

# DAL SOLFATO DI RAME AL RAME METALLICO

## ESPERIMENTO DI ARCHEOMETALLURGIA DEL SETTEMBRE 2009

Da anni ormai, il gruppo ARCA sperimenta la fusione dei minerali di rame allo scopo di ripercorrere processi metallurgici tentati e testati in antico, cioè nell'*età del Rame*; quel periodo è temporalmente collocabile in Europa dall'inizio del IV fino alla fine del III millennio a.C. (4000-2000 a.C.); dopo quest'epoca, convenzionalmente, ha inizio l'*età del Bronzo* (2000-1000 a.C.).

L'articolo presenta e descrive un modo semplice di produrre rame, quello nel quale si 'arrostitisce', nel senso usuale del termine e non con significato metallurgico, un materiale facilmente reperibile in commercio e cioè il solfato di rame. Nei giacimenti sfruttati in antico, tale minerale era sicuramente presente, mescolato sia agli ossidi (cuprite) sia ai carbonati (malachite, azurrite) che ai silicati (crisocolla), ma non vi compariva certo in grandi quantità. I minerali citati caratterizzano la parte superiore dei giacimenti di rame, il *cappellaccio*, mentre la parte più interna è costituita da solfuri; detto in altro modo, gli strati superficiali dei depositi minerali, che in origine erano costituiti anch'essi da solfuri, sottoposti agli eventi atmosferici, subirono nel tempo la trasformazione in carbonati e in ossidi; il *cappellaccio* costituiva la parte più accessibile dei giacimenti e quindi si prestò ad essere coltivato per primo con scavi effettuati in genere a cielo aperto.

Si può presumere che i processi fusori effettuati in antico su minerali non solforati seguissero la stessa serie di fasi di quella che ora andiamo a descrivere.

Già nell'anno 2000, utilizzando un 'vero forno' (una conca di argilla di 50 cm di diametro con coperchio emisferico dotato di foro di tiraggio), e quindi operando alla cieca cioè senza poter seguire 'in diretta' gli eventi per la presenza della carica di carbone, ARCA aveva ottenuto agendo anche allora sul solfato di rame un risultato analogo a quello sotto descritto; questo fatto ci informa di quanto anche per gli antichi fosse tutto sommato semplice ricavare, da minerali non solforati, il rame metallico...

### DESCRIZIONE DELL'ESPERIMENTO

Come si vedrà, data la piccola quantità di minerale utilizzato nella presente proposta e quindi, in proporzione, la modesta portata di aria insufflata e il relativo ammontare di combustibile consumato, ARCA non ha utilizzato un forno ma ha scelto un *fornetto*, cioè un crogiolo, nel quale far avvenire i processi. Tale procedura, oltre che minimizzare le spese dell'esperimento, ha il pregio di rendere controllabili *a vista*, e quindi governabili con piccoli interventi mirati, i vari stadi delle trasformazioni *in progress*.

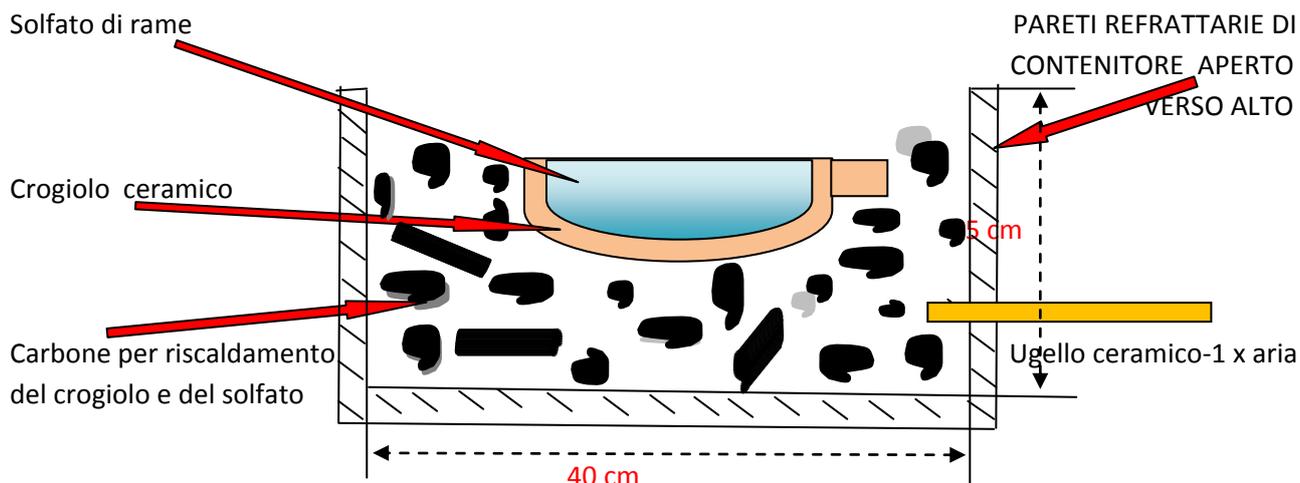
- SOSTANZA COMMERCIALE: SOLFATO DI RAME,
- formula chimica:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , contenuto di Cu minimo dichiarato: 25% in peso
- QUANTITÀ UTILIZZATA: 1000 grammi
- QUANTITÀ TEORICA DI RAME RICAIVABILE: tra i 200 e i 250 grammi
- Dimensioni interne del contenitore refrattario aperto: 40 X 30 X 25 Cm
- Dimensioni del crogiolo/forno: diametro bordo interno: 16 cm, altezza interna massima: 5 cm
- Crogiolo ceramico immerso in carbone di legna (carbonella) fino al bordo

### FASI DELLA FUSIONE

**FASE 1: preparazione del minerale → trasformazione del solfato di rame in ossidi di rame**

- Ore 14:20 – **accensione** del carbone e immissione di aria attraverso l'**ugello-1**; il primo effetto voluto è il **pre-riscaldamento** del crogiolo; durante tutto il resto del processo, cioè sia nella fase 1 che nella fase 2, attorno al crogiolo è stato mantenuto il livello iniziale di carbonella

### ASSETTO INIZIALE



- Ore 14:40 – si è poi posto nel crogiolo **un chilogrammo** di solfato di rame in granuli; il solfato è stato **mescolato** frequentemente con uno stecco di legno
- Ore 15:40 – a parziale copertura del crogiolo, è stato utilizzato un **coperchio** ceramico; durante la durata del riscaldamento (1 ora) si è avuta copiosa **formazione di acqua e di vapore d'acqua**; la perdita d'acqua fa virare lentamente il colore **blu** intenso del solfato verso l'**azzurro/verde**
- Ore 15:55 – dopo un quarto d'ora, sempre con frequente rimescolamento per favorire lo sviluppo di vapore e la conseguente quasi totale perdita d'acqua, il colore è divenuto **grigio/bianco** e il materiale, solfato di rame anidro, gradatamente da granulare ha assunto aspetto **polverulento**; solamente al diretto contatto delle calde pareti del crogiolo il materiale ha assunto un colore **bruno/nero sotto forma** di un velo di ossidi di rame; la temperatura del materiale nel crogiolo si è attestata sugli **800°C** circa
- Ore 16:00 – dal materiale ha iniziato a sprigionarsi una intenso **fumo azzurrino** costituito da anidride solforosa e da anidride solforica
- Ore 16:20 – il fumo si è sviluppato poi con continuità; il materiale ha assunto un colore **giallastro/bruno chiaro** (parti di ossido di rame disperso in solfato anidro)

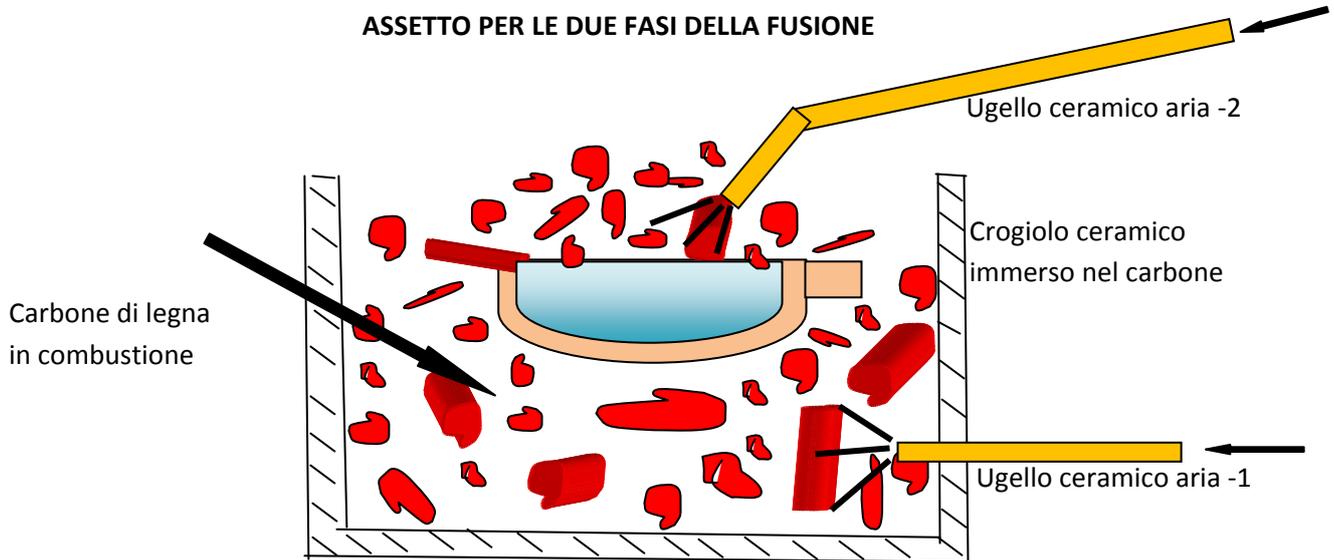
### FASE 2: Riduzione del materiale → formazione di metallo fuso

- Ore 16:30 – il materiale in crogiolo è stato ricoperto con un **cumulo di carbonella** medio-grossa (evitando l'uso della parte polverosa); è stato attivato un **secondo ugello** per l'aria, con bocca che insufflava **entro il cumulo** e posta a 2-3 centimetri al di sopra del materiale: si è fatto in modo che un pezzo di carbone fosse sempre frapposto tra la bocca dell'ugello e il materiale; questo affinché l'**ossido di carbonio** prodotto, alla temperatura adatta, fosse a diretto contatto col materiale da ridurre, secondo la reazione:



- Ore 16:40 – dopo soli dieci minuti, si è constatata la rapida **riduzione/collasso** del volume del materiale; si è operato sul fondo del crogiolo con stecco di legno per coinvolgere nel processo più materiale possibile; adeso alle pareti è però rimasto un velo di ossidi di rame **bruno/nero** (con conseguente, minima, perdita finale di metallo); fino al termine si è curato di ricostituire il cumulo entro e sopra il crogiolo, man mano l'intensa combustione consumava la carbonella
- Ore 16:50 – tramite prelievo con stecco di ferro, è stata verificata la **presenza di rame fuso** sul fondo; in questa fase, la temperatura raggiunta dal materiale è stata di circa **1100°C**.

- subito dopo, si è così operato:
  - A- sono stati interrotti i due flussi di aria
  - B- con pinze, si è asportato il crogiolo dal contenitore
  - C- si è versato il contenuto in un vassoio ceramico



**Risultato finale:**

- tra il materiale versato si è ottenuto:
  - **un massello di rame**
  - **parecchie gocce di rame** (da 1 a 7 mm di diametro)
- nel crogiolo si è ritrovato:
  - un'altra massa di **rame in forma lamellare**, aderente al fondo
  - altre piccole **croste di rame** sulle pareti.

**Il peso totale del rame prodotto è stato di oltre 165 grammi (con resti carboniosi inglobati);**

**l'esperimento è durato 2 ore e 30 minuti;** rifondendo il materiale, si è ottenuto un unico massello del peso di **160 grammi**.

**IL PESO DEL RAME OTTENUTO È STATO, ALLA FINE,  
CIRCA IL 16% DEL PESO INIZIALE.**

Con questa procedura, che ha il pregio di essere ripetibile, riteniamo di aver raggiunto un buon risultato, utile a favorire la continuazione degli esperimenti di archeometallurgia; il passo successivo, *permanendo l'obiettivo di ricavare il rame contenuto nei minerali*, potrebbe consistere nella fusione di *carbonati di rame* e cioè malachite o azzurrite o *ossidi di rame* oppure altro materiale non composto da solfuri; ma, per questi minerali, l'esecuzione delle fasi dell'esperimento sopra descritto, a parte il costo più elevato, fa prevedere l'ottenimento di risultati analoghi.

La vera sfida, invece, sarà costituita dal ricavare il metallo dai solfuri di rame quali la *bornite* e, *soprattutto*, la *calcopirite*.

*Il Gruppo ARCA*