

Argento: generalità

Simbolo chimico: **Ag**.

Durezza: 2,5.

Peso specifico: 10,5.

Punto di fusione: **960,5 °C**.

Ha colore bianco puro e **lucentezza metallica**, fortemente riflettente; esposto all'aria si appanna facilmente, per poi **annerire** con il tempo, ricoprendosi di una **patina nerastra di solfuro**. È un metallo **malleabile** e **duttile**, buon conduttore di calore ed elettricità. Si scioglie in acido nitrico.

Minerali d'argento

L'argento nativo assai raro. Si rinviene sempre in piccole quantità, in laminette o in aggregati filamentosi, all'interno dei giacimenti argentiferi nella zona di cementazione immediatamente al di sotto del cappellaccio di ossidazione, dove si depositano, arricchendosi, le soluzioni provenienti dalla zona soprastante. Tale localizzazione lo rende difficilmente raggiungibile con tecniche minerarie primitive.

In Europa è attestato in pochi luoghi, come nel Sarrabus in Sardegna, a Freiberg in Sassonia e nell'Erzgebirge. A differenza che nel vecchio continente, l'argento nativo invece relativamente abbondante nelle Americhe, specie in Cile e in Messico, dove non mancano infatti esempi del suo impiego da parte delle **culture precolombiane**.

Nel mondo antico l'argento veniva di norma ottenuto a partire dai numerosi **minerali** nei quali è contenuto.

Oltre all'argento **nativo**, il gruppo composto da **clorargirite** (o cerargirite, **AgCl**), **argentite** (Ag_2S), **pirargirite** (Ag_3SbS_3), **proustite** (Ag_3AsS_3) e **stefanite** (Ag_5SbS_4) può aver rappresentato una delle più **antiche fonti** per l'ottenimento del prezioso metallo: i campioni maggiormente ricchi in argento possono infatti essere raffinati direttamente senza bisogno di coppellazione.

Vi è poi tutta una serie di altri minerali per i quali invece è necessario effettuare la coppellazione. Fra questi vanno ricordati quelli **piombiferi**: la cerussite (PbCO_3), l'anglesite (PbSO_4) e soprattutto la **galena** (PbS); quest'ultima contiene generalmente da **0,05 a 0,3% di Ag**, ma può raggiungere eccezionalmente valori intorno allo 0,6-0,7% e costituisce uno dei principali e più diffusi minerali argentiferi. Per estrarre l'argento è necessario effettuare un primo processo di raffinazione, seguito dalla **coppellazione**.

Una certa importanza in antichità può aver rivestito lo sfruttamento delle jarositi (jarosite, argentojarosite, plumbojarosite), solfati basici secondari di varia composizione, di colore dal giallo al bruno, che si rinvengono nella zona di ossidazione dei giacimenti. È probabilmente alle jarositi che si riferisce Plinio quando accenna a minerali d'argento che possono essere raffinati solo in presenza di piombo. Come è stato ricostruito dallo studio dei resti di lavorazione di età romana trovati a Rio Tinto (Huelva), le jarositi frantumate venivano dapprima arrostite, poi fuse aggiungendo a esse, oltre il fluidificante, anche del piombo. Poiché i minerali, sebbene ricchi, contengono solo una percentuale assai ridotta di Ag, che potrebbe finire dispersa nella fornace, il piombo aveva la funzione di legare a sé l'argento liberatosi nella fusione, concentrandolo. Il piombo argentifero così prodotto veniva poi coppellato.

L'argento, come pure l'oro, è inoltre talora contenuto anche nelle **piriti**, sia nella **pirite** (FeS_2), che nella **calcopirite** (CuFeS_2) e nella **arsenopirite** (FeAsS).

Non va infine dimenticato l'elettro, una **lega naturale di oro e argento**, in cui quest'ultimo può essere separato mediante cementazione seguita da coppellazione.

Metallurgia del piombo argentifero. La coppellazione

La principale fonte di argento nel mondo antico era costituita dalle galene (PbS) ricche d'argento. L'estrazione del prezioso metallo si realizzava attraverso due distinti stadi.

Il minerale, dopo essere stato preventivamente frantumato e separato dalla ganga, veniva dapprima fuso a elevata temperatura, fra i 950 e i 1200 °C, e in atmosfera riducente, affinché tutto l'argento presente passasse nel piombo. A Laurion l'operazione era condotta in un forno a tino verticale la cui carica, immessa dall'alto, era costituita da carbone di legna mescolato al minerale; il funzionamento continuo di mantici permetteva di mantenere l'alto calore necessario. Il risultato finale era la scoria, che veniva eliminata, e il piombo argentifero.

Successivamente, mediante **coppellazione**, si provvedeva a separare il piombo dall'argento per ossidazione: il metallo così prodotto era infatti un'associazione di piombo, argento e altri elementi secondari come oro, rame, zinco, antimonio, arsenico e bismuto; esso veniva quindi nuovamente sottoposto a fusione ad una temperatura di circa 1000 °C, questa volta, però in presenza di aria forzata. Quest'ultima ossidava il piombo producendo il litargirio (**PbO**), che assorbiva anche gli ossidi degli altri metalli, tranne l'argento e l'oro che restavano così isolati dal resto.

Il termine *coppellazione* deriva dalla coppella, il crogiolo utilizzato comunemente in età medievale - ma di cui si hanno attestazioni già nell'antichità - per effettuare limitati saggi sul possibile rendimento delle vene argentifere.

Il litargirio costituiva inoltre la materia prima per la produzione del piombo commerciale: esso veniva rifuso in ambiente riducente (il punto di fusione del litargirio è di 880 °C) talora, come al Laurion, negli stessi forni usati per l'estrazione dal minerale. Il risultato finale era un piombo puro al 98-99%, povero d'argento (50-200 g/t), ma con consistenti presenze, intorno all'1-2% di rame, antimonio e arsenico, che indurivano il metallo.

Indagini archeometriche per la determinazione del minerale d'origine

L'analisi archeometallurgica condotta sui reperti d'argento può fornire delle informazioni sul minerale d'origine del metallo.

L'argento nativo tende a essere alquanto **puro** (intorno al **99%**), con solo scarse tracce di altri metalli (Cu inferiore allo 0,5%; Bi inferiore allo 0,04%; Pb inferiore allo 0,08%; Hg da < 0,4% a 4%).

Quello ricavato da clorargirite, argentite, pirargirite, proustite e stefanite (e quindi, come si è visto, non coppellato) sembra essere caratterizzato da bassi tenori sia di Cu che di Bi, ma da relativamente elevate concentrazioni di Au (sino allo 0,5%); la clorargirite può inoltre avere anche il 2,5% di Pb ed esso, poiché il processo di estrazione non prevede la coppellazione, può passare nell'argento.

L'argento ricavato da processi di coppellazione, come nel caso della **galena**, si caratterizzerebbe per una percentuale residua di piombo aggirantesi fra lo 0,05% e il 2,5%; tuttavia, mentre percentuali inferiori sembrerebbero escludere la coppellazione, tenori così alti di piombo non necessariamente dimostrano l'impiego di tale processo, giacché potrebbero anche essere dovuti al minerale di base. La coppellazione elimina efficacemente dall'argento le impurità costituite da antimonio, arsenico, stagno, ferro, zinco e rame. Quest'ultimo permane generalmente in quantità inferiori allo 0,5%; valori di rame superiori all'1% indicano che il processo stato condotto malamente. È invece meno efficace per il bismuto, che permane in concentrazioni comprese fra lo 0,01 e l'1%. Inoltre sembra non alterare il **rapporto Au/Ag**, che rifletterebbe quello della galena d'origine; il contenuto di oro nei minerali piombiferi è comunque assai modesto: per il Laurion il rapporto Au/Ag è minore di 10^{-3} , mentre nella galena di Taso tale rapporto è minore di 10^{-4} ; l'argento prodotto con minerali di entrambe le località contiene meno dello 0,1% di oro.

Nel caso dell'argento, come di altri metalli, la tecnica maggiormente accreditata negli studi di provenienza effettuati su manufatti archeologici è quella dell'analisi del rapporto isotopico del piombo. È però importante sottolineare a questo proposito come tali indagini presuppongano ovviamente che il Pb presente abbia la stessa origine dell'Ag. Tuttavia, sia nel caso della raffinazione delle jarositi, che nella cementazione dell'elettro, il piombo viene deliberatamente

aggiunto per concentrare l'argento e quindi può avere anche una provenienza completamente differente. E quindi indispensabile determinare preventivamente quale fosse il minerale di partenza prima di proporre un'interpretazione dei dati ottenuti.

L'argento nell'antichità

I primi **manufatti in argento** compaiono nel Vicino Oriente intorno alla metà del **IV millennio a.C.** Vengono datati al tardo IV millennio i rinvenimenti da Uruk-Warka in Mesopotamia, e da Beycesultan, Alishar Hüyük, Korucutepe e Arslantepe in Anatolia, mentre duecento oggetti sono stati scoperti nel solo sepolcreto eneolitico di Biblos (3500 a.C. circa). Sebbene l'uso del piombo sembri precedere in alcune aree quello dell'argento, l'intima associazione esistente in molte regioni fra le più antiche attestazioni dei due metalli è stata più volte osservata e messa in rapporto con l'invenzione dei processi di coppellazione applicati ai **minerali piombo-argentiferi**, tra i quali, in particolare, la **galena**.

Va rilevato come nel Vicino Oriente intorno alla seconda metà del IV millennio si assista alla concomitante diffusione dell'uso dell'argento e del piombo; questa si affianca a un aumento di complessità della metallurgia del rame, che comincia a sfruttare i solfuri e a praticare **l'alligazione con l'arsenico**.

Le indagini condotte sul coperchio in argento (ma con elevate percentuali d'oro: Au 33,74%) di un vaso litico dell'Egitto predinastico proveniente da Naqada e databile intorno al **3600 a.C.** sembrano indicare che il metallo fosse stato ottenuto per coppellazione. Le alte percentuali di rame osservate sia sul coperchio (Cu 4,9%) che sull'orlo di un vaso (Cu 15%) fanno inoltre ritenere verosimile un precoce impiego di **leghe intenzionali argento-rame**, leghe osservabili pure in oggetti dell'Antico Regno e del I Periodo Intermedio (2700-2040 a.C. circa).

Anche in Europa, come in Oriente, si data al **IV millennio** la comparsa dell'uso dell'argento. Il più antico manufatto in argento dell'Europa continentale è una placchetta circolare proveniente dalla collina di Katouc presso Štramberk, in Moravia, appartenente a un gruppo ben caratteristico di dischi realizzati comunemente in oro o rame, il tipo Stolhof, tipo i cui esemplari in rame più antichi provengono da contesti databili alla prima metà del IV millennio (**fig. 1**). L'argento sembra essere stato prodotto mediante coppellazione, il che ha fatto ipotizzare una provenienza vicino-orientale del metallo, che sarebbe stato riciclato localmente.

Considerando però sia la ricchezza di **minerali d'argento** dell'area, che l'elevato livello di sviluppo tecnologico raggiunto nell'Europa centrale calcolitica nella metallurgia del rame, non sembra da escludersi una produzione indigena.

Nell'Europa mediterranea le prime testimonianze si hanno nel Sud della Sardegna, isola ricca di giacimenti piombiferi ad alto tenore di argento, e sono inquadrabili entro la seconda metà del IV millennio, nell'ambito della cultura di Ozieri. Scorie di fusione d'argento associate a scorie di rame sono state rinvenute nell'insediamento di Su Coddu (Selargius, Cagliari), mentre due vaghi di collana provengono dall'area della tomba B «Su Nuraxeddu» di Pranu Mutteddu (Goni, Cagliari).

Ben più numerose sono le attestazioni databili alla prima metà del III millennio, specie in ambito europeo, che testimoniano la progressiva diffusione dell'uso del prezioso metallo. A questo periodo vanno ascritti i rinvenimenti dal sepolcreto reale di Ur, in Mesopotamia, e alcune presenze dal Levante (una figurina da Tirat Zvi e una tazza da Tell Farah); è però nell'area attorno al Mar Nero (Georgia, Caucaso, Ucraina, Romania, Bulgaria) che si concentra il maggior numero di testimonianze. Qui infatti sono numerose le sepolture di questo periodo che hanno restituito oggetti d'ornamento (spiralette, vaghi, anellini), armi, vasellame; nel solo tumulo di Maikop, nel Caucaso nord-occidentale, sono stati trovati 14 vasi d'argento, alcuni decorati a *repoussé* con figure di animali, associati con una coppia di vasi in oro (**fig. 2**).

In ambiente **greco**, ma limitatamente alla regione insulare, si hanno ora le prime segnalazioni di manufatti in argento, sia a Creta che nelle Cicladi; si tratta di un fenomeno in rapida espansione, che prelude alla relativa abbondanza di argento riscontrabile nell'Egeo della seconda metà del III millennio.

Nel versante orientale dello Ionio e dell'Adriatico sono segnalati manufatti d'argento nell'isola greca di Leucade e a Maia Gruda presso Kotor, nel Montenegro: da qui proviene in particolare un'ascia a

cannone trasversale (fig. 3). Nella Penisola Italiana i primi manufatti in questo metallo compaiono con le culture eneolitiche; essi sono decisamente rari ed è stata talora ipotizzata una loro provenienza esterna. I pezzi settentrionali, rinvenuti in sepolture della cultura di Remedello, sono costituiti da un pettorale in lamina da Villafranca Veronese — che dall'analisi chimica effettuata all'epoca risultò di argento assai puro: 99,1% — e da uno spillone a T da Remedello (fig. 4). Forse a un momento un poco più tardo vanno ascritti i materiali del Sud, tutti concentrati nella necropoli del Gaudo: un braccialetto, ora perduto, e due perline circolari di filo, una delle quali proveniente da una tomba a grotticella il cui corredo è ascrivibile a un orizzonte avanzato della *facies* del Gaudo. Va segnalata la mancanza, sino a ora, di presenze dall'Italia centrale, dove pure sono localizzati i giacimenti argentiferi delle Colline Metallifere.

A fronte delle scarse attestazioni dall'Italia continentale, la Sardegna dell'età del rame offre una documentazione ben più ricca, dove talvolta l'argento appare associato al piombo, indizio dell'estrazione dei due metalli dagli stessi minerali. Da contesti funerari della cultura di Filigosa-Abealzu provengono vari anellini circolari e a spirale: Serra Cannigas (Villagrecia, Cagliari); Sa Corte Noa (Laconi, Nuoro), Filigosa (Macomer, Nuoro).

Nell'Europa occidentale (Spagna sud-occidentale, Portogallo, Bretagna) l'argento compare solo verso la fine del III millennio a.C.. I più recenti studi sulla metallurgia del Sud-Est della Penisola Iberica rilevano la sua assenza durante il Calcolitico; esso entra invece nell'uso, e in misura massiccia, soltanto a partire dalla *facies* di El Argar. Dai contesti argarici sono infatti documentati oltre 460 oggetti d'argento, dei quali più di 350 rinvenuti nella sola provincia della Cuenca de Vera, dove sono gli importanti siti di El Argar, El Oficio e Herrerías.

Nel primo millennio a.C. l'impiego dell'argento era alquanto diffuso in area vicino-orientale e pure fiorente ne era la produzione, così come quella, collegata, del piombo; un buon indice della sempre crescente disponibilità di argento è dato dal suo rapporto con l'oro, che nella Mesopotamia del XVII secolo a.C. era di **1:6**, giungendo successivamente a **1:12** agli inizi del VI a.C.

In Egitto invece, benché venisse importato, rimase a lungo molto prezioso e ricercato, tanto da avere un valore doppio dell'oro, rapporto che si manteneva ancora all'epoca dell'invasione persiana, nella metà del VI secolo a.C. Fu però solo in età ellenistica che l'argento divenne di uso comune e il suo costo scese a **1/13 dell'oro**.

Una fonte non secondaria della ricchezza di Atene era fondata sui proventi dello sfruttamento delle vicine miniere d'argento del Laurion. Tali miniere, coltivate sin dal periodo miceneo, rimasero attive sino alla fine del II secolo a.C.; in seguito la produzione dell'argento si effettuò ancora per qualche tempo riciclando le vecchie scorie. Nella stessa zona del Laurion venivano effettuati anche i processi di concentrazione, estrazione del metallo, coppellazione e fusione del litargirio, come testimoniano i resti delle opere per il trattamento metallurgico sia dell'argento che del piombo (fig. 5).

E' stato calcolato che in **età romana**, nel periodo compreso fra il 250 a.C. e il 350 d.C., siano state prodotte nel mondo antico dalle **40.000 alle 80.000 tonnellate di argento**; in particolare verso la fine del I secolo a.C., la produzione avrebbe raggiunto, grazie al minerale iberico, una quota calcolata intorno alle **150 tonnellate all'anno**. Si consideri che attualmente, pur con l'ausilio delle moderne tecnologie estrattive, la produzione annua spagnola non supera le 100 tonnellate.

I Romani erano soliti legare, nella loro **monetazione**, l'argento con il rame in proporzioni variabili a seconda delle varie epoche. Le tecniche di affinamento consentivano comunque di ottenere un argento assai puro, oltre il 99,5%, con piccole tracce residuali di oro e di piombo. Nella prima metà del II secolo a.C. il valore dell'argento, espresso dal suo rapporto con il rame nella monetazione, era di **12:1**; le successive svalutazioni portarono però già alla fine di quello stesso secolo a un rapporto di **12:15**.

A partire dal III secolo d.C. si osserva invece una flessione nella circolazione interna di questo metallo, con la realizzazione di monete sostanzialmente in rame argentato, forse per l'esaurirsi dei filoni sfruttabili, un fenomeno in stretto rapporto con il declino economico dell'impero romano.

Piombo: generalità

Simbolo chimico: **Pb**.

Durezza: 1,5.

Peso specifico: 11,4.

Punto di fusione: **327,4 °C**.

Ha colore bianco-azzurrognolo, poco lucente; esposto all'aria diviene rapidamente opaco, coprendosi di uno **strato di ossido superficiale** che lo protegge da un'alterazione più profonda. E' un metallo **duatile** e **malleabile**, di resistenza meccanica assai debole, mediocre conduttore di calore ed elettricità. E' attaccato dall'acido nitrico. I suoi composti sono velenosi.

Minerali di piombo

Sebbene il piombo costituisca il più diffuso fra i metalli non ferrosi, allo stato nativo è estremamente **raro** e viene segnalato solo in alcune miniere della Svezia e degli Stati Uniti; a fini pratici si può considerare inesistente.

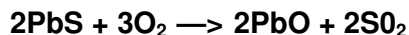
Il minerale maggiormente comune e abbondante è il suo **solfuro**, la **galena (PbS)**, dal colore grigio-piombo chiaro, di viva lucentezza metallica, facilmente sfaldabile, poco dura (durezza 2,5) e alquanto pesante (peso specifico: 7,5).

Altre fonti sono rappresentate dal frequenti minerali ossigenati prodotti dall'alterazione atmosferica della galena al cappello dei giacimenti piombiferi, come la **cerussite** (PbCO₃), l'**anglesite** (PbSO₄), la **piromorfite** ([PbCl]Pb₄[PO₄]₃).

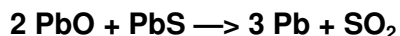
I minerali piombiferi fondono assai facilmente: è infatti sufficiente per ottenere il metallo il calore prodotto da un comune fuoco di carbone di legna o di legna secca, al di sotto degli 800 °C.

La galena in particolare, facilmente separabile dalla ganga sia per la sua compattezza che per l'elevato peso specifico, non necessita del processo di arrostitimento preventivo degli altri solfuri per eliminare lo zolfo.

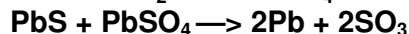
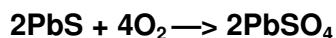
Parte della **galena** viene infatti direttamente arrostita dalla parte più ossidante del fuoco, secondo la reazione:



A sua volta l'ossido di piombo reagisce con la stessa galena dando il **piombo** e liberando anidride solforosa, volatile, con due modalità:



oppure



Benché sia possibile ottenere il piombo direttamente dalla galena in modo assai semplice, questo processo ha un basso rendimento e il risultato finale è abbastanza impuro. Per ottimizzare la produzione è necessario aggiungere del fluidificante per eliminare tutti i residui della ganga, che vengono così trattenuti nella scoria; tale processo abbisogna però di temperature decisamente più elevate, intorno ai 1100-1200 °C.

La più antica produzione di piombo deve essere avvenuta seguendo sistemi assai elementari, il cui uso si è tuttavia protratto e conservato nel tempo.

I resti di una struttura per l'estrazione del piombo consistente in una semplice recinzione di pietre rettangolare pavimentata e aperta sulla fronte, larga e profonda una ventina di centimetri, è stata rinvenuta in Gran Bretagna a Scarcliffe Park (Duffield) in una villa tardo-romana. La struttura doveva servire a contenere un fuoco di legna e il piombo fuso colava attraverso l'apertura sul davanti.

Ancora in età rinascimentale Agricola illustra l'uso di metodi di produzione in cui si collocava direttamente il **minerale piombifero** frantumato in fuochi appositamente predisposti, tecniche ancora applicate ai suoi tempi nell'Europa centrale, nella Carniola austriaca e in Polonia (fig. 6)

I processi estrattivi volti unicamente alla produzione di piombo comportavano certamente una qualche perdita, sia di piombo che di litargirio (monossido di piombo, PbO), per volatilizzazione. Tuttavia nel complesso il piombo prodotto era di ottima qualità, poiché le principali e più dannose impurità, costituite dal ferro e dal rame, non venivano ridotte a metallo, ma passavano nella scoria proprio grazie alle scarse condizioni riducenti e alla bassa temperatura, mentre altri elementi, come l'arsenico, venivano ossidati e quindi eliminati coi fumi.

Diverso era invece il caso in cui si fosse voluto estrarre dal minerale non solo il piombo, ma anche e soprattutto l'argento, di cui i minerali piombiferi sono spesso ricchi, costituendone anzi la fonte principale. Le condizioni in cui avveniva il **processo fusorio** erano molto più rigorose, al fine di **ridurre tutto l'argento** presente e farlo **assorbire dal piombo**, da cui veniva successivamente **estratto per coppellazione, ossidando il piombo** a litargirio. Quest'ultimo veniva infine fuso nuovamente per ridurre il litargirio a piombo.

Il metallo ottenuto in questa maniera era nettamente peggiore del precedente: conteneva infatti consistenti presenze di arsenico, bismuto, antimonio e rame (anche l'1% di ciascun metallo) che lo rendevano meno duttile e alquanto più duro.

Il piombo nel mondo antico

Grazie alla facilità con cui si può ottenere dai suoi minerali, il piombo fu probabilmente uno dei **primi metalli a essere estratto per fusione**.

La sua apparizione è di poco posteriore a quella del rame e avviene già intorno all'VIII millennio a.C. A differenza del rame, tuttavia, presente allo stato nativo, per ottenere il piombo è necessario mettere in atto dei processi metallurgici, sebbene elementari. Forse proprio questo metallo quindi, per le sue caratteristiche, tra cui in particolare quella di avere un **basso punto di fusione**, può avere insegnato all'uomo come l'uso del fuoco non solo permettesse di rendere liquido il metallo, ma aprisse anche la strada per **l'estrazione dal minerale**. E' verosimile che un ruolo non secondario abbia giocato l'aspetto «metallico» della galena.

Vaghi in piombo sono stati rinvenuti a Çatal Hüyük (livelli IX e VI A), in Anatolia, in contesti databili intorno al **7200-6500 a.C.** Altre evidenze assai precoci dell'utilizzo di questo metallo sono attestate in varie regioni del Vicino Oriente fra il VI e il IV millennio a.C.: Yarim Tepe e Arpachiyeh in Iraq, Anau e Hissar III in Iran, Biblos in Libano, Naqada in Egitto.

In ambiente **egeo** le più antiche testimonianze accertate risalgono alla metà del III millennio a.C. Il primo esempio è probabilmente un piccolo pezzo di piombo fuso rinvenuto nell'insediamento della cultura di Grotta Pelos (Antico Cicladico I) di Cheiromylos nell'isoletta di Despotikon; va rilevato come il sito disti solo un paio di chilometri dai giacimenti di galena di Ay. Georgios, nella limitrofa isola di Antiparo. Nel **Bronzo antico** egeo il piombo risulta assai diffuso: un suo utilizzo abbastanza comune era nella realizzazione di grappe per la riparazione di vasellame in terracotta. Nonostante la sua morbidezza venne anche usato per realizzare oggetti di ornamento, modellini di barche e figurette (fig. 7).

Statuette in piombo prodotte per colata in forme aperte sono diffuse in Anatolia sin dagli inizi del **Bronzo antico**; un idoletto femminile stilizzato, ma con evidenziati i dettagli del volto e degli attributi sessuali proviene dai livelli II g di Troia.

In area italiana le più antiche attestazioni si hanno in Sardegna. Frammenti di piombo sono stati rinvenuti nel dolmen di Sa Corte Noa di Lacom, in un contesto della cultura eneolitica di Filigosa-Abealzu, significativamente associati a ornamenti in argento; dalla grotta di Cùccuru Tiria presso Iglesias proviene invece una scodella tipo Monte Claro — una *facies* pure eneolitica, ma un poco più tarda della precedente — restaurata con grappe in piombo, indizio di come anche qui, come nell'Egeo preistorico, trovasse diffuso impiego nella riparazione di ceramiche.

Nell'Italia peninsulare, come del resto in Europa continentale, il piombo sembra comparire solo in momenti successivi: un frammento di lamina databile alle fasi iniziali del Bronzo medio proviene dagli scavi di Vivara, Punta d'Alaca (Napoli), un sito che ha restituito ampie attestazioni di rapporti con l'Egeo, mentre un lingottino è stato trovato nel Lazio meridionale in un contesto del Bronzo tardo, a Casale Nuovo (Latina), un sito pur esso interessato dai traffici con il mondo miceneo (fig. 8).

Nell'Europa occidentale vanno ricordati i frammenti di piombo recuperati in siti di età argarica, quali El Oficio (Cuevas) ed El Argar (Anias).

Nella tarda età del bronzo nell'Europa atlantica — Francia, Penisola Iberica, Gran Bretagna — si osserva l'esteso impiego di **questo metallo nelle leghe bronzee**, con valori che possono anche superare il **20%**, tanto da costituire un elemento peculiare e caratteristico della tecnologia dei

manufatti protostorici in lega di rame di queste regioni. Non sono state ancora del tutto chiarite le finalità di tale aggiunta, che impoveriva le qualità meccaniche del prodotto finale, giacché il piombo resta insolubile nella lega. Il problema è tanto più complesso in quanto tenori estremamente elevati di piombo si riscontrano anche in oggetti, come le asce, nei quali il principale requisito è proprio costituito dalla **robustezza** (fig. 9).

Se osserviamo i resti della cultura materiale lasciati dalle culture pre-protostoriche dell'Europa centrale e occidentale, l'unica area in cui si registri un esteso impiego del piombo come tale, non mescolato ad altri metalli, è la **Sardegna nuragica**. Anche grazie alla ricchezza dei giacimenti piombiferi dell'isola, esso trovò molteplici applicazioni, non solo per la riparazione dei vasi, ma anche per il fissaggio dei blocchi litici delle costruzioni monumentali, per saldare alla basi statuette e altri oggetti votivi, per realizzare dei contenitori e foderare il vasellame, nonché per realizzare dei piccoli oggetti, come il modellino di nave rinvenuto nel complesso nuragico di Antigori di Sarroc (fig. 10). L'attiva commercializzazione del piombo è dimostrata dal rinvenimento di **lingotti** in vari siti nuragici, alcuni contrassegnati da marchi a indicarne il valore ponderale.

Nel mondo romano la produzione di piombo era intensa: se ne estraeva in Spagna, in special modo nelle importanti miniere di Linares, in Gallia nelle Cevennes, in Sardegna e in Britannia; quest'ultima costituiva una delle principali aree minerarie di età imperiale, tanto che si sarebbe resa necessaria una legge per contingentarne la produzione. Il metallo veniva poi commercializzato in **lingotti** quadrangolari di discreta purezza che recavano stampigliati specifici contrassegni e trovava diffuso impiego in vari settori.

Uno degli utilizzi prevalenti consisteva nella realizzazione delle **condutture dell'acqua** (*fistulae*), ottenute piegando su una forma i fogli di piombo e saldandoli poi sul bordo (fig. 11). Aveva inoltre ampia applicazione anche nella costruzione di **cisterne** e **vasche**, nella foderatura dei pavimenti di ambienti termali, come si è osservato ad Aquae Sulis (l'odierna Bath, nell'Inghilterra meridionale), nella fabbricazione delle ancore, e financo nella realizzazione di ribattini.

Veniva inoltre addizionato al bronzo nella fusione di opere scultoree sia a fini economici, dato il suo basso costo, che per rendere più fluida la colata; un uso simile si riscontrava pure nella fabbricazione di utensili da cucina. Non va infine dimenticato che si ritrovava comunemente in lega con lo stagno nelle saldature.

In età romana si diffuse la produzione, particolarmente in Britannia, di manufatti di peltro, una lega bassofondente costituita pressoché esclusivamente da piombo e stagno, con solo occasionali tracce di rame o ferro. Con tale lega vennero realizzati vari tipi di vasellame. Le proporzioni fra i due componenti variano considerevolmente fra i vari oggetti e dovevano essere perciò a discrezione del fabbricante; talora la percentuale di Pb si aggirava intorno al 20-30%, ma poteva anche superare il 50%.