

ANALISI CHIMICO-PETROGRAFICHE SU UN CAMPIONE DI RIVESTIMENTO INTERNO DI UNA BOTTIGLIA IN BRONZO DEL MUSEO DI AQUILEIA*

Vittoria FORMICA

Lo strato di rivestimento è risultato composto di calce aerea, con scarsissimi aggregati, una porosità media e buona carbonatazione.

I risultati delle analisi escludono che si tratti di un cemento nell'accezione moderna del termine, mentre la riprecipitazione della componente carbonatica nelle microfratture può far pensare ad un'azione di acque di percolamento nel terreno e quindi ad un'originalità del rivestimento. Restano però perplessità sull'assenza di incrostazioni o depositi sulla superficie del rivestimento, che visivamente appare liscia, anche se all'osservazione in sezione lo strato più esterno appare frastagliato e molto poroso (cfr. foto 3 a-b).

È stata individuata la presenza di sostanze proteiche, additivate con ogni probabilità per facilitare sia l'applicazione che la presa della malta. Questi additivi erano comunemente impiegati sia nell'antichità che tradizionalmente nell'Ottocento e nella prima metà del Novecento, finché i legati sintetici non li hanno sostituiti.

Sarebbe consigliabile cercare di ricostruire la storia delle manutenzioni del reperto, in quanto non si può completamente escludere un intervento al momento del rinvenimento.

Non è stato infatti possibile rintracciare in letteratura un esempio analogo. Il limite delle nostre fonti è che raccolgono solo

dati correlati ad operazioni di conservazione; probabilmente una ricerca tramite bibliografie o banche dati di tipo archeologico può dare risultati più soddisfacenti.

L'unicità del reperto lascia dubbiosi: potrebbe essere consigliabile effettuare un'analisi di termoluminescenza per tentare una datazione dell'epoca di fabbricazione della calce del rivestimento. Si tratta di un'analisi che però è stata eseguita solo da pochissimi laboratori ¹ e che non ha l'ampiezza di espressione della TL su materiali ceramici.

Un altro tipo di analisi è la datazione al radiocarbonio, possibile poiché le malte vengono ottenute calcinando ad altissima temperatura calcare. Durante l'indurimento la malta assorbe CO₂ dall'atmosfera: il tenore di C¹⁴ indica quindi il periodo di costruzione.

L'analisi nel caso in oggetto è teoricamente possibile perché si tratta di calce aerea e non idraulica che, indurendo, assorbe acqua e non è quindi impregnata dall'anidride carbonica ².

Anche in questo caso si tratta di analisi che non hanno un elevato livello di standardizzazione e che presentano numerose limitazioni e fonti di errori ³.

NOTE

* Il lavoro di analisi è stato reso possibile grazie alla

preziosa disponibilità del Museo Archeologico Nazionale di Aquileia, per cui si ringrazia sentitamente la direttrice dott.ssa Franca Maselli Scotti. I relativi costi sono stati a carico del Museo Archeologico dei Civici Musei di Udine.

¹ H.M.C.K. BLAKE, S. J. FLEMING, *Santa Maria Maggiore at Lomello in the province of Pavia, Italy: TL dating of architectural phases*, "MASCA" J. V. 2

N. 4 Giugno 1983, pp. 123-23.

² M. VAN STRYDONK *et alii*, *Radiocarbon dating of old mortars*, "PACT" 8, 1983, pp. 337-343.

³ B. WILLAUME *et alii*, *Datation des mortiers du chateau de Chatel-sur-Moselle par le carbone 14*, "PACT" 8, 1983, pp. 345-64; R. BERGER, *Radiocarbon dating of mortar*, "PACT" 29, 1990, pp. 415-22.

SINTESI CAMPIONAMENTO

CAMPIONE	DEFINIZIONE OGGETTO	DESCRIZIONE MATERIALE	ANALISI
AQ 1 - AQ 2	<i>rivestimento interno bottiglia bronzo III sec. d.C. Museo di Aquileia</i>	<i>frammenti a consistenza lapidea</i>	<i>petrografica chimica ultrasonica sezioni sottili</i>

Analisi chimiche

Su due campioni opportunamente disgregati sono state effettuate le caratterizzazioni chimiche:

- Campioni AQ 1: determinazione dei parametri di idraulicità sintetizzati alla pagina seguente.
- Campione AQ 2: analisi calcimetrica con percentuale in peso di carbonati pari a 1.1.

Dalle analisi suddette ed in riferimento all'attuale normativa i campioni analizzati presentano un indice di idraulicità molto basso, al di sotto della Calce Debolmente Idraulica e pertanto possono essere considerate Calce Area.

Frammento	Indice di idraulicità
AQ 1	0.017
AQ 2	0.071

SINTESI ANALISI CHIMICHE

Valori espressi in percentuale in peso

CAMPIONE	CaCO ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaSO ₄	MgO	CaO	CaO+MgO
AQ 1	32.6	5.0	0.12	0.45	6.56	6.21	39.7	-
AQ 2	-	-	-	-	-	-	-	98.9

Descrizione allo stereomicroscopio ottico

Sul materiale residuo dall'analisi calimetrica e sui campioni tal quale è stata eseguita una descrizione petrografica.

I principali elementi costituenti il rivestimento interno del vaso in bronzo in ordine di frequenza sono:

- cristalli di calcite (0.5 mm. 95:98%)
- frammenti rari di rocce scistoso-gneissiche
- rari cristallini (0.5 di quarzo ialino spigolosi ed opachi)
- rari cristallini di ematite
- rari cristallini di gesso
- pellicole di tipo proteico

I campioni in sezione perpendicolare alla stesura si presentano zonati con bande decrescenti verso l'interno del rivestimento stesso (verso bronzo): la zonatura impegna circa metà dello spessore del campione; la superficie di contatto è liscia e ben cristallizzata verso la superficie bronzea e debolmente ondulata, leggermente scabra e porosa verso l'interno del vaso.

La stesura è unica e l'aspetto è compatto, ben cristallizzato con limitata porosità superficiale.

Le fessure di ritiro sono pressoché assenti: sono infatti presenti rare microfatture subverticali alla stesura, generalmente riempite da cemento carbonatico riprecipitato (lunghezza massima: 0.4 mm. spessore massimo (0.1 mm.)

Analisi della velocità ultrasonica

I frammenti del campione del rivestimento sono stati sottoposti per verifica ad analisi ultrasonica con sonde puntiformi (esponenziali).

La velocità ultrasonica media di 2000 m/sec è congruente con la velocità tipica di una malta consolidata (anche a calce) ben carbonatata, con buone caratteristiche di resistenza a compressione e da porosità medio bassa.

I moduli elastici elencati nella tabella riassuntiva delle prove sono puramente indicativi, in quanto il coefficiente di Poisson è stimato in base a dati bibliografici.

Determinazione di parametri elastici ricavati dalle prove soniche.

(Analisi condotte da STUDIO BOSSICH Geoengineering - Milano by Dr. F. Bossich).

Località di provenienza: Museo di Aquileia

Data di prova sonica: 05/93

Prova sonica: I

Litologia sommaria o descrizione materica:

Rivestimento interno bottiglia.

Profondità o quota di provenienza campione: superficiale.

Direzione transito impulsi rispetto discontinuità/scistosità/stratificazione perpendicolare.

Peso di volume (t/mc): 2.60.

PROVA N.	DIST. SONDE (mm.)	TEMPO DI ATTR. (microsec.)	VEL. SONICA (m/sec)	MOD. ELASTICO (MPa)	COEFF. DI POISSON
1	4.7	2.3	2043.48	9220.00	0.25
2	3.9	2.1	1857.14	7620.00	0.25
3	3.9	1.6	2437.50	13110.00	0.25

Documentazione fotografica

a = 1 Nicol
b = 2 Nicol

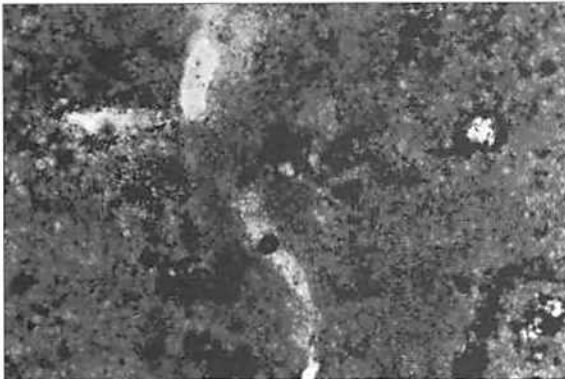


Foto 1a.

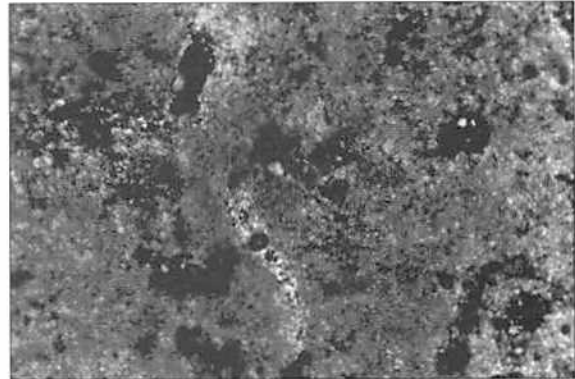


Foto 1b.

Fotografia 1 (ing. x 200)

Zona centrale del rivestimento interno del vaso

Sono visibili in centro foto delle microfratture "cavillature per essiccazione" (spessore 2:3 centesimi di mm.) parzialmente ricementate da calcite e porosità "da vacui e condotti" con probabili depositi organici residuali.



Foto 2a.

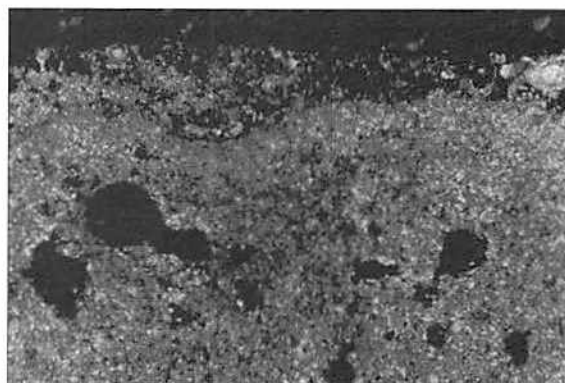


Foto 2b.

Fotografia 2 (ingr. x 200)

Zona di contatto del rivestimento interno con l'interno del vaso

Si può osservare uno strato (spessore di 2-4 decimi di mm) di neoformazione al contatto con il metallo, costituito da ossidi e carbonati metallici e cavità da vuoti e condotti non completamente saturati da cemento calcitico.

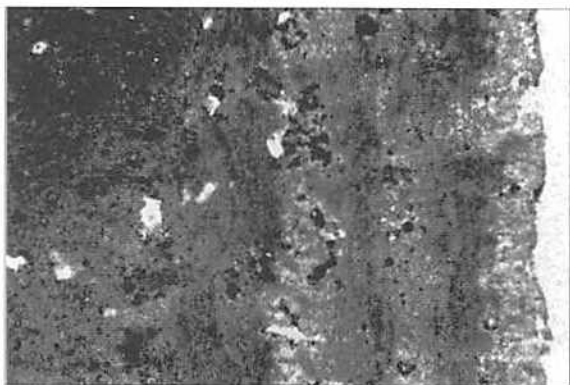


Foto 3a.

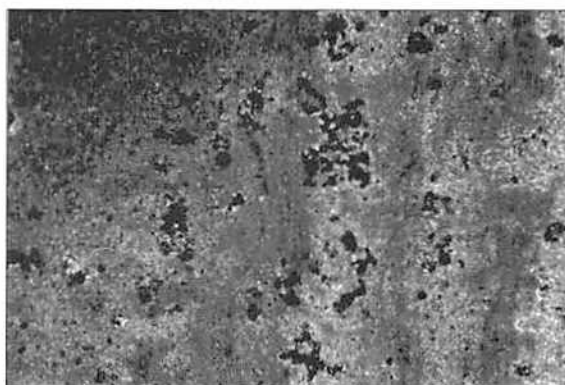


Foto 3b.

Fotografia 3 (ing. x 50)

Zona del rivestimento interno verso interno bottiglia

Dall'esterno verso l'interno si osservano bande (almeno 3) di cemento calcitico con elementi cristallini dimensionalmente inferiori a quello sparitico delle bande più chiare.

In queste ultime si manifestano i vuoti e condotti: la ricementazione dei vuoti sembra aumentare con l'approfondimento verso l'interno del rivestimento. La superficie più esterna del rivestimento appare frastagliata, quasi abrasa e molto porosa per i primi due decimi di millimetro.

Descrizione secondo Normal 12/83 modificato campione AQ1

Normal 12/83: Caratterizzazione di aggregati artificiali usati come legante in opere murarie e per finiture delle stesse.

A. Descrizione preliminare del campione.

- A1. TIPOLOGIA: Rivestimento interno di bottiglia di bronzo.
- A2. STRATIGRAFIA ED UNITÀ DI STESURA.
 - 2.1 Numero degli strati: 1.
 - 2.2 Spessore degli strati: 3.9 - 4.7 mm.
- A3. ADESIONE.
 - 3.1 Al supporto: non determinabile.

B. Descrizione macroscopica dei singoli strati.

- B.1 ASPETTO DIMENSIONALE: arenaceo.
- B2. ASPETTO STRUTTURALE.
 - 2.1 Stesura uniforme ed omogenea.
 - 2.2 Stesura stratificata: parallela.
 - 2.4 Stesura derivante da degrado (Normal -1/80).
- B.3 COLORE (MUNSELL SOIL CHARTS)
 - 3.1 Di insieme o della matrice: 10YR 7/1.
- B.4 COESIONE (Stima): Non si spezza con la sola forza delle dita: assai tenace.
- B.5 FASI SECONDARIE: Incrostazioni: al contatto con superficie bronzea orlo di reazione di carbonati ed ossidi metallici.

C. Descrizione microscopica dei clasti.

- C.1 GRANULOMETRIA DEI CLASTI: (microconglomeratico) da 4 a 2 mm.
- C1.2 CLASSAZIONE CLASTI (apprezzamento visivo del grado di classazione secondo GAGLIARDI *et alii* 1980): ben classato.
- C.2 FORMA DEI CLASTI.
 - 2.1 Sfericità dei clasti: bassa.
 - 2.2 Arrotondamento clasti: subangoloso.
- C3 MORFOLOGIA DELLE SUPERFICI DEI CLASTI: liscia.

C4 ORIENTAMENTO CLASTI NELLA MATRICE: non orientati.

C5 DISTRIBUZIONE DEI CLASTI NELLA MATRICE: random.

C6 ADDENSAMENTO DEI CLASTI (stima visiva percentuale di clasti nel rapporto clasti/matrice da TERRY, CHILINGAR 1955): da 0 a 20%: addensamento basso.

C7. POROSITÀ DELLA MATRICE.

7.1 Percentuale dei pori/vuoti rispetto al volume della malta.

7.1.1 < 20% (bassa) 50% verso parte bronzo.

7.1.2 20/40% (media) 50% verso interno vaso.

7.2 Origine della porosità o vuoti.

7.2.3 da matrice: per ritiro da essiccazione.

7.3 Forma dei pori o vuoti: fessure e condotti capillari e microcavità di spessore 0.02/0.03 mm.

C8 COMPOSIZIONE DEI CLASTI.

8.1 Composizione mineralogica petrografica in ordine di abbondanza decrescente:

- frammenti di rocce metamorfiche grigie.
- quarzo ialino ed opaco.
- mica.

8.2 Descrizione microscopica di singoli clasti di interesse particolare.

a) Natura mineralogica: quarzo.

Granuli: monocristallini.

Resti di sostanze organiche (C.8.4).

Dimensioni medie dei clasti: 0,05 mm.

8.2.2 Forma: granulare.

8.2.3 Arrotondamento: subarrotondato.

D. Descrizione microscopica della matrice.

D.1. STRUTTURA: Zonata.

D.2 TESSITURA (secondo FOLK 1959).

2..2.1 Micritica (Granuli < 4 μ).

2.3.1 Microspartita (Granuli da 4 a 10 μ).

D3. RAPPORTI TESSITURALI CLASTI MATRICE: assenti.