

## ESTUDIO DE LA RESISTENCIA AL DESGASTE EROSIVO DE RECARGUES BASE HIERRO CON CARBUROS

J. Gramajo<sup>1</sup>, A. Gualco<sup>\*1,3</sup>, y H. Svoboda<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Secretaría de Investigación – Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Camino de Cintura y Juan XXIII, (1832) Lomas de Zamora, Argentina.

<sup>2</sup> Laboratorio de Materiales y Estructuras – INTECIN, Facultad de Ingeniería - Universidad de Buenos Aires. Av. Las Heras 2214 (1427), Ciudad de Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> CONICET, Av. Rivadavia 1813, C.A.B.A., Argentina.

[agustingualco@yahoo.com.ar](mailto:agustingualco@yahoo.com.ar)

### INTRODUCCION

En las industrias de minerales y arenas petrolíferas, los minerales gruesos son extraídos de la tierra y se tamizan utilizando un sistema de trituración y pantallas vibratorias; Las partículas tamizadas se combinan luego con un fluido para producir una suspensión o lodo. La transferencia de lodos por tuberías es ampliamente utilizada para el transporte desde las instalaciones mineras hasta el sitio de procesamiento. La presencia de partículas sólidas y el uso de soluciones corrosivas, exponen los materiales de los equipos de hidrot transporte a ambientes erosivos y corrosivos. Después de un tiempo de operación se identifican áreas críticas a lo largo de las tuberías, donde se observa daño por erosión-corrosión el cual se puede minimizar mediante la aplicación de capas protectoras. Para su correcta recuperación es crucial establecer los mecanismos de degradación y la influencia de los parámetros del proceso de soldadura en el mecanismo de erosión-corrosión [1-2].

Las aleaciones de hierro con alto contenido de carburos son adecuadas para resistir este tipo de condiciones de impacto de las partículas en suspensión. Sin embargo, los efectos de la adición de carburo de tungsteno (WC) o Titanio en la microestructura de las aleaciones base Fe, aún no han sido investigados a fondo [3]. En consecuencia, el objetivo de ese proyecto es evaluar la resistencia al desgaste erosivo de varias aleaciones base hierro de alto contenido de C, aleadas con W y Ti.

### MATERIALES AND MÉTODOS

Como material de aporte se utilizaron cuatro alambres tubulares para la obtención de recargues mediante el proceso FCAW, bajo atmosfera de Ar-CO<sub>2</sub>.

Se extrajeron muestras para análisis químico, caracterización microestructural, ensayos de dureza y de desgaste erosivo. En la figura 1 se muestra la máquina utilizada y un detalle del Venturi-difusor.

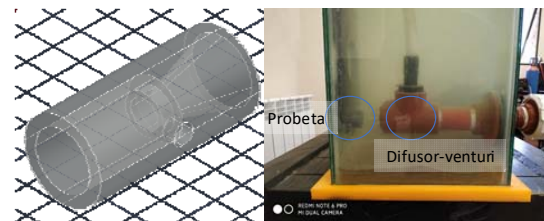
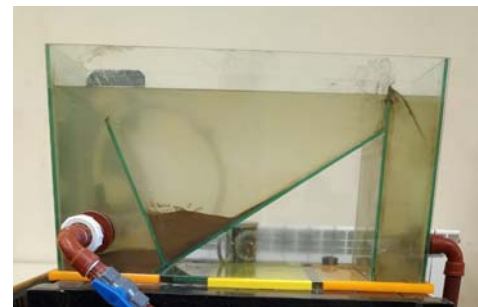


Fig. 1: Máquina de desgaste erosivo.

### RESULTADOS AND DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan las siguientes composiciones químicas en metal del aporte puro.

Tabla 1: Composición química de las probetas

	C	Mn	Si	Cr	Nb	B	W	V	Mo	Ti	Fe
<b>N1</b>	0,9	0,3	0,2	13,0	3	5		---	---	---	Bal.
<b>N2</b>	1,5	0,4	0,4	16,0	6	5	5	---	4,2	---	Bal.
<b>M3</b>	0,5	1,3	0,7	5,5	--	--	2	0,4	2,6	---	Bal.
<b>M4</b>	1,3	1,2	1,3	6,2	---	---	---	6,1	1,5	3,6	Bal.

Las microestructuras estuvieron formadas en N1 y N2 por una fase  $\alpha$ -Fe con precipitados de borocarburos, carburos y boruros complejos de Cr y

Nb. En N2 se adicionan carboboruros de tipo bloque de W y Mo. En M3 la microestructura está compuesta por martensita y austenita retenida, observándose un patrón de segregación dendrítico. Esto es consistente con lo reportado para este tipo de materiales [4]. Debido a que el depósito es en multipasadas, se produce un revenido de la martensita, dando lugar a la precipitación de carburos, que pueden ser del tipo  $M_7C_3$ ,  $M_2C$  y  $MC$  [5]. Por otra parte, dado el aumento en el contenido de aleación detectado en la zona interdendrítica [4], se tiene una disminución local de la temperatura de inicio de la transformación martensítica, por lo que se genera austenita retenida en dicha zona. Finalmente, en M4 la microestructura consistió principalmente de martensita y algo de austenita retenida con carburos de Cr y Ti, figura 2.

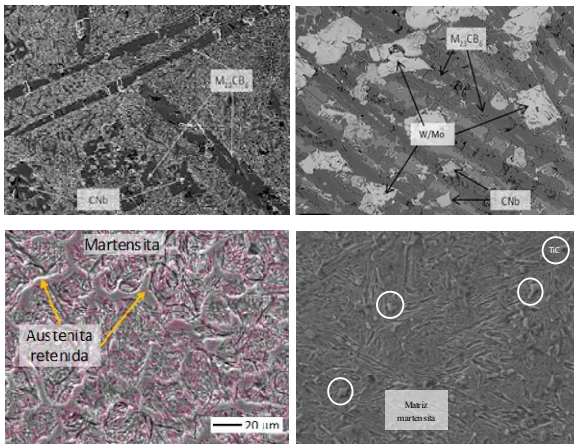


Fig.2: Microestructuras a) N1, b) N2, c) M3 y d) M4

Los valores de dureza fueron de N1-950HV, N2-1150HV, M3-660Hv y M4-620HV.

En la figura 3 se muestran los resultados de los ensayos de desgaste erosivo.

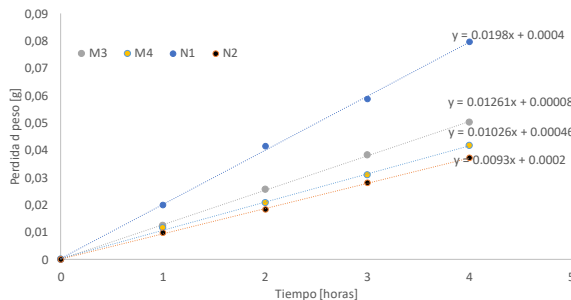


Fig. 3: Pérdida de peso en función del tiempo para todas las muestras.

Se obtuvo una buena correlación lineal para los valores de las muestras ensayadas. Además, la probeta con mayor porcentaje de elementos de

aleación y fases duras, N2, mostró la menor pérdida de peso, aproximadamente un 100% más resistente que N1 [3]. Esto estaría relacionado con la alta fracción de fases duras dentro una matriz tenaz nanoestructurada. En cambio, la muestra N1, presentó un gran porcentaje de fases eutécticas o bifásicas que no exhiben buena capacidad de resistencia al impacto [6]. Respecto de M1 y M2, tuvieron buena resistencia al desgaste erosivo. Esto estaría asociado a la presencia de una fase tenaz martensítica y carburos de Ti y Cr.

## CONCLUSIONES

-Se analizaron recargues a partir de cuatro aleaciones cuyas microestructuras estuvieron formadas, en dos casos, por fases ultraduras en una matriz  $\alpha$ -Fe y para las otras dos, en martensita con carburos complejos.

-La resistencia al desgaste fue óptima para la probeta con mayor cantidad de fases duras en una matriz tenaz.

## REFERENCES

- 1.- M. Raffi, T.-F.Y. Turian, Flow of slurries in pipelines, *AIChE Journal* 23 (3) 1977, 232-243.
- 2.- J.F. Flores, A. Neville, N. Kapur, A. Gnanavelu, Erosion-corrosion degradation mechanisms of Fe-Cr-C and WC-Fe-Cr-C PTA overlays in concentrated slurries, *Wear* 267 2009, 1811-1820.
- 3.- S.G. Sapate, A.V. Rama Rao, Effect of carbide volume fraction on erosive wear behaviour of hardfacing cast irons, *Wear* 256 (7-8) 2004, 774-786.
- 4- Wu W., et al. "The relationship between alloying elements and retained austenite in martensitic stainless steel welds", *Scripta Materialia*, 42, pp 1071-1076, 2000.
- 5.- Leshchinskiy L. K. and Samotugin S. S. "Mechanical properties of plasma-hardened 5% chromium tool steel deposited by arc welding", *Welding Research*, 80, pp 25-30, 2001.
- 6.- Yamamoto M., "Development of wear-resistant materials for blast furnace. *Nippon Steel Tech. Rep.*, No 15, Junio 1980, pp. 62-76.

Los autores agradecen a EUTECTIC-CONARCO Argentina, a AIR LIQUIDE Argentina, a EUTECTIC-USA y a MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE INTI - MECÁNICA.