

CARACTERIZACIÓN DE ACERO MARAGING C300 OBTENIDO MEDIANTE MANUFACTURA ADITIVA

L.N. Tufaro⁽¹⁾, A. Dunky⁽²⁾, G. Rubino⁽²⁾, A. Miranda⁽³⁾, H. Svoboda⁽³⁾

ltufaro@inti.gov.ar

⁽¹⁾Dto. Soldadura-DT Procesos Industriales-SOMyL-GOSI-INTI,

⁽²⁾Dto. de Validación de Equipos y Componentes-DT Centro Litoral-SORCentro-GOAR - INTI,

⁽³⁾GTSyCM3-INTECIN-Facultad de Ingeniería - UBA

Palabras Clave: Manufactura Aditiva; Acero Maraging; Propiedades Mecánicas;

INTRODUCCIÓN

La manufactura aditiva (AM) es una tecnología que ha revolucionado los procesos de fabricación en los últimos 20 años. Para el caso de materiales poliméricos ya es una tecnología madura, mientras que en el caso de su aplicación a materiales metálicos es aún un área de fuerte desarrollo. En este sentido, técnicas como Selective Laser Melting (SLM) o Electron Beam Melting (EBM) han sido las más estudiadas. Métodos de Deposición por Energía Directa (DED), entre los que se emplean fuentes de calor como el Láser o arco eléctrico para la fusión de polvos o alambres, son de más reciente desarrollo, apuntando a componentes de mayor tamaño [1].

Los aceros Maraging (MA) son conocidos por su excelente combinación de resistencia, tenacidad, soldabilidad y estabilidad dimensional durante los tratamientos térmicos, lo que los convierte en una alternativa efectiva para aplicación de ultra-alta resistencia mecánica, siendo ampliamente utilizados en industrias como aeronáutica y aeroespacial, entre otras [2].

La tecnología SLM se basa en la aplicación de un láser para la fusión de una capa de polvo pre-localizada, de forma generar capas de bajo espesor (15-50 micrones) que van conformando el componente a fabricar, permitiendo obtener geometrías complejas y minimizando el peso, el uso de materiales y energía. Esta tecnología es ampliamente empleada en la fabricación de componentes de aceros MA. Sin embargo, esta tecnología presenta un gran número de parámetros a ajustar, así como diferentes tratamientos térmicos post-impresión para este material en particular. Los parámetros de proceso presentan un fuerte efecto en la calidad del producto obtenido. Las distorsiones dimensionales, se encuentran asociadas a la existencia de tensiones residuales, siendo un

aspecto relevante en cuanto la calidad de los componentes impresos. Los tratamientos térmicos aplicados a piezas impresas en aceros MA se asocian en general al endurecimiento del material y al distensionado del componente.

Considerando este marco y la capacidad del CenTec Rafaela para la fabricación aditiva de piezas metálicas, surge la posibilidad de articulación entre distintas áreas/instituciones para caracterizar estas piezas. Los primeros resultados obtenidos que se muestran en este artículo se presentaron en el congreso SAM-CONAMET 2022 [3].

OBJETIVOS

Caracterizar microestructural y mecánicamente piezas obtenidas mediante SLM de acero MA C300, bajo distintos tratamientos térmicos post-impresión.

DESARROLLO

Se imprimieron tres probetas de 80x60x5 mm empleando un equipo EOS M290 400W y un polvo EOS MaragingSteel MS1 en atmósfera de Nitrógeno, en el CenTec Rafaela. Luego se aplicaron distintos tratamientos térmicos, obteniendo tres condiciones: "como impresa" AP, envejecida A (490°C / 6h) y distensionada y envejecida SR+A (980°C / 2h + 490°C / 6h). Sobre cada una de las muestras impresas se realizaron cortes transversales, que se prepararon para observación metalográfica y posteriormente se analizó la presencia de defectos, la macro y microestructura y se determinaron perfiles de microdureza Vickers. Asimismo, se extrajeron probetas de tracción en la dirección de impresión (horizontal) y en la dirección de construcción (vertical), para obtener las propiedades mecánicas analizando el efecto de la orientación.

RESULTADOS

Durante el corte de las muestras se observó que la AP presentó una mayor distorsión en comparación a las condiciones tratadas térmicamente, lo cual se asocia a las tensiones residuales resultantes de la impresión 3D y al efecto de los tratamientos térmicos aplicados. El tratamiento de envejecimiento generaría un distensionado significativo, sin observarse diferencias relevantes entre las condiciones A y SR+A.

Sobre los cortes transversales pudo observarse la macroestructura de los cordones generados durante la impresión, sin detectarse defectos macroscópicos (Figura 1.a). Asimismo, mediante observación microscópica pudo detectarse algún nivel de microporosidad en las muestras.

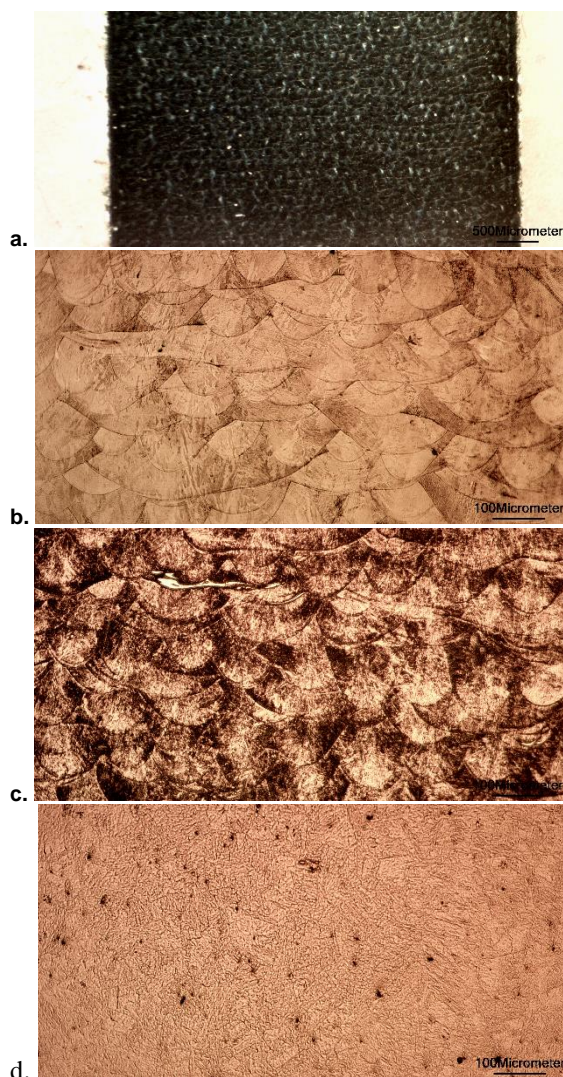


Figura 1: a. Macrografía sobre corte transversal de la muestra AP, b. Microestructura de la muestra AP, c. Microestructura de la muestra A. d. Microestructura de la muestra SR+A [3]

En la Figura 1 puede verse la microestructura obtenida para las tres condiciones. En la

muestra AP (Figura 1.b) puede verse la morfología de los cordones, así como la microestructura de martensita. En la muestra A (Figura 1.c) se observó el oscurecimiento de la microestructura asociado a la precipitación de fases endurecedoras durante el tratamiento térmico de envejecido, así como la formación de austenita revertida (fase blanca). La condición SR+A (Figura 1.d) presentó una estructura más homogénea al eliminarse la morfología de la zona fundida de cada pasada.

En relación a las propiedades mecánicas, en todos los casos los perfiles de microdureza fueron uniformes en toda la altura de la muestra y en los ensayos de tracción no se observaron efectos significativos de la orientación. En la Tabla 1 se muestran los valores promedio de microdureza (MHV), la resistencia a la tracción (σ_{UTS}) y la reducción de área a fractura (q_f).

Tabla 1: Propiedades Mecánicas.

	MHV (HV0,5)	σ_{UTS} (MPa)	q_f (%)
AP	390 ± 10	1180 ± 20	56 ± 3
A	600 ± 10	1960 ± 20	11 ± 8
SR+A	600 ± 10	1920 ± 30	8 ± 3

La condición AP presentó una σ_{UTS} que se corresponde con la especificada por el fabricante. Como consecuencia del tratamiento térmico de envejecimiento, se puede obtuvo un importante aumento de la MHV y la σ_{UTS} , acompañada de una fuerte reducción de la ductilidad q_f , sin observarse diferencias significativas entre la condición A y SR+A.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos aportan información sobre la microestructura resultante y las propiedades mecánicas de las piezas obtenidas mediante SLM de acero MA C300 para distintas condiciones post impresión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Wu, B., et al. "A review of the wire arc additive manufacturing of metals: properties, defects and quality improvement". Journal of manufacturing processes, 35, 2018, 127-139.

[2] Yao, Y., et al. "Influence of processing parameters and heat treatment on the mechanical properties of 18Ni300 manufactured by laser based directed energy deposition". Optics and Laser Technology, 105, 2018, 171-179.

[3] Miranda, A., et al. "Caracterización microestructural de acero maraging C300 obtenido mediante manufactura aditiva". SAM-CONAMET 2022 - 20° Congreso Internacional de Materiales. Mar del Plata, 2022.