

Op. F. 14  
1

# ESTUDIOS

SOBRE LAS MEJORAS

QUE CON PREFERENCIA SE DEBEN INTRODUCIR EN ESPAÑA,

EN LA

**METALURGIA DEL HIERRO Y DEL ACERO,**

POR

**DON FRANCISCO BERTRAND,**

Maestro de fabricacion de aceros y limas en la fábrica nacional de Trubia.

PRIMERA PARTE.

*Comparacion de los consumos y productos actuales de las forjas españolas á la catalana, con los consumos y productos en hierro forjado de las forjas á la alemana en general.*

A pesar de las altas cualidades de los hierros fabricados en España por el método directo llamado *Catalan*, los cuales son solo comparables con los hierros suecos y rusos, y superiores en mucho á todos los demás, cualesquiera que sean su procedencia y modo de fabricacion, á pesar de la grande tenacidad y dureza y de la incomparable maleabilidad de estos hierros, he leído notas y memorias en que aparecen sus autores hasta cierto punto como detractores del referido método directo.

Yo que, hace mas de veinte años, he pasado mi vida en los

-A 1881366734

R. 2218

talleres de fabricacion de hierros y aceros por los diversos métodos , me lamento mucho de estos ataques constantes , de estas amenazas invasoras de productos metalúrgicos de orden inferior ó mediano , contra los de orden superior ó de primera calidad ; y aunque tengo poco tiempo para escribir para el público , quiero por interés del arte metalúrgico en España, como por interés de la verdad manifestar públicamente los resultados de mi práctica industrial en esta materia, así como mis ideas de mejoras , fruto de constantes estudios en metalurgia.

Por do quiera oigo clamar contra los grandes consumos de carbon vegetal que hacen las forjas á la catalana ; por do quiera oigo emitir la opinion de que se debe cuanto antes reemplazarlas por forjas á la alemana , es decir , por hornos altos alimentados con carbon vegetal , y cuya *fundicion* ó hierro colado , sea afinado despues tambien con carbon vegetal.

Las personas que tanto se alarman por dicha transformacion, se fundan en que se ha hecho esta transformacion en todo ó en parte en las otras naciones de Europa , que han tenido y tienen todavia forjas por el método directo ó sea catalan, pero estas personas no cuentan con la circunstancia esencial que ha motivado la transformacion en el extranjero.

Si las naciones en que se ha hecho en todo ó en parte la referida transformacion hubiesen tenido en su suelo los minerales espáticos manganesíferos , y de ganga sumamente fusible que tiene España con tanta abundancia en las provincias vascogadas , no hubiesen hecho tal cambio, ó no le hubiesen hecho tan completo , porque á pesar de que las forjas á la catalana consumen mucho carbon vegetal , no dejan en su estado actual de imperfeccion , de ser ventajosas para sus dueños , y mas ventajosas aun para los consumidores de sus productos, en virtud de la grande tenacidad y dureza, y la incomparable maleabilidad de estos hierros , particularmente de los que se fabrican tratando los minerales espáticos descompuestos de Somorrostro.

Es verdad que las forjas por el método directo , están hoy dia muy toscamente montadas , y que por consecuencia del estado malo de sus máquinas y herramientas, como por causa del mal hábito en el trabajo de sus obreros , el estirado de sus bar-

ras es muy imperfecto ; en este sentido la forma , la rectitud y la exactitud en las dimensiones dejan mucho que desear , pero estos defectos no son mas que secundarios en comparacion de las grandes cualidades de los hierros que producen , y estos defectos son fáciles de corregir con solo la intervencion en estas forjas de cualquiera persona que se halle á la altura industrial de la época.

Es verdad tambien que las forjas á la catalana consumen mucho carbon relativamente á la cantidad de hierro que fabrican , y que mientras estas forjas consumen de 5 á 6 partes de carbon vegetal por uno de hierro , las forjas á la alemana consumen solamente entre el horno alto y el afino  $3 \frac{1}{2}$  á 4 partes de carbon vegetal por una de hierro , es decir , que con el carbon que emplean las forjas á la catalana , para fabricar uno de hierro , las forjas á la alemana pueden fabricar aproximativamente  $1 \frac{1}{2}$ . Pues con estas condiciones , las forjas á la alemana son todavía muy desventajosas para el público consumidor de sus productos , como para la conservacion de los montes ó del arbolado del pais , y aunque esta proposicion parezca quizá exagerada , no es mas que la sencilla y exacta verdad práctica , porque  $1 \frac{1}{2}$  partes de hierro forjado , fabricado á la alemana , cuesta siempre mas , y no vale nunca para los usos los mas habituales del buen hierro , lo que una parte de hierro fabricado en España á la catalana , y la sola escepcion que de esta regla se debe hacer , es únicamente á favor de ciertos hierros , suecos y rusos , así como de ciertos hierros alemanes , procedentes del Rhin y de Estyria , en el Tyrol Austriaco , los cuales aunque fabricados á la alemana no deben sus altas cualidades á este sistema de fabricacion , sino segun la opinion de todos los metalurgistas , á las propiedades de los minerales especiales explotados en aquellas comarcas.

Los detractores de las forjas á la catalana las acusan tambien de que con ellas se obtiene un rendimiento en hierro menor que el que corresponde á la riqueza de los minerales que en ellas se emplean. Esta acusacion es absolutamente inexacta y parece dictada por un espiritu de oposicion sistemático , ó por la manía que tienen ciertas personas , en despreciar cualquiera

industria que no necesita de un modo absoluto fundarse sobre millones. En efecto, todos los hechos prueban que las forjas á la catalana, rinden á riqueza igual de minerales, tanto hierro forjado y quizá algo mas, que las forjas á la alemana, y poco importa que las escorias del horno alto á la alemana sean pobres, si las escorias de afino del mismo método son ricas en aquel metal.

Para terminar este asunto diré que las solas cantidades comparables, son los hierros forjados extraídos de cantidades iguales de minerales igualmente ricos, y nunca la cantidad de hierro colado producido á la alemana, con la cantidad de hierro forjado producido á la catalana, como lo hacen en sus escritos los antagonistas de este último método.

En la comparacion que acabo de hacer, entre los hierros fabricados á la catalana y los fabricados á la alemana, he considerado el hierro forjado solamente en sus aplicaciones ó usos mas habituales, es decir, en los que de este metal se hacen á la industria ó á la agricultura al estado mismo de hierro forjado, sin que el metal sufra ninguna otra transformacion metalúrgica. Pero no se limitan á esto las aplicaciones de los buenos hierros; al contrario, muchos de ellos son entregados á la industria al estado de aceros, sea que se hayan logrado en las forjas al estado de acero natural, sea que el hierro forjado haya sido despues de su elaboracion convertido en acero de cementacion, ó sea en fin que la una y la otra de estas dos clases de aceros hayan sido convertidas en acero fundido.

He indicado hasta ahora lo útiles que son las forjas actuales á la catalana como productoras de muy buenos hierros forjados, aplicados inmediatamente al estado de tales: me será aun mas fácil demostrar la importancia de estas forjas, como productoras de aceros naturales, y principalmente como productoras de buenos hierros de cementacion.

Desde hace mucho tiempo los hierros forjados á la catalana en España son aplicados á la fabricacion de aceros cementados estirados á martinete, así como caldeados en paquetes una ó mas veces. Estos aceros cementados y lo mismo los aceros naturales que producen estas forjas, son aplicados ventajosamente,

á la fabricacion de herramientas del campo , de herramientas de minas , como igualmente á todos los usos mas comunes de los aceros naturales y de cementacion.

Los aceros de cementacion fabricados con los hierros procedentes de forjas á la catalana en que se emplean los minerales espáticos descompuestos de Somorrostro, pueden por la cementacion adquirir una gran dureza y conservar su tenacidad, así como la facultad de unirse al hierro: lo mismo sucede si se les somete al caldeo. Relativamente á la dureza , tenacidad, maleabilidad y facultad de admitir el caldeo estos aceros son comparables á los de cementacion que se fabrican con los hierros de Suecia de segundo órden; aunque es verdad que los aceros fabricados con los hierros procedentes de las forjas españolas á la catalana presentan mas hojas aun despues de caldeados , que los aceros cementados y caldeados procedentes de hierro de Suecia de segundo órden. Esta circunstancia es un defecto para ciertas aplicaciones del acero , y en su consecuencia se debe admitir , que los aceros cementados , sean sencillamente estirados , ó sean caldeados en paquetes á martinete y procedentes de hierros fabricados en España á la catalana, son por el conjunto de sus cualidades y defectos, mejores que los cementados que proceden de hierro de Suecia de tercer órden, y no tan buenos como los de segundo órden.

Esta aplicacion de los hierros fabricados á la catalana , ha venido á demostrar aun mejor su superioridad en vista de que entre los fabricados á la alemana , esceptuando los de Suecia y Rusia , cuyos precios son muy elevados , ninguno es bueno para su conversion en acero cementado , todos dan con cualquier grado de carburacion que sea , un acero que al mismo tiempo que no admite la calda para unirse al hierro, es sumamente seco, ágrio y sin tenacidad , á tal punto que tales aceros no tienen aplicacion ninguna , ni para la industria ni para la agricultura.

Para completar la enumeracion de las aplicaciones de los hierros fabricados en España á la catalana, quiero nombrar la mas bella , la mas importante de todas; esta consiste en la fabricacion de aceros fundidos que desde hace algunos años se ha efectuado sobre el suelo español en algunas forjas ó fábricas de acero. En estos establecimientos se han comparado los aceros fundidos

procedentes de los hierros referidos con los que dan los hierros de Suecia de marcas acreditadas , y de esta comparacion como de la fabricacion diaria á que ha dado lugar , resulta : que los hierros fabricados en España á la catalana , dan para acero fundido resultados iguales , á los que dan los hierros de Suecia de segundo orden , y estos hierros suecos son los mas empleados en Europa para la fabricacion de aceros fundidos, puesto que es muy mínima la produccion de los de primer orden para destinarles á aceros.

Estos aceros fundidos procedentes de los hierros fabricados á la catalana , se logran á voluntad tan duros como los mas duros del extranjero y tan dulces que admiten muy fácilmente la calda para unirse al hierro, siendo aplicables sin ninguna desventaja á los mismos usos que los que de igual clase se fabrican en el extranjero.

Este resultado es tanto mas importante , cuanto que hasta estos últimos años , se habia obtenido en Europa únicamente con los hierros de Suecia , y con los aceros naturales del Rhin , y de la Estyria en el Tyrol austriaco , sin que ningun otro hierro fabricado á la alemana pudiera dar aceros fundidos, ni duros ni dulces aplicables á los usos habituales de los aceros fundidos, tales como para cortar los metales en frio ó para unirse á el hierro por el caldeo.

Para terminar esta justificacion de la existencia útil de las forjas á la catalana aun en su estado actual de imperfeccion, diré tambien, contestando á las personas que predicán la abolicion de estas forjas , que no debe causar sentimiento á nadie, que las forjas á la catalana no produzcan hierro colado , porque las necesidades de hierro colado obtenido con carbon vegetal para el moldeo de piezas mecánicas ó de adorno , son sumamente escasas y por otra parte que el hierro colado obtenido á la inglesa, es decir con cok, es de cualidades suficientes para la mayoría de las piezas de moldeo , y ofrece además una grande ventaja en el de precio.

Antes de pasar á mi segundo objeto , es decir á las mejoras de que son susceptibles las antiguas forjas catalanas segun nos lo dictan nuestros conocimientos generales en metalurgia , no

podemos menos de suplicar á los antagonistas de estas forjas que hagan por conocerlas tanto en teoria especial como por las muy buenas cualidades de sus productos; pues estamos convencidos de que las personas que las deprimen y predicán su abolicion , á juzgar por sus escritos, no las conocen ni teórica ni prácticamente.

Las forjas por el método directo llamado Catalan, tienen su teoria tambien tan sólidamente establecida , como cualquier otro ramo de la metalurgia ; y en diferentes épocas fueron el objeto de los estudios de predileccion de diferentes ingenieros metalurgistas célebres.

Que las personas que condenan estas forjas sin conocerlas, estudien los admirables tratados que sobre el grupo de las que existen en el departamento de L'Arriège , han publicado en Francia los ingenieros metalurgistas Sres. Richard y Francois y despues de enterados por estos grandes maestros , que se dignan bajar de la altura de sus vastos y ricos establecimientos para pasar á estudiar la práctica en estas forjas modestas por su poca estension y su corto capital necesarios ; que consideran las altas cualidades de sus productos , sea en las aplicaciones habituales de estos hierros , sea en su conversion en aceros cementados , y mejor aun en su conversion en aceros fundidos; y no me cabe duda que despues de estos estudios , muchas personas que hoy las desprecian , serán mas justas en sus fallos científicos y les prodigarán entonces , en vez de su desprecio actual todos los elogios que en nuestro concepto merecen.



## SEGUNDA PARTE.

*Mejoras trascendentales de que las forjas en general y particularmente las forjas á la catalana son susceptibles por su combinacion con el principio metalúrgico de las esponjas metálicas.*

Una de las mas bellas, como de las mas importantes innovaciones metalúrgicas que se han hecho en estos últimos años, ha sido sin duda la invencion de los aparatos por los cuales se logran en grande escala y á poco costo las esponjas metálicas; es decir, los óxidos de hierro completamente reducidos, sin hacer la licuacion de las gangas que los acompañan.

Una prueba de la importancia de esta invencion, es la rapidez con que ha pasado de manos de su primer inventor, difunto Mr. Adrien Chenot, distinguido metalurgista francés, á las de diversos otros inventores, de diferentes paises y que todos han presentado sus sistemas de aparatos y medios particulares de explotacion que han dado lugar cada uno á privilegios de invencion en diferentes naciones de Europa y aun en los Estados Unidos del Norte de América.

El objeto principal de la mayor parte de los inventores de aparatos para la fabricacion en grande escala de esponjas metálicas, fué la fabricacion de acero fundido cargando los crisoles con esponjas metálicas que hayan sido carburadas, sea acto continuo por los mismos carburantes que hicieron la reduccion del óxido en el aparato destinado á esta, sea por otros carburantes que obran en una operacion especial posterior á la reduccion.

Para facilitar este modo de fabricacion de acero fundido, fueron inventadas máquinas electro-magnéticas sábias é ingeniosas, destinadas á apartar lo mejor posible la ganga de los minerales del óxido sencillamente reducido á acero carburado.

A pesar que este sistema de fabricacion de acero fundido parezca técnicamente y á primera vista bastante racional, la prac-

tica ha venido á poner en coincidencia constantes dificultades, y bastante inconstancia en las cualidades de los aceros fundidos así logrados. Por mi parte creo que para prosperar en la fabricacion del acero fundido por la via de las esponjas metálicas, es preciso retroceder relativamente á las ideas hasta ahora admitidas y ensayadas; limitándose á lograr de las esponjas metálicas hierros de altas cualidades, hierros de cementacion, ó cuanto mas buenos aceros, naturales; los cuales hierros ú aceros naturales darán aceros fundidos tan buenos y quizá mejores que los que se logran con los hierros fabricados en España á la catalana. Creo que con la mayor parte de los buenos minerales, que nos suministra la naturaleza, este adelanto muy grande sin duda, aunque limitado en comparacion de las bellas aspiraciones de diversos inventores, será todo cuanto pueda hacer el metalurgista hábil por medio de las esponjas metálicas.

Sin embargo no quiero decir absolutamente que no sea posible establecer de un modo regular la fabricacion de aceros fundidos, fundiendo inmediatamente las esponjas metálicas carburadas, pero no me cabe duda de que muy pocos minerales podrán dar tal resultado de un modo constante, y el catálogo de los minerales propios para este objeto, debe en mi concepto limitarse á los minerales análogos á los magnéticos de Suecia, y á los oligistos de la Isla de Elba, los cuales tienen sí una ganga muy refractaria, pero poco diseminada en la masa, cuya ganga es por lo tanto muy fácilmente separable del hierro puro ú carburado de las esponjas, por el efecto de las máquinas electro-magnéticas.

Además de la eleccion de los minerales, es evidente que el estado actual de la produccion de las esponjas metálicas, presenta otra dificultad para la fabricacion del acero fundido, obtenido por la fusion directa de las esponjas metálicas. Esta dificultad es una importante cuestion de estudios y de práctica, cuya solucion se logrará cuando se haya satisfecho á las dos condiciones siguientes:

1.ª Cuando los aparatos y métodos de fabricacion de esponjas metálicas sean mas perfectos que hoy dia, y den productos mas constantes, mejor definidos y que no sufran ninguna

reoxidacion ni total ni parcial en cierto período del trabajo de estos aparatos.

2.<sup>a</sup> Cuando los maestros de fabricacion de esponjas metálicas, hayan adquirido en esta materia un golpe de vista clasificador, análogo al que tienen los maestros de fabricacion de aceros cementados, y de aceros naturales para la clasificacion de sus productos por grados de carburacion.

La fabricacion del hierro forjado por medio de las esponjas metálicas, es mucho mas sencilla que la del acero fundido por fusion inmediata de las esponjas. Por esta razon es accesible aun en la actualidad á mayor número de personas, tanto mas cuanto que no necesita tampoco minerales tan escogidos. Sin embargo el estado actual de los aparatos y métodos de fabricacion de esponjas metálicas deja bastante que desear en la uniformidad de sus productos, y este defecto de uniformidad, que consiste en una reduccion incompleta, es un inconveniente grave tambien para la fabricacion del hierro forjado por medio de las esponjas metálicas.

Este inconveniente consiste, en que toda la parte de las esponjas metálicas que no se halla completamente reducida, se escorifica en la operacion ulterior á la fabricacion de las esponjas, operacion ulterior á que llamaré *zamarreado* del hierro, y que consiste en hacer la licuacion de las gangas de las esponjas y reunir por la calda las partículas del hierro reducido en masas forjables ó sea en bolas ó zamarras.

Es verdad que en la operacion del zamarreado se puede evitar la escorificacion del hierro que se halla al estado de óxido en las esponjas imperfectas y hacer rendir á estas esponjas todo el hierro contenido, pero para producir este efecto es preciso modificar el modo de cargar las esponjas sobre el fuego zamarreador, y de esta modificacion resulta, que el zamarreado dura mucho mas tiempo y de consiguiente consume mucho mas carbon que lo que corresponde á esta sencilla operacion bien hecha y efectuada sobre esponjas perfectas; es decir, en las cuales el hierro ha pasado todo al estado metálico, sea puro, sea carburado como el acero natural.

Con el fin de remediar este inconveniente que hace desapa-

recer en gran parte las ventajas de la fabricacion del hierro y del acero por medio de las esponjas metálicas, he ideado un aparato y un método de fabricacion de esponjas metálicas, diferentes de todos los aparatos y métodos que conozco y que están privilegiados, unos en España, otros en el extranjero. Este aparato y este método míos, montados en una escala que aunque pequeña es suficiente como medio de averiguacion práctico, me han dado constantemente, empleando los minerales de Somorrostro, esponjas perfectas que he convertido en hierros forjados, zamarreando las esponjas en un fuego análogo á la vez á los fuegos de reduccion de las forjas á la catalana y á las afinerías de las forjas á la alemana.

El hierro que así he obtenido, poseía las buenas cualidades de los mejores hierros fabricados en España á la catalana y la única diferencia que he observado en la marcha general de mis ensayos, era una cierta facilidad de producir á voluntad hierro nervioso, hierro granudo mas ó menos acerado, y aun acero natural.

El consumo en carbones en mis ensayos fué de 1 de carbon de piedra, y  $1 \frac{1}{2}$  de carbon vegetal por uno de hierro estirado, y no me cabe duda de que este consumo será aun menor en un trabajo en grande.

El rendimiento de los minerales de Somorrostro que he empleado fué término medio de 59 por 100.

Del conjunto de los estudios y aplicaciones prácticas hechos hasta la fecha sobre esponjas metálicas, resulta que este principio constituye un hecho metalúrgico nuevo, que segun todas las probabilidades hará modificar profundamente, en un tiempo no lejano, los métodos de produccion del hierro forjado y de los aceros naturales. Hasta dónde el espíritu humano llevará sus mejoras industriales en este sentido, es por ahora imposible de predecir, pero desde hoy dia el zamarreado de las esponjas metálicas bien hechas y obtenidas con minerales espáticos vascongados, en fuegos análogos á la vez á los fuegos de reduccion del antiguo método catalan, y á las afinerías del método aleman; constituye un método que da con constancia hierros de muy superiores cualidades, consumiendo solamente 1 de hulla y  $1 \frac{1}{2}$

de carbon vegetal por 1 de hierro fabricado; mientras que la produccion de hierros de iguales cualidades por el antiguo método catalan exige cinco á seis partes de carbon vegetal por una de hierro fabricado, y que para uno de hierro forjado el método á la alemana, que á igualdad de minerales no produce ni con mucho tan buenos hierros, exige 3 á 4 de carbon vegetal.

La aplicacion de esponjas metálicas constituye un principio tan fecundo, que desde hoy se puede prever, que no solamente este principio ha de modificar considerablemente los métodos de produccion de los hierros forjados con carbon vegetal, sino que modificará tambien la produccion del hierro con carbon mineral ó sea á la inglesa. En efecto ¿por qué no se podría zamarrear las esponjas metálicas bien hechas y con ganga fusible, en el baño de escorias del reverbero de pudler, lo mismo que se zamarrea en este reverbero el hierro que en el mismo se produce hoy dia, afinando el hierro colado por los efectos de la corriente oxidante y de la reaccion de las escorias?

Zamarrear en el horno de pudler las escorias metálicas bien hechas, será indudablemente mucho más sencillo, que el afinado y zamarreado que se efectúa hoy dia en este horno, y por otro lado la produccion de las esponjas metálicas costará mucho menos carbon de piedra y mucho menos mano de obra que la produccion actual del hierro colado.

Sin duda los hierros forjados que un dia se fabricarán por medio de las esponjas metálicas con solo carbon mineral, no gozarán de todas las buenas cualidades que poseen los hierros forjados fabricados por el mismo medio con parte de carbon mineral para cierta operacion en la cual es indispensable el empleo del carbon mineral ó del vegetal, y con parte del carbon vegetal para las operaciones en las cuales este precioso combustible es indispensable para lograr productos puros y de superiores cualidades; pero no me cabe duda que los hierros que un dia se fabricarán por medio de las esponjas metálicas con solo carbon mineral, serán á igualdad de minerales, mucho mejores que los hierros que se fabrican hoy á la inglesa.

Atendiendo al estado actual de las cosas, es decir, al esta-

José D. Maximo Fuentes  
Catedrático en Valladolid

---

Pravia 25 de Feb. 1863

Muy Señor mío, — recibí hoy una Esquela cuya pi-  
= tiendo datos sobre una Me-  
= moria que relate el Estado  
actual de la Industria Ferrera  
en Asturias. — no conozco  
ninguna Memoria que trate  
especialmente de tal objeto,  
y suponiendo que acaso  
su pedido se refiera a un  
artículo que he publicado  
en los N.ºs de 1.º de junio y  
1.º de julio últimos de  
Periodico Científico Industrial  
La Revista Minera, que sale a  
Luz en Madrid; hoy mismo  
le remito por el correo un  
Ejemplar de una tirada a

parte de dicho artículo,  
que nunca se ha puesto  
en venta, sino en los N.<sup>os</sup>  
referidos de la Revista  
Mpinera. — por la lectura  
de este artículo Vera V.  
que mi objeto fue:

1.<sup>o</sup> Hacer una justificación  
de lo útil que son las Forjas  
a la Catalana, aun en su  
Estado actual de imperfección.

2.<sup>o</sup> Indicar, de un modo Ge-  
neral, mis ideas sobre las  
mejoras, que con preferencia  
se deben introducir en  
España, en la Metalurgia  
del Hierro y del Acero.

— Escribí la 1.<sup>a</sup> parte  
como defensa necesaria de  
las Forjas a la Catalana,  
que fueron despreciadas injusti-  
camente, en diversos escritos  
recientes, por diversas perso-  
nas, que juzgan por sus  
mismos escritos, que no  
conocen estas Forjas, ni

Teoricamente ni practicamente,  
— respecto a la 2<sup>a</sup> parte, es  
decir a mis ideas de Mejoras,  
la escribi porque mis Ensayos,  
que hice a mi Cuenta par-  
ticular, en una Escala su-  
ficiente como medio de abe-  
riguacion practico, me  
prueban hasta la Evidencia,  
que estas Mejoras son las  
mas adecuadas a los elemen-  
tos Naturales de fabricacion  
de Hierros y Aceros en  
España, y que la puesta  
en practica de mi Systema  
seria a la Ver Ventajosa  
pa el Pais, como pe sus  
Explotadores.

En General Estimo  
en un alto Grado la  
opinion de los hombres  
ilustrados, y por esta razon  
estimaria de Sirvase V.  
Comunicarme su parecer

Sobre mi Costo Escrito,  
aprovecho esta ocasion  
para recomendar de V. escrito  
S. S. O. y: V. S. S. M.;

Fran<sup>co</sup> Vertmann

---

Maestro de Fabricacion  
de Aceros y Limas  
Prussia

---

do actual de nuestros conocimientos generales en metalurgia, se deduce como consecuencia, que de todos los métodos actuales de fabricación del hierro forjado, el método directo llamado Catalan será el único que no experimente una transformación trascendental, combinándose con el gran principio metalúrgico de las esponjas metálicas. El método á la inglesa y principalmente el método á la alemana, están evidentemente llamados á sufrir transformaciones muy trascendentales, y en todas partes donde, como en España, haya con abundancia minerales ricos, puros y cuyas gangas sean sumamente fusibles, estos métodos no servirán quizá dentro de algun tiempo, mas que para producir hierro colado para piezas de moldeo.

Esto es una consecuencia necesaria para el porvenir, porque el interés particular lo mismo que el interés general, quieren el progreso industrial, y la mayor economía posible en el consumo de combustible, y particularmente en el de combustible vegetal.

Si ciertas personas objetasen que las forjas á la catalana combinadas con el procedimiento de las esponjas metálicas, no saldrian por eso de su estado de establecimientos pequeños é insuficientes para cubrir las necesidades de hierro forjado que reclaman hoy dia las aplicaciones de este metal, que se hacen cada dia mayores, bastaria contestarles que las forjas á la catalana combinadas con el procedimiento de las esponjas metálicas, darian un producto cuádruplo de su producto actual sin consumir mas carbon vegetal que el que ahora consumen. Además es evidente que los elementos de estas forjas mejoradas, es decir, los aparatos de fabricación de esponjas, los fuegos zamarreadores, etc., son tan susceptibles de reunirse en gran número, para construir grandes fábricas, como los hornos altos, los fuegos de afineria, los hornos de pudler, etc., y que tambien al nuevo método de fabricación de hierro forjado que propongo, puede agregarse los cilindros estiradores, y demás máquinas que distinguen los métodos de fabricación del hierro forjado á la alemana y á la inglesa.

Cuanto mas se examina el conjunto de los productos minerales de las provincias Vascongadas por una parte, y de Asturias por otra, tanto mas se convence el observador de que el

método de fabricacion del hierro forjado por medio de las esponjas metálicas con parte de carbon de piedra y parte del carbon vegetal, es el mas adecuado á estas comarcas. En efecto, por un lado minerales espáticos escelentes y de ganga sumamente fusible, por otro lado criaderos de hulla abundantísimos y de muy superior calidad, y por ambas partes montes todavía considerables, pero que reclaman mas cuidados de conservacion y de reproduccion que los que se han usado hasta hoy. Pocos paises, y quizá ningun otro, reúnen en tan alto grado los elementos necesarios para una gran produccion de hierros de superior calidad, propios para las aplicaciones que se hacen de este metal en el estado de hierro forjado, y además tan buenos para la fabricacion de aceros, sean cementados, sean fundidos, como los hierros de Suecia de segundo orden para aceros, cuyos hierros suecos constituyen en Europa, lo repito, la base de la fabricacion de aceros fundidos por la via de cementacion, atendida la mínima produccion que se puede obtener en Suecia de los hierros llamados de primer orden para aceros.

Estas escelentes condiciones de los productos minerales vascongados y asturianos, son tanto mas importantes, cuanto que la práctica ha probado, que diversas hullas asturianas son muy convenientes para suministrar un cok de buena salida para la fusion del acero, y lo que acaba de hacer hasta providencial el conjunto de estas buenas circunstancias, es la proximidad del mar tanto á los mejores minerales espáticos de Vizcaya como á los principales criaderos de hulla hoy explotados en Asturias.

#### CONCLUSION.

En resúmen creo haber justificado en este corto escrito :

1.º Lo útiles que son las forjas españolas á la catalana aun en su estado actual de imperfeccion, no solamente para sus dueños, sino para el público en general.

2.º La importancia que tomarian estas forjas combinándolas con el procedimiento de las esponjas metálicas mejorado; por cuya combinacion se lograria de estas forjas, hierros y aceros naturales de cualidades idénticas, y quizá superiores á

los que hoy dia producen; y eso con una disminucion tan considerable en el consumo de carbones, que estas forjas serian mucho mas económicas que las forjas actuales á la alemana.

Bien que estas ventajas sean muy suficientes para hacer preferir el sistema de forjas que propongo al actual sistema de forjas á la alemana, debo sin embargo manifestar otras dos circunstancias, hoy de interés general en toda Europa, que vienen á acrecer considerablemente la importancia que tendrian las forjas á la catalana combinadas con el procedimiento de las esponjas metálicas. Me refiero á dos aplicaciones metalúrgicas sucesivas é importantes, y cuya realizacion es por decirlo así obligatoria en el dia para todas las grandes naciones. Una de estas dos aplicaciones metalúrgicas nuevas, consiste en la fabricacion de esas chapas de hierro de dimensiones tan grandes como es posible, y cuyo espesor varía de 0,<sup>m</sup>12 á 0,<sup>m</sup>25, chapas que son destinadas á formar las corazas de los buques de guerra, y los blindajes de diversas baterías. ¿Cuántas ventajas de resistencia y seguridad no ofrecerian estas corazas y blindajes, estando forrados con hierro ú con acero natural, suave, producidos por el método catalan combinado con el procedimiento de las esponjas metálicas mejorado?

Seguramente la resistencia y seguridad de tales corazas y blindajes superaria en mucho, en igualdad de espesor, á todo cuanto se puede hacer por el método de forjas á la inglesa, y aun por el método de forjas á la alemana, y en mi concepto solo los buenos hierros de Suecia y Rusia podrian competir para este objeto con los hierros y aceros naturales producidos mas económicamente que por ningun otro método por el referido sistema de forjas á la catalana combinando con el procedimiento de las esponjas metálicas.

La segunda de estas dos aplicaciones metalúrgicas nuevas, es la fabricacion de cañones de artilleria de acero fundido, de cuya fabricacion, aplicando á ella los hierros ú aceros naturales producidos por medio de las esponjas metálicas, se lograria segun mi opinion cañones lisos ó rayados superiores en tenacidad y dureza, no solamente á los cañones de hierro colado de bronce, y de hierro forjado, que se aplican en Europa; sino tambien

superiores á los cañones de acero fundido , que desde hace algunos años se han fabricado en diferentes naciones , sea por el especial procedimiento Bessemer , sea por el procedimiento Krapp , ó por el procedimiento Obuchon , es decir , fundiendo en crisoles aceros pudlados ú otros aceros análogos.

Hechos todos los cálculos , creo que los cañones de acero fundido , rayados y totalmente concluidos , procedentes de hierros ú aceros naturales producidos por el sistema de forjas á la catalana combinado con el procedimiento de las esponjas metálicas , resultarían en España , á igualdad de calibre y peso con los cañones de bronce , á 40 por 100 solamente del precio de coste de estos cañones de bronce.

Sin duda los medios de colada , de recocido y de forjado empleados en todas las fábricas de acero fundido para fabricar como hasta ahora lingotes y barras de dimensiones ordinarias , son insuficientes para la colada , el recocido y el forjado de cañones de acero fundido , y estas operaciones en tal caso necesitan aparatos y disposiciones especiales para regularizar esta nueva fabricacion y lograr productos buenos y de cualidades constantes.

La composicion de estos aparatos y disposiciones , es decir , el trabajo de idearlos de modo que satisfagan constantemente á las exigencias de esta nueva aplicacion del acero fundido , ocupa desde hace algunos años todos los momentos que las obligaciones de mi empleo en esta fábrica me dejan libres , proponiéndome en la actualidad continuar , en cuanto esté de mi parte , el adelanto del ramo de la metalurgia , al cual he consagrado mis tareas ; ocuparé mis instantes libres en desarrollar mis ideas tanto sobre este objeto en particular , como sobre las esponjas metálicas en general , en una detallada memoria descriptiva que me propongo publicar y que irá acompañada de todos los cálculos , proyecciones y cortes geométricos necesarios para la inteligencia de un proyecto así en su conjunto como en los detalles.