

ESTUDIO DE CALIDADES METÁLICAS EN ELEMENTOS DE FIJACIÓN PERTENECIENTES AL HISTÓRICO FERROCARRIL CENTRAL ARGENTINO (FCCA)



Marcos Giupponi^a, Miguel Franetovich^b, Patricia Carrizo^c, Cecilia Deyá^b, Leonardo Bianchi^b Carlos Villalonga^b, Hugo Alfonso^d



^aBecario Proyecto PID: Ingeniería Inversa aplicada al estudio de Rieles Ferroviarios, Universidad Tecnológica Nacional Regional Mendoza, UTN FRM, ARGENTINA

^bIntegrante Proyecto PID: Ingeniería Inversa aplicada al estudio de Rieles Ferroviarios, Universidad Tecnológica Nacional Regional Mendoza, UTN FRM, ARGENTINA

^cDirectora Proyecto PID: Ingeniería Inversa aplicada al estudio de Rieles Ferroviarios, Área de Arqueometalurgia, Laboratorio de Metalurgia, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Mendoza, UTN FRM, ARGENTINA

^dMuseo Ferroviario de San Nicolás, San Nicolás de los Arroyos, Pcia. de Buenos Aires

INTRODUCCIÓN: Las piezas que se estudian en este trabajo son elementos de fijación pertenecientes al histórico Ferrocarril Central Argentino (FCCA), a saber, un clavo de fijación y un perno roscado. Las piezas fueron donadas por el Museo Ferroviario de San Nicolás para desarrollar esta investigación. Los clavos de fijación se colocan en los durmientes y sirven para evitar variaciones en el ancho de trocha. Por otro lado, los pernos roscados permiten la unión de tramos de vías por medio de eclisas. Esta investigación es parte del PID: "Ingeniería Inversa Aplicada al Estudio de Ferrocarriles Históricos (código: 0008394), el cual se desarrolla en el Área de Arqueometalurgia, dependiente del Laboratorio de Metalurgia de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Mendoza, Argentina.

OBJETIVO: Analizar las características metálicas en elementos de fijación y comparación con materiales modernos.

PARTE EXPERIMENTAL: Las piezas recibidas para el estudio se muestran en la (Figura 1.a y 1.b). Se cortaron longitudinalmente en dos mitades, se prepararon sendas probetas y se trabajó sobre una de las mitades de cada pieza. Posteriormente, se realizó el proceso de lijado siguiendo una secuencia de lijas de 80 - 120 - 600 - 2500 (granos/cm²). A continuación, se pulieron ambas mitades hasta pulido espejo.

Para las micrografías, el ataque fue de escasos segundos con reactivo Nital al 2% y luego se observaron con microscopio metalográfico (Figura 2.a y 2.b) (Scott, 1991). En el caso del estudio macrográfico, el ataque consistió en suspender ambas mitades en reactivo Nital 2% por un lapso de 2 horas y se observaron con lupa estereoscópica (Figura 3.a y 3.b) (Figura 4.a y 4.b). Se realizó el estudio de la composición química y la medición de dureza (Tablas I y II) con espectroscopia de plasma y durómetro portátil, respectivamente.



Figura 1.a. Clavo de fijación. b. Perno roscado

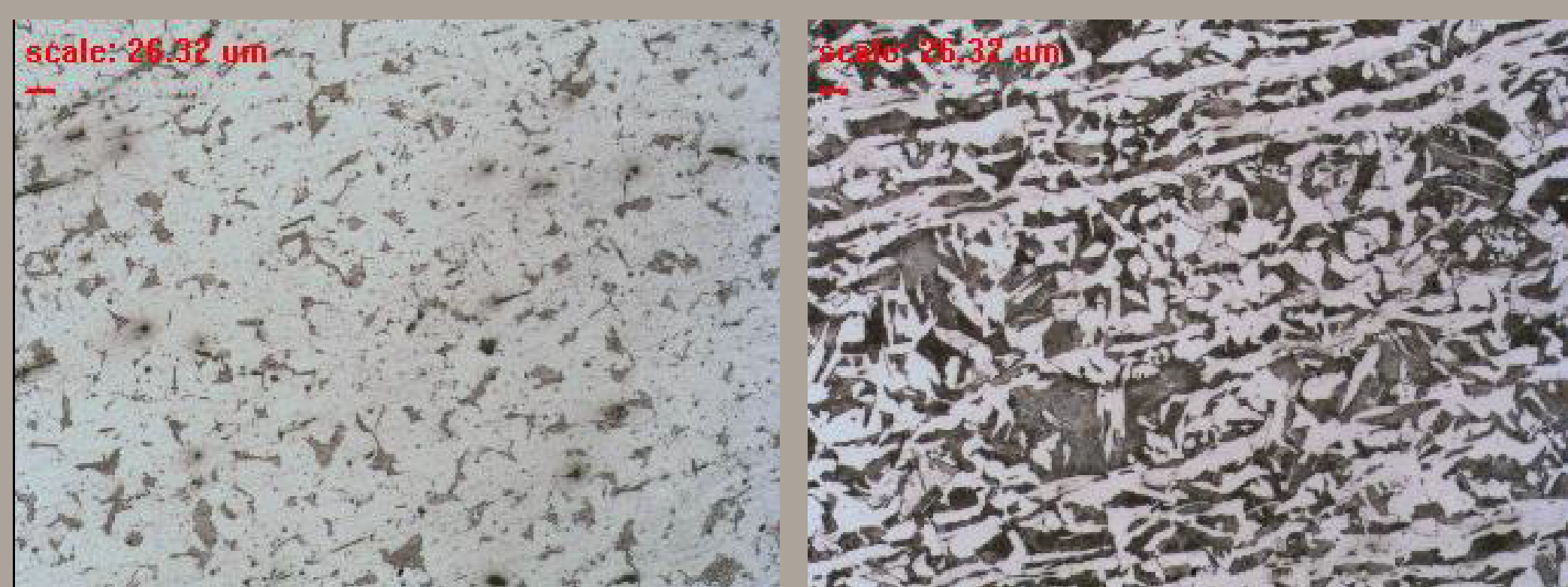


Figura 2.a. Micrografía clavo de fijación. Aumento: 100X. b. Micrografía perno roscado. Aumento: 100X.

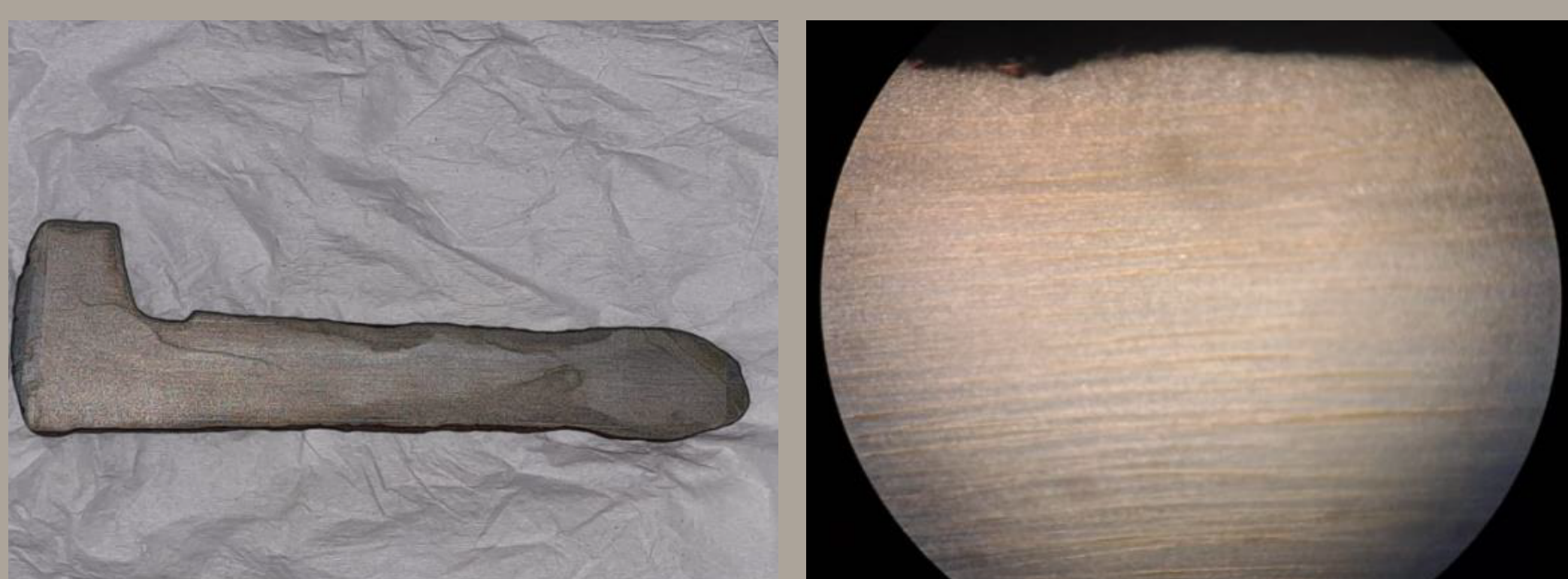


Figura 3. Macrografías clavo de fijación a. General. b. Zona media del eje. Aumento: 0.80µm.



Figura 4. Macrografías perno roscado a. General. b. Zona puntual de cabeza. Aumento: 0.80µm

RESULTADOS: En el caso la micrografía del clavo (Figura 2.a), se detecta una matriz de ferrita combinada con perlita de un acero de bajo carbono (0.12%C). Se trata de un acero al carbono con borde donde se aprecia un grano fino de matriz ferrita y partículas de cementita en el borde de grano. La micrografía de la (Figura 2.b), correspondiente al perno, se trata de un acero de alta resistencia de bajo carbono (0.35%C) con estructura de ferrita (zona clara) y perlita (zona oscura), según (ASM International, 1995). Se advierten estructuras de diente de sierra, típicas del deformado en frío, al estar el material expuesto a cargas. En las macrografías del clavo (Figura 3.a y 3.b), se observan las fibras características de la deformación plástica para un acero al carbono laminado (Lindenvald N., 1980). En las macrografías correspondientes al perno roscado (Figura 4.a y 4.b), se puede apreciar claramente las fibras del material, formadas por bandas de ferrita y perlita, en la zona de la cabeza del perno, las cuales indican un proceso de forjado en frío. Se observa presencia de algunos poros en el área.

Tabla I. Composición química y dureza de clavo de fijación

Elemento	% m/m	Dureza Rockwell (HRB)	SAE 1012 (UNS G10120)
Fe	99.2	48.7	99,16 - 99,6
C	0.12	51.0	0,10 - 0,15
Si	0.009	47.1	-----
Mn	0.40	47.2	0,30 - 0,60
P	0.063	43.7	≤0,040
S	0.033	54.9	≤0,050
Cr	0.013	50.9	-----
Mo	0.003	49.3	Dureza Rockwell (HRB)
Ni	<0.005	47.5	60

Tabla II. Composición química y dureza de perno roscado

Elemento	% m/m	Dureza Rockwell (HRB)	SAE 1035 (UNS G10350)
Fe	98.4	46,3	98,63 - 99,09
C	0.35	50,9	0,31 - 0,38
Si	0.06	43,4	-----
Mn	0.82	53,2	0,60-0,90
P	0.067	66,3	≤0,040
S	0.081	40,0	≤0,050
Cr	0.016	51,3	-----
Mo	0.003	52,5	Dureza Rockwell (HRB)
Ni	0.009	44,7	89

En cuanto a su comparación con materiales modernos, podemos ver que según las Tablas I y II, que los materiales históricos de fijación estudiados son semejantes a lo que en la actualidad se conoce como aceros al carbono SAE 1012 y SAE 1035. Los valores promedio de dureza para las piezas fueron de 48.9 HRB para el clavo y 49.8 HRB para el perno, estos valores se pueden contrastar con el valor que aparece en la tabla para el acero correspondiente, los cuales son mayores que los obtenidos. Adicionalmente, y según lo especificado en (IRAM-FA) de bulones para vías, las piezas de fijación para los rieles se fabrican siguiendo una variedad de estándares que consideran dimensiones, materiales, composición química, dureza y tolerancias, entre otros. Precisamente en cuanto a la composición química de los elementos de fijación, ver Tabla III.

Tabla III. Composición química de elementos de fijación actualmente

%C	%Mn	%Si	%P	%S
0,37 - 0,75	0,86 - 1,74	≤ 0,30	<0,05	<0,05

Los elementos de fijación tales como los clavos de fijación y pernos roscados suelen fabricarse a partir de una única pieza maciza a la que, mediante diferentes mecanizados, se le da la forma deseada. En el caso de los pernos, uno de los procesos es aquel por el cual se forma la rosca. Las piezas que se utilizan son tratadas superficialmente para darles mejores propiedades.

CONCLUSIÓN: Considerando los estudios de micrografía, valores de composición química y dureza obtenidos en estos elementos de fijación históricos y comparándolos con los valores para los elementos de fijación ferroviarios actuales, podemos decir que el material metálico histórico cumple con las especificaciones estandarizadas. Desde el punto de vista de la calidad del material, según lo evaluado a partir de los estudios macrográficos, se concluye que el material presenta buena calidad y ha sido conformado mediante un proceso de fabricación controlado.

Referencias

- ASM International. (1995). ASM Handbook (Volume 9: Metallography and Microstructures, 9th ed).
- IRAM-FA. (Junio 1984). Bulons for road (Standard L 70-06).
- Lindenvald N. (1980) La estructura de los metales (3ra Edición). Editorial Géminis S.R.L
- Scott D. (1991) Metallography and Microstructure of Ancient and Historical Metals. The Jean Paul Getty Trust.