patina, che in entrambi i casi è lucida, perfettamente aderente al corpo, liscia e non porosa; S.I.19, un'olla, ha un ingobbio rosso su cui sono visibili le tracce della lisciatura finale, è aderente al corpo e poroso; S.I.38, una ciotola, ha la superficie lucidata, mediamente liscia, porosa, si osservano le tracce del trattamento e delle irregolarità nel colore dovute alla cottura.

e presentano le stesse caratteristiche osservate nei campioni dell'altro gruppo. Le tazze e le ciotole presentano il trattamento migliore: alcune sono brinite, completamente impermeabili, lisce e senza tracce del trattamento; altre sono levigate, ma sempre con trattamento esteso, con tracce poco profonde con andamento parallelo e direzione principalmente orizzontale, porosità molto bassa; altre ancora, le più numerose, hanno la patina su tutta la superficie, le superfici sono lisce, impermeabili e senza tracce del trattamento chiaramente individuabili (figg. 5 e 6).

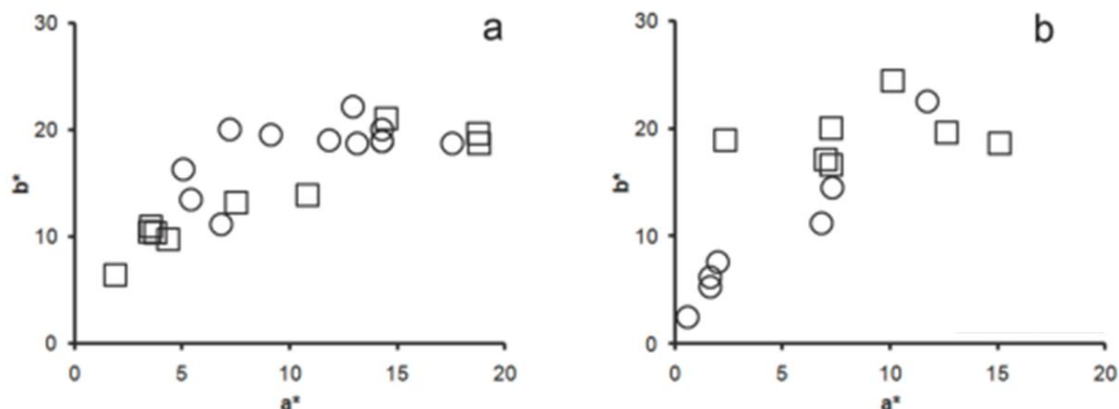


Fig. 7. Nel grafico sono riportate le coordinate cromatiche dei frammenti analizzati: a) cromaticismo delle superfici; b) cromaticismo delle matrici. I cerchietti indicano le ceramiche da fuoco, i quadratini quelle da mensa e dispensa.

Oltre al trattamento superficiale, è stato analizzato il colore delle superfici e delle matrici con le tavole Munsell ed il colorimetro. I campioni di ceramiche da fuoco hanno prevalentemente matrici nere e solo un piccolo gruppo ha matrici rosse con cuore nero. Il 34% dei campioni ha superfici che rientrano nella sfera del rosso, con gradazioni comprese tra il rosa (5YR 7/4 *pink*) e il marrone (10YR 6/3 *pale brown*; 10YR 7/4 *very pale brown*), gli altri hanno invece superfici nere. I campioni di ceramiche da mensa e dispensa presentano, invece, matrici sia rosse, sia nere in percentuali pressoché uguali; tra quelli che hanno matrici rosse, circa il 50% ha il cuore nero. Il 64% dei campioni ha superfici rosse (2,5YR 4/6 *red*), i restanti nere.

Le superfici dei campioni di ceramiche da fuoco hanno valori di  $a^*$  e  $b^*$  pressoché costanti e bassi, mentre i campioni di ceramiche da mensa e dispensa hanno valori di  $b^*$  costanti e di  $a^*$  che varia da 2 a 17, a seconda dell'intensità del rosso (fig. 7a). Considerando il colore delle matrici, il valore di  $b^*$  è abbastanza costante, mentre quello di  $a^*$  varia da 5 a 28 ed i valori più alti si riscontrano nei campioni di ceramiche da mensa e dispensa. Il valore della lucentezza  $L^*$  è in generale più basso nelle matrici che nelle superfici, dato derivante dal fatto che spesso le matrici sono scure o presentano il cuore nero. I valori di  $L^*$  più bassi, inferiori a 50, si riscontrano nei campioni di ceramiche da fuoco che hanno matrici e superfici nere (fig. 7b).

### La cottura

Le analisi XRD, lo studio delle matrici in sezione sottile, l'osservazione delle superfici e degli impasti con il colorimetro e le tavole Munsell hanno dato importanti informazioni sul range delle temperature di cottura raggiunte. Le temperature sono state stimate in base alle trasformazioni mineralogiche che avvengono durante la cottura, come la presenza/assenza della calcite e/o della mica (fino ai 750-850° C) e dei minerali di neoformazione (dagli 800° C in su)<sup>30</sup>. È tuttavia importante utilizzare questo dato con molta cautela, poiché sappiamo che i nuragici non cuocevano in forni chiusi in atmosfera ossidante, ma probabilmente usavano delle fosse scavate nel terreno<sup>31</sup>, in cui era molto difficile il controllo dei parametri di cottura, quali la temperatura massima raggiunta, la velocità di riscaldamento, il tempo di macerazione e l'atmosfera di cottura<sup>32</sup>.

Dall'analisi XRD è emerso che tutti i campioni sono ricchi in quarzo, mentre hanno contenuti variabili di fillosilicati e di calcite (Tabella 3). I campioni di ceramiche da fuoco sono ricchi in pomici e ignimbriti, che ovviamente non possono essere rilevati dall'XRD, anche se è possibile supporre che abbiano contribuito ad aumentare il livello della frazione amorfa, molto più alto in questo gruppo di manufatti che nell'altro. Quasi tutti i campioni di ceramica da mensa e dispensa sono ricchi in calcite. È stato osservato che un numero molto basso di campioni di ceramiche che appartiene a questo gruppo contiene minerali di neoformazione, gehlenite e diopside, mentre la loro frequenza è maggiore nei campioni che provengono da ceramiche da fuoco (Tabella 3). Nei campioni che contengono minerali di neoformazione si osserva presenza di ematite, un aumento della frazione amorfa, collegabile forse con una vetrificazione iniziale delle matrici, e una diminuzione/assenza della calcite.

La metà circa dei campioni da fuoco è stata cotta a temperature intorno ai 900°C, ipotesi sostenuta dall'assenza dei carbonati e della mica e dalla presenza di gehlenite e diopside, anche se in basse quantità. I campioni di ceramiche da mensa e da dispensa, in linea generale, sono stati cotti a temperature intorno ai 750-800°C in atmosfera ossidante o intorno agli 850°C in atmosfera riducente, come suggeriscono la presenza della calcite e della illite e

<sup>30</sup> STERBA ET AL. 2009:1582-1589.

<sup>31</sup> DEPALMAS e DI GENNARO 2004: 110-115.

<sup>32</sup> MAGGETTI ET AL. 2011: 500-508.

l'assenza di minerali di neoformazione.

Nei manufatti da fuoco le matrici sono parzialmente vetrificate, la calcite, se presente, è scura e presenta spesso dei bordi di reazione, la muscovite, dove è stata osservata, ha colori di interferenza molto alti: tutti questi dati sostengono l'ipotesi di temperature di cottura intorno ai 900°C. L'osservazione del livello di birifrangenza delle matrici e di alcuni minerali e la presenza della calcite al microscopio da mineralogia conferma l'ipotesi che i manufatti da mensa e da conserva siano stati cotti a temperature inferiori ai 750°C. Combinando questi dati con l'osservazione del colore delle matrici e delle superfici, è stato osservato, in linea generale, che i campioni che contengono percentuali di calcite del 0 o superiori al 5% e di materia organica intorno al 10% sono stati cotti in atmosfera riducente.

*Tabella 3. risultati dell'analisi XRD dei campioni analizzati.*

| Campione | Funzionalità      | Qz  | Cal | Phy | Fsp | Hem | Gh | Di | Amorfo |
|----------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|--------|
| 6        | mensa/dispensa    | +++ | ++  | ++  | +   |     |    |    |        |
| 7        | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   |     |    | tr | ++     |
| 8        | mensa/dispensa    | +++ | ++  | ++  | +   |     |    |    |        |
| 9        | mensa/dispensa    | +++ | ++  | ++  | +   |     |    |    |        |
| 10       | mensa/dispensa    | +++ | ++  | ++  | +   |     |    |    |        |
| 13       | mensa/dispensa    | +++ | ++  | ++  | +   |     |    |    |        |
| 14       | mensa/dispensa    | +++ |     |     | +   |     |    |    | ++     |
| 15       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   | +   | tr |    | ++     |
| 18       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   | +   |    | tr | ++     |
| 19       | mensa/dispensa    | +++ |     |     | +   |     | tr |    | ++     |
| 24       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   |     |    | tr | ++     |
| 25       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   |     | tr |    | ++     |
| 27       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   | +   |    |    | ++     |
| 28       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   |     | tr |    | ++     |
| 29       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   |     | tr |    | ++     |
| 30       | mensa/dispensa    | +++ | ++  | ++  | +   |     |    |    |        |
| 31       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   | +   | tr |    | ++     |
| 32       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   |     |    | tr | ++     |
| 33       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   |     | tr |    | ++     |
| 37       | mensa/dispensa    | +++ | ++  | ++  | +   |     |    |    |        |
| 38       | mensa/dispensa    | +++ | ++  | ++  | +   |     |    |    |        |
| 39       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   |     |    |    | ++     |
| 40       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   |     | tr |    | ++     |
| 41       | mensa/dispensa    | +++ | ++  | ++  | +   |     |    |    |        |
| 42       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   |     |    |    | ++     |
| 44       | mensa/dispensa    | +++ |     |     | +   | +   |    |    | ++     |
| 45       | mensa/dispensa    | +++ | ++  | ++  | +   |     |    |    |        |
| 46       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   |     |    | tr | ++     |
| 47       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   |     | tr |    | ++     |
| 48       | mensa/dispensa    | +++ | ++  | ++  | +   |     |    |    |        |
| 49       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   |     |    |    | ++     |
| 51       | mensa/dispensa    | +++ | ++  | ++  | +   |     |    |    |        |

| Campione | Funzionalità      | Qz  | Cal | Phy | Fsp | Hem | Gh | Di | Amorfo |
|----------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|--------|
| 53       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   |     |    | tr | ++     |
| 56       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   | +   | tr |    | ++     |
| 58       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   |     |    | tr | ++     |
| 62       | mensa/dispensa    | +++ | ++  | ++  | +   |     |    |    |        |
| 63       | mensa/dispensa    | +++ | ++  | ++  | +   |     |    |    |        |
| 64       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   | +   | tr |    | ++     |
| 65       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   |     | tr | tr | ++     |
| 66       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   | +   | tr |    | ++     |
| 67       | ceramica da fuoco | +++ |     |     | +   |     | tr |    | ++     |

Qz: quarzo; Cal: calcite; Phy: fillosilicati; Fsp: feldspati; Hem: hematite; Gh: gehlenite; Di: diopside; tr: tracce; +: presenza scarsa; ++: presenza abbondante; +++: presenza molto abbondante.

### Conclusioni

Lo sviluppo tecnologico dei manufatti ceramici è conseguenza sia della sperimentazione dei singoli vasai, delle loro conoscenze, credenze e tradizioni, sia dello scambio culturale tra diverse realtà che entrano a contatto tra loro. Nell'introduzione sono stati presentati gli ambiti in cui gli studi tecnologici trovano maggiore applicazione e possono offrire spunti di riflessione interessanti. A conclusione del percorso di analisi e studio del materiale, abbiamo ottenuto importanti informazioni nel campo della sfera materiale, soprattutto per quel che riguarda la scelta delle materie prime da utilizzare, in quello tecnologico, che ha permesso di osservare un'evoluzione che parte dall'età del Bronzo finale e può considerarsi conclusa in quella del Ferro<sup>33</sup>, e in quello della sfera tecnologico-funzionale, in cui è stato possibile osservare l'utilizzo consapevole di tecnologie diverse in base alla funzionalità dei manufatti.

Le analisi mineralogiche, petrografiche e tecnologiche condotte sulle ceramiche nuragiche di Sant'Imbenia prodotte durante l'età del Ferro hanno messo in luce delle differenze tra prodotti da fuoco e quelli da mensa e dispensa. La prima diversità consiste nella scelta e nell'utilizzo delle materie prime argillose: nelle ceramiche da fuoco si osserva l'utilizzo di materiali argillosi che si caratterizzano per l'alta presenza di frammenti di rocce vulcaniche, spesso regolari per forma e quantità; nelle ceramiche da mensa e dispensa si osserva invece l'uso quasi esclusivo di un materiale argilloso ricco in calcite, quarzo e feldspati.

I materiali destinati alla cottura del cibo e a continui contatti con il fuoco hanno matrici con quantità di inclusi tra il 10 ed il 20%, porosità intorno al 15-20%, birifrangenza medio alta e presenza di minerali di neoformazione (diopside, gehlenite) che indicano temperature di cottura intorno o superiori ai 900°C. Le superfici sono lisce, spesso con una patina rossa, poco porose, lucide e brillanti. Come detto in precedenza, questa classe di materiali si caratterizza per la presenza di frammenti di rocce vulcaniche, soprattutto pomice ed ignimbriti, che garantivano una buona refrattarietà e una buona resistenza nel tempo nonostante le continue variazioni delle temperature, evitando il rischio di rottura delle pareti e permettendo una distribuzione uniforme del calore. A nostro avviso, i vasai erano consapevoli dei vantaggi che l'utilizzo di questa materia prima argillosa conferiva ai manufatti e per questo sceglievano consapevolmente per la fabbricazione di ceramiche da fuoco. Le superfici sono brunite, levigate e lucidate.

La quasi totalità delle ceramiche da mensa e dispensa sono realizzate con una materia prima argillosa piuttosto friabile, a causa dell'alta percentuale di inclusi presenti e della porosità compresa tra il 20 ed il 30%, dovuta probabilmente alla presenza di materia organica e delle calcite, birifrangenza bassa. Questi campioni sono stati cotti a temperature intorno ai 750-850°C in atmosfera ossidante o superiori in atmosfera riducente. Le superfici sono lucidate, levigate, brunite, con ingobbio o patina.

Abbiamo osservato delle differenze anche nella tecnologia utilizzata per la produzione delle ceramiche, che cambia a secondo della loro funzionalità: un esempio è, appunto, la scelta di materie prime argillose in grado di sopportare bene i continui contatti con il fuoco; un altro è il trattamento superficiale, che nelle ceramiche usate per cuocere cibi liquidi e/o solidi e in quelle per contenere e/o versare liquidi ha ridotto la porosità a livelli minimi; un altro ancora sono le temperature di cottura diverse in base alle caratteristiche mineralogico e petrografiche del manufatto.

<sup>33</sup> Questo studio si inserisce all'interno di un percorso più ampio, iniziato nel 2008, che riguarda la ceramica rinvenuta nel sito; questo ci ha permesso di individuare delle caratteristiche tecnologiche e minero-petrografiche di manufatti che possiamo considerare di produzione locale e che presentano peculiarità tipiche di Sant'Imbenia.

Queste osservazioni permettono di costatare un'evoluzione ed una crescita delle competenze dei vasai sia nella scelta delle materie prima da usare, sia nella gestione delle temperature di cottura e dei forni: la presenza di superfici parzialmente vetrificate, non porose e molto compatte suggerisce che i ceramisti di Sant'Imbenia erano in grado di aumentare la temperatura all'interno del forno sopra 900°C e mantenerla abbastanza a lungo da causare la almeno parziale vetrificazione della superficie della ceramica. Anche lo studio delle superfici ha prodotto dei risultati interessanti: i manufatti di Sant'Imbenia sono, infatti, quasi tutti caratterizzati da superfici rosse, con gradazioni che vanno dal rosso mattone al marrone rosso, alcuni ingobbati o con patina, altri levigati, cotti durante l'ultima fase e lasciati a raffreddare in atmosfera ossidante. Questo aspetto appare durante l'età del bronzo finale e si consolida in quella del Ferro e potrebbe essere un retaggio e una rielaborazione della *red slip* fenicia tipica dei prodotti orientali che dall'età del Bronzo arrivano a Sant'Imbenia.

I risultati di questo studio contribuiscono ad approfondire ed a comprendere la vita e le attività che si svolgevano all'interno del sito, oltre a fornire una caratterizzazione mineralogica e petrografica delle ceramiche che vi si producevano. Inoltre conferma l'importanza dei contatti e delle relazioni pacifiche tra gli abitanti del sito e gli stranieri, che sono stati fondamentali per la crescita e lo sviluppo della comunità.

Il presente lavoro è stato prodotto nell'ambito del progetto di ricerca dal titolo *La ceramica del Nord Sardegna dall'età del Bronzo all'età del Ferro: dati archeometrici e archeologici a confronto* sviluppato presso l'Università degli Studi di Sassari, per mezzo dell'Assegno finanziato con le risorse del P.O.R. SARDEGNA F.S.E. 2007-2013 - Obiettivo competitività regionale e occupazione, Asse IV Capitale umano, Linea di Attività I.3.1.

Beatrice De Rosa<sup>1</sup>, Marco Rendeli<sup>2</sup>, Paola Mameli<sup>1</sup>

1) Dipartimento di Scienza della Natura e del Territorio, Università degli Studi di Sassari, Via Piandanna

2) Dipartimento di Storia, Scienze dell'Uomo e della Formazione, Università degli Studi di Sassari, Viale Umberto

## BIBLIOGRAFIA

- ALBERO D., 2007, "Primeras aproximaciones a la tecnología cerámica prehistórica en la Península de Calvía (Mallorca)", in *@rqueología y Territorio* 4: 70-86.
- ALBERO D., 2008, "La calcita como desgrasante añadido en cerámicas arqueológicas prehistóricas: estado de la cuestión", in *Dialogando con la Cultura Material*, Actas de la I Jornadas de Jóvenes en Investigación Arqueológica, Universidad Complutense de Madrid, 3-5 de septiembre de 2008: 93-100.
- ALBERO D., 2010, "Pastas Desgrasadas con Calcita y Pastas Desgrasadas con Materia Vegetal: Aproximación Experimental", in *Boletín del Laboratorio de Petrología y Conservación Cerámica*: 18-35.
- BAFICO S., 1986, "Materiale d'importazione dal sito nuragico di Sant'Imbenia: Società e cultura in Sardegna nei periodi orientalizzante ed arcaico (fine VIII-480 a.C.). Rapporti tra Sardegna, Fenici, Etruschi e Greci", in *Un millennio di relazioni tra la Sardegna e i Popoli del Mediterraneo*, Atti del I Convegno di Studi, Selargius (Ca) 1985, Cagliari 1986: 91-93, tav. XXVI-XXVII.
- BAFICO S., 1991, "Alghero (SS). Loc. Sant'Imbenia. Sito nuragico", in *Bollettino di Archeologia del Ministero per i Beni Culturali e Ambientali* 10: 97-100.
- BAFICO S., 1997, "Alghero (Sassari). Località Sant'Imbenia. Sito nuragico. Il contesto indigeno. Scavi 1994 e 1995", in *Bollettino di Archeologia* 43-45, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Roma: 136-138.
- BAFICO S., 1998, *Nuraghe e sito Sant'Imbenia. Alghero*, Viterbo.
- BAFICO S. ET AL., 1997, "Fenici e indigeni a Sant'Imbenia (Alghero)", in P. BERNARDINI, R. D'ORIANO, P.G. SPANU (a cura di), *Poinikés b shrdn/I Fenici in Sardegna: nuove acquisizioni*: pp. 45-53.
- BERNARDINI P., 2005, "Bere vino in Sardegna: il vino dei Fenici, il vino dei Greci", in S.F. BONDÌ, M. VALLOZZA (a cura di), *Greci, Fenici, Romani: interazioni culturali nel Mediterraneo antico (Daidalos, 7)*: 1-15.
- BERNARDINI P., D'ORIANO R. (a cura di), 2001, *Argyróphleps nesos. L'isola dalle vene di argento. Esploratori, mercanti e coloni in Sardegna tra XIV e VI sec. a.C.*, Comune di Bondeno.
- BERNARDINI P. ET AL. 1997, *Poinikés b shrdn/I Fenici in Sardegna: nuove acquisizioni*, Oristano.
- BRYSAERT A. (ed.) 2011, *Tracing social networks through studying technologies: a diachronical perspective from the Aegean*, Routledge, New York.

- BUXEDA I GARRIGÓS J. ET AL. 2003, "Technology transfer at the periphery of the Mycenaean World: the cases of mycenaean pottery found in central Macedonia (Greece) and the plain of Sybaris (Italy)", in *Archaeometry* 45: 263-284.
- CASSANO S.M. ET AL. 1995, "Pottery making in Southern Italy neolithic: an experimental study", in M. VENDRELL-SAZ, T. PRADELL, J. MOLERA, M. GARCIA (a cura di), *Estudies sobre Ceràmica Antiga*, Actes del Simposi sobre Ceràmica Antiga, Universitat de Barcelona: 11-16.
- CERDEÑO DEL CASTILLO J. ET AL. 2000, *Manual de patologías de las piezas cerámicas para la construcción*, AITE-MIN, Toledo, 118 pp.
- CLOP X. ET AL. 2013, "Raw Material Management in the first pottery production of the Mediterranean basin: a developing project", in *The Old Potter's Almanack*, pp. 26-31.
- CULTRONE G. ET AL. 2001, "Iberian ceramic production from Basti (Baza, Spain): first geochemical, mineralogical and textural characterization", in *Archaeometry*, 53: 340-363.
- CUOMO DI CAPRIO N., 2007, *La ceramica in archeologia*, 2, L'Erma di Bretschneider, Roma.
- DE ROSA B., 2012, "Archeometria della ceramica: le Anfore Sant'Imbenia", in *L'Africa Romana XIX*, Roma: 1819-1834.
- DE ROSA B., 2013, "Ceramiche fenicie di importazione dal sito nuragico di Sant'Imbenia (Alghero, SS) Sardegna", in *Herakleion. Revista Interdisciplinar de Historia y Arqueología del Mediterráneo* 6: pp. 5-26.
- DE ROSA B., CULTRONE G., 2012, "La ceramica di Sant'Imbenia: archeometria e produzione. Dati preliminari", in *La preistoria e la protostoria della Sardegna*, Atti della XLIV Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Cagliari-Barumini-Sassari 23-28 novembre 2009: 899-905.
- DE ROSA B., PICCIOLI C., 2009, "Le classi ceramiche: ridefinizione archeometrica per lo sviluppo delle conoscenze dei materiali di scavo", in *Le classi ceramiche. Situazione degli studi*, Atti della 10a Giornata di Archeometria della Ceramica, Roma, 5-7 aprile 2006: pp.80-86.
- DE ROSA B. ET AL., 2011, "Estudio arqueométrico y tecnológico de la cerámica procedente del poblado nurágico de Sant'Imbenia (Cerdeña, Italia)", in XVIII Congreso Internacional Conservación y Restauración de Bienes Culturales, 18th International Meeting on Heritage Conservation, Granada, 9-11 novembre 2011: 451-454.
- DE ROSA B. ET AL., 2012, "Archaeometric reconstruction of Nuragic ceramics from Sant'Imbenia (Sardinia, Italy). Technological evolution of production process", in *Periodico di Mineralogia* 81: 313-332.
- DE PALMAS A. E DI GENNARO F., 2004, "Produzione primitiva di ceramica. Interviste a Barrama", in Atti del secondo Convegno Nazionale di Etnoarcheologia, Rimini 2004: 110-115.
- DEPALMAS A., RENDELI M., 2012, "L'erba del vicino è sempre più verde?", in *La preistoria e la protostoria della Sardegna*, Atti della XLIV Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Cagliari-Barumini-Sassari 23-28 novembre 2009: 907-912.
- FEDERICI P.R. ET AL., 1999, "Lineamenti geomorfologici ed evoluzione recente del paesaggio nella Nurra occidentale (Sardegna NW). La fascia costiera di Porto Conte-Porto Ferro", in *Quaderni dell'Istituto di studi politico giuridico dell'Università di Pavia* 5: 93-138.
- GARAU E., RENDELI M., 2012, "From Huts to Houses? "Urbanistica" a Sant'Imbenia", in *La preistoria e la protostoria della Sardegna*, Atti della XLIV Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Cagliari-Barumini-Sassari 23-28 novembre 2009: 893-898.
- JOHNSON P., 2010, "Sant'Imbenia, Sardinia Geophysical Survey", in *Resistivity Survey*: 1-18.
- KILIKOGLU V. ET AL. 1998, "Mechanical performance of quartz-tempered ceramics: Part I, strength and toughness" in *Archaeometry*, 40: 261-279.
- LEVI S.T. ET AL., 2006, "Eppur si muove...Problematiche e risultati delle indagini sulla circolazione della ceramica dell'età del bronzo in Italia", in *Materie prime e scambi nella preistoria italiana: nel cinquantenario della fondazione dell'Istituto italiano di preistoria e protostoria*, Atti della XXXIX Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Firenze 25-27 novembre 2004: 1093-1111.
- LEVI S.T., 2010, *Dal coccio al vasaio: manifattura, tecnologia e classificazione della ceramica*, Bologna.
- LO SCHIAVO F., 2002, "Osservazioni sui rapporti fra Sardegna ed Etruria in età nuragica II", in *Etruria e Sardegna centro settentrionale tra l'età del Bronzo e l'alto arcaismo*, Atti del XXI Convegno di Studi Etruschi e Italici, Sassari-Alghero, Oristano-Torralba, 13-17 ottobre 1998: 51-70.
- MAGGETTI M., MESSIGA B., 2006, *Geomaterials in Cultural Heritage*, Geological Society of London.
- MAGGETTI M. ET AL., 2011, "Temperature evolution inside a pot during experimental surface (bonfire) firing", in *Applied Clay Sciences*, 53: 500-508.
- MARITAN L., 2004, "Archaeometric study of Etruscan-Padan type pottery from the Veneto region: petrographic, mineralogical and geochemical-physical characterization", in *European Journal of Mineralogy*, 16: 297-307.
- MARITAN L. ET AL. 2006, "Influence of firing conditions on ceramics products: experimental study on clay rich in organic matter", in *Applied Clay Science*, 53: 500-508.
- MIRTI P., DAVIT P., 2004, "New developments in the study of ancient pottery by colour measurement", in *Journal of Archaeological Science*, 31: 441-751.



- MUNTONI I., PALLECCHI S., 2004, "Studi archeometrici sulla circolazione di materie prime e manufatti nella produzione vascolare neolitica ed eneolitica italiana", in *Preistoria e Protostoria del Trentino Alto Adige/Südtirol*, Atti della XXIII Riunione Scientifica dell'Istituto italiano di Preistoria e Protostoria, Trento 21-24 ottobre 1997: 1009-1021.
- NATALI E., 2014, "The earliest pottery in Italy: a technological approach to impressed decoration during the archaic phase", in *The Old Potter's Almanack*, pp. 2-13
- NAVARRATE M.S. ET AL., 1991, "Ceramicas neolíticas de la provincia de Granada. Materias primas y técnicas de manufacturación", in *Monografía Arte y Arqueología, Universidad de Granada*: 135-249.
- OGGIANO I., 1997, "La ceramica fenicia", in *Bollettino di Archeologia* 43-45, Ministero per i Beni e le Attività Culturali: 138-141.
- OGGIANO I., 2000, "La ceramica fenicia di Sant'Imbenia (Alghero, SS)", in P. BARTOLONI (a cura di) *La ceramica fenicia di Sardegna. Dati, problematiche, confronti*. Atti del I Congresso internazionale Sulcitano, S.Antioco 19-21 settembre 1997: 236-258.
- RENDELI M., 2012a, Il progetto Sant'Imbenia, in *Ricerca e confronti 2010*, Atti giornate di studio di archeologia e storia dell'arte a 20 anni dall'istituzione del Dipartimento di Scienze Archeologiche e Storico-artistiche dell'Università degli Studi di Cagliari, Cagliari, 1-5 marzo 2010, ArceoArte. Rivista elettronica di Archeologia e Arte, supplemento 2012 al numero 1: 323-338.
- RENDELI M., 2012b, "Nuragici, Greci ed Etruschi nella Sardegna nord-occidentale", in P. BERNARDINI, M. PERRA (a cura di), *I Nuragici, i Fenici e gli altri*, Atti del primo Congresso Internazionale in occasione del venticinquennale del Museo "Genna Maria" di Villanovaforru, 14-15 dicembre 2007: 193-208.
- RENDELI M., 2012c, "Riflessioni da Sant'Imbenia", in *L'Africa Romana XIX: 1835-1844*.
- RENDELI M., 2013, "Risposte locali al commercio mediterraneo all'inizio del I millennio a.C.: la Sardegna occidentale", in M.E. AUBET, P. SUREDA (a cura di), *Interacción social y comercio en la antesala del colonialismo*, Actas del seminario, Universidad Pompeu Fabra 2012: 135-151.
- RENDELI M., 2014, "Sant'Imbenia (Alghero, Sardegna)", in *Phéniciens d'Orient et d'Occident. Mélanges Josette E-lay*: 471-486.
- RIDGWAY D., 2004, "Euboeans and Others along the Tyrrhenian Seaboard in the 8th century B.C.", in K. LOMAS ed., *Greek Identity in the Western Mediterranean. Papers in Honour of Brian Shefton*: 15 ss.
- RICE P.M., 1987, *Pottery analysis. A Sourcebook*, Chicago-London.
- ROPPA A. ET AL. 2013, "Interazioni artigianali e sviluppo della manifattura ceramica locale a S'Uraki (Sardegna) fra la prima età del Ferro e il periodo punico", in *Saguntum* 45
- SANTORO BIANCHI S., 1998, "Il contributo delle analisi archeometriche allo studio delle antiche ceramiche grezze e comuni: il rapporto Forma/Funzione/Impasto", in *Rivista di Archeologia*, XXI: 125-135.
- SESTIER C., 2006, "Utilisation du dégraissant végétal en contexte néolithique: hypothèses technologiques et expérimentation", in *Archaeometry* 63 (1): pp. 81-94.
- STARK M. ET AL., 2000, "Ceramic Technology and Social Boundaries: Cultural Practices in Kalinga Clay Selection and Use", in *Journal of Archaeological Method and Theory*, Vol. 7 (4): 295-331.
- STEELE J. ET AL., 2010, "Ceramic diversity, random copying, and tests for selectivity in ceramic production", in *Journal of Archaeological Science* 37: 1348-1358.
- STERBA J.H. ET AL. 2009, "The influence of different tempers on the composition of pottery", in *Journal of Archaeological Science*, 36: 1582-1589.
- TITE M.S. ET AL., 2001, Strength, Toughness and Thermal Shock Resistance of Ancient Ceramics, and Their Influence On Technological Choice, in *Archaeometry* 43, (3): 301-324.
- TSETLIN B., 2003, "Organic tempers in ancient ceramics", in S. DI PIERRO, V. SERNEELS, M. MAGGETTI (a cura di), *Ceramic in the Society*, 6th European Meeting on Ancient Ceramics, Fribourg, Switzerland.
- VAN DOMMELEN P., ROPPA A., 2014, "Conclusioni per una definizione dell'età del ferro sarda", in *Rivista di Studi Fenici*, 41 (2013): 271-277.