

Uso de pruebas no destructivas para el análisis microestructural en calderas

Alondra Carrasco Hernández¹, Jair Marcelo Lugo Cuevas²

¹Instituto Tecnológico de Chihuahua, Av. Tecnológico 2909, Chihuahua, Chih., C.P. 31200, México

²Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C., Miguel de Cervantes 120, Chihuahua, Chih., C.P. 31136, México

RESUMEN

Se realizó la evaluación en tubos de una caldera actuatubular por medio de pruebas no destructivas con la finalidad de obtener la razón de su falla. Los resultados obtenidos de pruebas a través de ultrasonido mostraron que la falla de los tubos se debió al fenómeno de termofluencia.

INTRODUCCIÓN

Una definición general de pruebas no destructivas (PND) es una examinación o evaluación realizada en algún objeto de prueba sin cambiarlo o alterarlo de ninguna manera, con el objetivo de determinar la ausencia o presencia de condiciones o discontinuidades que tienen algún efecto en la utilidad de ese objeto. Las pruebas no destructivas pueden ser conducidas para medir características, como el tamaño; dimensiones; configuración; o estructura, incluyendo contenido de aleación, dureza, tamaño de grano, etc. [1]



Figura 1. Uso de ultrasonido como PND

DESARROLLO EXPERIMENTAL

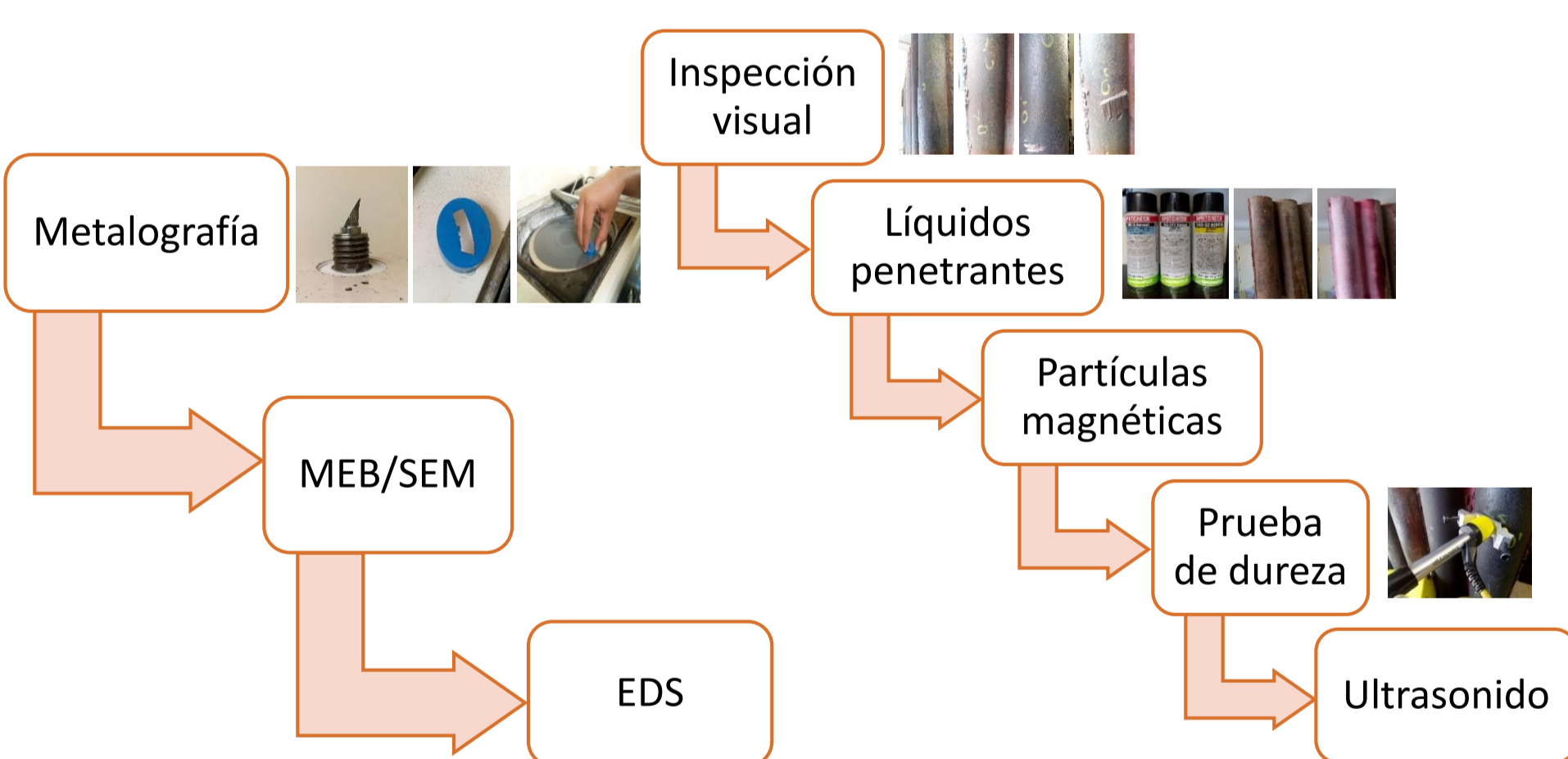


Figura 2. Proceso de caracterización y pruebas no destructivas

CONCLUSIONES

El análisis microestructural por ultrasonido industrial mostró una reducción de espesor en las zonas hinchamiento de los tubos de la caldera debido a las elevadas temperaturas y esfuerzos a las que eran sometidos. De la misma manera, la dureza no presentó homogeneidad a lo largo de los tubos. La termofluencia (creep) es la deformación a causa de temperaturas altas con esfuerzos constantes, este mecanismo de falla se presentó en los tubos inspeccionados.

AGRADECIMIENTOS

Al CIMAV por permitirme participar en el XV Verano de investigación científica, al Ing. Jair M. Lugo Cuevas por ser la guía para realizar este proyecto y a los Ing. Gregorio Vázquez Olvera e Ing. Roal Torres Sánchez por la accesibilidad y el apoyo que me brindaron para realizar los diferentes análisis.

RESULTADOS

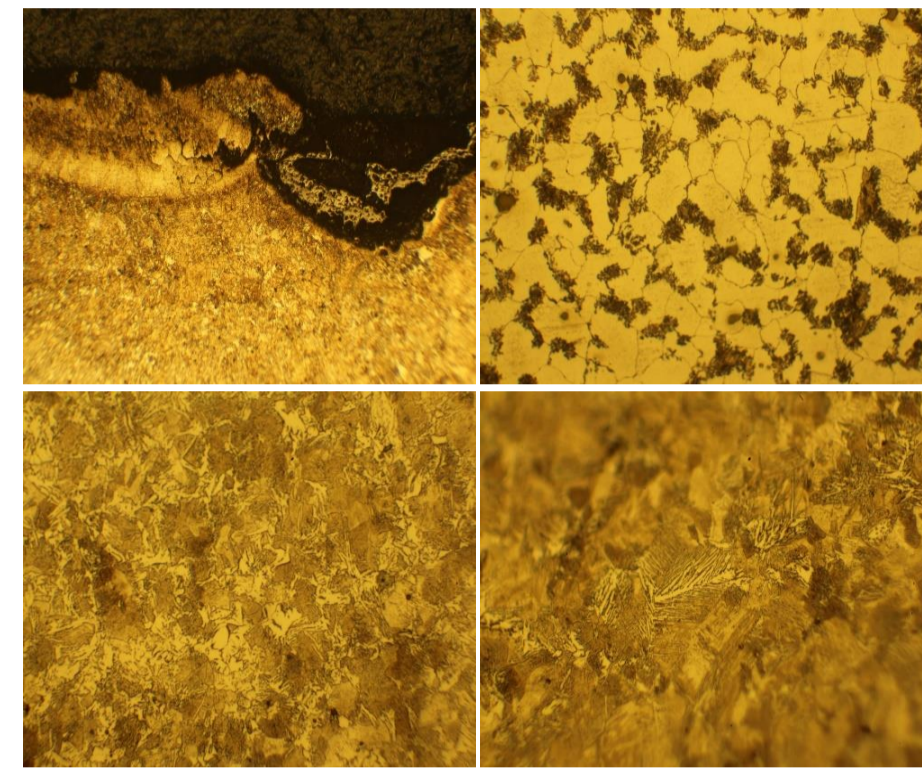


Figura 3. Imagen por microscopía óptica.

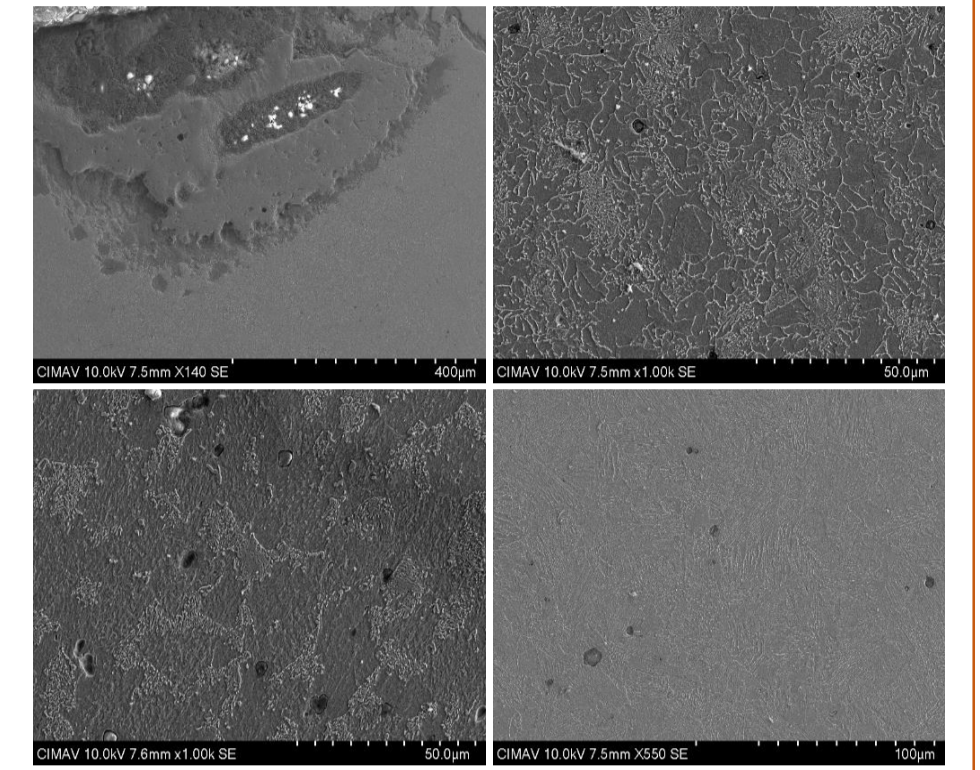


Figura 4. Imagen MEB de la morfología de superficie de la muestra.

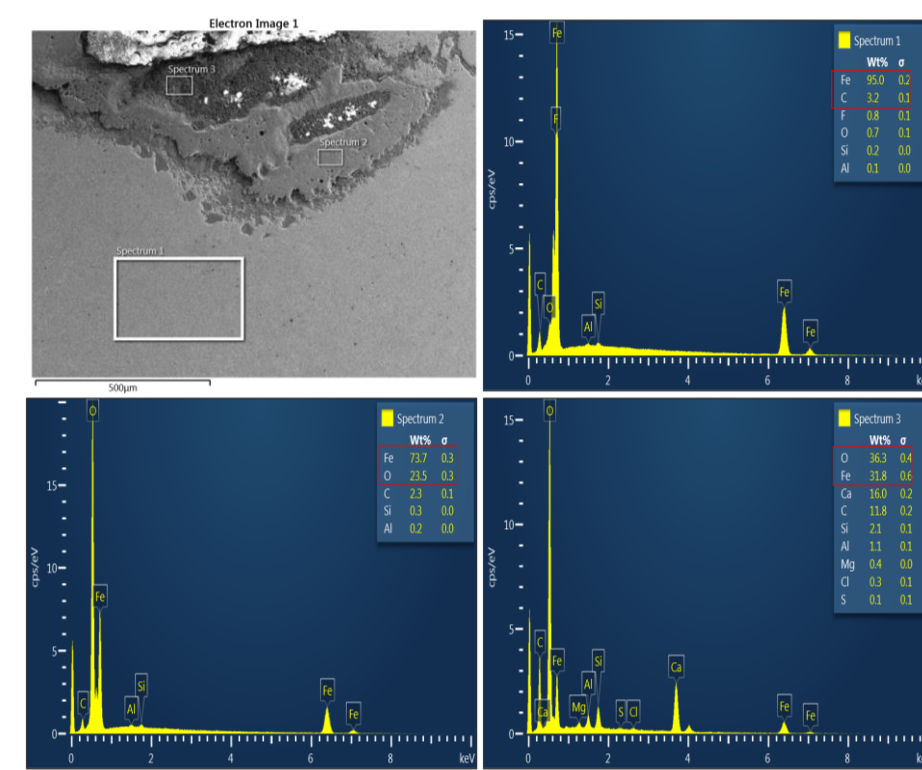


Figura 5. Espectro de composición por EDS de una muestra del tubo actuatubular en dos zonas, con diferentes fases.

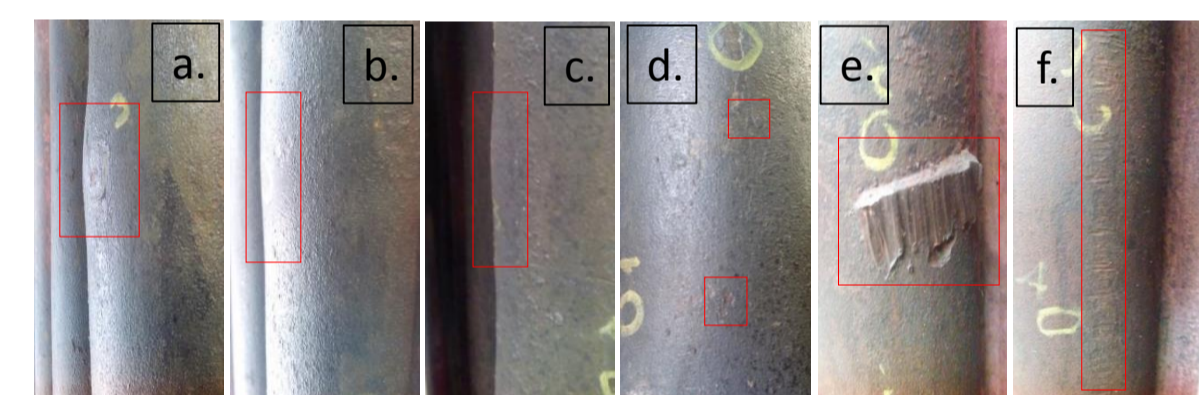
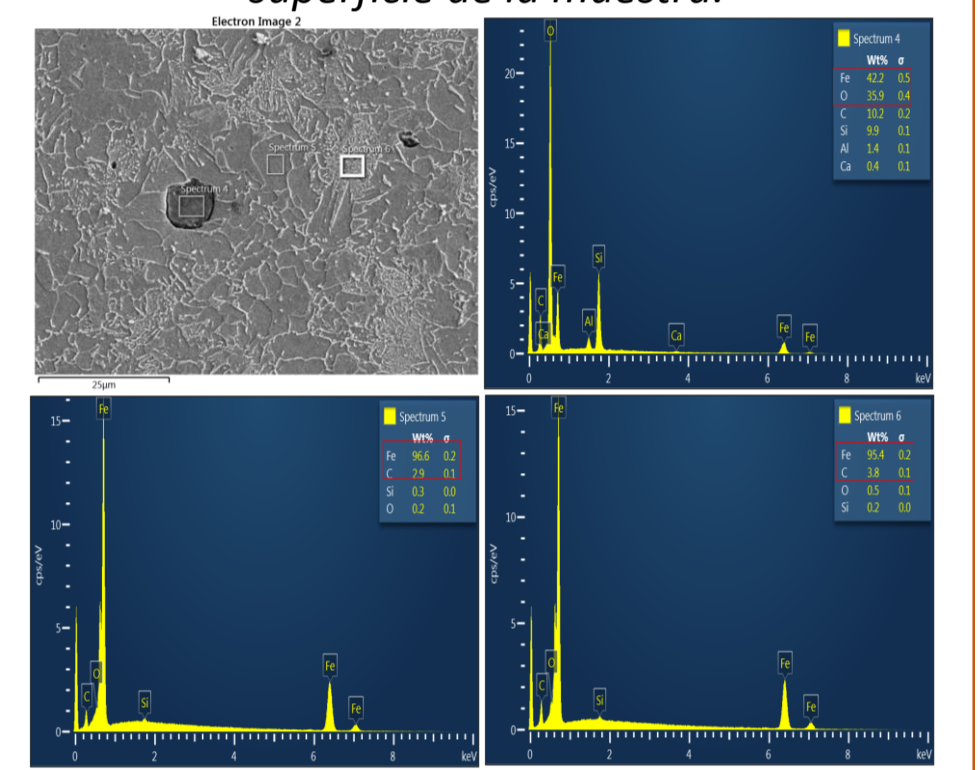


Figura 6. Inspección visual en el tubo 1; las figuras a, b y c muestran la cara norte del tubo, mientras que las d, e y f son de la cara sur.

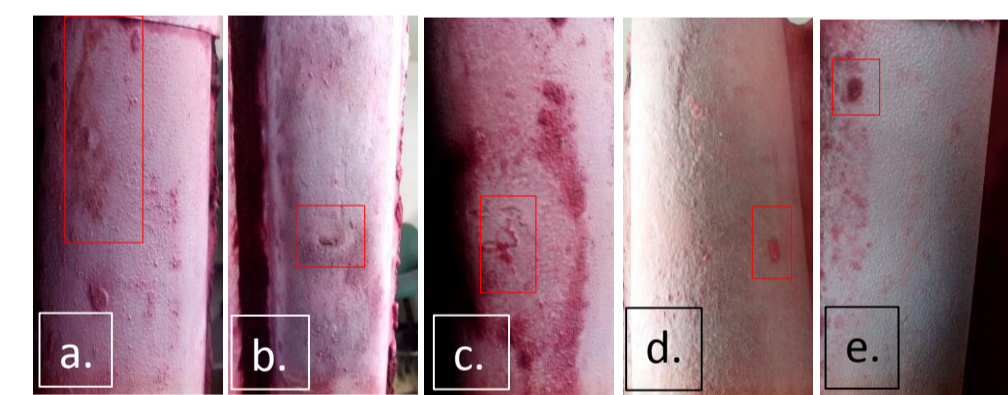


Figura 7. Análisis por líquidos penetrantes; a, b y c corresponden a la cara norte, d y e corresponden al lado sur.

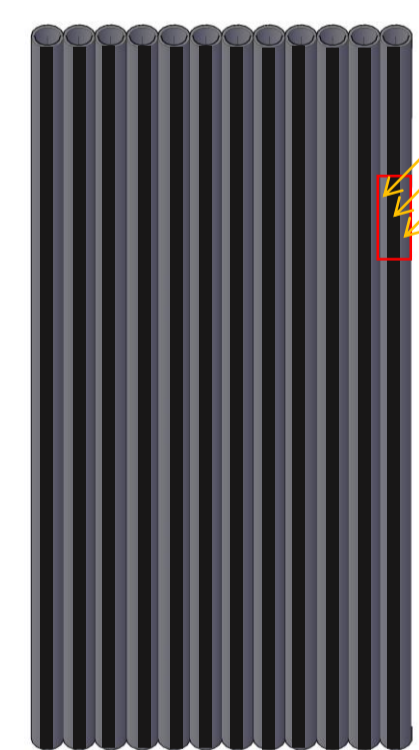


Figura 8. Simulación de los tubos de la caldera, cara norte, donde el color negro representa la zona con espesores más pequeños

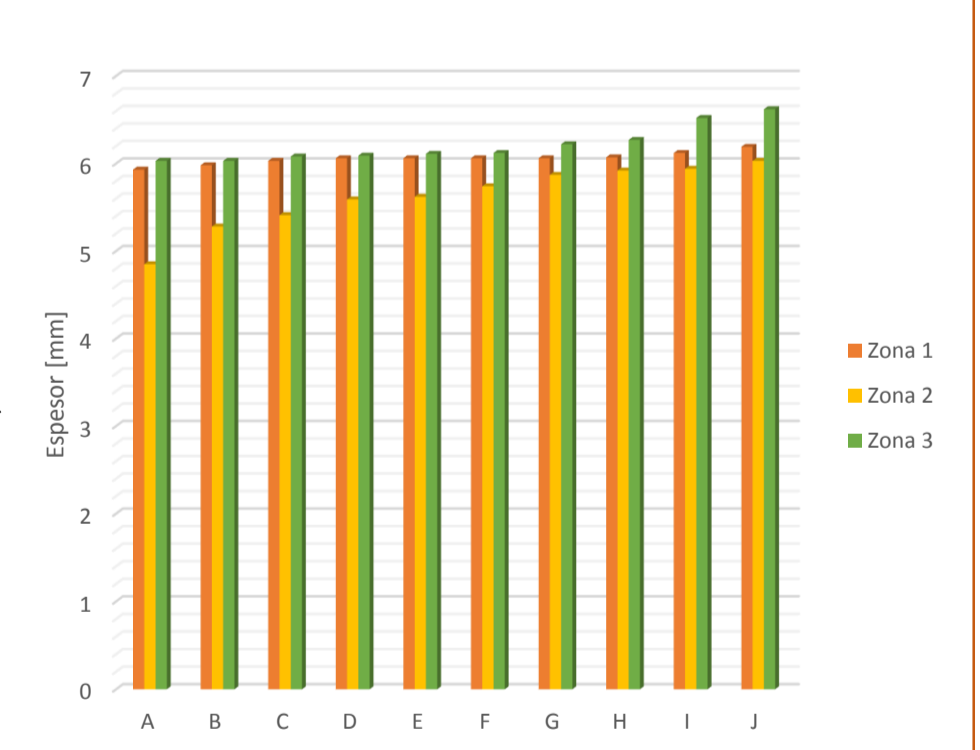


Figura 9. Espesores en la zona 1, 2 y 3

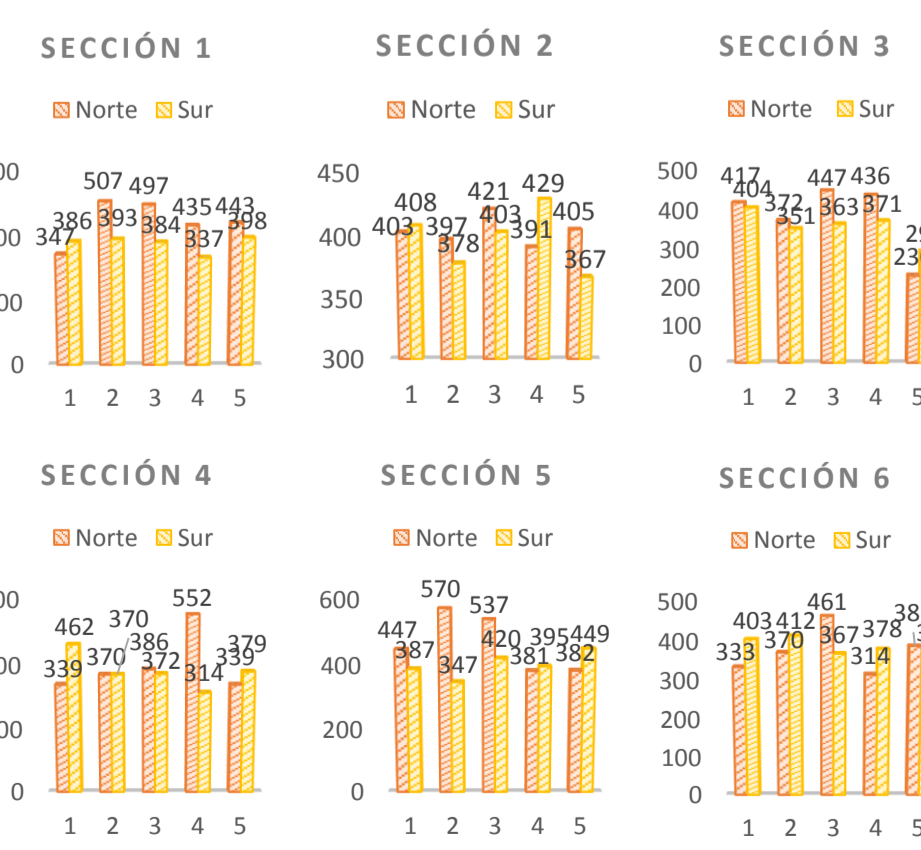


Figura 10. Dureza por secciones en Leeb (LD)

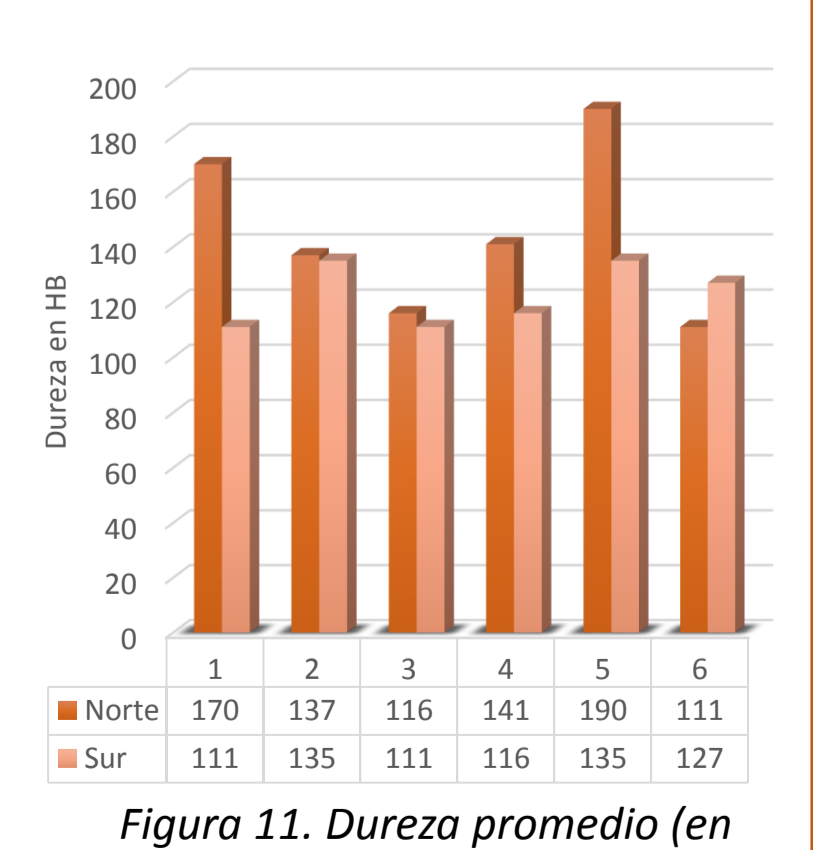


Figura 11. Dureza promedio (en HB) por secciones

REFERENCIAS

[1] Hellier, C. and Shakinovsky, M. (2012). *Handbook of Nondestructive Evaluation, Second Edition*. Blacklick: McGraw-Hill Publishing.

