

Title: Influencia de la anisotropía en la formabilidad de acero inoxidable 439

Author: SALGADO-L., Juan Manuel

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BCONIMI Control Number: 2019-011

BCONIMI Classification (2019): 050319-0011

Pages: 15

RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

143 – 50 Itzopan Street

La Florida, Ecatepec Municipality

Mexico State, 55120 Zipcode

Phone: +52 1 55 6159 2296

Skype: ecorfan-mexico.s.c.

E-mail: contacto@ecorfan.org

Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Mexico

Colombia

Guatemala

Bolivia

Cameroon

Democratic

Spain

El Salvador

Republic

Ecuador

Taiwan

of Congo

Peru

Paraguay

Nicaragua

Objetivo:

Mostrar la influencia de la anisotropía normal (valor “r”) en el proceso embutido de láminas de acero inoxidable ferrítico AISI 439.

Introducción.

El acero inoxidable ferrítico AISI 439 es utilizado en el proceso de embutido de piezas automotrices. No obstante, el acero inoxidable ferrítico normalmente se designa por la composición química y las propiedades mecánicas a la tensión, pero no se hace mención a la formabilidad y es aquí donde el conocimiento en ello es básico para buenos resultados después de embutido.



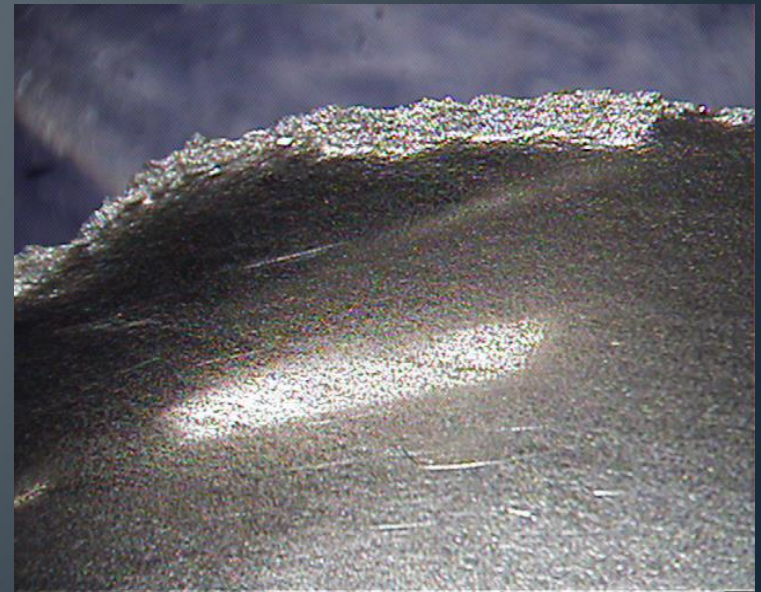
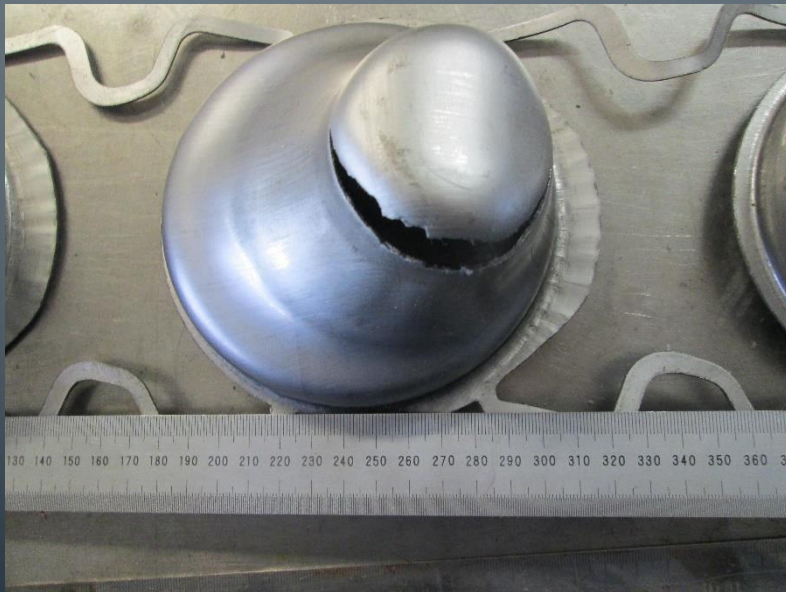
El comportamiento mecánico de un material durante el embutido profundo se deben considerar en cada lámina sometida a embutido valores tales como: el coeficiente de endurecimiento por deformación (valor “n”) y la anisotropía planar (valor “r”); pero en la practica diaria tales parámetros no son considerados.

$$r = \frac{\ln\left(\frac{w_o}{w}\right)}{\ln\left(\frac{h_o}{h}\right)}$$

$$\bar{r} = \frac{r_0 + 2r_{45} + r_{90}}{4}$$

Este valor puede ser definido como la resistencia al adelgazamiento localizado durante el embutido de un material. En otras palabras, este valor da una idea de la homogeneidad del espesor durante la deformación y este es fuertemente influenciado por la textura cristalográfica del material y a su vez la textura es influenciada por factores tales como: tipo de procesos de deformación plástica, ciclo de deformación, tratamiento térmico, embobinado, etc.

Cabe señalarse que la falta de conocimiento a cerca de la anisotropía planar de las láminas de acero inoxidable ferrítico lleva a problemas de producción tales como agrietamientos, ondulaciones, estriaciones, etc.



Metodología

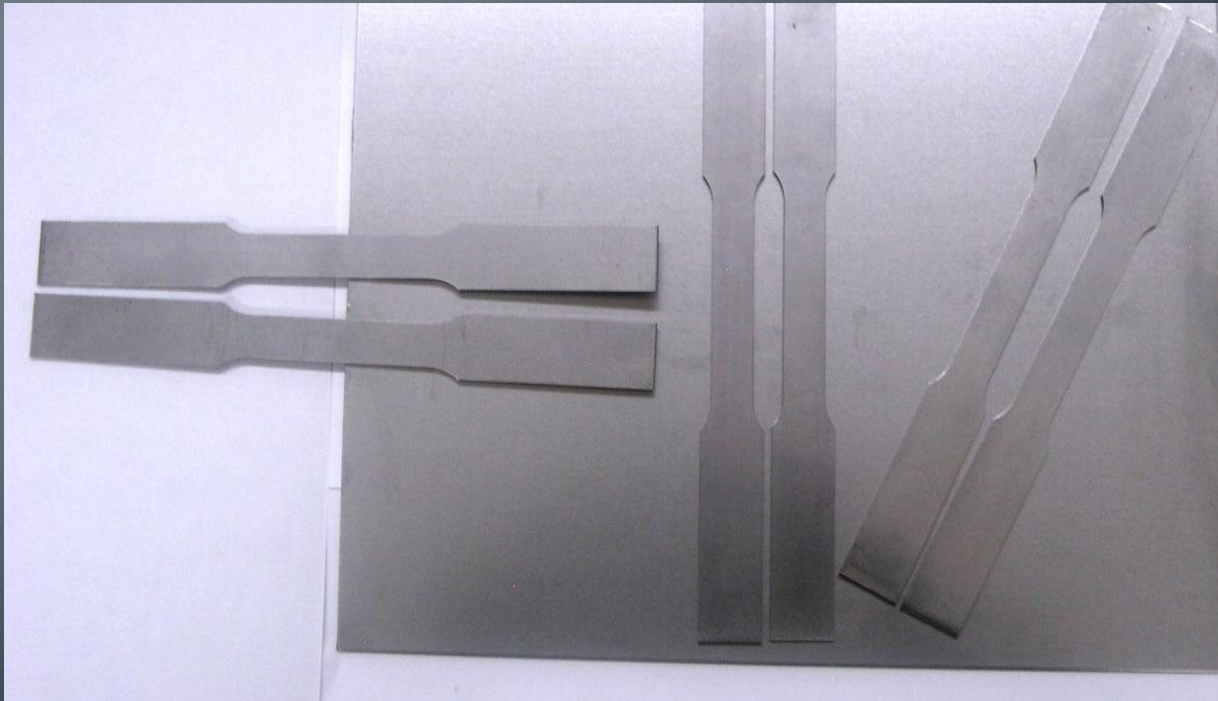
Dos láminas de acero inoxidable ferrítico AISI 439 (acero A y acero B), las cuales aparentemente no tenían diferencias entre ellas pero que llevaban a diferentes resultados después de embutido, fueron ensayadas por medio de diferentes técnicas. Aquí debe remarcarse que la lámina del acero que no producía agrietamiento después de embutido fue designada como acero A, mientras que la lámina de acero que producía agrietamiento durante el embutido fue designada como acero B.

La composición química de ambas láminas de acero inoxidable ferrítico fueron determinadas por medio de la técnica de espectrometría de emisión óptica utilizando un equipo Espectrolab Lav MB 18B, SPECTRA A220.

Para el análisis metalográfico de ambas laminas, se cortaron muestras de ambas láminas en el plano transversal al plano de laminación y fueron preparadas para observar la microestructura la norma ASTM-E03-11. Las microestructuras fueron reveladas por medio de ataque químico utilizando el reactivo Beraha's [11]. La observación de la microestructura fue realizada utilizando un microscopio óptico NIKON EIPHOT 200 con analizador de imagenes.

El ensayo mecánico a la tensión fue realizado siguiendo la norma ASTM-E08-16 [12]. Tres especímenes de ambas láminas fueron ensayadas utilizando una máquina de ensayos universal INSTRON modelo 4482. Debe mencionarse que los ejes longitudinales de las muestras cortadas eran paralelos al eje de laminado de la lámina y la elongación fue medida usando un extensómetro clase B.

En la misma máquina universal de tensión fueron medidos en ambas láminas (acero A y acero B) los valores “n” de acuerdo a la norma ASTM 646-16 standard. Este equipo fue utilizado también para determinar los valores “r” de acuerdo a ASTM 517-00.



Resultados y discusión

Análisis químico

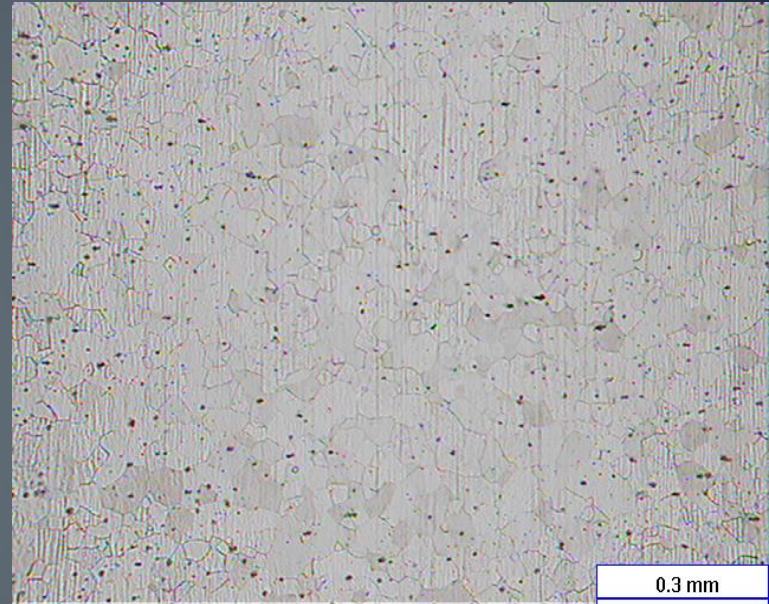
Elemento	Especificación	Resultado
Carbono	0.07% max.	0.02%
Silicio	1.0% max	0.38%
Fósforo	0.04% max	0.02%
Manganeso	1.0% max.	0.27%
Azufre	0.030% max.	0.003%
Niquel	0.50% max.	0.18%
Cromo	17.0 -19.0%	17.3%
Aluminio	0.15%	0.02%
Titanio	12xCmin -1.1%	0.34%

Elemento	Especificación	Resultado
Carbono	0.07% max.	0.02%
Silicio	1.0% max	0.33%
Fósforo	0.04% max	0.03%
Manganeso	1.0% max.	0.27%
Azufre	0.030% max.	0.003%
Niquel	0.50% max.	0.21%
Cromo	17.0 -19.0%	18.0%
Aluminio	0.15%	0.01%
Titanio	12xCmin -1.1%	0.20%

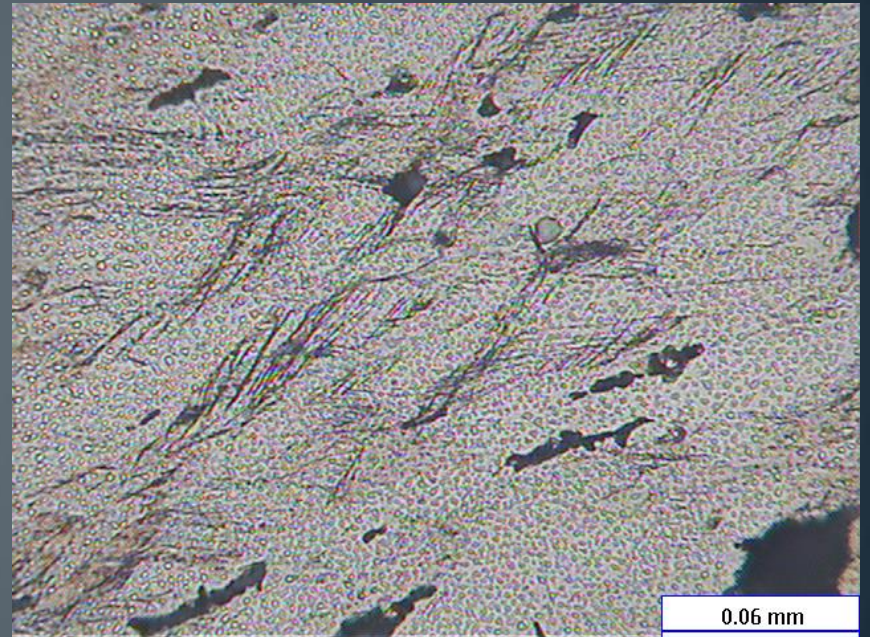
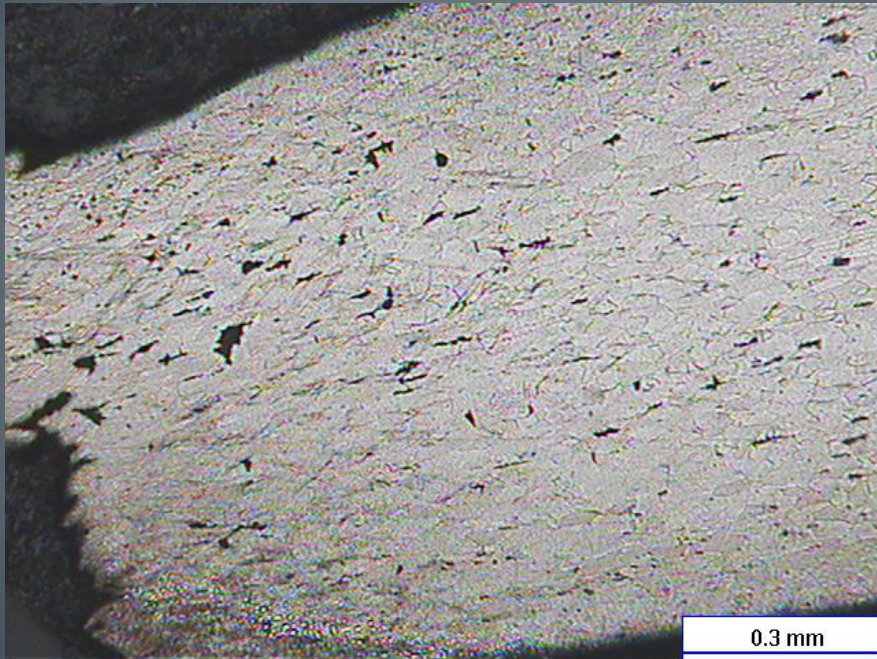
Análisis metalográfico



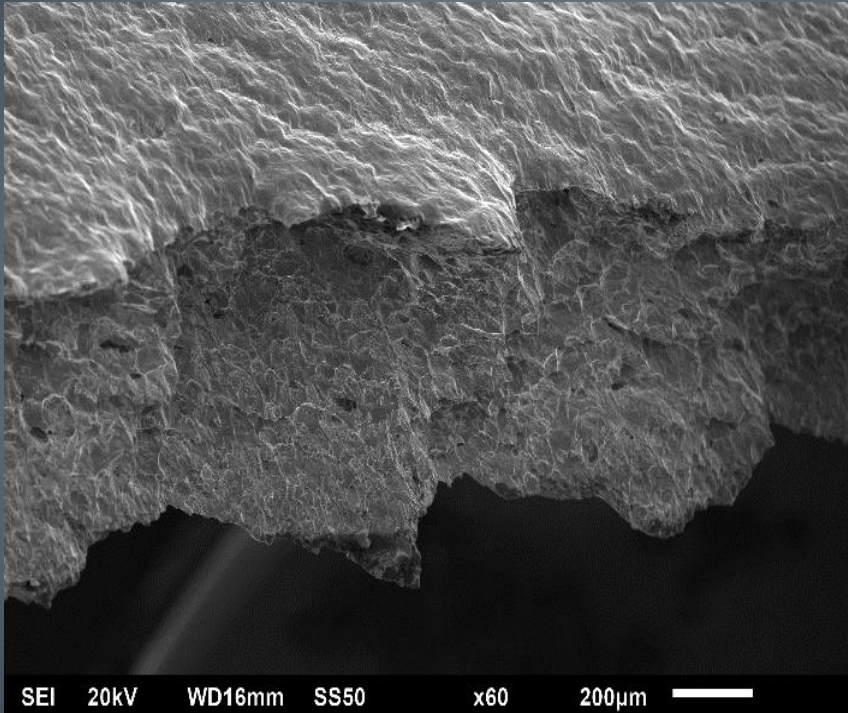
Microestructura a 100X del acero A.
Se observan granos recristalizados



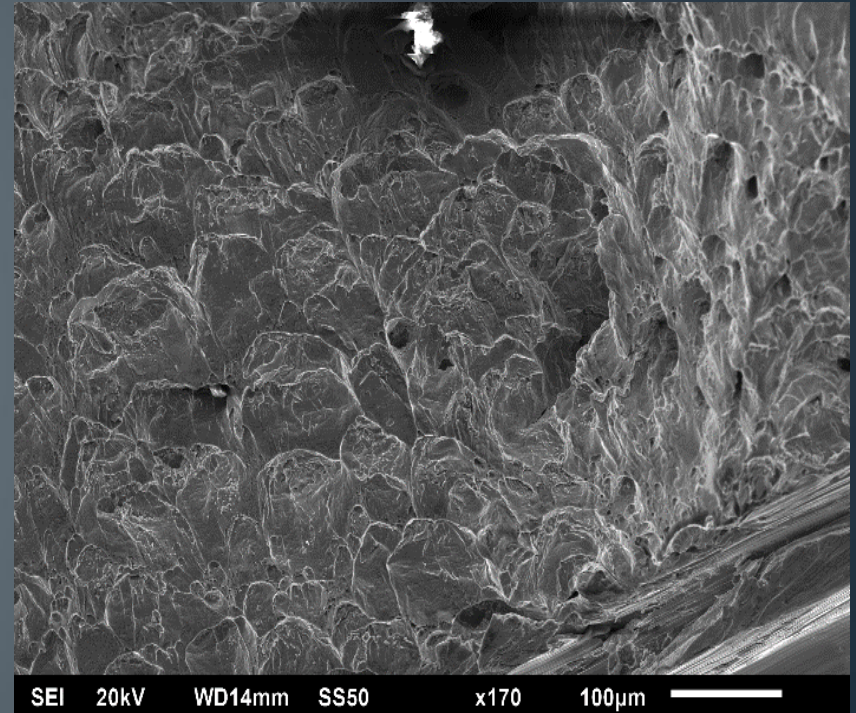
Microestructura a 100X del acero B.
Se puede observar granos recristalizados e inclusiones no metálicas.



Análisis fractográfico



Fractografía del espécimen agrietado



Patrón de fractura de la grieta mostrada en la figura anterior. Se observa hoyuelos por fractura

Ensayos mecánico a la tensión

Resultados acero A	MPa	kSI
UTS	464.81	674.14
Esfuerzo de cedencia	294.4	426.96
Elongación (%)	34.16	34.16

Resultados la medición de las propiedades mecánicas a la tensión del acero A.

Resultados de acero B	MPa	kSI
UTS	436.85	633.4
Esfuerzo de cedencia	279.52	405.4
Elongación (%)	35.12	35.12

Resultados de la medición de las propiedades mecánicas a la tensión del acero B

Anisotropía

Resultados	Acero A	Promedio
Valor "r" a 0°	1.494	1.565
Valor "r" a 45°	1.369	
Valor "r" a 90°	2.031	
Valor "n" 0°	0.230	0.223
Valor "n" a 45°	0.219	
Valor "n" a 90°	0.217	

Resultados de la medición de los valores "n" y "r" del acero A

Resultados	Acero B	Promedio
Valor "r" a 0°	0.90	1.03
Valor "r" a 45°	0.83	
Valor "r" a 90°	1.55	
Valor "n" a 0°	0.223	0.220
Valor "n" a 45°	0.226	
Valor "n" a 90°	0.223	

Resultados de la medición de los valores "n" y "r" del acero B



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCONIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)