

2015

IL CAPITALE CULTURALE

Studies on the Value of Cultural Heritage

JOURNAL OF **THE SECTION** OF **CULTURAL HERITAGE**
Department of Education, Cultural Heritage and Tourism
University of Macerata

eum

Il Capitale culturale
Studies on the Value of Cultural Heritage
Vol. 12, 2015

ISSN 2039-2362 (online)

© 2015 eum edizioni università di macerata
Registrazione al Roc n. 735551 del 14/12/2010

Direttore
Massimo Montella

Coordinatore editoriale
Mara Cerquetti

Coordinatore tecnico
Pierluigi Feliciati

Comitato editoriale
Alessio Cavicchi, Mara Cerquetti, Francesca Coltrinari, Pierluigi Feliciati, Valeria Merola, Umberto Moscatelli, Enrico Nicosia, Francesco Pirani, Mauro Saracco

Comitato scientifico – Sezione di beni culturali
Giuseppe Capriotti, Mara Cerquetti, Francesca Coltrinari, Patrizia Dragoni, Pierluigi Feliciati, Maria Teresa Gigliozzi, Valeria Merola, Susanne Adina Meyer, Massimo Montella, Umberto Moscatelli, Sabina Pavone, Francesco Pirani, Mauro Saracco, Michela Scolaro, Emanuela Stortoni, Federico Valacchi, Carmen Vitale

Comitato scientifico
Michela Addis, Tommy D. Andersson, Alberto Mario Banti, Carla Barbati, Sergio Barile, Nadia Barrella, Marisa Borraccini, Rossella Caffo, Ileana Chirassi Colombo, Rosanna Cioffi, Caterina Cirelli, Alan Clarke, Claudine Cohen, Lucia Corrain, Giuseppe Cruciani, Girolamo Cusimano, Fiorella Dallari, Stefano Della Torre, Maria del Mar Gonzalez Chacon, Maurizio De Vita, Michela Di Macco, Fabio Donato, Rolando Dondarini, Andrea Emiliani, Gaetano Maria Golinelli, Xavier Greffe, Alberto Grohmann, Susan Hazan, Joel Heuillon, Emanuele Invernizzi, Lutz Klinkhammer, Federico Marazzi, Fabio Mariano, Aldo M. Morace, Raffaella Morselli, Olena Motuzenko, Giuliano Pinto, Marco Pizzo, Edouard Pommier, Carlo Pongetti, Adriano Prosperi, Angelo R. Pupino, Bernardino Quattrociocchi, Mauro Renna, Orietta Rossi Pinelli, Roberto Sani, Girolamo Sciullo, Mislav Simunic, Simonetta Stopponi, Michele Tamma, Frank Vermeulen, Stefano Vitali

Web
http://riviste.unimc.it/index.php/cap-cult
e-mail
icc@unimc.it

Editore
eum edizioni università di macerata, Centro direzionale, via Carducci 63/a – 62100 Macerata
tel (39) 733 258 6081
fax (39) 733 258 6086
http://eum.unimc.it
info.ceum@unimc.it

Layout editor
Cinzia De Santis

Progetto grafico
+crocevia / studio grafico





Rivista accreditata AIDEA

Rivista riconosciuta CUNSTA

Rivista riconosciuta SISMED

Saggi

Archeologia delle aree montane europee: metodi, problemi e casi di studio

Archaeology of Europe's mountain areas: methods, problems and case studies

a cura di Umberto Moscatelli e Anna Maria Stagno

«Il capitale culturale», XII (2015), pp. 5-8
ISSN 2039-2362 (online)
http://riviste.unimc.it/index.php/cap-cult
© 2015 eum

Indice

9 Editoriale
Massimo Montella

Archeologia delle aree montane europee

11 Premessa
Umberto Moscatelli, Anna Maria Stagno

Saggi

21 Stefan Bergh
Where worlds meet. Two Irish prehistoric mountain-top 'villages'

45 Francesca Carboni
Inspecting the transformation of Roman settlements in the Upper Potenza Valley (Marche region) across Late Antiquity and into the Early Medieval era

67 Giovanni Battista Parodi
Le aree rurali dell'Appennino Ligure tra età romana e tardomedioevo. Ricerche storiche e archeologiche in alta Valle Scrivia

101 Anna Boato, Rosa Pagella
Aperture datate negli edifici delle zone montane: una tradizione da indagare

127 Paola Camuffo
Approche archéologique à l'étude des édifices religieux de la Corse médiévale

149 Maurizio Rossi, Anna Gattiglia
Il forno di affinazione di Rondolere (1788-1813)

183 Umberto Moscatelli
Progetto R.I.M.E.M.: problematiche (e dati) dalle ricognizioni nelle aree interne delle Marche

223 Ana Konestra, Eleonora Paris, Sonia Virgili
Reperti ceramici dalle campagne di ricognizione 2006-2008 del progetto R.I.M.E.M.: metodologie di lavoro e risultati

249 Ana Konestra
Ceramiche romane e tardoantiche delle campagne di ricognizione 2006-2008 del progetto R.I.M.E.M.

307 Sonia Virgili
La ceramica comune di età medievale nel progetto R.I.M.E.M. (Ricerche sugli Insediamenti Medievali dell'Entroterra Marchigiano): campagne 2006-2008

345 Viviana Antongirolami, Alessandra D'Ulizia
Classificazione delle forme insediative di età medievale nell'alta val di Chienti: le tipologie edilizie

385 Dimitris Roubis, Francesca Sogliani, Nicola Masini, Valentino Vitale, Giovanni Leucci, Enzo Rizzo
Archeologia dei paesaggi montani in Basilicata: una ricerca integrata nel territorio di Calvello, PZ (Basilicata)

421 Francesca Sogliani
Paesaggi monastici della Basilicata altomedievale

453 Valentino Vitale
L'acqua come fonte di reddito e di discordia. Le pertinenze dei monasteri di S. Maria del Sagittario e San Nicola in Valle: opifici idraulici nella media valle del Sinni durante il medioevo

479 Anna Maria Stagno, Carlo Montanari
Archeologia montana e archeologia delle risorse ambientali: approcci "marginali" di studio alle aree montane italiane nel periodo post-classico

503 Carlo Montanari, Anna Maria Stagno
Archeologia delle risorse: tra archeologia ambientale, ecologia storica e archeologia rurale

537 Nicholas P. Branch, Lionello Morandi
Late Würm and Early-Middle Holocene Environmental Change and Human Activities in the Northern Apennines, Italy

565 Ted L Gragson, David S. Leigh, Michael R. Coughlan
Basque Cultural Landscapes of the Western French Pyrenees

597 Mara Migliavacca, Chiara Boscarol, Manuela Montagnari Kokelj
How to identify pastoralism in Prehistory? Some hints from recent studies in Veneto and Friuli Venezia Giulia

621 Francesco Carrer, Florence Mocci, Kevin Walsh
Etnoarcheologia dei paesaggi alpini di alta quota nelle Alpi occidentali: un bilancio preliminare

637 'Ada Acovitsioti-Hameau
De la châtaigne l'hiver et du fromage l'été. Productions vivrières, aliments ordinaires et identité locale dans la haute vallée d'Arroscia

663 Rita Vecchiattini, Marta Gnone
Costruzioni e paesaggi d'alpeggio delle Alpi liguri: conoscenza per una tutela possibile

689 Margarita Fernández Mier, Juan Antonio Quirós Castillo
El aprovechamiento de los espacios comunales en el noroeste de la Península Ibérica entra el período romano y el medieval

719 Serafino Lorenzo Ferreri
Il compascuo dell'Altopiano di Navelli: un contributo per lo studio delle strutture insediative, economiche e religiose dell'Abruzzo interno tra Antichità e Medioevo

743 Annalisa Colecchia
Paesaggi storici agro-silvo-pastorali nell'Abruzzo interno: dall'analisi multidisciplinare al recupero delle identità culturali locali

773 Monica Baldassarri, Massimiliano Grava, Enrica Salvatori
Storia e archeologia di un ambiente montano: un progetto di ricerca sui paesaggi lunigianesi

803 Michel Tarpin
I Romani in montagna: tra immaginario e razionalità

825 Long abstracts

Classici

869 Redazione di «Archeologia Medievale»
Una rifondazione dell'archeologia post-classica: la storia della cultura materiale

Altri contributi

Saggi

897 Alessandro Rossi
La fiaccola e la maschera: didascalie in immagini per il pensiero. Un esemplare *pendant* di Paolo De Matteis

931 Gaia Salvatori
Stone or Sound. Memory and Monuments in Contemporary Public Art

955 Ludovico Solima
La progettazione partecipata nei musei. L'esperienza dei musei nazionali di Lucca in un contesto multiculturale

979 Fabiana Sciarelli, Giuseppina Zamparelli
Break Even Price. Un nuovo metodo di definizione del prezzo per l'impresa culturale

Recensioni

1011 Vinzia Fiorino
I matti del duce. Manicomi e repressione politica nell'Italia fascista (Matteo Petracci)

In memoria di Claudia Giontella

1019 Francesco Roncalli
A colloquio con Claudia

«Il capitale culturale», XII (2015), pp. 149-182
ISSN 2039-2362 (online)
http://riviste.unimc.it/index.php/cap-cult
© 2015 eum

Il forno di affinazione di Rondolere (1788-1813)

Maurizio Rossi*, Anna Gattiglia**

* Maurizio Rossi, Ricercatore, Antropologia Alpina, Corso Tassoni, 20, 10143 Torino, e-mail: studio@antropologiaalpina.it.

** Anna Gattiglia, Collaboratrice della Cattedra di Archeologia Cristiana e Medievale, Università di Torino, Dipartimento di Studi Storici, Via Sant'Ottavio, 20, 10124 Torino, e-mail: anna.gattiglia@unito.it.

Analisi di laboratorio:

Roberto Castaldi, Ingegnere, Docente di Chimica Analitica, Istituto Tecnico Industriale di Stato, Laboratorio di analisi chimica strumentale, Via Lirelli 17, 13011 Borgosesia, e-mail: castaldi.roberto@email.it.

Silvia Chersich, Cultore della materia di Scienze del Suolo, Università degli Studi di Pavia, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Via Ferrata 1, 27100 Pavia; Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Piazza della Scienza 1, 20126 Milano, e-mail: silvia.chersich@gmail.com.

Maurizio Gomez Serito, Ricercatore, Politecnico di Torino, Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino, e-mail: maurizio.gomez@polito.it.

Renato Nisbet, già Professore a contratto, Università Ca' Foscari di Venezia, Dipartimento di Studi Umanistici, Dorsoduro 3246, 30123 Venezia, e-mail: renatonisbet@gmail.com.

Piergiorgio Rossetti, Associato di Georisorse minerarie e applicazioni mineralogico-petrografiche per l'ambiente e i beni culturali, Università di Torino, Dipartimento di Scienze della Terra, Via Valperga Caluso 35, 10125 Torino, e-mail: piergiorgio.rossetti@unito.it.

Vincent Serneels, Professeur associé d'Archéométrie, Université de Fribourg, Département de Géosciences, Chemin du Musée 6, 1700 Fribourg, e-mail: vincent.serneels@unifr.ch.

Abstract

Lo stabilimento siderurgico di Rondolere, a 1176 m in val Sessera (Biella), ha funzionato dal 1788 al 1813. Gli scavi archeologici hanno rivelato edifici e impianti per il trattamento del minerale (magnetite locale ed ematite importata), la produzione di ghisa e la sua conversione in acciaio (semilavorati e prodotti finiti). Informazioni dettagliate sono fornite dai documenti di età napoleonica sulla produzione metallurgica.

Il forno di affinazione è un impianto complesso, generalmente poco noto, in quanto raramente studiato dal punto di vista archeologico. La buona conservazione di quello di Rondolere permette di conoscere le caratteristiche tecniche e la posizione dei componenti, la natura dei residui di lavorazione (ghisa, scorie, pulviscoli ferrosi, ritagli di barre e semilavorati in acciaio), il comportamento dei materiali costruttivi impiegati sotto l'azione del calore. L'impianto messo in luce trova precisi raffronti nei manuali tecnici e nelle rappresentazioni di opifici della sua epoca.

The Rondolere steelworks, at 1176 m in the Sessera valley (Biella, Italy), was operational since 1788 to 1813. The archaeological excavations revealed buildings and plants for ore treatment (local magnetite and imported hematite), cast iron production and its conversion into steel (semi finished and finished products). Detailed information is provided by the documents of the Napoleonic era concerning the metallurgical production.

The finery is a complex, generally not well known installation, being rarely archaeologically investigated. The good conservation of the Rondolere specimen let us know the technical features and the position of the components, the characteristics of the production rejects (cast iron, slag, iron powder, steel bar cuttings and semi finished items), the behaviour of the constituent materials facing the high temperatures. The installation finds precise comparisons in technical handbooks and drawings dating to its age.

Introduzione

La nascita del forno di affinazione, o affineria, è legata alla necessità di rendere utilizzabile per tutti gli usi la ghisa, che in Europa inizia a prodursi negli alti forni dal XII/XIII secolo[1].

In età moderna coesistono parecchi tipi di affineria, la cui significativa variabilità, dipendente da fattori mineralogici, economici e geo-culturali

Un vivo ringraziamento per avere sostenuto le ricerche archeominerarie in alta val Sessera va in primo luogo a Enzo Cravello e Orazio Garbella, succedutisi nella carica di Presidente della Comunità Montana Valle di Mosso, nonché a Giovanni Vachino, Presidente del DocBi - Centro Studi Biellesi, e a Gabriella Pantò, funzionario della Soprintendenza per i Beni Archeologici del Piemonte. Grazie infine a Matteo Boscardin per la discussione sulla possibile provenienza dell'ematite di Rondolere.

[1] *Technique des fouilles* 1997, pp. 10-11, 30; Arnoux 2001, pp. 216-218; Cucini Tizzoni 2001, pp. 38-41.

complessamente interconnessi, dà vita a tradizioni siderurgiche parallele, di non facile discriminazione in quanto in stato di continua evoluzione e contaminazione[2].

Le informazioni su strutture e funzionamento vengono in gran parte da fonti scritte o iconografiche, mentre scarsa è la conoscenza diretta degli impianti.

In Piemonte, le prime esili testimonianze materiali di riduzione indiretta di minerali di ferro risalgono al tardo medioevo e provengono da Forno di Lemie e Richiaglio, in valle di Viù (Torino), a conferma di quanto suggerito alla metà del XIV secolo dagli *Statuti* di Lanzo e Forno di Lemie[3].

Molto più completi sono i resti archeologici rinvenuti a Rondolere, il cui impianto trova puntuali rispondenze tecnologiche nelle fonti di tarda età moderna, anche se non è riconducibile in modo univoco a uno dei tipi di affineria descritti.

Si tratta comunque di un impianto non d'avanguardia, che si pone al termine, più che all'inizio, di un percorso: uno degli ultimi forni di affinazione proto-industriali, fedele a una tradizione plurisecolare alla quale, in aree limitrofe, sotto l'impulso napoleonico alla modernizzazione, ne stava già subentrando una nuova[4].

Lo stabilimento siderurgico di Rondolere

Lo stabilimento siderurgico di Rondolere (fig. 1), situato a 1176 m in val Sessera (Bioglio, Biella), trattava i minerali ferrosi per trasformarli in semilavorati e prodotti finiti. Esso è stato riportato in luce da scavi archeologici che hanno rivelato un alto forno, tre edifici ospitanti maglio idraulico, forno di affinazione, forni di riscaldo, vasca per acqua e carbonile, nonché ingenti resti di canalizzazioni idriche a cielo aperto, sotterranee e aeree, di una ruota idraulica, di due trombe idroeoliche collegate a condutture lignee sotterranee, dispositivi di drenaggio, discariche di scorie di vario tipo e di altri residui di lavorazione[5].

Le installazioni sorgono a seguito di una concessione mineraria del 1784 a Giovanni Battista Rej di Bioglio[6]: la stessa data si legge su roccia presso la miniera, mentre sul maglio è inciso «8 agosto 1788»; che l'edificazione inizi dopo l'estrazione mineraria è confermato dai blocchi di ganga inseriti nei muri (fig. 3/c) e dal fatto che nel 1785 non esistono ancora condutture idriche. Lo

2 Hassenfratz 1812; Belhoste *et al.* 1995.
3 Gattiglia, Rossi 2013, pp. 56-58.
4 Nicco 1988, pp. 96-98.
5 Rossi *et al.* 2008; Rossi, Gattiglia 2014, pp. 286-287.
6 Archivio di Stato di Torino, Sez. Riunite (= ASTR), *Camera dei Conti, Piemonte,* Art. 692, § 1, Mazzo 57, 11 maggio 1784.

stabilimento funziona sino al 1813 per iniziativa dell'imprenditore biellese Luigi Ramella[7]. Segue, dal 1854-1885, una riconversione pastorizia, con costruzione di nuovi edifici, modifiche a quelli esistenti, asportazione di materiali edilizi («rovine di antica fonderia di metalli», 1868)[8].

Per il 1804-1813, informazioni dettagliate si trovano in alcuni di quegli strumenti tecnico-censuari che, in Italia del Nord, riflettono le attenzioni strategiche del governo napoleonico[9].

La materia prima proviene dapprima dalle miniere di magnetite di Pietra Bianca, prossime a Rondolere. Esauritesi queste, minerale arricchito è importato da Traversella (val Chiusella) sino al 1804, quando l'eccessiva distanza e gli oneri di trasporto impongono la dismissione dell'alto forno.

Analisi chimiche effettuate da V. Serneels su magnetite locale rinvenuta presso l'alto forno rivelano un minerale molto ricco in ferro (tab. 1/VSR41-42), caratterizzato da associazione con tormalina[10]. In due dei tre tipi di scorie di riduzione rinvenuti in scavo, i rapporti quantitativi tra gli elementi non riducibili sono quasi identici a quelli misurati nella magnetite: minerale e scoria sono perciò compatibili.

Presso l'alto forno vi è un accumulo di ematite massiccia (fig. 8/103-45). L'analisi chimica mostra un tenore in ferro elevato (tab. 1/VSR43), indicante un minerale molto puro, a cui non è riconducibile alcuna delle scorie di riduzione analizzate e di cui si ignora l'origine. È escluso che esso provenga da Machetto (Quittengo), distante da Rondolere 2,3 km, ove è segnalata ematite «in piccole concentrazioni compatte di color bruno rossastro»[11], prive della struttura lamellare riscontrata a Rondolere. Improbabile che giunga da Lessolo, Baio Dora o Tavigliano[12], sia perché l'«État des haut-Fourneaux» del 1807 indica Traversella come fonte, sia perché Lessolo e Tavigliano entrano in attività quando l'alto forno di Rondolere non è più in funzione. Unica ipotesi valida, benché da verificare, è che si tratti della rimanenza di una fornitura da Traversella, località produttrice non solo di magnetite, ma anche di ematite a struttura lamellare[13].

7 Archivio di Stato di Biella (= ASB), *Archivio Storico della Città di Biella, Comune, Serie II*, Mazzo 31, «Stati delle professioni, Arti, e Negozj», 21 marzo 1800 e 20 marzo 1801.

8 ASB, *Comuni, Bioglio*, Mazzo 4, Teggie e Casolari nelle Alpi, 11 maggio 1868; Istanze di diversi affittuari di Boschi e Alpi, 4 ottobre 1870; Mazzo 5, Riaffittamento delle Alpi, 1878.

9 Archivio di Stato di Vercelli (= ASV), *Dipartimento della Sesia*, Mazzo 158, «État des haut-Fourneaux du Département de La Sésia», 1807; «État des Forges du Dép.t de la Sésia», 1807; Mazzo 159, «Mines et usines, Tableau de produits des fonderies de gueuse et subtiladures de l'an 1807, 1808, 1809, 1810», 28 marzo 1811; Mazzo 160, «Instruction pour les Ingénieurs des Mines», 30 aprile 1807; lettera di Louis Ramella, 28 novembre 1807; ASB, *Archivio Storico della Città di Biella, Comune, Serie II*, Mazzo 31, «État de Situation des Forges et Usines», 3 luglio 1812; ASTR, *Catasti, Catasto francese, Allegato G,* Bioglio, 1813; cf. Nicco 1987; 1988; Spina 1992; Chierici 1999.

10 Selvaggio 2006.

11 Boscardin *et al*. 1972, p. 398.

12 Barelli 1835, pp. 114-115; Jervis 1873, p. 134.

13 Nicolis de Robilant 1786, p. 233; Barelli 1835, pp. 97, 99, 103; Jervis 1873, p. 122;

Dismesso l'alto forno, l'affineria e il maglio continuano a convertire ghisa, che nel 1807 giunge da Ivrea e nel 1810 da luoghi imprecisati del «Département de la Sesia». A Ivrea, ove si riforniscono anche gli stabilimenti Aymone di Aranco e Gastaldi di Netro, la ghisa costa 2,50 Franchi/miriagrammo, contro i 2,75 che pagano gli stabilimenti Serramoglia di Netro agli alti forni di Donato (Gattino) e Donnas. Il risparmio è vanificato dal trasporto: 0,50 Franchi/miriagrammo, contro 0,45 per la tratta Ivrea-Aranco e 0,25 per Ivrea-Netro, Donato-Netro e Donnas-Netro.

Nel 1807-1810 sono trattate 30,5 t di ghisa (massimo 10,8 t nel 1809, minimo 5,4 t nel 1810). Se ne ricavano 24,6 t di semilavorati in acciaio, con una resa di 80,7% e un consumo di combustibile di 183,1 t (6:1): valori simili ad alcuni stabilimenti valdostani, quali Conoz e Aymavilles, che nel 1807 producono 8,3 e 10,2 t di acciaio, con, ad Aymavilles, una resa di 81% e un consumo di carbone di 5,8:1; diverse affinerie valdostane espongono però rese sino a 89% e consumi ridotti sino a 3,2:1[14].

Una tabella dell'ingegnere minerario Jean-François d'Aubuisson (1807) attribuisce però a Ramella – su basi induttive a fine impositivo – una produzione giornaliera di 200 kg, pari a quelle di Molina a Campertognetto, Gastaldi e Gattino, contro 160 di Aymone, e una produzione annua di 20 t, contro 40 di Molina, 15 di Aymone, 12 di Gastaldi e Serramoglia-falci, 10 di Gattino, 7 di Serramoglia-utensili e 4 di un altro stabilimento di Netro: quantitativi superiori alla media, in contrasto con le osservazioni negative dello stesso ingegnere su condizioni e operosità di Rondolere.

Prodotti finiti sono citati solo nel 1812: in un trimestre si confezionano 200 zappe, 10 zappe a lama piatta, 10 asce, 12 bidenti.

Il carbone di legna, di Faggio come confermano le analisi archeobotaniche di R. Nisbet (tab. 2), ha nel 1807 un prezzo basso: 5 Franchi/m³ come a Campertognetto, mentre spende 6-6,25 Franchi/m³ chi utilizza Faggio e Castagno (Donato, Postua, Aranco) e addirittura 7 chi usa solo Castagno (Netro).

Due le trombe idroeoliche, alte 4 m, in armonia con la topografia e con le pietre cilindriche rinvenute in scavo (fig. 1/7).

Il personale oscilla nel 1807 tra 4 e 6 addetti, come nel resto del dipartimento (solo da Serramoglia-falci sono in 8), con paga di 230 Franchi/mese contro 220 concessi da Molina, Gastaldi e Gattino. Le maestranze calano a 3 nel 1808-1810 e a una sola nel 1812, mentre dal 1807 al 1810 sono 6 gli addetti al carbone.

osservazioni inedite M. Gomez Serito.

[14] Nicco 1988, pp. 107-108.

Lo scavo del forno di affinazione

Notevole interesse ha la presenza di un'affineria (figg. 1, 3 e 4), installazione complessa, raramente oggetto di scavi[15], talora confusa con strutture di diversa funzione.

L'impianto occupa 2,6x2,5 m², in un angolo di un vano ove operavano anche maglio idraulico e forno di riscaldo. In sua corrispondenza lo spessore di macerie era maggiore che nel resto del sito (2,8 m, con un'altezza residua del muro perimetrale di 3,5 m): a una concentrazione di lastre, dovuta al crollo di cappa e canna fumaria, erano sovrapposti conci lapidei di decadimento dei muri perimetrali M8 e M9 (figg. 2 e 3).

Le condizioni di quest'ultimo hanno richiesto un consolidamento a scavo in corso (fig. 3/g), impedendo temporaneamente di rimuovere un ammasso di pietrame embricato (fig. 3/h). I materiali di crollo avevano però creato un guscio protettivo intorno alla parte inferiore del forno.

Elementi costruttivi. Nella descrizione analitica che segue, con riferimento alle figg. 1, 3, 4, 5, 6 e 7, i vari elementi costruttivi dell'impianto sono indicati con la sigla di unità stratigrafica[16] loro attribuita all'atto dello scavo, composta da due cifre precedute da una lettera (M), utile a livello mnemonico per distinguere gruppi di strutture coerenti.

M22: masso in micascisto di forma tabulare irregolare, con facce laterali e inferiore arrotondate, faccia superiore orizzontale a spigoli subacuti artificiali (figg. 4, 6 e 7); equilibrato su blocchi più piccoli, è ruotato in senso orario sotto la spinta dei materiali di crollo; dimensioni 1,1 m x 0,9 m x 0,4 m di spessore.

M23: muretto a L, sghembo rispetto a M8 e M9, così da formare una intercapedine antiumidità (M69); la sua sommità forma un piano orizzontale rivestito da argilla; segmento nord-sud 2,1x1,1 m², segmento ovest-est 1,7x0,7 m², elevato 0,6 m (fig. 4).

M24: muro rettilineo appoggiato a M8 (fig. 5/d), tangente a M23 e M37, con al centro una finestrella strombata otturata; lunghezza 1,9 m, spessore 0,8 m, elevato attuale 0,2-1,4 m, elevato originario ≥ 1,5 m; finestrella: larghezza esterna 0,4 m, interna 0,7 m, altezza odierna da terra 0,2 m esterna, 0,4 m interna (figg. 4 e 5).

M36: pavimento in terra battuta, a tessitura eterogenea, compatto, crostoso, con aspetto bituminoso, formato da una sequenza di aggregati lenticolari interdigitati di tritumi lapidei, sabbia, carboni, scorie e altri residui (figg. 3 e 4).

M37: soglia lapidea, parallela al segmento ovest-est di M23, larga 0,41 m, profonda 0,25 m, elevato 0,1 m (fig. 4).

M39: otturazione della finestrella al centro di M24 (figg. 4 e 5).

[15] Tylecote 1992, pp. 102-103; Arribet-Deroin *et al.* 2007; Dillmann *et al.* 2009, pp. 335-336.
[16] Parise Badoni 1984, p. 17.

M61: resti di impianto ligneo all'esterno di M24, inglobati in M36;
M69: intercapedine antiumidità, stretta tra M8, M9 e M23; lunghezza 1,05 m, larghezza massima 0,35 m (figg. 4 e 7/b).

Catino. M23, M24 e M37 delimitano un catino rettangolare, sul cui fondo si trova una lastra in micascisto (602:11, 61 cm x 46 cm x 8 cm, figg. 4 e 6), posata in orizzontale su altre lastre, con rinzeppatura di pietre sul lato nord (figg. 4 e 6/c) e intercapedini sui lati est (figg. 3/t e 5/g) e ovest; larghezza 0,7 m, lunghezza 0,9 m, altezza 0,65 m; intercapedini: larghezza 6-12 cm, profondità 6-13 cm.

Nel settore sud del catino si trova un concio in micascisto squadrato, posto in orizzontale su residui metallurgici soprastanti M37 e rientrato rispetto al prospetto esterno di questa; dimensioni 44 cm x 22 cm x 24 cm di altezza (figg. 4, 5/h e 6/e).

Conseguenze del funzionamento. Il funzionamento dell'impianto ha causato la parziale fusione delle pareti interne di M24 e M23 ("vento" e "controvento"): le due areole interessate sono l'una di fronte all'altra; dimensioni 21 cm x 33 cm su M23, 15 cm x 7 cm su M24; altezza sulla lastra di fondo 5-38 cm su M23 (figg. 6/b e 7/a), 28-35 cm su M24 (fig. 5/f).

Nell'intercapedine M69 si è depositato un accumulo di spessore pluridecimetrico di pulviscolo ferroso nerastro magnetico (ossido ferroso bivalente; figg. 7/b e 11/604:6).

Relazioni stratigrafiche e spaziali. M8 e M9 si immorsano e sono contemporanei (fig. 3).

La fascia superiore di M8 ha una discontinuità subverticale (fig. 3/v) coincidente con il limite ovest di un rifacimento (M21), in cui si percepisce parte di uno stipite (fig. 3/w).

Alcuni blocchi di M8 hanno apparente andamento ad arco, ma in realtà sono disposti in modo da creare piani orizzontali per i corsi soprastanti (fig. 3/o).

M23 e M24 si appoggiano a M9 e M8 (fig. 5/d).

M23 e M24 non si immorsano (figg. 3/p e 5/e) e hanno tessiture differenti: è probabile che M24 sia stato costruito dopo M23, ma nell'ambito di una sola fase edilizia.

La rotazione di M22 ne ha esposto la faccia nord, rubefatta perché a contatto con il catino, al margine sud del "controvento" (fig. 6/d): il posizionamento originario di M22 è perciò legato alla costruzione di M23.

M36 si appoggia a M24 e ai blocchi sottostanti M22 (figg. 4 e 5): si è quindi formato dopo l'allestimento del catino e il posizionamento di M22.

M37 non si immorsa con M24, ma è allineato con M23 (fig. 4), di cui risulta perciò sincrono e sinfunzionale.

Il pietrame disordinato di M39 (fig. 5) si differenzia da quello ben squadrato, in corsi orizzontali, che forma M24.

Selezione e uso dei materiali costruttivi

Per costruire M8 e M9 sono stati usati micascisti, ma anche monzoniti, entrambi disponibili nelle coperture dei versanti sotto forma di grossi blocchi (fig. 3/u).

In M23 e M37 sono impiegate lastre in micascisto di taglio regolare, sottili (minimo 2,7 cm), impilate l'una sull'altra nella fascia inferiore, appena digradanti in quella superiore. I lati visibili sono lisci e rettilinei, a spigoli acuti, quasi senza cicatrici di cavatura (fig. 6).

Lastre in micascisto, usate per i tetti, erano sparse in tutto il sito. Tuttavia, delle 71 lastre dal vano M, il 73% si concentra nel 24% della superficie, in corrispondenza dell'affineria; di queste, il 65% è rivestito da pulviscolo ferroso, il 50% è rubefatto, il 4% mostra croste di scorie e il 2% di solfuri. Aspetto notevole è che il 54% presenti lembi di malta (fig. 11/352:15), materiale assente sulle lastre nel resto del sito. È quindi probabile che molte delle lastre del settore affineria facessero parte della cappa e della canna fumaria, con la malta a impedire la fuoriuscita di fumi dai giunti. A 30 m di distanza, in riva al Sessera, vi è una piccola cava da cui le lastre possono provenire.

Sul piano orizzontale e nei giunti di M23, sulle pareti del catino e negli interstizi della fascia inferiore di M8 e M9 è stata usata, con funzione isolante, argilla debolmente sabbiosa (figg. 3/q, 4, 6 e 11/609:13). Tale materiale può essere locale: in un sondaggio, al di sotto delle discariche siderurgiche e del paleosuolo da esse fossilizzato (inglobante macroresti di *Fraxinus excelsior*), è infatti emerso uno strato di argilla che ingloba muschi cf. sfagno[17] e presenta in superficie detriti lignei fusiformi isorientati di *Juniperus communis*, suggerendo una situazione di acqua stagnante ai piedi del versante, in relazione con un piccolo sbarramento[18].

Per M24 è stato preferito lo gneiss minuto (figg. 3/r e 5/c), di cui non si conoscono cave nei dintorni.

Aspetti del funzionamento

I materiali usati per il catino sono fortemente termoalterati. La rubefazione indica riscaldamento in atmosfera ossidante: l'argilla di rivestimento, che allo stato naturale è grigio oliva, è divenuta arancione (figg. 4, 5, 6 e 7). Dal punto di vista chimico, la conversione della ghisa in acciaio consiste del resto in una decarburazione mediante ossidazione del carbonio, con cui si riossida anche una percentuale del ferro della ghisa, che entra nella composizione della scoria e va perduta[19]. A riprova delle alte

[17] Profilo pedologico di S. Chersich.
[18] Analisi e osservazioni paleobotaniche di R. Nisbet.
[19] *Technique des fouilles* 1997, pp. 11, 30, 70, 79-80; Cavallini 2005, pp. 25, 99-103.

temperature raggiunte (1300-1400 °C), la termoalterazione ha coinvolto anche strutture non a diretto contatto con la fiamma.

Entrambi i litotipi impiegati in M8 e M9 hanno reagito al calore in modo incostante: micascisti pressoché intatti o solo rubefatti (fig. 3/k1-k2-k3) si alternano ad altri scissi in posto (fig. 3/j1), esfoliati (fig. 3/j2) o termoalterati in profondità (fig. 3/j3-j4); analogamente, monzoniti integre, che conservano le cicatrici a spigoli vivi dei cunei usati per la sbozzatura (fig. 3/n), stanno a fianco di altre disgregate (fig. 3/m1) o soggette a esfoliazione cipollare (fig. 3/m2). È possibile che alcuni conci fortemente rubefatti (fig. 3/e-f) siano di reimpiego, dato che la loro posizione non giustifica una profonda termoalterazione.

Il pulviscolo ferroso che colma M69 è un materiale caratteristico (fig. 11/604:6), sollevato sino a 2 m da terra da gas molto caldi. Negli interstizi di M8 e M9, al di sotto della linea a di figura 3 esso forma piccoli accumuli. Al di sotto della linea b gli interstizi ne sono ricolmi, con esili lembi di argilla rubefatta al fondo (il limite superiore di questo rivestimento è indicato con d in figura 3).

La faccia superiore di M22 è in continuità plani-altimetrica con la sommità di M23 (figg. 4 e 6) ed è incisa da vaschette a cui aderiscono scorie e residui ferrosi (figg. 5/a e 7/c): si tratta perciò di un banco da lavoro, usato dal fonditore operante davanti a M37.

A est di M24, si sono rinvenuti resti di tavole e travicelli, inglobati in M36 e riferibili a una conduttura dell'aria compressa e al suo supporto (M61); i reperti sono in Faggio (tab. 2), legno prescelto per gli «ordegni»[20], oltre che per la carbonella. La conduttura doveva essere sotterranea, come si desume dalla documentazione grafica su stabilimenti coevi[21] e dal limo organico bruno privo di componente minerale, derivante da degradazione del legno, apparso nei sondaggi. Essa emergeva dal terreno sul lato est di M24 e entrava nella finestrella oggi otturata.

Il punto di arrivo del getto d'aria è indicato dall'areola fusa sul "controvento", creatasi per eccessivo avanzamento dell'ugello (figg. 1/14, 6/b e 7/a); l'areola fusa sulla parete opposta si deve invece a un eccessivo arretramento (figg. 1/14 e 5/f)[22]. L'allineamento M61-finestrella-areole fuse era disseminato di frammenti (massimo 3 cm x 3 cm) di sottili scorie vetrose tubolari (figg. 1/15, 5/b, 9/608:1 e 11/608:1) e di aggregati di sferule ferrose cave millimetriche (figg. 1/15, 3/s, 6/a, 9/357:2-602:9 e 11/603:2-608:4): le prime si sono solidificate intorno a un oggetto a sezione curvilinea o mistilinea largo alcuni cm, che, dato il contesto, doveva essere un ugello; le seconde hanno la forma aerodinamica delle goccioline di metallo fuso trasportate da una forte corrente d'aria.

[20] ASB, *Comuni, Bioglio*, Mazzo 8, n. 21, f. 28r, 21 giugno 1785.
[21] ASV, *Dipartimento della Sesia, Disegni*, 1801-1814.
[22] Hassenfratz 1812, pp. 12-13.

La tessitura lenticolare di M36 indica che il pavimento si è rialzato per accumulo di residui in parte allo stato fluido o semifluido. A sud di M22, un rialzo troncoconico a sommità arrotondata (fig. 1) richiama quello delineato da M.A. Della Fratta nella zona di fuoriuscita della scoria[23].

Scarti di lavorazione e semilavorati

Ghisa. A parte i frammenti informi, vi sono 13 spezzoni di lingotti in ghisa, 1 lingotto quasi intero e 1 intero (tab. 3). Questo (fig. 8/700:1) ha forma di pane trapezoidale ad angoli smussati; alla faccia inferiore aderiscono lembi del crogiolo dell'alto forno. Di 7 spezzoni, a forma di spicchio, si conserva in parte il bordo del pane originario (fig. 8/188:4).

Il reperto intero era reimpiegato in un muro dell'edificio pastorizio addossato all'alto forno. Degli altri, 7 erano presso l'alto forno, 2 nel settore condutture idriche, 1 presso il maglio, 1 nel catino dell'affineria, 2 presso il forno di riscaldo, 1 presso un masso frantoio. Le loro dimensioni sono indicative della pezzatura del materiale sottoposto ad affinazione[24].

I campioni osservati in sezione (63:6, 227:1, 333:4, 341:11, 603:1; fig. 8) sono vacuolari, con massa volumica apparente 4,59-6,23[25] (tab. 3), minore delle ghise industriali (6,8-7,8) e inversamente correlata con le dimensioni dei vacuoli; questi sono di forma irregolare, pluriorientati e polilobati nei campioni più leggeri (603:1, 333:4, 63:6), circolari o ellittici in quelli più pesanti (227:1, 341:11); nei 2 campioni più leggeri sono distribuiti uniformemente, negli altri si concentrano verso una delle superfici. La variabilità è forse indice di affinazione in più fasi.

Quattro reperti (63:6, 227:1, 333:4, 341:11) sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio da parte di R. Castaldi, cui si devono le osservazioni seguenti.

Nella preparazione dei provini si è constatata la fragilità dei reperti. Si sono comunque ricavate alcune durezze (Rockwell HRB), risultate molto elevate: 98/100 per 227:1 e 100/100 per 341:11.

I provini sono stati levigati a specchio e attaccati con soluzione acida nital, per evidenziare la struttura microcristallina: l'osservazione al microscopio metallografico ha accertato assenza di grafite.

Gli sfridi della fresatura sono stati sottoposti ad analisi chimiche, mediante attacco con HCl concentrato, che solubilizza il ferro metallico, e, in seguito, con HNO_3 diluito al 50%, che solubilizza i carburi; i campioni hanno avuto due diversi comportamenti (tab. 4).

[23] Della Fratta 1678, p. 146.
[24] Della Fratta 1678, p. 143; Hassenfratz 1812, pp. 37-38.
[25] Determinazione delle masse volumiche di M. Gomez Serito e C. De Regibus.

Le differenti percentuali solubili in HCl possono essere in relazione con il contenuto in carburi; la maggior reattività di 341:11 agli acidi può indicare maggiore contenuto in zolfo e/o solfuri.

Ulteriori prove qualitative sono state eseguite sul residuo insolubile di 341:11. Un saggio al tubicino senza reattivi ha dato abbondante sublimato giallo-arancio e sviluppo di anidiride solforosa, con residuo di ossido ferrico. Un ulteriore saggio al tubicino con acetato di ammonio ha prodotto un tenue odore di cacodile, indicante forse leggera presenza di As.

L'assenza di residuo grafitico pone i campioni tra le ghise bianche, ossia leghe in cui tutto il carbonio è combinato con il ferro.

Nei tre campioni che hanno dato un residuo del 23-24% dopo attacco con HCl e quasi nullo dopo attacco con HNO_3, anche supponendo che i carburi siano interamente cementitici, la percentuale di carbonio originaria sarebbe ≤ 6,67 x 24% ≤ 1,60%; invece, nel campione che ha dato un residuo del 64% dopo attacco con HCl e del 5,55% dopo attacco con HNO_3, tale percentuale sarebbe 6,67 x (64-5,55)% = 3,90%. Poiché il confine convenzionale tra ghisa e acciaio coincide oggi con il tenore di 2,11% in carbonio, 341:11 ricade nelle ghise bianche, mentre gli altri campioni ricadrebbero negli acciai. Tuttavia, l'assenza di vacuoli stirati e la forma piano-convessa degli spezzoni escludono che si tratti di semilavorati acciaiosi già decarburati e passati, allo stato pastoso, sotto il maglio. Si deve invece pensare che si tratti di ghise povere in carbonio: la ragione di tale povertà va ricercata nella scarsa altezza dell'alto forno (4,55 m dalla bocca al fondo del crogiolo), per cui il ferro del minerale aveva poco tempo per legarsi con il carbonio. In età napoleonica il massimo tenore convenzionale in carbonio della ghisa era del resto 3,33%[26].

Scorie. Il sito è costellato da discariche di scorie, che nel settore alto forno derivano dalla riduzione del minerale. Nel settore ovest si trova per oltre il 73% un altro tipo di scoria, distinguibile per il peso maggiore, la struttura non vetrosa e la forma, che negli esemplari integri è a calotta o a placca cordata. Quelle a calotta raggiungono 25-30 cm di diametro, 8-15 cm di spessore, 3-5 kg di peso.

Cinque campioni sono stati sottoposti ad analisi chimiche da parte di V. Serneels (tab. 1/VSR51-55), cui si devono le osservazioni seguenti.

VSR53 (fig. 9) è un blocco vagamente emisferico (diametro 20 cm, spessore 8 cm). La forma attuale è simile all'originaria, ma i lati sono fratturati. Il peso è 2350 g. La superficie inferiore è abbastanza regolare, lievemente convessa, bruno-rossastra scura, con impronte di carbone di legna. La superficie superiore è irregolare, con ampia depressione al centro. La superficie di raffreddamento è deteriorata; la parte conservata è liscia e regolare, bruno-rossastra scura. Nelle rotture si osserva forte porosità.

[26] Hassenfratz 1812, p. 24.

In sezione si osserva una matrice grigia scura omogenea, con aspetto di materiale costituito da fayalite (silicato di ferro) e wüstite (ossido di ferro). La porosità è elevata (30-40%), più fitta e con bolle più grandi nella parte superiore. Le bolle sono di forma irregolare, sovente polilobate, di 0,1-50 mm. Alla base vi è una serie di bolle allungate perpendicolari alla superficie, indicanti la direzione di fuoriuscita dei gas. Vi è una proporzione abbastanza forte di ferro metallico (5-7%), sotto forma di catenelle di piccole biglie o di filamenti che percorrono la matrice fayalitica.

VSR54 (fig. 9) è abbastanza simile a VSR53 (spessore 7 cm), con superficie superiore bombata, liscia e regolare e superficie di raffreddamento ben conservata.

In sezione la matrice di fayalite+wüstite ha minore porosità (10-15%), ripartita in modo uniforme, con bolle di 0,1-20 mm e notevole proporzione di ferro metallico in filamenti o catenelle (2-3%).

Tutti i campioni sono molto ricchi in ferro, che compare in forte quantità nelle forme FeO o Fe; l'eccesso di tale elemento rispetto alla fayalite indica la presenza di wüstite.

Le scorie fayalitiche ricche in ossidi di ferro e inclusi di ferro metallico sono scarti abituali delle operazioni di affinazione, durante le quali si ha considerevole perdita in ferro[27]. In una scoria pesante 5 kg e contenente circa 55% di ferro (media di Rondolere) vi sono 2750 g di metallo. Nel 1807-1810 la perdita in ferro è in media del 19,3%: una scoria contenente 2750 g di ferro corrisponde perciò a una massa di 14,25 kg di ghisa. Il quantitativo appare piccolo per un'età in cui esistono alti forni con produzioni giornaliere di diverse centinaia di kg[28]; esso è però proporzionato a uno stabilimento che ha una produzione media annua di 6,15 t di acciaio e a cui le autorità attribuiscono una vita operativa di 100 giorni/anno, corrispondente a una produzione giornaliera di 61,5 kg di ghisa.

Acciaio. Sono stati rinvenuti 5 ritagli di barre piatte, 1 ritaglio di lamiera curva e 7 semilavorati destinati alla finitura a caldo.

I ritagli di barre piatte hanno dimensioni infradecimetriche e spessori di 6, 8, 12 e 14 mm. In sezione, 191:3 e 357:4 (fig. 11) mostrano struttura omogenea, priva di cricche o bolle. Nonostante l'ossidazione, 357:4 ha ancora massa volumica 7,07, poco inferiore all'acciaio (7,86); 191:3 (figg. 10 e 11), spesso 8 mm alle estremità, è piegato e inglobato in un residuo di lavorazione polimaterico di roccia termoalterata, argilla indurita, scoria e ferro metallico; che la piegatura sia avvenuta a caldo lo dimostra l'assottigliamento della barra nella piega.

I semilavorati (fig. 10) hanno forme irregolari, modificate dall'ossidazione, e

[27] Hassenfratz 1812, pp. 38, 47 (12-60%!).
[28] Nicco 1988, p. 107.

dimensioni comprese tra 8,4 cm x 7 cm e 14,5 cm x 10 cm, con spessori di 4-50 mm e pesi di 244-1300 g. Quattro di essi (130:5, 152:29, 161:1, 161:3) sono piegati a L. Al pari della tricuspide a punte arrotondate 370:4, hanno forme e pesi compatibili con masselli e semifiniti per produzione di strumenti agricoli visibili in collezioni[29] o in cortometraggi[30] relativi a fucine del XX secolo; nonostante l'ossidazione superficiale, 370:4 ha massa volumica 6,48.

Ai reperti 130:5, 152:29, 364:1 e 379:2 aderiscono chiazze di argilla grigio-biancastra indurita, residuo dell'immersione in un bagno argilloso, volta a impedire la saldatura accidentale dei pezzi durante le lavorazioni a caldo: nel vano M vi era una vasca interrata a pareti argillose (fig. 1) che doveva servire allo scopo.

Manualistica tecnica e iconografia storica

Un apporto allo studio dei resti archeosiderurgici viene dai manuali tecnici e dalle rappresentazioni grafiche dell'epoca di pertinenza, fonti però di non facile impiego.

Ad esempio, nella *Pratica minerale*, M.A. Della Fratta pubblica a pagina 146 un disegno, con cui l'autore illustra un processo descritto nelle pagine precedenti. Chi legge tali pagine[31] si rende conto che il processo in questione è l'affinazione della ghisa[32]. Ciononostante, il curatore di una riedizione della *Pratica minerale* assume il disegno a esemplificazione del «focolare [...] indistintamente impiegato quale basso fuoco o forgia, [...] completo del catino per la raccolta delle scorie» (scoria che invece, tanto nel disegno, quanto nel testo, esce dal forno «come se fosse acqua»), trovandovi «precisi riferimenti nel basso fuoco catalano, in quello catalano-ligure e in quello brossasco [...]», e propone il testo quale «descrizione del processo di riduzione del minerale di ferro al basso fuoco»[33]. In un'opera seguente, lo studioso annovera lo stesso disegno tra le immagini di «basso fuoco a catasta», assimilato al «fuoco grosso bresciano», e trova un antecedente in un inchiostro del *Salterio di Utrecht*[34] che in realtà illustra una similitudine ispirata dalla raffinazione dell'argento.

Un altro caso simile riguarda il pittore fiammingo Herri met de Bles, che, in un dipinto del 1540 di cui esistono almeno quattro versioni simili (Graz, Praga, Firenze e collezione privata), raffigura un opificio siderurgico presso una miniera, con un'affineria collegata a un alto forno dal quale la ghisa esce

29 Piantoni 2003; Maestri 2004; cf. Spina 1992, pp. 125-157.
30 Gatti, Berbenni s.d..
31 Della Fratta 1678, pp. 143-145.
32 Cavallini 2005, p. 101.
33 Cima 1985, pp. XIX-XX.
34 Cima 1991, pp. 131-135, 175.

in colata. La versione di collezione privata è giustamente citata in uno studio sull'affineria "vallona"[35], ma quella di Praga è finita anch'essa tra i suddetti esempi di forno di riduzione.

Nell'uso delle fonti grafiche è perciò prudente non trascurare i testi che le accompagnano, raggruppando gli impianti secondo la funzione e i processi, anziché secondo le somiglianze formali, e puntando su documenti coerenti dal punto di vista cronologico e geografico, pur senza ignorare i trasferimenti di tecnologie conseguenti ai viaggi di istruzione e agli spostamenti delle maestranze.

In tale ottica, la figura 12 propone una selezione iconografica risalente agli anni 1780-1813, periodo nel quale l'installazione di Rondolere era attiva, le cui fonti sono:

- *Viaggi Mineralogici* di Spirito Benedetto Nicolis di Robilant[36] (Torino 1724-1801), 5 volumi manoscritti completati nel 1788, sintesi delle tecniche che l'autore aveva appreso in Europa Centrale (1749-1752) e adottato negli Stati Sabaudi in qualità di ispettore generale delle miniere (1752-1773);
- *De venarum metallicarum excoctione* di Ermenegildo Pini[37] (Milano 1739-1825), trattato in 2 volumi, latore della lezione dell'*Encyclopédie*[38], notevolmente diffuso a causa dell'appartenenza dell'autore, dal 1805, alla Commissione delle Miniere del Regno d'Italia[39];
- *La sidérotechnie* di Jean Henri Hassenfratz (Paris 1755-1827), trattato in 4 volumi, testo ufficiale nell'Impero napoleonico, panoramica tecnico-didattica di respiro continentale;
- due dei numerosi *Disegni* in scala richiesti dal governo napoleonico, a fini tecnico-censuari, agli imprenditori siderurgici biellesi[40].

Insieme con i rispettivi testi, tali immagini recano conferme e integrazioni ai dati archeologici emersi da Rondolere.

Conferme. Il forno di affinazione sorge di norma nel vano del maglio idraulico e si appoggia ai muri perimetrali dell'officina, di cui il più delle volte occupa un angolo (fig. 12/2); è sormontato da un'ampia cappa, con una canna fumaria che attraversa il tetto e termina con un alto comignolo (fig. 12/1-2-5): ciò lo differenzia dal forno di riscaldo, sovente privo di dispositivo di convogliamento dei fumi o dotato di piccola cappa con canna fumaria nel muro[41]. L'impianto

35 Dillmann *et al.* 2009.

36 = VM, Biblioteca Reale di Torino (= BRT), *Varia*, voll. 485-489 (copie definitive); cf. Accademia delle Scienze di Torino, Ms. 0307 (tomi preparatorii).

37 Pini 1779; 1780.

38 Cf. Diderot, D'Alembert 1773, tav. VI, con Pini 1780, tav. XII.

39 Rossi, Gattiglia 2010, pp. 84, 99.

40 ASV, *Dipartimento della Sesia, Disegni*, 1801-1814.

41 Bodo, Mancinelli 1992, pp. 19-21, 26; Chierici 1999, figg. 18-21.

occupa una superficie quadrangolare di 3-10 m² e si eleva di 2 m dal pavimento (oltre 5 m con la cappa)[42].

Forma e dimensioni del catino di Rondolere sono compatibili con la conversione della ghisa bianca. Lo stesso vale per la distanza dell'ugello dal fondo e per la sua l'inclinazione media (18°), desumibile dall'areola fusa sul "controvento". L'inserimento dell'ugello nel muro laterale necessita di una finestrella strombata un po' scentrata verso la parete di fondo del catino, simile a quella rinvenuta, che consenta di orientare il getto d'aria[43] (fig. 12/3-4-5). Il confronto tra i *Disegni*, nei quali a fungere da soffierie sono sempre le trombe idroeoliche, e i *Viaggi Mineralogici*, che registrano invece una netta prevalenza di mantici, evidenzia la differenza tra Piemonte ed Europa Centrale in tale campo.

Alcuni testi specificano che la conversione della ghisa in acciaio richiede vari additivi[44], il che spiega i tenori in SiO_2, CaO, MgO, K_2O emersi analizzando le scorie.

Integrazioni. Le differenze tra M23 e M24 e l'asincronicità della loro erezione non indicano fasi tecnologiche successive, ma una prassi che separa il corpo murario del catino da quello che sostiene la cappa (fig. 12/4-5).

A Rondolere, il catino non era foderato in ghisa, ma le fonti ammettono l'impiego di materiali lapidei. Dallo scavo non sono emersi dati sul dispositivo di fuoriuscita della scoria. Le fonti lo situano un po' all'interno (fig. 12/4-5), nella posizione occupata a Rondolere dal concio arretrato rispetto a M37 (figg. 5/h e 6/e); esso poteva non essere formato da una piastra in ghisa traforata (fig. 12/5), ma da un diaframma in argilla, con fori costituiti da occhi di vecchi martelli[45].

La cappa del forno di Rondolere necessitava di supporti robusti e doveva poggiare su pilastri in muratura (fig. 12/1-5) e/o essere dotata di catene[46]; due buche osservabili in M8 (fig. 3/i), una delle quali oggi occupata da una radice (fig. 3/l), potevano alloggiare travi o profilati.

L'addossarsi al versante di M8 e M9 può essere causa dell'intercapedine antiumidità M69, donde una canna fumaria a gomito, come in altri impianti (Ponte Nossa), e piuttosto alta, con la cima del camino a 6 m dal pavimento (fig. 12/2).

[42] Pini 1780, tav. XI, figg. 68-70; VM, III, p. 396; V, tavv. CCIV, CCXXI; ASV, *Dipartimento della Sesia, Disegni*, nn. 203, 206, 209, 7 aprile 1812; 413, 1812/1813.

[43] Pini 1780, p. 260; VM, III, pp. 377, 396, 398, 400; Hassenfratz 1812, pp. 9-13, 36-37, 45-47.

[44] VM, II, pp. 296-298; III, pp. 379, 397-402; Hassenfratz 1812, pp. 39, 46, 49-50.

[45] Pini 1780, p. 259; VM, I, p. 537; II, p. 295, 297; III, pp. 377, 396, 398, 400; V, tavv. LXXII, CCIV; Hassenfratz 1812, pp. 10-11.

[46] Pini 1780, p. 260; Hassenfratz 1812, p. 10.

Conclusioni

Il forno di affinazione è poco studiato dagli archeologi. Rondolere è interessante perché ha rivelato un'affineria in senso proprio. Il riscaldamento di masselli e semilavorati avveniva in altri due impianti (fig. 1).

Restano imprecisati tipo e origine culturale del processo adottato, tra i vari esistenti all'epoca. L'alto consumo di carbone di legna è considerato un tipico difetto del metodo bergamasco, riferimento culturale che parrebbe supportato, nella prima fase dello stabilimento, dal camino bi-troncopiramidale dell'alto forno. I dati sul consumo di carbone sono però del 1807-1810, quando a Rondolere si è già imposto un nuovo indirizzo tecnologico, con conversione alla "contese" del succitato camino. Inoltre, il metodo bergamasco è ritenuto idoneo alla ghisa grigia, non a quella bianca. Altre caratteristiche incoerenti con il metodo bergamasco sono l'altezza del catino (0,65 m contro circa 0,27 m) e la posizione dell'ugello, inclinata e non orizzontale[47].

Il problema rimane aperto, anche se, forse, attribuire un'etichetta è meno urgente che ripensare su basi archeologiche la classificazione dei forni di affinazione, tralasciando la terminologia geografica ereditata dai manuali del XVIII-XIX secolo, per porre maggiore enfasi sui dettagli tecnologici e sulle corrispondenze tra dati materiali e documentari.

Riferimenti bibliografici / References

Arnoux M. (2001), *Innovation technique, intervention publique et organisation du marché: aux origines du district sidérurgique de la Valteline (XIII^e^-XIV^e^ siècles)*, in *La sidérurgie alpine en Italie (XII^e^-XVII^e^ siècles)*, textes réunis par P. Braunstein, Roma: École Française, pp. 215-251.

Arribet-Deroin D., Benoit P., Dillmann P., Vega E. (2007), *Early modern cast iron and iron at Glinet*, in *Norberg-Nora. 700 years of iron production*, edited by I.-M. Petterson Jensen, U. Öhman, Stockholm: Jernkontoret, pp. 99-106.

Barelli V. (1835), *Cenni di statistica mineralogica degli Stati di S. M. il Re di Sardegna*, Torino: Fodratti.

Belhoste J.-F., Claerr C., Corbineau F. (1995), *Naissance et origine du procédé d'affinage appelé comtois*, in *Paléométallurgie du fer & cultures. Actes du symposium international du Comité pour la sidérurgie ancienne de l'U.I.S.P.P.* (Belfort – Sévenans, 1-3 novembre 1990), publiés par P. Benoit, P. Fluzin, Paris: Vulcain, pp. 283-290.

[47] Hassenfratz 1812, pp. 58-59, 65-67, 71-73.

Bodo A., Mancinelli C. (1992), *L'industria dei metalli nel Piemonte francese*, in *Forges et usines*, a cura di V. Marchis, Torino: Levrotto & Bella, pp. 9-34.
Boscardin M., Gardinali E., Meani S. (1972), *Ferrimolibdite ed altri minerali dell'Alpe Machetto*, «Atti della Società Italiana di Scienze Naturali», 113, n. 4, pp. 391-400.
Cavallini M. (2005), *Fortuitum & sordidum opus*, Perugia: CRACE.
Chierici P. (1999), *Industria e territorio nel Piemonte meridionale tra Antico Regime e periodo napoleonico*, in *Miniere, fucine e metallurgia nel Piemonte medievale e moderno*, a cura di R. Comba, Rocca de' Baldi: Museo e Centro Studi Storico-Etnografici, pp. 137-163.
Cima M. (1985), *Introduzione*, in *Pratica minerale. Trattato del march. Marco Antonio della Fratta et Montalbano*, a cura di M. Cima, Firenze: All'Insegna del Giglio, pp. IX-XXI.
Cima M. (1991), *Archeologia del ferro*, Torino – Brescia: Nautilus – Grafo.
Cucini Tizzoni C. (2001), *Dieci anni di ricerche sulla siderurgia lombarda: un bilancio*, in *La sidérurgie alpine en Italie (XII^e-XVII^e siècles)*, textes réunis par P. Braunstein, Roma: École Française, pp. 31-48.
Della Fratta et Montalbano M.A. (1678), *Pratica minerale*, Bologna: Manolessi.
Diderot D., D'Alembert J.-B., dir., (1773[3]), *Recueil de planches sur les sciences, les arts libéraux, et les arts méchaniques avec leur explication*, IV, Livorno: Imprimerie des Éditeurs.
Dillmann P., Desaulty A.-M., Leroy S., Arranda R., Lechevallier G., Arribet-Deroin D., Neff D., Bauvais S., Vega E., Bellot-Gurlet L., Téreygeol F. (2009), *Early Walloon refining process: first experimental restitution and metallographic analyses*, in *2nd international conference Archaeometallurgy in Europe* (Aquileia, 17-21 giugno 2007), Milano: AIM, pp. 335-347.
Gatti C., Berbenni A. (s.d.), *Bienno. La valle dei magli*, Bienno: Pro Loco.
Gattiglia A., Rossi M. (2013), *Minatori, fonditori, cavatori: reperti di cultura materiale medioevale nelle collezioni del Museo Civico Alpino di Usseglio*, in *Terre rosse, pietre verdi e blu cobalto. Miniere a Usseglio. Seconda raccolta di studi*, a cura di M. Rossi, A. Gattiglia, Usseglio – Torino: Museo Civico Alpino – Biblioteca Nazionale Universitaria – Dipartimento di Scienze della Terra, pp. 45-60.
Hassenfratz J.H. (1812), *La sidérotechnie*, III, Paris: Didot.
Jervis G. (1873), *I tesori sotterranei dell'Italia*, I, Torino: Loescher.
Maestri M. (2004), *Il maglio idraulico di Molini di Fraconalto*, «Archeologia Postmedievale», 7 (2003), pp. 79-92.
Nicco R. (1987-1988), *L'industrializzazione in Valle d'Aosta*, I-II, Aosta: Istituto Storico della Resistenza.
Nicolis de Robilant E.B. (1786), *Essai géographique suivi d'une topographie souterraine, minéralogique, et d'une docimasie des États de S. M. en terre ferme*, «Mémoires de l'Académie Royale des Sciences», I, I (1784-5), pp. 191-304.

Parise Badoni F., coord., (1984), *Norme per la redazione della scheda del saggio stratigrafico*, Roma: Ministero per i Beni e le Attività Culturali.
Piantoni A. (2003), *Museo dei magli di Ponte Nossa*, Ponte Nossa: Associazione promozione magli.
Pini E. (1779-1780), *De venarum metallicarum excoctione*, I-II, Milano: Marello.
Rossi M., Gattiglia A. (2010), *I magli e le acque della Nossa*, Ponte Nossa: Comune di Ponte Nossa.
Rossi M., Gattiglia A. (2014), *Riflessi ambientali dell'attività mineraria e metallurgica nella montagna piemontese*, in *Montagne incise. Pietre incise. Archeologia delle risorse nella montagna mediterranea. Atti del convegno* (Borzonasca, 20-22 ottobre 2011), a cura di A.M. Stagno, «Archeologia Postmedievale», 17 (2013), pp. 279-288.
Rossi M., Gattiglia A., Pantò G., a cura di, (2008), *Rondolere. Un'area archeometallurgica del XVIII secolo in alta val Sessera*, Firenze: All'Insegna del Giglio.
Selvaggio I. (2006), *Mineralizzazioni a magnetite dell'alta Valsessera: aspetti geologico-petrografici e archeometallurgici*, Torino: Università di Torino [tesi di laurea magistrale].
Spina L., a cura di, (1992), *Fabbri e fucine a Mongrando*, Biella: Rosso.
Technique des fouilles. Minerai, scories, fer (1997), Basel: VATG.
Tylecote R.F. (1992), *A history of metallurgy*, London: Maney.

Appendice

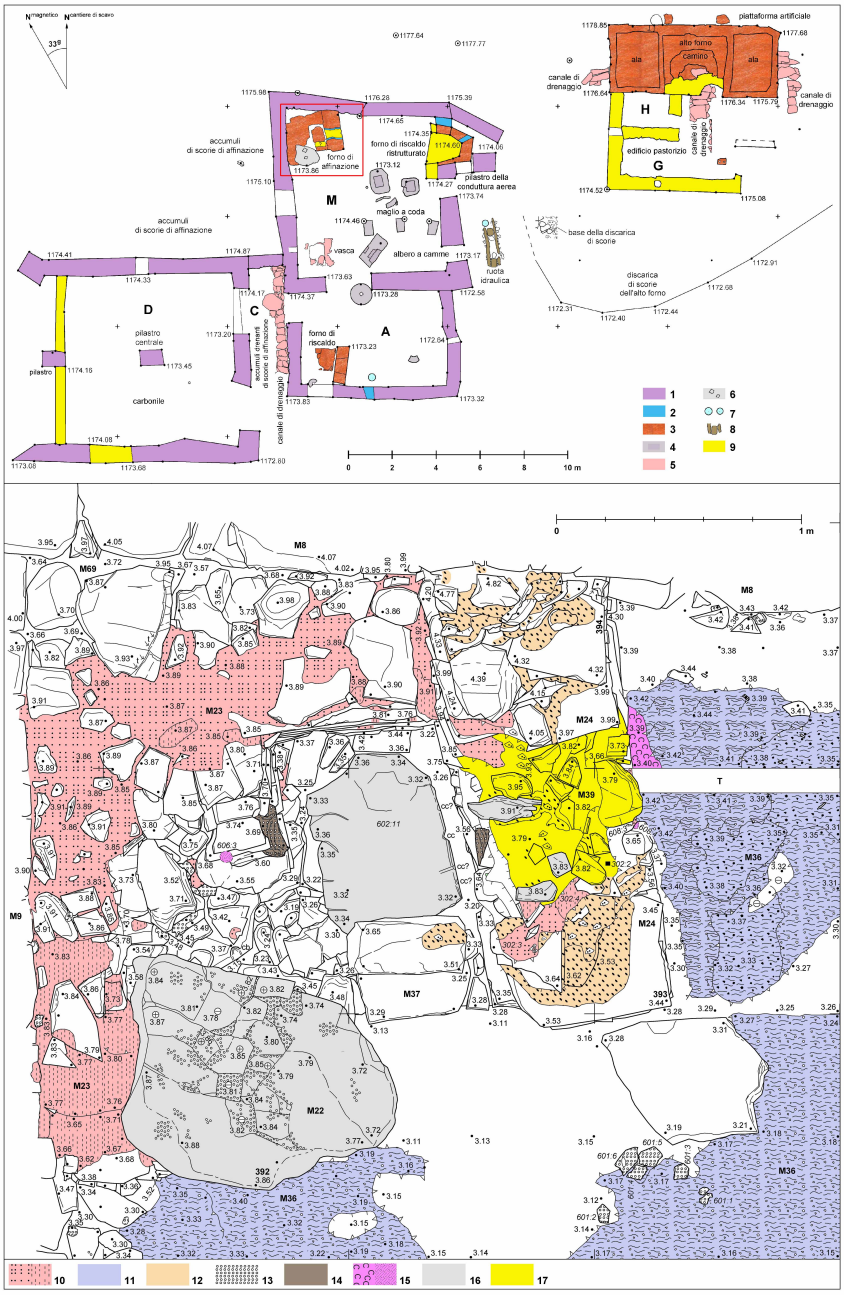


Fig. 1. Rondolere. Planimetria quotata dello stabilimento e particolare del forno di affinazione. 1 = fasi siderurgiche; 2 = varchi per condutture dell'aria compressa; 3 = forni; 4 = maglio idraulico; 5 = canali di drenaggio sotterranei e vasca interrata; 6 = banco da lavoro; 7 = pietre cilindriche di trombe idroeoliche; 8 = impianti lignei; 9 = fasi pastorizie; 10 = argilla rubefatta o non rubefatta; 11 = pavimento siderurgico; 12 = malta; 13 = scorie e residui ferrosi; 14 = pareti fuse; 15 = scorie tubolari e sferule ferrose cave; 16 = velo di pulviscolo ferroso; 17 = otturazione della finestrella dell'ugello



Fig. 2. Settore del forno di affinazione prima dello scavo (indicato dalla freccia) e dopo la rimozione dei materiali di crollo



Fig. 3. Analisi muraria del settore del forno di affinazione

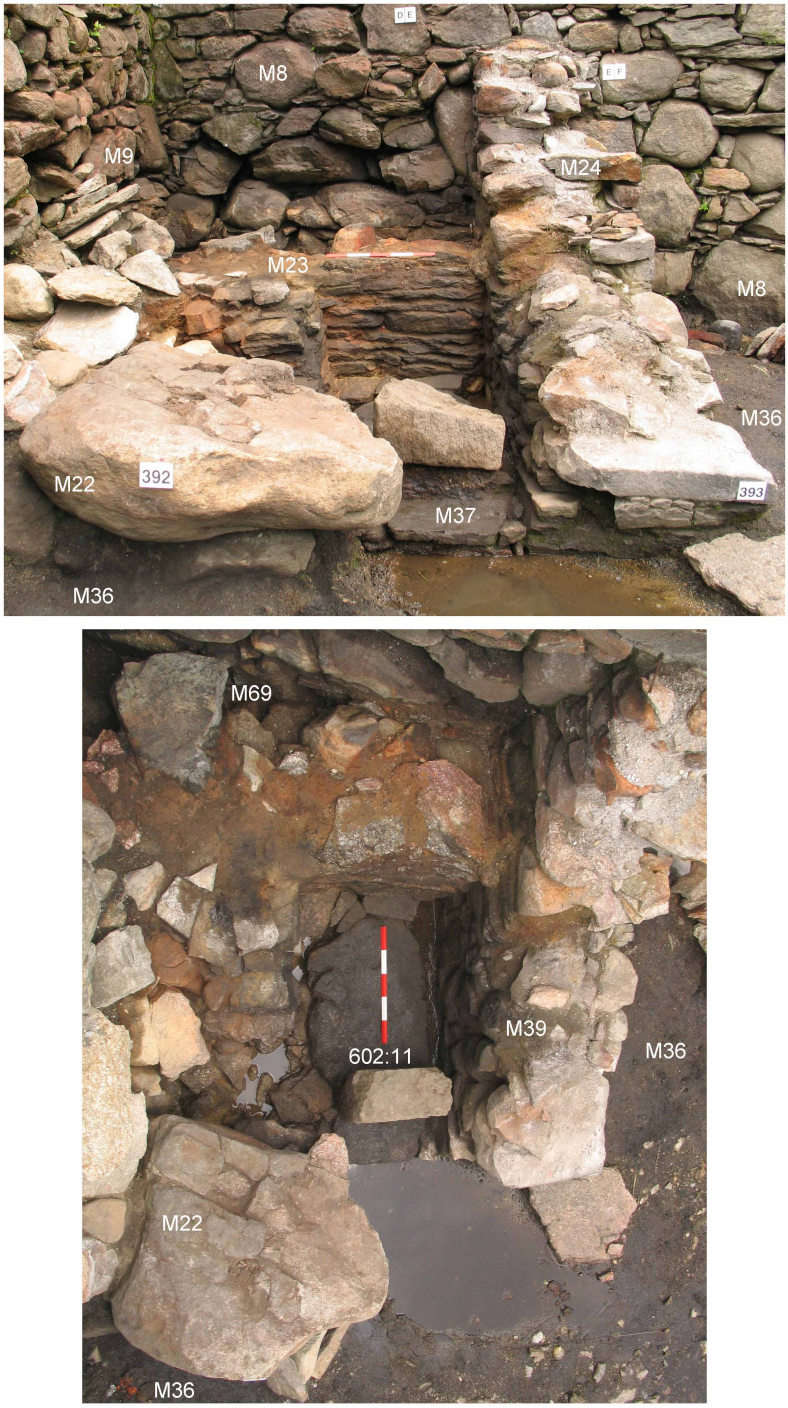


Fig. 4. Vedute frontale e nadirale del forno di affinazione con indicazione dei componenti

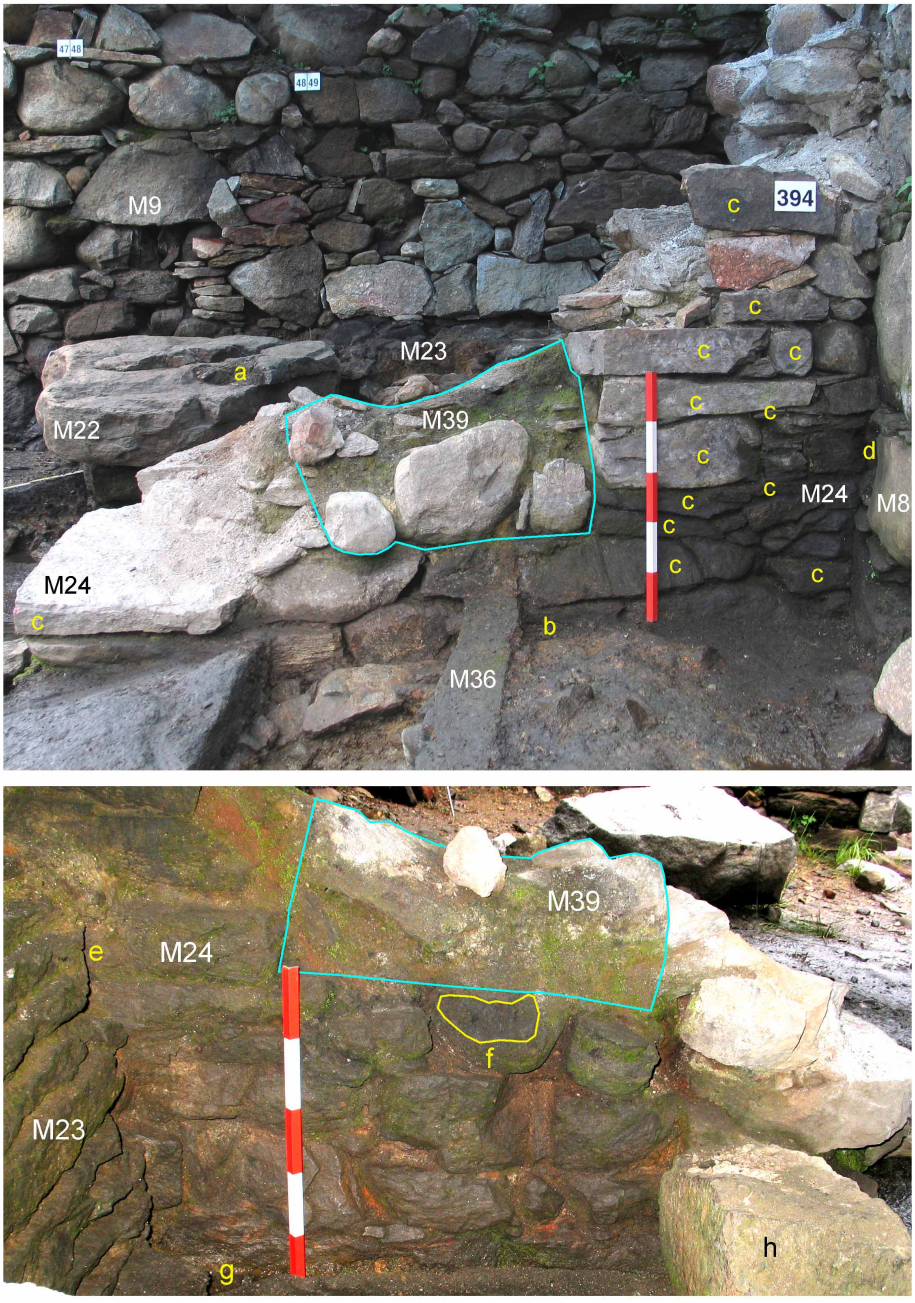


Fig. 5. Vedute laterali di M24



Fig. 6. Vedute del catino da sud-est e nord-est



Fig. 7. Particolari di alcuni componenti del forno di affinazione

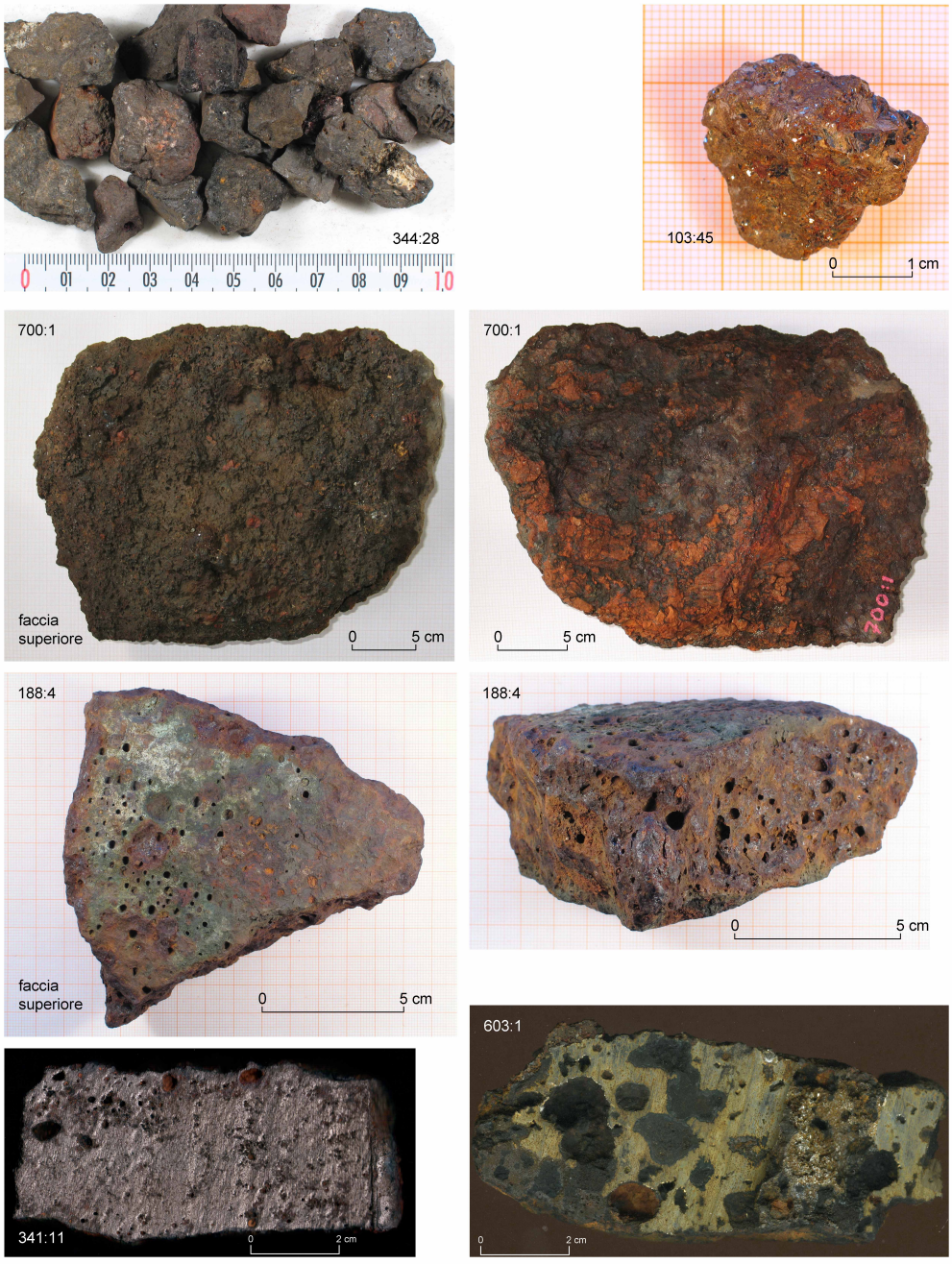


Fig. 8. Minerali e ghisa in lingotto

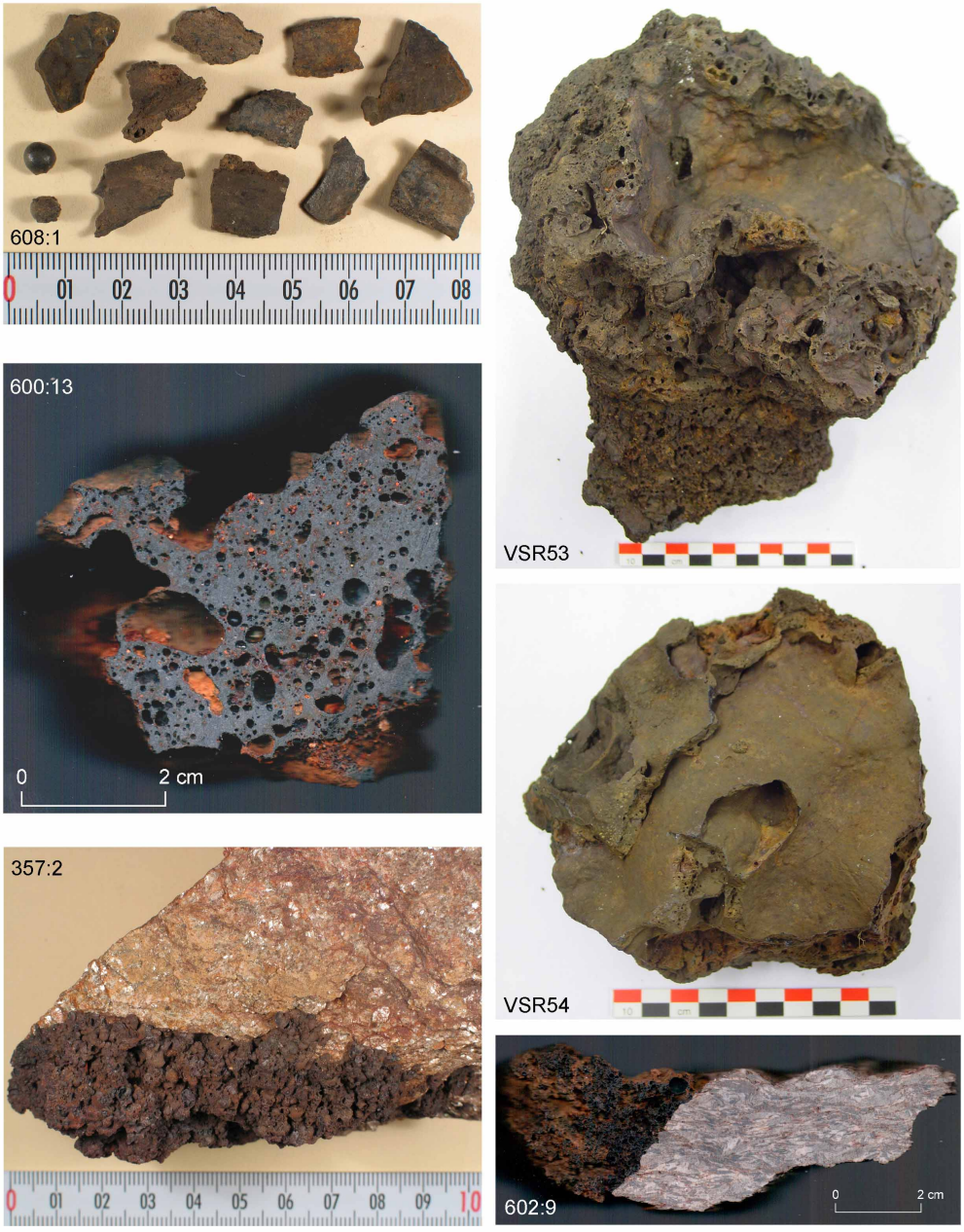


Fig. 9. Scorie del processo di affinazione

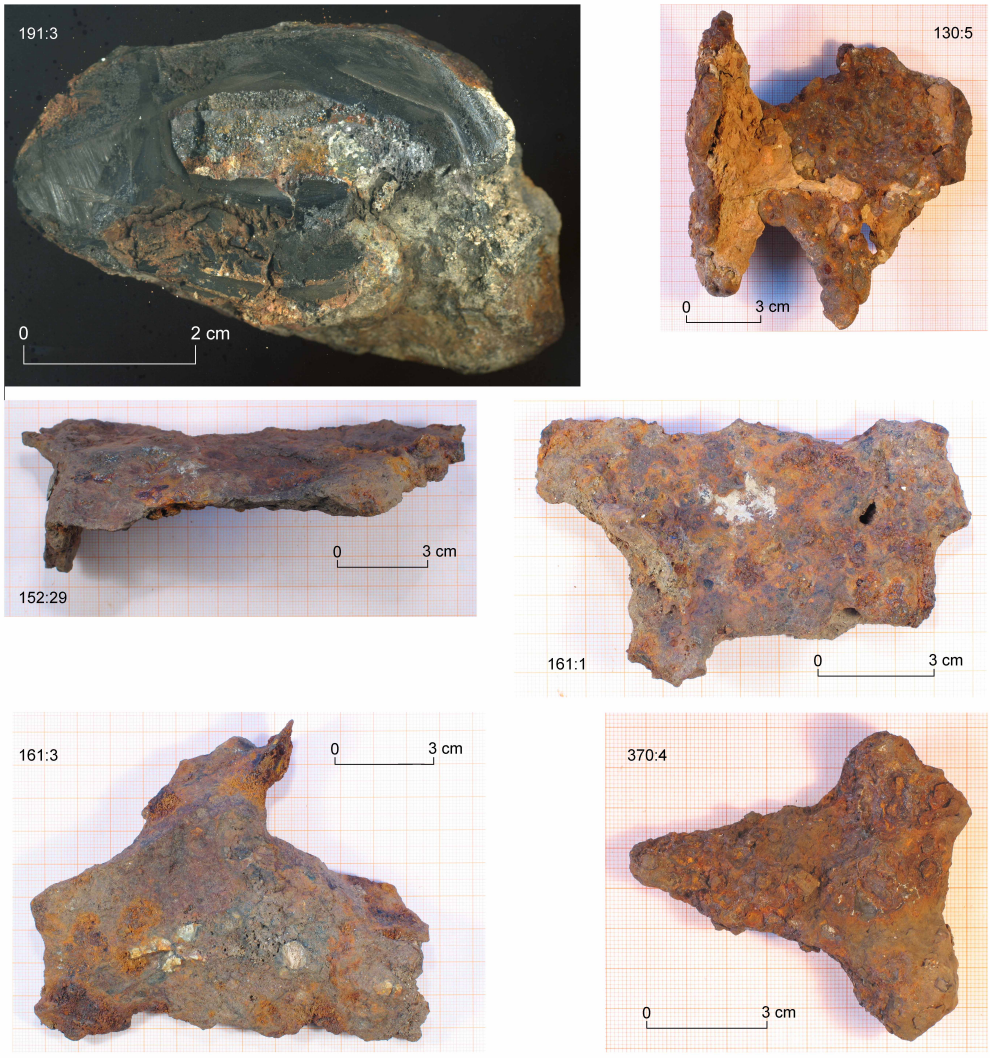


Fig. 10. Semilavorati in acciaio

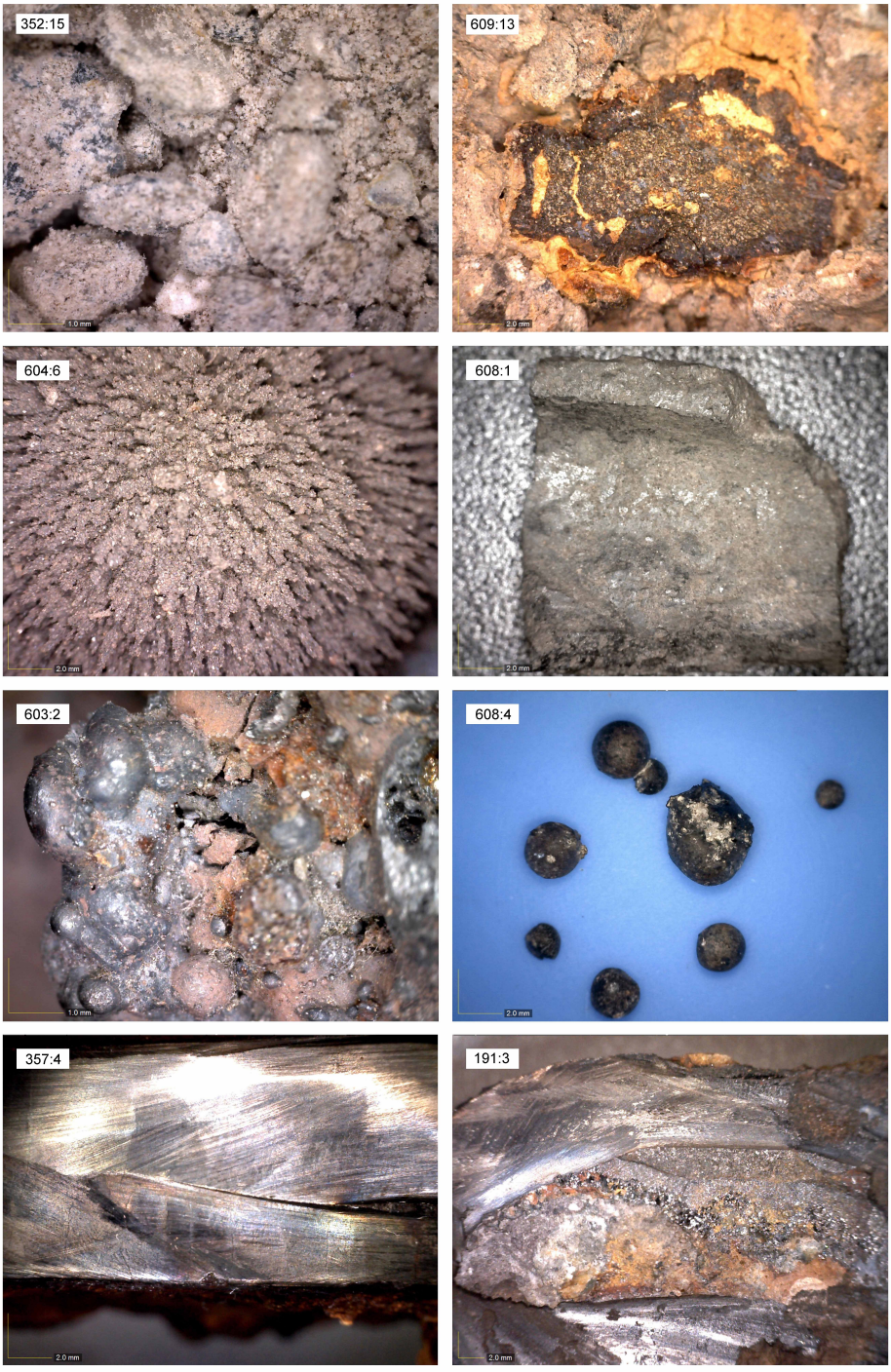


Fig. 11. Materiali al microscopio. 352:15 = malta su lastra della cappa; 609:13 = argilla termoalterata con incluso ferroso; 604:6 = pulviscolo ferroso su calamita; 608:1 = scoria vetrosa tubolare; 603:2 e 608:4 = sferule ferrose cave; 357:4 e 191:3 = ritagli di barre in acciaio

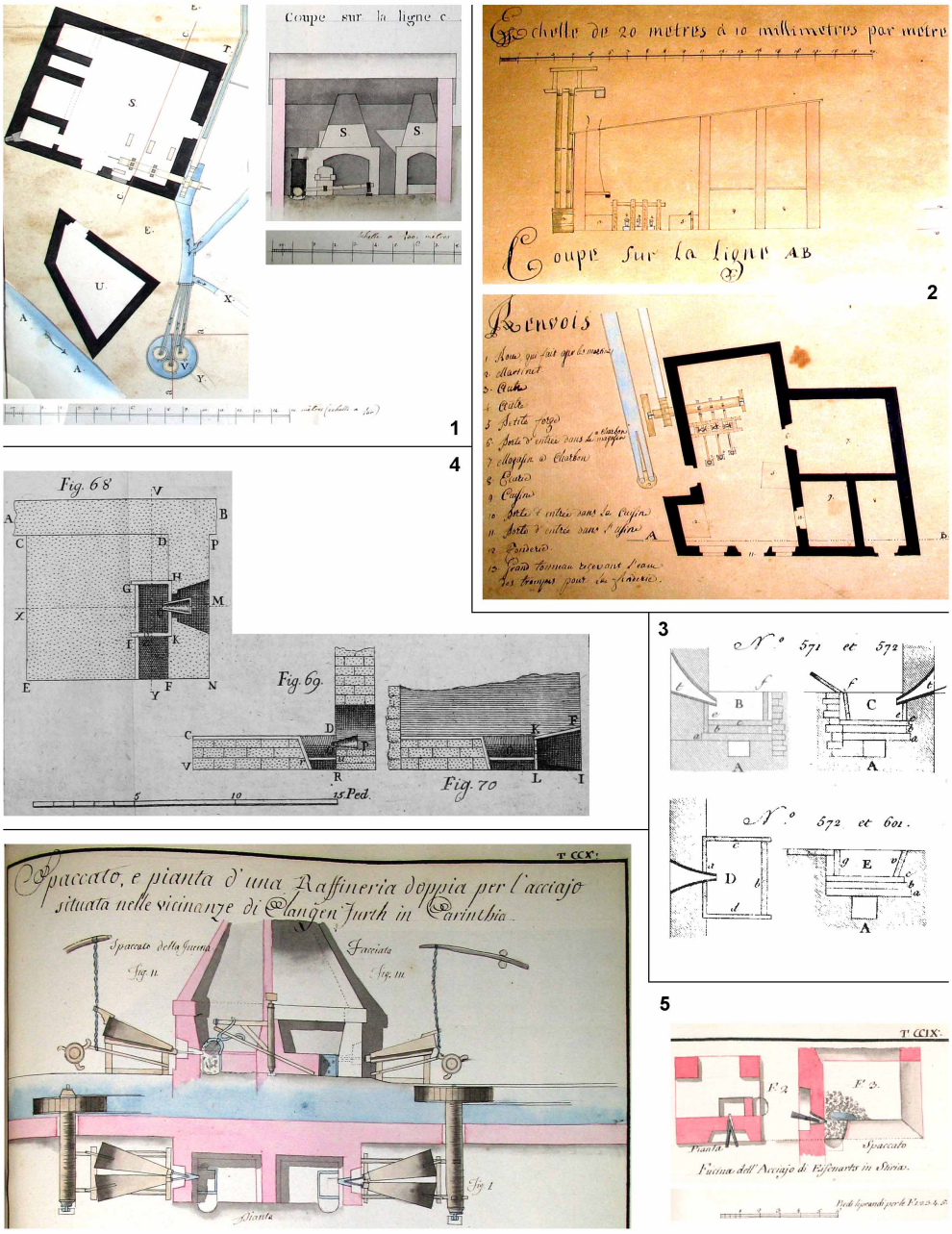


Fig. 12. Affinerie in fonti grafiche degli anni 1780-1813. 1 e 2 = ASV, *Dipartimento della Sesia, Disegni*, nn. 209, 203, 7 aprile 1812, e 413, senza data ma 1812/1813 (concessione Ministero per i Beni e le Attività Culturali 27 gennaio 2015); 3 = Hassenfratz 1812, tav. 40; 4 = Pini 1780, tav. XI; 5 = Accademia delle Scienze di Torino, Ms. 0307, «Viaggi Mineralogici», 1788, V, tavv. CCX e CCIX (concessione 27 gennaio 2015)

Materiali	Magnetite		Ematite	Scorie a placca cordata		Scorie a calotta		
Campioni	VSR41	VSR42	VSR43	VSR51	VSR52	VSR53	VSR54	VSR55
SiO_2	12,3	14,0	15,9	17,9	20,2	15,7	18,0	15,4
TiO_2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,4	0,1	0,2	0,1
Al_2O_3	10,6	7,6	0,7	2,6	5,4	3,2	4,5	2,9
F_2O_3	69,3	66,1	80,3	31,0	27,3	31,2	34,9	36,0
FeO calc	0,6	4,8	0,0	35,2	33,6	36,6	30,7	39,3
MnO	0,0	0,0	0,0	0,6	0,2	0,5	0,4	0,2
MgO	3,0	2,4	0,6	2,0	5,3	2,2	2,0	1,2
CaO	1,7	2,2	0,1	8,6	5,5	8,1	6,3	3,2
Na_2O	0,9	0,7	0,0	0,2	0,5	0,3	0,5	0,4
K_2O	0,0	0,1	0,1	0,9	1,2	0,9	1,4	0,8
P_2O_5	1,3	1,9	0,0	0,9	0,4	1,1	1,1	0,5
H_2O calc	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CO_2 calc	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totali	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
S		0,01	0,70	0,06	0,04	0,04	0,05	0,04
Cl	0,03	0,04		0,01		0,01		
Sc								
V	0,02	0,02		0,03	0,01	0,02	0,02	0,01
Cr		0,01		0,02		0,02	0,01	0,01
Co	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03
Ni								
Cu						0,02	0,02	0,01
Zn								
Rb								
Sr	0,02	0,02		0,04	0,02	0,03	0,03	0,01
Y								
Zr								
Mo	0,01					0,01		
Sn	0,01	0,03						
Ba				0,08	0,05	0,12	0,10	0,04
La		0,01	0,01					
Ce	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02		0,01
Nd						0,01		
Hf				0,01	0,01	0,01	0,01	
Ta						0,01	0,01	
W	0,10	0,08	0,08	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01
Totali tracce	0,23	0,27	0,84	0,31	0,20	0,37	0,31	0,17

Tab. 1. Minerali e scorie di affinazione: risultati delle analisi chimiche (V. Serneels)

Strati	Resti	Taxa	Intero sito compresa area forno di affinazione		Solo area forno di affinazione	
			Quantità	%	Quantità	%
Siderurgici	Antracologici (carbonizzati e non carbonizzati)	*Fagus sylvatica*	222	92	54	87
		Alnus sp.	9	4	4	6
		Betula sp.	9	4	3	5
		Buxus sp.	1	0	0	0
		cf. *Quercus*	1	0	1	2
		Totali	242	100	62	100
	Carpologici (non carbonizzati)	*Prunus persica*	1	50	1	50
		Prunus domestica	1	50	1	50
		Totali	2	100	2	100
Pre-siderurgici	Antracologici (non carbonizzati)	*Juniperus communis*	17	94	0	0
		Fraxinus excelsior	1	6	0	0
		Totali	18	100	0	0

Tab. 2. Resti vegetali: risultati delle analisi antracologiche e carpologiche (R. Nisbet)

Settore	Quadrato	Reperto	Consistenza	Forma	Dimensioni in cm		Spessore in cm	Peso in g	ϱ	V in cm
Alto forno	R49	700:1	intero	piano-convessa	30,5	23	10	23372		
	R55	422:1	spezzone	piano-convessa	6	4	4	170		
	S48	150:5	spicchio	piano-convessa	9,5	6	5	580		
	S49	147:3	spezzone	bipiana	7	7	3,5	950		
	U48	117:2	spicchio	piano-convessa	18	14	6	3365		
	W51	161:4	spicchio	piano-convessa	13	10	5	2183		
	X47	188:4	spicchio	piano-convessa	11,5	10,5	5	1935		
	Z45	227:1	spezzone	piano-convessa	10,5	8,5	5	1765	6,10	0,8
Condutture idriche	L38	73:1	quasi intero	piano-convessa	25	18	13	19644		
	L44	63:6	spicchio	bipiana	17	14	4	3050	5,75	0,9
Maglio	I47	333:4	spicchio	piano-convessa	12	8,5	6	1640	5,30	1,1
Affineria	E50	603:1	spezzone	piano-convessa	12	11	5	1345	4,59	1,8
Forno di riscaldo	D36	341:11	spezzone	piano-convessa	13	9	4	1650	6,23	0,6
	D36	341:12	spicchio	piano-convessa	9	7	7	840		
Carbonile	OQ34	554:3	spezzone	piano-convessa	8	6	3	580		
Totali		15						63069		

Tab. 3. Ghisa in lingotto: distribuzione spaziale e caratteristiche dei reperti (ϱ = massa volumica apparente; V = dimensione massima dei vacuoli in sezione)

Reperti		63:6	227:1	333:4	341:11
Solubilizzazione degli sfridi	attacco con HCl concentrato	solubilizza in gran parte (76%) quasi senza sviluppo di gas	solubilizza in gran parte (76%) senza sviluppo di gas	solubilizza in gran parte (77%) quasi senza sviluppo di gas	solubilizza in parte (36%) con notevole sviluppo di H_2S e violenta formazione di schiuma
	attacco del residuo con HNO_3 diluito al 50%	solubilizza praticamente tutto con modestissimo sviluppo di ipoazotide solo a caldo	solubilizza praticamente tutto con modestissimo sviluppo di ipoazotide	lieve schiumeggiamento, lieve odore di H_2S, ipoazotide quasi nulla anche a caldo	solubilizza con violento sviluppo di ipoazotide lasciando un residuo insolubile
	soluzioni riunite e portate a volume esatto	giallo-verdastra	giallo-verdastra	giallo-verdastra	marrone
	residuo insolubile	tracce, beige (non grafitico)	0,11%, grigio-biancastro (silicatico?)	tracce, beige (non grafitico)	5,55%, giallo-rossiccio (zolfo e ossido di ferro?)

Tab. 4. Ghisa in lingotto: risultati delle analisi chimiche (R. Castaldi)

Il forno di affinazione di Rondolere (1788-1813) – The Rondolere finery (1788-1813)

Maurizio Rossi, Anna Gattiglia

Keywords: Iron metallurgy, finery, archaeological excavation, Napoleonic era, Sessera valley
Parole chiave: Siderurgia, forno di affinazione, scavo archeologico, età napoleonica, val Sessera

The Rondolere steelworks, situated at 1176 m in the upper Sessera valley (Bioglio, Biella, Italy), treated iron ore and cast iron to be transformed into semi finished and finished products. The activities were begun by G.B. Rej in 1784 and were carried on by L. Ramella until 1813. After desertion, the site was reconverted into a pastoral settlement since 1854-1885, by construction of new buildings and modification of the existing ones.
An archaic blast furnace, operative until 1804, treated at first local magnetite ore from nearby Pietra Bianca deposits, then, finally, after the exhaustion of these mines, hematite bought at Traversella (Chiusella valley). This uneconomic constraint was the cause of the standstill of cast iron production.
However, the finery and the associated hydraulic hammer continued to convert imported cast iron into steel and to produce wrought iron agricultural tools. Several archive documents of the Napoleonic era specify the provenance of the cast iron (Ivrea), its purchase and transport prices, the treatment capacity of the plant (5,4-10,8 t of cast iron in the years 1807-1810, with on output of 80,7%), the consumption rate (6:1) and price of Beech charcoal (as confirmed by archaeobotanical analyses) fuel, the daily production in steel (200 kg), the number of workers and their salary.
Archaeological excavations and restorations in the years 2002-2004 revealed the entire plant and transformed it in an archaeometallurgical area open to the public.
Particularly important is the presence of the finery, a complex, not yet well know installation, which was rarely archaeologically identified and excavated in Europe, being sometimes took for hearths having a different function.
The evidences point out a 2,6 x 2,5 m^2 large, more than 1,5 m high, installation, built in the same room housing the hammer, one of the chaferies existing in the site, a tank for diluted clay and other equipments. The lower part of the finery was protected by stone slabs and ashlars coming from the post-functional collapse of cowl, roof and walls. So, several components – masonry, basin, working surfaces, a thick stone work bench – are well preserved and measurable, allowing us to know or to reconstruct the position and the

technical features of clay coating, tuyere, underground blowing duct and slag evacuation device.
Most of constituent materials – mica schist, monzonite, clay – were locally selected in surrounding slope deposits, but in the wall housing the tuyere an allochthonous fine grained gneiss was used.
High temperature heating requested by cast iron decarbonization (up to 1300-1400 °C) caused a deep thermal alteration, in oxidizing conditions, of such materials. Two melted surfaces on the opposite inner side walls indicate that cast iron plates, normally covering the basin as referred by several old texts, were not in use at Rondolere.
Production rejects include ferrous powder, prevalently broken cast iron ingots, three types of slag, steel bar cuttings and semi finished items. An entire ingot, trapezoidal cake shaped, was re-employed as building material in the pastoral settlement. The chemical analyses detected the absence of graphite, placing the samples within white cast iron, with ≤ 3,90% carbon content. This low percentage may be explained by the small height of the blast furnace (4,55 m from the top to the bottom of the crucible). Refining slag revealed fayalite (iron silicate), wüstite (iron oxide) and consistent metal proportions FeO- and Fe-shaped. Some steel semi finished objects bear a film of hardened grey clay, resulting from the immersion in a diluted clay bath, to avoid the pieces to weld together during the manufacturing.
Old technical handbooks and drawings may help in the study of archaeometallurgical remains, but their use is not always simple. The plants should be compared on the basis of their functions and production processes, not of their morphological similarities. Equally important is the chronological and geographical consistency of the sources, although the transfers of technology coming from study journeys and displacement of workers should not be forgotten. In such a perspective, the Rondolere finery is interpreted with reference to the manuscript *Viaggi Mineralogici* by S.B. Nicolis di Robilant (1788), to the treatises *De venarum metallicarum excoctione* by E. Pini (1779-1780), *La sidérotechnie* by J.-H. Hassenfratz (1812) and to the drawings of the Napoleonic era representing steelworks in Biella region.
The paper aims at starting a reflection, on an archaeological ground, on the classification of the fineries, by setting aside the geographical terminology inherited from the XVIIIth-XIXth century handbooks and by stressing the technological details and the correspondences between material and documentary data.

JOURNAL OF **THE SECTION** OF **CULTURAL HERITAGE**
Department of Education, Cultural Heritage and Tourism
University of Macerata

Direttore / Editor
Massimo Montella

Texts by
Ada Acovitsioti-Hameau, Viviana Antongirolami, Monica Baldassarri, Stefan Bergh, Anna Boato, Chiara Boscarol, Nicholas Branch, Paola Camuffo, Francesca Carboni, Francesco Carrer, Marta Castellucci, Annalisa Colecchia, Michael R. Coughlan, Alessandra D'Ulizia, Margarita Fernandina Mier, Serafino Lorenzo Ferreri, Vinzia Fiorino, Anna Gattiglia, Marta Gnone, Ted Gragson, Massimiliano Grava, Ana Konestra, David S. Leigh, Giovanni Leucci, Nicola Masini, Mara Migliavacca, Florence Mocci, Manuela Montagnari Kokelj, Carlo Montanari, Massimo Montella, Lionello Morandi, Umberto Moscatelli, Rosa Pagella, Eleonora Paris, Giovanni Battista Parodi, Juan Antonio Quirós Castillo, Enzo Rizzo, Francesco Roncalli, Alessandro Rossi, Maurizio Rossi, Dimitris Roubis, Enrica Salvatori, Gaia Salvatori, Fabiana Sciarelli, Francesca Sogliani, Ludovico Solima, Anna Maria Stagno, Michel Tarpin, Rita Vecchiattini, Sonia Virgili, Valentino Vitale, Kevin Walsh, Giuseppina Zamparelli.

http://riviste.unimc.it/index.php/cap-cult/index

eum edizioni università di macerata

ISSN 2039-2362