

INFLUENCIA DEL ACABADO SUPERFICIAL TRAS UN PROCESO DE TORNEADO EN LA RESISTENCIA A LA CORROSIÓN POR PICADURAS DE ACEROS INOXIDABLES DÚPLEX

E.Silveira¹, M.Juan¹, M.Insausti¹, I. Aldabaldetrekua²

¹TECNALIA, Basque Research and Technology Alliance (BRTA), Mikeletegi, Pasealekua, 2 20009, Donostia-San Sebastián, Spain. elena.silveira@tecnalia.com

²HADIMEK, Polígono Industrial Itziar, Parcela 4 (F) - Pab. 1, 20829, Itziar, Spain

Resumen: La resistencia a la corrosión por picaduras de dos aceros tipo dúplex, con dos acabados superficiales diferentes, se ha evaluado mediante la norma ASTM G150, determinando la temperatura crítica de picadura (critical pitting temperatura-CPT). Se ha comparado el acabado superficial generado tras un proceso de “torneado” con un acabado “pulido” ANSI600 grit con el objetivo de determinar si el acabado “torneado” tiene influencia en la resistencia a la corrosión por picaduras de aceros tipo dúplex. A pesar de que el acabado “torneado” presenta una mayor rugosidad que el acabado “pulido” no se aprecian diferencias significativas en los valores medios de CPT entre ambos si bien si se ha observado una mayor dispersión en los valores en el caso del acabado “torneado”.

Palabras clave: Dúplex, superdúplex, acabado superficial, torneado, temperatura critica de picadura, CPT, ASTM G150.

1. INTRODUCCIÓN

Los aceros inoxidable dúplex y superdúplex presentan una excelente combinación de resistencia mecánica y resistencia a la corrosión en diversos entornos agresivos, por lo que se emplean en numerosas aplicaciones industriales. Sin embargo, estos aceros son susceptibles de sufrir corrosión por picadura al producirse la rotura de su capa pasiva. Por este motivo conocer la resistencia a la corrosión localizada se considera de gran importancia en las aplicaciones de los aceros dúplex y superdúplex [1].

Entre los factores que afectan la resistencia a la corrosión por picadura de los aceros inoxidables, se considera que la rugosidad superficial es un parámetro crítico. Existen diversas investigaciones en las que se ha estudiado la relación entre la rugosidad y la corrosión por picaduras evaluándose parámetros como el potencial de picadura y la temperatura crítica de picadura. [2][3][4]. Sin embargo, se requieren nuevos estudios adicionales que permitan conocer mejor esta relación.

El objetivo principal del presente trabajo es evaluar la influencia del acabado superficial que genera un proceso de mecanizado de torneado sobre la resistencia a la corrosión por picaduras y su comparación con un acabado pulido.

Para ello se determinará la temperatura crítica de picadura (CPT) de acuerdo con la norma ASTM G150 de probetas torneadas y se compararán los resultados con probetas con acabado superficial de pulido.

El torneado se aplica en diversos componentes ingenieriles, como las bridas de unión de tubería para entornos *subsea*.

2. MATERIALES Y PROBETAS

Las aleaciones estudiadas han sido el acero inoxidable dúplex F51 (UNS S31803) y el acero inoxidable superdúplex F55 (UNS S32760).

En la Tabla 1 se muestra la composición química de cada una de las aleaciones.

Tabla 1: Composición química aleaciones

	Referencia	
Wt%	F51	F55
C	0,019	0,021
Si	0,5	0,27
Mn	0,71	0,55
P	0,027	0,025
S	0,001	0,0005
Cr	22,79	25,65
Mo	3,3	3,47
Ni	5,18	7,41
Cu	-	0,56
N	0,161	0,255
W	-	0,53

De cada una de las aleaciones se ha estudiado dos acabados superficiales diferentes: el acabado tras un proceso de mecanizado (torneado), que representa un componente real (brida para entorno *subsea*) y el acabado ANSI600 grit (pulido) como acabado de referencia [5]. Para el estudio se prepararon probetas de dimensiones 30x30x5 mm de cada uno de los materiales. Una vez cortadas las probetas se mecanizó una de las caras mediante torneado para reproducir el acabado superficial que presentaría un componente real (referencia torneado). Las probetas con acabado de pulido (referencia pulido) fueron sometidas a una secuencia de

lijado y pulido con diferentes papeles abrasivos finalizando el proceso de preparación en un papel de carburo de silicio grit P1200. (ANSI 600). Finalmente, todas las probetas fueron desengrasadas y limpiadas con etanol y agua destilada. La figura 1 muestra el aspecto de ambos tipos de probetas.

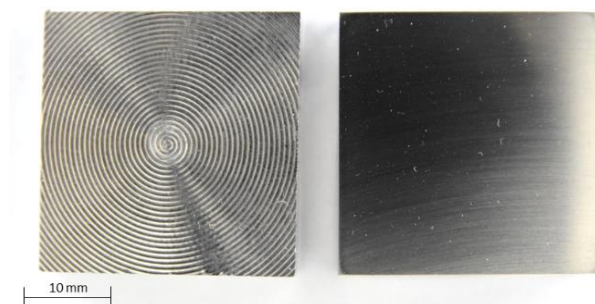


Figura 1. Aspecto probeta con acabado torneado y pulido.

3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.1. Medida de la rugosidad superficial

Se ha evaluado la rugosidad de cada referencia mediante perfilometría de contacto (Dektak 150). Las medidas de los perfiles se han realizado bajo las siguientes condiciones:

- Rango: 524 μm
- N° de perfiles 3
- Longitud huella: 4000 μm (referencia pulido) / 12500 μm (referencia torneado)
- Filtro Cutoff: 800 μm (referencia pulido) / 2500* μm (referencia torneado).
- Fuerza punta: 3,00 mg

3.2. Morfología de la superficie

La morfología de la superficie se observó y analizó previamente al ensayo mediante microscopía electrónica de barrido (MEB, JEOL JSM-5910LV).

3.3. Temperatura crítica de picadura.

La temperatura crítica de picadura se determinó aplicando el método descrito en la norma ASTM G150. Las probetas fueron expuestas a una solución de 1M NaCl. La temperatura de la solución se incrementó a una velocidad de 1 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$. Antes de comenzar el barrido de temperaturas, la muestra se polarizó a 700 mV respecto al electrodo de referencia de calomelanos (25 $^{\circ}\text{C}$). La CPT se define como la temperatura a la cual la densidad de corriente excede 100 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ durante más de 60 segundos. Los ensayos se hicieron por triplicado.

4.- RESULTADOS

4.1. Rugosidad y morfología de las superficies.

Las tablas 2 y 3 muestran los parámetros R_a y R_z de las medidas realizadas.

Las micrografías obtenidas mediante microscopía electrónica de barrido muestran el aspecto de cada una de las superficies estudiadas (Figuras 2-9).

Tabla 2. Valores medios obtenidos del parámetro R_a

R_a	Referencia	Media	Desv.Std
		(nm)	(nm)
	F51_Torneado	8.923	41
	F51_Pulido	52	5
	F55_Torneado	9.387	217
	F55_Pulido	42	4

Tabla 3. Valores medios obtenidos del parámetro R_z

R_z	Referencia	Media	Desv.Std
		(nm)	(nm)
	F51_Torneado	40.940	2.295
	F51_Pulido	619	114
	F55_Torneado	42.388	1.985
	F55_Pulido	555	90



Figura 2. Referencia F51 Torneado x50.

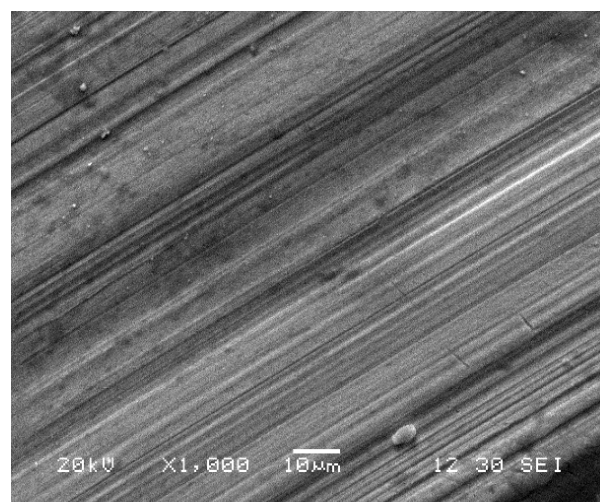


Figura 3. Referencia F51 Torneado x1000

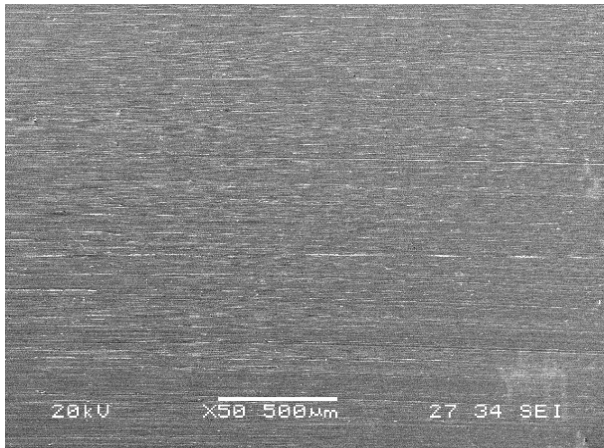


Figura 4. Referencia F51 Pulido x50.

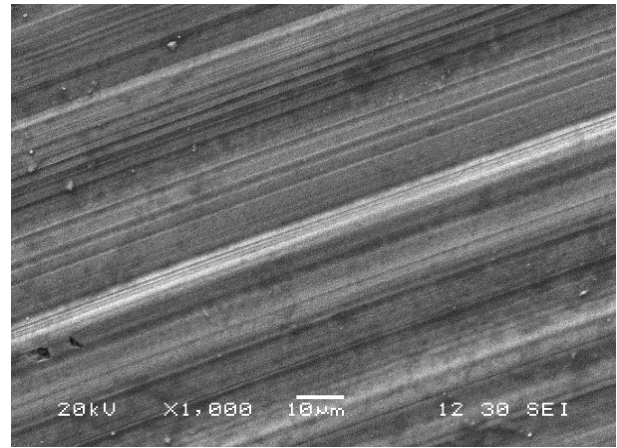


Figura 7. Referencia F55 Torneado x1000

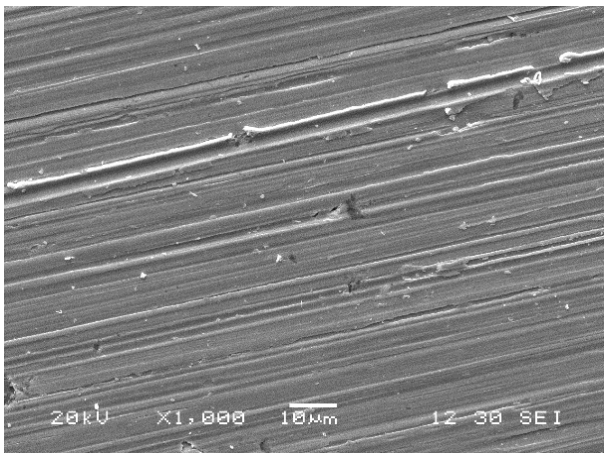


Figura 5. Referencia F51 Pulido x1000.

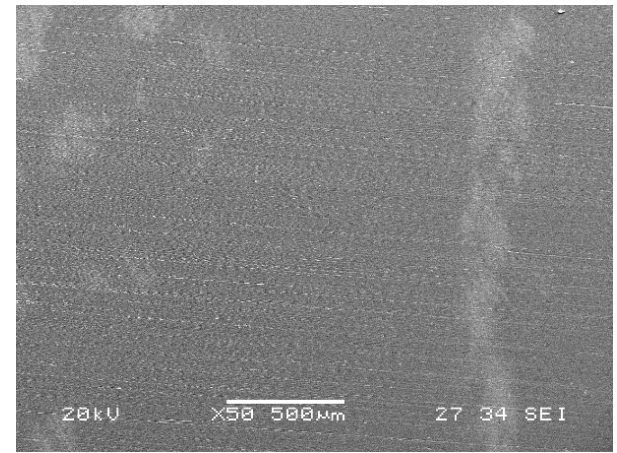


Figura 8. Referencia F55 Pulido x50.

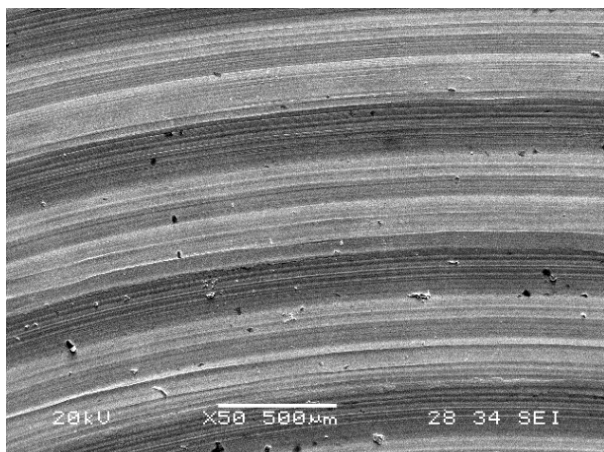


Figura 6. Referencia F55 Torneado x50.

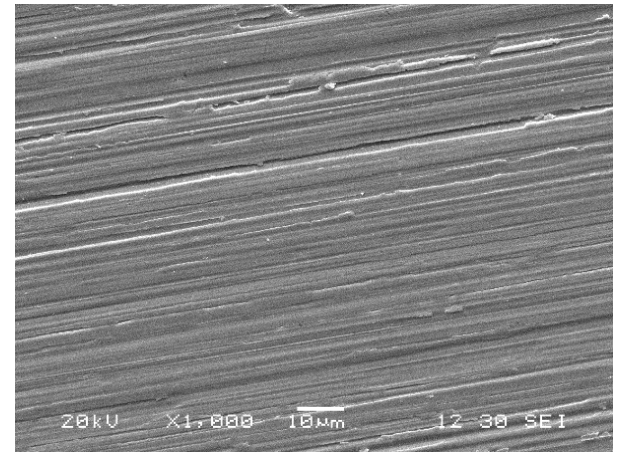


Figura 9. Referencia F55 Pulido x1000.

4.2. Temperatura crítica de picadura.

La tabla 4 muestra los resultados obtenidos en el valor de CPT de cada uno de los ensayos, así como el valor de la media y la desviación estándar de las tres medidas realizadas.

Tabla 4. Valores CPT obtenidos.

Referencia	F51 pulido	F51 torneado	F55 pulido	F55 torneado
CPT (°C)	59	57	87	78
	58	69	90	88
	60	58	93	89
Media	59	61	90	85
DesvStand	1	7	3	6

5.- DISCUSIÓN

El acabado superficial tras un torneado presenta una morfología en la que se aprecian marcas en forma de surcos y una rugosidad media R_a de 8.923 ± 4 y 9.387 ± 217 nm en las aleaciones F51 y F55 respectivamente. Por otro lado, el acabado pulido presenta una morfología sin relieves a la magnificación analizada de 50 aumentos, con unas rugosidades medias de R_a de 52 ± 5 y 42 ± 4 nm en las aleaciones F51 y F55 respectivamente.

La morfología de las superficies analizadas a mayores aumentos ($\times 1000$) de ambos acabados (torneado y pulido) es similar, pudiéndose observar surcos relativamente finos con zonas en las que se aprecia deformación plástica y arranque de material.

Los valores de CPT obtenidos para cada una de las aleaciones estudiadas mediante el método ASTM G150 han sido de $59 \pm 1^\circ\text{C}$ y $61 \pm 7^\circ\text{C}$ para las referencias pulido y torneado respectivamente en la aleación F51 y de $90 \pm 3^\circ\text{C}$ y $85 \pm 6^\circ\text{C}$ para la aleación F55.

A pesar de la diferencia en la morfología de los dos acabados observada a simple vista y a pocos aumentos, así como los valores de rugosidad de ambos acabados, no se han observado diferencias significativas en los valores obtenidos de temperatura crítica de picadura para ambos acabados.

La principal diferencia, además del distinto comportamiento de ambas aleaciones, se encuentra en la dispersión de los valores obtenidos. En ambos materiales se han obtenido en los valores con referencia pulido valores de CPT relativamente homogéneos mientras que los valores obtenidos en la referencia torneado de ambas aleaciones han presentado una mayor dispersión.

6.- CONCLUSIONES

Se ha utilizado la técnica ASTM G150 para determinar la resistencia a la corrosión por picaduras de dos aceros inoxidable tipo dúplex con diferentes acabados superficiales.

El acabado superficial “torneado” en ambas aleaciones estudiadas presenta una rugosidad dos órdenes de magnitud mayor que el acabado “pulido”.

No obstante, los valores de CPT obtenidos en cada aleación han sido similares para ambos acabados, aunque se ha observado una mayor dispersión en los valores obtenidos en el acabado “torneado”.

Puede concluirse por tanto que, no se ha encontrado que el acabado superficial torneado analizado influya de manera significativa en la temperatura crítica de picadura de los materiales estudiados, determinada mediante el método ASTM G150.

7.- REFERENCIAS

- [1] Kamdar, M. H., “Embrittlement by Liquid and Solid Metals”, Ed. The Metallurgical Society, 1984.
- [2] Troels Mathiesen, et al. Influence of various surface conditions on pitting corrosion resistance of stainless

steel tubes type EN1.4404. NACE Corrosion 2006, paper 06095.

- [3] Torben S. Nielsen, Troels Mathiesen, Jan Elkjaer Franstsen. Pitting corrosion resistance of electropolished seamless stainless steel tubes type EN 1.4404. NACE Corrosion 2007, paper 07194.
- [4] Alisina Toloei, Vesselin Stoilov, Derec Northwood. The Relationship Between Surface Roughness and Corrosion. Conference Paper · November 2013 DOI: 10.1115/IMECE2013-65498
- [5] ASTM G5: Standard reference test method for making potentiostatic and potentiodynamic anodic polarization measurements.