

Un martinet de farga a l'ETSEIB

Guillermo Lusa Monforte, Antoni Roca Rosell
Centre de Recerca per a la Història de la Tècnica (ETSEIB - UPC)

O. Introducció.

Recentment, hem tingut l'oportunitat de difondre un conjunt patrimonial molt singular que conserva l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona (ETSEIB).¹ Es tracta dels elements de farga que va dipositar l'enginyer Joaquim Mateu als anys 1980 i que finalment van ser disposats en un dels patis del centre el 1997 (figura 1). La farga catalana és un testimoni d'una activitat industrial desenvolupada a Catalunya i a l'Arièja, amb la seva eclosió al segle XVII. La singularitat d'aquesta indústria va fer que els enginyers industrials catalans l'adoptessin com a referent històric. Recentment, es desenvolupà un grup de recerca d'arqueometal·lúrgia a l'ETSEIB que va renovar l'estudi de les fargues entre nosaltres.



Figura 1: La disposició dels elements de farga a l'ETSEIB. Fotografia: Marc Milian.

1. El mètode català de farga

“El ferro, metall democràtic” és el títol que John D. Bernal va posar a l'apartat del seu

llibre més conegut,² en què presentava el descobriment del ferro i la invenció dels processos siderúrgics en nombroses zones del nostre planeta, potser uns tres mil anys abans de la nostra era, probablement més enllà del que s'anomenava "edat de ferro". El procediment més antic, l'anomenat mètode directe, consistia en la reducció a altes temperatures de la mena de ferro (o un altre metall) mitjançant el CO, producte de la combustió del carbó (vegetal o mineral).³ S'obtenia una massa sòlida esponjosa, el masser (bloom, en anglès), un ferro dolç molt mal·leable o un acer amb contingut variable de carboni, que es podia separar de la resta de materials (escòries) per mitjans físics, fonamentalment, martellejant. Això es feia en un forn baix que, en els orígens, es desfeia en cada operació. Durant l'Edat Mitjana començà a emprar-se un altre mètode, el de l'alt forn, en el qual la mena de ferro s'arriba a fondre i aquest se separa en estat líquid. Els alts forns es desenvoluparen al centre i nord d'Europa, on hi havia carbó mineral disponible. L'altura del forn era necessària per aconseguir la temperatura de fusió. Aquest segon mètode es conegué com a mètode indirecte.

Fins als segles XVI i XVII, els dos mètodes eren equiparables i es corresponien generalment a les disponibilitats de mineral i de carbó vegetal o mineral. Al sud d'Europa, però, el mètode directe va conèixer diverses millores, tant pel disseny del forn com per tècniques complementàries, fonamentalment, la trompa per insuflar aire per aconseguir una combustió adequada (que substituïa les manxes accionades manualment o amb tracció animal). La trompa és un dispositiu hidràulic, de manera que el salt d'aigua que s'utilitza per accionar la roda hidràulica també s'aprofita per fer passar l'aigua per una conducció amb un estretament que genera un corrent d'aire, que s'insufla al forn. No en sabem l'origen, probablement prové d'Itàlia, però s'acabà consolidant al Pirineu català, principalment a la Catalunya nord (i a l'Ariège occitana), a diverses valls del Pirineu central i a Andorra.

Els procediments d'elaboració del ferro a banda i banda de la frontera pirinenca estan recollits en nombroses fonts històriques de caràcter molt divers, especialment en els tractats tècnics francesos dels segles XVIII i XIX,⁴ que parlen de la "farga catalana", o amb procediment català, en oposició als sistemes tècnics que llavors començaven a sorgir, basats en els alts forns. Els minerals de ferro pirinencs són molt fusibles, i poden ser utilitzats per obtenir el ferro sense passar per l'alt forn, sotmetent directament al procediment de refinat, en el sistema anomenat de farga catalana. Aquest sistema, malgrat la seva varietat, comptava sempre amb els següents elements: "un forn, on es feia l'operació de reduir el mineral mitjançant l'auxili del corrent d'aire produït per la trompa, i els malls destinats a la doble operació de forjar el masser i estirar-lo en barres".⁵

Aquest mètode aconseguí una gran productivitat i es difongué allà on el carbó mineral

2. BERNAL (1967).

3. Seguim la descripció resumida de TOMÀS I MORERA (1997).

4. Uns quants títols dels tractats metal·lúrgics francesos que més es difongueren després de l'edició de la *Encyclopédie* formen part de la bibliografia de LUSA MONFORTE; ROCA ROSELL (2019).

5. GALLARDO I GARRIGA; RUBIÓ I TUDURÍ (1930:14).

era, en principi, difícil d'obtenir, però, al mateix temps, on es disposava de corrents d'aigua per activar tant la roda hidràulica com la trompa. D'aquesta manera, al segle XVIII el mètode català s'estengué a zones d'Amèrica del Nord i del Sud, com ho estudiaren Estanislau Tomàs,⁶ o Josep M. Mata-Perelló. Això també ens explica perquè la farga catalana apareix en molts tractats de metallúrgia o d'història de la metallúrgia anglo-americaans.⁷

La farga no s'acabava, per descomptat, amb la producció de ferro i altres metalls. Va donar lloc a una indústria metallúrgica molt important, on es produïen elements metàl·lics per a la construcció (claus, reixes,...), per a l'agricultura (falçs, arades,...) i també per a armes de tot tipus, incloses les armes de foc, pistoles i fusells, molt apreciades a l'Europa del seu temps.

La competitivitat del mètode català es mantingué fins a final del segle XVIII i, fins i tot, durant el segle XIX, quan el sistema d'alt forn es perfeccionà amb sistemes com el Bessemer, que aconseguí, finalment, desbancar el mètode directe gairebé del tot. D'aquesta manera, les fargues catalanes entraren en crisi en la segona meitat del segle XIX i anaren progressivament desapareixent. Això fa dir a Jordi Maluquer de Motes que el pes real de la farga en un període considerat preindustrial hauria de replantejar la nostra concepció de la revolució industrial, centrada en el sector tèxtil i en el sistema de fàbrica.⁸

2. El treball pioner d'Antoni Gallardo i Santiago Rubió (1930)

En estudiar el que ell anomena "catalanisme tècnic dels anys 1930", Jaume Valentines⁹ afirma que en aquesta època els enginyers industrials van buscar en la història i en el patrimoni els pilars de la "etnicitat" catalana. Un dels artefactes-símbol de la conjunció entre catalanitat i tècnica va ser la farga catalana, una realització tècnica i industrial molt destacada. Des de la enginyeria industrial, la farga remetia a un passat daurat de la tècnica catalana que havia enlluernat el món, i es convertia d'aquesta manera en la icona per al renaixement econòmic i tècnic de Catalunya, particularment de la seva indústria metallúrgica.¹⁰

Santiago Rubió i Tudurí,¹¹ titulat enginyer industrial el 1915, i el també enginyer industrial Antoni Gallardo i Garriga,¹² titulat el 1914, van iniciar molt aviat un estudi històric i antropològic de les fargues catalanes. En la monografia que tots dos van escriure sobre el desenvolupament,

6. TOMÀS I MORERA (1997).

7. SMITH; FORBES (1957) destaquen l'aplicació de la trompa a les fargues catalanes. TYLECOTE (1974) parla de la farga catalana i l'aplicació de la trompa, mencionant la seva pervivència a final del segle XIX a Nova York. Inclou una fotografia d'una maqueta de farga catalana al Science Museum de Londres.

8. MALUQUER DE MOTES (1988).

9. VALENTINES (2012).

10. Recentment Valentines ha posat al dia les seves investigacions i reflexions sobre aquesta qüestió a: VALENTINES (2019).

11. Director de l'Escola els anys 1936-1937, Santiago Rubió va ser un dels enginyers catalans més destacats del segle XX. Vegeu LUSA MONFORTE (2015).

12. L'enginyer industrial Antoni Gallardo Garriga (1889-1943), és un personatge que mereixeria ser estudiat en les seves diverses facetes de tècnic, excursionista, fotògraf i folklorista.

el funcionament i l'inventari de les fargues pirinenques¹³ explicaven que va ser al juliol de 1914 quan, per encàrrec dels comissaris de l'Exposició Internacional de Barcelona prevista per a aquell any,¹⁴ i aprofitant l'ocasió d'una excursió a Andorra,

“tinguérem el gust de fer els primers treballs de reconstrucció de la farga catalana, i obtinguérem sobre el terreny les dades necessàries per a poder formular un conjunt de plànols de la farga i de les seves parts”.

El primer capítol del llibre consisteix en la descripció de l'estructura i funcionament de la farga catalana. El segon capítol està dedicat a presentar la història de la farga catalana, des dels seus foscos orígens prehistòrics i les primers mencions ja al segle XII. En el tercer capítol s'enumeren i descriuen les fargues de les quals es té alguna constància d'haver existit, exposant la seva distribució geogràfica a banda i banda del Pirineu. En el quart capítol, molt breu, es proporciona una lleugera idea d'algunes indústries derivades de la farga, que també estaven desapareixent: els clavetaires, els escopetaires i els enclusaires. Les últimes pàgines del llibre estan dedicades a la farga que van instal·lar a l'Exposició de Barcelona el 1930. Quan l'Exposició va tancar definitivament les seves portes, la farga va ser portada al Museu d'Art Popular del Poble Espanyol,¹⁵ i va ser col·locada al barri català, als afores del Poble.

3. Estudis sobre la farga

Després de la guerra civil espanyola, ja a partir de la dècada dels anys 1950, trobem més estudis sobre la farga. Entre els més antics que coneixem hi ha els de Josep Maria Madurell i Marimon (1893-1983), arxiver i historiador que va treballar al Museu Marítim i a l'Arxiu Històric de Protocols de Barcelona. També són de destacar els treballs d'Eudald Graells i Puig (1901-1992), que durant diverses dècades va ser director de l'Arxiu-Museu Folklòric de Ripoll.¹⁶

Uns quants anys més tard apareixen ja diversos estudis que procedeixen del professorat de les universitats de Barcelona,¹⁷ entre els quals aquí volem destacar els que es deuen al professorat de l'ETSEIB i de la UPC.

Estanislau Tomàs i Morera (1924-2014) s'havia titulat a l'Escola d'Enginyeria Industrial de Barcelona el 1953.¹⁸ Durant més d'una dècada va treballar a l'empresa Trenzas y Cables de Acero SA (TYCSA), on va desenvolupar una gran experiència de treball i de recerca que el va portar el 1966 a obtenir el grau de Doctor enginyer industrial. L'any següent, va ingressar com a professor de Metal·lúrgia a l'ETSEIB, on va romandre fins a la seva jubilació el 1989. Va ser secretari del

13. GALLARDO I GARRIGA; RUBIÓ I TUDURÍ (1930).

14. Recordem que l'esclat de la Primera Guerra Mundial retardà la celebració de l'Exposició universal que, finalment, se celebrà el 1929.

15. Santiago Rubió explicà aquest trasllat en el seu article RUBIÓ I TUDURÍ (1932).

16. Hem inclòs una àmplia bibliografia dels treballs d'aquestes dues persones a LUSA MONFORTE; ROCA ROSELL (2019).

17. A la Universitat de Barcelona s'ocuparen de la farga els professors Pere Molera Solà, Santiago Riera Tuèbols i Marta Sancho; a la Universitat Autònoma de Barcelona, Jordi Maluquer de Motes.

18. Sobre Estanislau Tomàs, vegeu la seva entrada a la Viquipèdia (en català i castellà).

Consell Directiu de la Asociación Técnica Española de Estudios Metalúrgicos i a l'Institut of Metals. El 1987 fou president de la comissió constituent del nou Departament de Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica. Al moment de la seva jubilació, en fou nomenat professor honorari. D'altra banda, entre 1986 i 2007 ocupà la presidència de la Societat Catalana de Tecnologia, filial de l'Institut d'Estudis Catalans.

Estanislau Tomàs era un professor interessat en la història de la disciplina de la seva especialitat. En aquest sentit, des dels anys 1980, va col·laborar amb el Museu de la Ciència i de la Tècnica en torn de la metal·lúrgia històrica i, en particular, la farga catalana. L'arqueometal·lúrgia, centrada en l'estudi de la farga, però també en altres processos, fou una de les seves dedicacions intenses durant algunes dècades. Amb Santiago Riera i Tuèbols encapçalà diferents projectes, emmarcats en el que s'anomenà la xarxa temàtica "L'home i el ferro a Catalunya", aprovada el 1996, i també una xarxa internacional d'estudis del ferro, que el portaren a fer recerca tant a França com a Noruega.¹⁹ Entre les obres destacades, hi trobem la que resultà de la celebració el 1993 a Ripoll del Simposi internacional sobre la Farga Catalana, les actes van ser publicades amb el títol de *La Farga Catalana al marc de l'Arqueologia Siderúrgica* (TOMÀS I MORERA (ed.), 1995).

La principal col·laboradora d'Estanislau Tomàs en l'arqueometal·lúrgia fou Júlia Simon Arias (1935-2013).²⁰ Segons ens ha dit Montserrat Marsal, la vocació de Júlia era l'enginyeria industrial, però el seu pare no considerà que fossin uns estudis adequats per a una noia.²¹ D'aquesta manera, es llicencià en Física a la Universitat de Barcelona. Després d'una temporada a Madrid, entrà com a professora ajudant a la Facultat de Ciències de la Universitat de Barcelona, a la càtedra del doctor Codina, amb el qual col·laborà a l'Observatori Fabra.

El destí, potser, l'empenyè a l'ETSEIB. A la càtedra de Física de l'Escola hi havia un microscopi electrònic adquirit amb un ajut de la Fundació March (Figura 2). Tanmateix, no l'havien acabat d'instal·lar i contractaren Júlia Simon per a posar-lo a punt, cosa que ella aconseguí. Uns anys després, el departament de Física decidí prescindir del microscopi i aquest fou assumit per la càtedra de Metal·lúrgia, llavors ocupada per Marius Petit. Amb tot això, Júlia Simon començà a treballar per diverses empreses i amb diversos materials (plàstics, metalls, ceràmiques, pigments...). Més tard continuà la seva recerca, ara centrant el seu interès en l'arqueometal·lúrgia, en una investigació sobre la farga catalana que culminà el 1988 amb la presentació de la seva tesi doctoral, que donà lloc a una publicació per la Societat Catalana de Tecnologia (SIMON I ARIAS, 1992). En la seva tesi veiem desenvolupada la seva especialitat: l'anàlisi, amb tècniques físiques i altres, de productes procedents de fargues, com ara les escòries. Aquesta anàlisi li permeté d'aprofundir i explicar, al menys parcialment, moltes de les operacions (reducció del

19. A TOMÀS I MORERA (2002) es pot veure un resum de la recerca portada a terme per ell des dels anys 1980.

20. Agraïm a Montserrat Marsal Astort les informacions que ens ha fet arribar sobre Júlia Simon.

21. El seu pare, Ramon Simon Arias (1903-1971), era enginyer industrial i fou professor de l'ETSEIB, en la primera etapa dels estudis d'enginyeria nuclear.



Figura 2: Júlia Simon, amb el microscopi electrònic de l'ETSEIB, amb el qual inicià els treballs analítics d'escòries, massers i productes de Farga. Sense data, però probablement dels anys 1960 avançats. Font: Arxiu ETSEIB.

mineral de ferro, post-reducció, afinatge, forja) que es realitzaven a la farga catalana, a més de datar-ne més adequadament l'activitat. Així, podia justificar la qualitat dels ferros "catalans". Val a dir que aquests resultats van provenir fonamentalment d'analitzar les escòries, és a dir, les desfetes de les fargues, que ella mateixa o altres investigadors havien identificat en indrets del Pirineu on hi havia hagut fargues en funcionament. Aquestes escòries són sovint, els únics testimonis materials de l'activitat de les fargues. Una mostra d'aquestes escòries s'exposa al costat del martinet de l'ETSEIB.

Un dels resultats de més projecció possible de les recerques sobre la farga fou l'edició d'un CD-rom: Xarxa Temàtica "L'home i el ferro a Catalunya" *La farga. Avaluació de l'obtenció directa del ferro a Catalunya*, on s'esmenten els components de la xarxa en aquell moment, autors del material inclòs en el CD: Santiago Riera i Tuèbols (UB), Estanislau Tomàs i

Morera (Societat Catalana de Tecnologia, IEC), Júlia Simon i Arias (UPC), Marta Sancho i Planas (UB), Pere Molera i Solà (UB), Josep M. Mata i Perelló (UPC), Felicià Plana i Llevat (CSIC), Adolf Traveria i Clos (CSIC), Jaume Enric Zamora i Escala (UB) i Ricard Bosch i Tous (UPC). També es mencionen com a col·laboradors del CD: Jordi Auladell i Marquès (UB), Josep M. Pérez Suñé (UB), Víctor Revilla Calvo (UB), Joana Gómez Sánchez (UB) i Montse Marsal i Astort (UPC).

4. El martinet de farga²² situat a un dels patis de l'Escola

El 1997 es va produir la donació a l'ETSEIB d'un martinet i altres elements de farga catalana per part de Joaquim Mateu i Subirà (1923-2010), enginyer químic i cineasta amateur, estudiós i entusiasta de les fargues catalanes. Com a conseqüència de les seves exploracions sobre el terreny al llarg de molts anys, Mateu va reconstruir un martinet de farga a partir de restes trobades en diversos llocs. La composició d'aquesta mena de "monstre de Frankenstein" dit sigui des de la major admiració a l'obra de Mary Shelley i al treball de Joaquim Mateu està explicada a la placa que acompanya el martinet al pati de l'Escola i a la fitxa de patrimoni elaborada per Jaume Valentines en 2003.²³ La roda hidràulica de calaixos procedeix d'una

22. El 1997, els responsables de la instal·lació de l'Escola decidiren emprar el terme "martinet", en lloc de "mall", probablement per senyalar-ne la dimensió relativament petita.

23. El martinet és la peça 0001 de l'inventari: <https://cutc.upc.edu/ca/arxius/aheib/col-inventari-patrimoni.pdf>

farga de paper de Capellades (Anoia); el mall, de la farga de ferro de Romadriu (Pallars Sobirà); la dema,²⁴ de la farga de ferro d'Os de Civís (Ripollès); la boga, de Romadriu (Pallars Sobirà); la soqueria està formada per diverses peces del fustam de la farga de ferro d'Os de Civís (Ripollès) i l'abeurador, el recipient i les tenalles són originàries de la farga d'aram de Ripoll (Ripollès). El demet²⁵ prové d'una indústria siderúrgica dels anys 1990, i va ser cedit pel professor Lluís García Font. Les tenalles van ser cedides pel Museu de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya per a completar l'escenari. Finalment, hem d'assenyalar la presència d'escòries de farga que formaren part de la recerca que va portar a terme la professora de l'ETSEIB, Júlia Simon.

En un dels seus escrits²⁶, el mateix Joaquim Mateu explicava l'origen d'una de les peces principals, el mall:

“En el petit poblet de Romadriu de Ribalera, en la vall de Santa Magdalena (poblet avui totalment abandonat), hi existí una farga de ferro que s'alimentava de mena i de carbó de la contrada. A causa d'una gran riuada (potser al final del segle XIX), la resclosa, l'edifici, la roda hidràulica, etc., tot fou destruït, i el mall va passar a formar part del pedregam del riu Romadriu. De l'oblit a Barcelona, el mall de Romadriu, té, però, una petita i encantadora història.

En aquest mall, fotografiat l'any 1926 pels enginyers A. Gallardo i S. Rubió, tal com es pot apreciar a la foto feta per ells, hi cabia un xicot assegut dintre del forat destinat al mànec. Durant la guerra del 36-39, el front va romandre estacionat per aquells entorns durant gairebé dos anys, i en la retirada de les tropes, es varen abandonar dipòsits d'armament arreu. Després del conflicte, la ferralla tenia bon preu i algun pagès aprofitat volgué treure'n suc, de l'abandó del mall, però hi trobà dos grans obstacles: primer, el corriol d'accés al poblet no permetia el pas d'un mal carro, i encara menys el d'un camió; i el segon obstacle era que el pes del mall (més de 500 kg) feia impossible moure'l. Una funcional solució facilità la resolució del problema: es col·locaren diverses bombes de mà, d'aquelles que la soldadesca havia escampat per l'indret, al forat del mall, per fer-les explotar, i intentar d'aquesta manera expeditiva portar els trossos resultants en el bast d'uns matxos, fins a Llavorsí, per poder-ne obtenir, amb la venda a un ferrovellaire, possibles beneficis. La detonació alarmà la gent del veïnat i la intervenció de la Guàrdia civil avortà el negoci. Les restes quedaren abandonades i escampades pel prat.

25 anys després (1966), fou comprat el tros més gran del mall, que ja estava enterrat, i amb l'ajuda d'un trineu de ferro construït ad hoc, una sirga i una parella de matxos, s'aconseguí de pujar-lo, pel dret, fins a Sant Joan de l'Erm, i des d'allí traslladar-lo a Barcelona. Reconstruït amb certa cura, avui es troba en els jardins interiors de l'Escola

24. Dema: anella rectangular de ferro que era incrustada entre la pedra i el demet per tal de fixar-lo.

25. Demet: peça ortoèdrica, indeformable i massissa que, incrustada sobre la pedra mitjançant la dema, servia d'enclusa en l'antiga farga catalana.

26. MATEU I SUBIRÀ (1996).

Tècnica Superior d'Enginyers Industrials de Barcelona”.

La donació de Joaquim Mateu culminà el 1997. En els anys anteriors, el Museu de la Ciència i de la Tècnica demanà aquestes peces per a l'exposició: “Catalunya, la fàbrica d'Espanya (1984)”²⁷ i, a continuació, per a establir una secció dedicada a la farga catalana.²⁸ Finalment, però, els elements tornaren a l'Escola.²⁹ El 1989, la roda hidràulica s'exhibí a Madrid, a l'exposició: “España, 200 años de tecnología”.

La disposició dels elements i la seva escenografia es degueren al mateix Mateu, segons un esquema que hem localitzat en els arxius de l'Escola. Per a portar-la a terme, però, Mateu comptà amb la col·laboració d'Estanislau Tomàs. Com és natural, la instal·lació que podem veure és una imatge parcial de la farga. Primer, perquè la magnífica roda hidràulica no és del tipus que funcionava a les fargues metàl·liques. Segon, hi manca un element molt original de les fargues, la trompa que insuflava aire al forn. Tercer, no hi veiem el forn baix, una altra de les característiques de les fargues catalanes.

5. Conclusions

El martinet i els altres elements de farga que s'exhibeixen a l'ETSEIB són, d'una banda, una representació d'una indústria rellevant en la qual Catalunya jugà un paper protagonista, amb aportacions tècniques destacades. D'altra banda, representen un homenatge a la professió d'enginyeria industrial que veié molt aviat en la farga un referent del paper social i cultural que pretenia assumir. Per a l'enginyeria industrial, a més, des dels anys 1960 endavant, la farga prengué un nou protagonisme, tant com objecte de recerca arqueològica com d'estudi de les seves característiques tècniques. Joaquim Mateu, que aplegà els elements físics dels que podem gaudir a l'ETSEIB, Estanislau Tomàs i Júlia Simon, entre d'altres noms, han contribuït a l'estudi històric de la farga i a un nou coneixement de la seva constitució i extensió.

6. Bibliografia

BERNAL, John D. (1967), *Història social de la ciència*, 2 vol., Barcelona, Edicions 62 (títol original: *Science in History* de 1954; ha estat traduïda a moltes llengües i se n'ha fet nombroses edicions).

DIVERSOS AUTORS (2000), *La Farga. Avaluació de l'obtenció directa del ferro a Catalunya*, CD-rom, Xarxa Temàtica L'Home i el Ferro a Catalunya, II Pla de recerca de Catalunya 1997/2000, amb el suport del DURSI (Generalitat de Catalunya), Barcelona.

GALLARDO GARRIGA, Antoni; RUBIÓ I TUDURÍ, Santiago (1930), *La farga catalana. Descripció i funcionament. Història. Distribució geogràfica*, Barcelona, Nagsa, (Edició facsímil de 1993, Rafael Dalmau editor).

27. Conxa Bayó recorda el temps que els elements d'aquesta farga estigueren al Museu. Comunicació personal, novembre 2019.

28. Comunicació personal d'Eusebi Casanelles i Rahola, 7 de juliol 2019.

29. El sistema del Museu de la Ciència i de la Tècnica incorpora actualment la Farga Palau, de Ripoll.

GRAELLS I PUIG, Eudald (1952), "La siderurgia en la comarca de Ripoll y las industrias derivadas de ella", *Técnica Metalúrgica*, junio.

LUSA MONFORTE, Guillermo (2015), "Los tres directores de la Escuela durante la guerra (1936-1939). (III) Santiago Rubió i Tudurí", *Documentos de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona*, núm. 25.

LUSA MONFORTE, Guillermo; ROCA ROSELL, Antoni (2019), "La 'farga' de l'ETSEIB: un testimoni singular de l'enginyeria industrial", *Patrimoni ETSEIB*, núm. 4. Disponible en línia a <<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/173034> > (consulta: 23 octubre 2019)

MADURELL I MARIMON, Josep Maria (1950), "Contribución a la historia de la farga catalana", *Técnica Metalúrgica*, Barcelona, núm. 29 (mayo-junio), 103-110.

MALUQUER DE MOTES, Jordi (1988), "La siderurgia pre-industrial a l'Europa mediterrània: elements per a una comparació", *Recerques*, 21, 91-100.

MATEU I SUBIRÀ, Joaquim (1996), "La Mosquera. Meners, fargues i martinets", *Àrnica. Revista del Consell Cultural de les Valls d'Àneu*, núm. 30 (setembre 1996), 33-39.

MATEU I SUBIRÀ, Joaquim (2004), *Fargues de Catalunya i Andorra*, Barcelona, Rafael Dalmau editor.

RIERA I TUÈBOLS, Santiago (coord.) (1997), *La farga catalana: un procés siderúrgic autòcton*, Barcelona, Associació d'Enginyers Industrials de Catalunya.

SIMON I ARIAS, Júlia (1992), *La farga catalana. Estudi metal·lúrgic del procés*, Barcelona, Societat Catalana de Tecnologia.

SIMON I ARIAS, Júlia (2002), "Un apropament a la siderurgia catalana de fa 150 anys", *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, vol. V, 281-286.

SIMON, Júlia; TARTERA, Jordi; MARSAL, Montserrat; AULADELL, Jordi (2005), "De los íberos al imperio romano. Evolución tecnológica del hierro", *Revista de Metalurgia*, vol. extr., 507-512.

SMITH, Cyril Stanley; FORBES, R. J. (1957), "Metallurgy and assaying". In: SINGER, Ch. et al (eds) *A History of Technology*, vol. III, 27-71.

TOMÀS I MORERA, Estanislau (ed.) (1995), *La farga catalana en el marc de l'arqueologia siderúrgica*, Andorra la Vella, Ministeri d'Afers Socials i Cultura del Govern d'Andorra.

TOMÀS I MORERA, Estanislau (1997), "Difusió de la farga catalana". Dins: RIERA I TUÈBOLS (ed.), 61-75.

TOMÀS I MORERA, Estanislau (1999), "The Catalan process for the direct production of malleable iron and its spread to Europe and the Americas", *Contributions to Science*, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, núm. 1 (2), 225-232.

TOMÀS I MORERA, Estanislau (2002), "La farga catalana", *Dyna*, vol. 77, núm. 7, 49-55.

TYLECOTE, R. F (1976), *A History of Metallurgy*, Londres, The Metals Society [diverses reimpressions].

VALENTINES, Jaume (2012), *Tecnocràcia i catalanisme tècnic a Catalunya als anys 1930. Els enginyers industrials, de l'organització del taller a la racionalització de l'Estat*, tesi doctoral, Barcelona, Universitat Autònoma de Barcelona. Accessible: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/96722/jvalde1.pdf;jsessionid=952BDD095921DC1702D63426D3152454.tdx1?sequence=1>.

VALENTINES, Jaume (2019), "The quest of the technological soul of a nation: the Catalan forge and the displays of politics (1914-1949)". In: CANADELLI, Elena; BERETTA, Marco; RONZON, Laura (eds.), *Behind the exhibit: displaying science and technology at world's fair and museums in the twentieth century*, Washington D. C., Smithsonian Institution Scholarly Press, 32-50.



Associació
del Museu de la Ciència i de la Tècnica
i d'Arqueologia Industrial
de Catalunya



Patrimoni portuari

**i de les indústries vinculades
als ports**

XI Jornades
d'Arqueologia
Industrial
de Catalunya





XI JORNADES D'ARQUEOLOGIA INDUSTRIAL DE CATALUNYA

**Museu del Port de Tarragona
21-23 de novembre de 2019**

Comitè organitzador

*Joan Alemany Llovera
Conxa Bayó i Soler
Josep Barceló Prats
Susana Peral Navarro
Glòria Pino Roca
Pere Puigdollers i Ocaña
Jordi Rogent i Albiol
Mercè Toldrà Dalmau
Marta Virgili Vidal.*

Comitè científic

*Joan Alemany Llovera
Coia Escoda Múrria
Enric García García
Susana Peral Navarro
Jaume Perarnau Llorens
Antoni Roca Rosell
Mercè Tatjer i Mir
Mercè Toldrà Dalmau*

CRÈDITS

Edita

Associació del Museu de la Ciència i de la Tècnica i d'Arqueologia Industrial de Catalunya

Museu de la Ciència i de la Tècnica

Museu del Port de Tarragona

Port de Tarragona

Primera edició: juny 2020

ISBN : 978-84-09-20688-9

Dipòsit legal : T 535-2020

Copyright

© del text: l'autor de cada comunicació.

© de les imatges i fotografies: indicat en cada una d'elles.

Disseny de l'edició

Jordi Besora • Disseny Gràfic i Multimèdia



Associació

del Museu de la Ciència i de la Tècnica
i d'Arqueologia Industrial
de Catalunya



Generalitat de Catalunya
Departament
de Cultura



Port Tarragona

Qualsevol forma de reproducció, distribució, comunicació pública o transformació d'aquesta obra només pot ser realitzada amb l'autorització dels seus titulars, tret de l'excepció prevista per la llei. Dirigiu-vos a l'editor o a CEDRO (Centre Espanyol de Drets Reprogràfics, www.cedro.org) si necessiteu fotocopiar, escanejar o fer còpies digitals d'algun fragment d'aquesta obra.

COL·LABOREN

Arxiu del Port de Tarragona

Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya

Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya.
Delegació Tarragona

Diputació de Tarragona

Museu Marítim de Barcelona

Port de Barcelona

Ports de la Generalitat

