

## ANÁLISIS DE FALLA DE UN CILINDRO HIDRÁULICO DURANTE PRUEBA DE FATIGA

*Bonvicini Menéndez, Pablo F.; Urrutipi, Facundo; Echarri, Juan M.; Martínez, Ángel J.; Bilmes, Pablo D.; Llorente, Carlos L.*

Laboratorio de Investigaciones en Metalurgia Física "Ing. Gregorio Cusminsky" (LIMF) – Facultad de Ingeniería – UNLP – CIC PBA  
48 y 116, La Plata, Buenos Aires, Argentina  
[pablo.bonvicini@ing.unlp.edu.ar](mailto:pablo.bonvicini@ing.unlp.edu.ar)

### INTRODUCCIÓN

Durante una prueba de fatiga, efectuada sobre un cilindro hidráulico se detectó la pérdida de fluido hidráulico a través de la junta soldada de una de sus tapas.



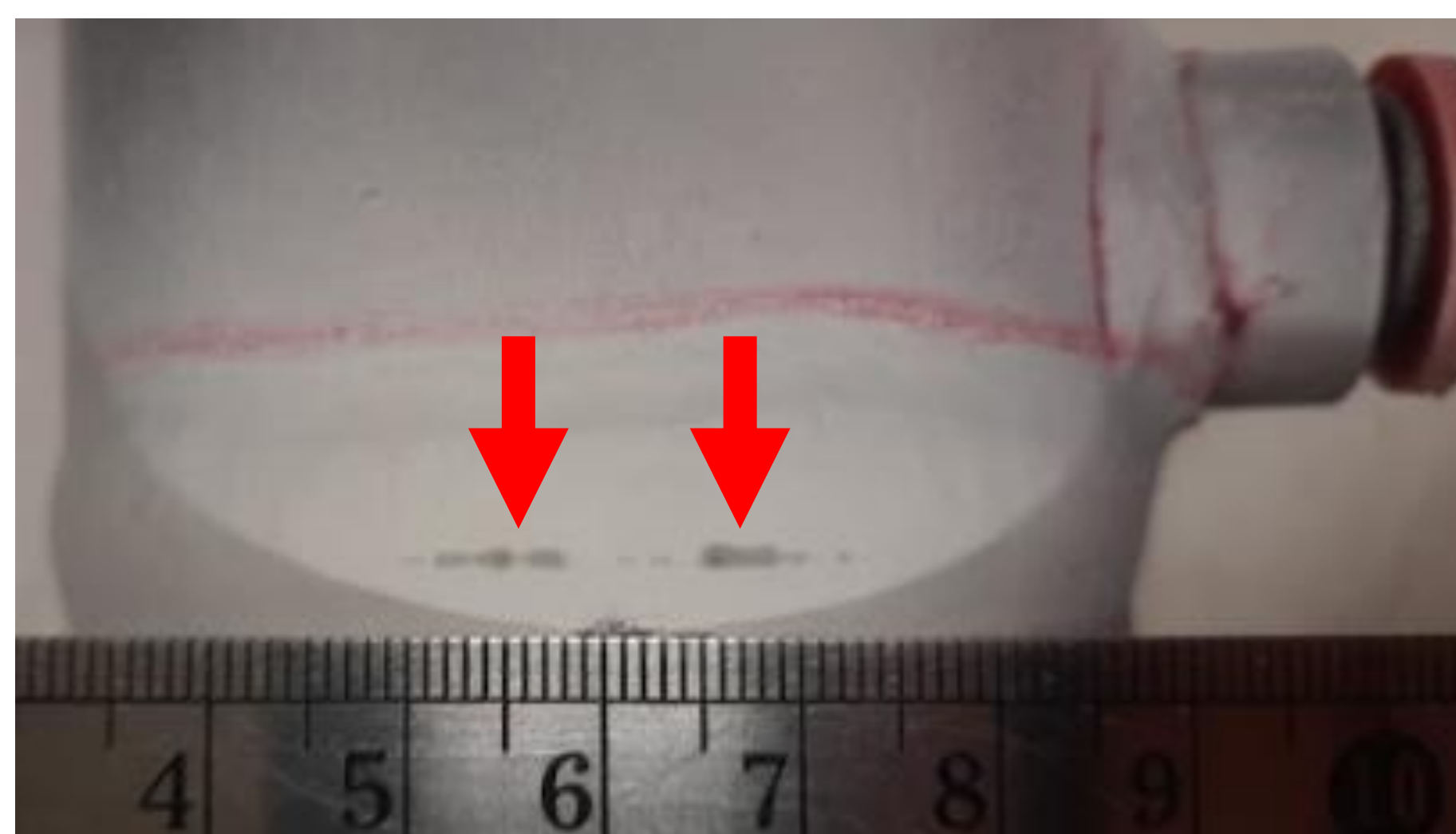
**Figura 1:** Fotografía recepción del cilindro hidráulico fallado. En recuadro rojo, se señala la zona donde ocurrió la fuga en la unión soldada tubo-tapa.

### ESTUDIOS REALIZADOS

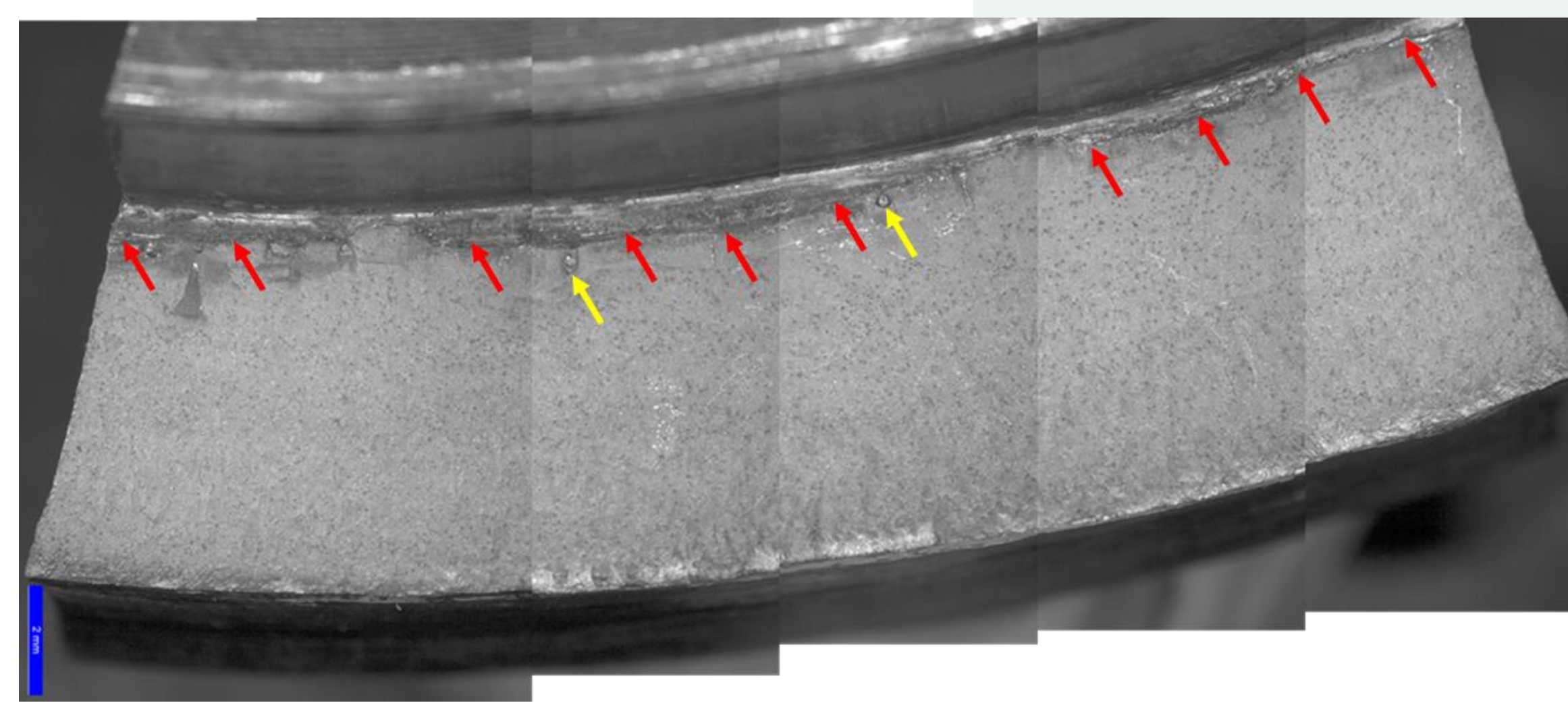
Sobre el conjunto hidráulico recibido se realizaron los siguientes ensayos:

- Inspección y documentación visual y macrográfica de la pieza y los daños por fisuración mediante tintas penetrantes.
- Análisis fractográfico mediante lupa estereoscópica marca LEICA modelo S8APO y microscopio electrónico de barrido (MEB) SEM Fei Quanta 200.
- Caracterización microestructural de los elementos constituyentes del cilindro mediante microscopía óptica empleando un microscopio óptico (MO) marca LEICA modelo DM 4000 M LED, a lo largo de la circunferencia de la soldadura.
- Análisis químico sobre los elementos constituyentes del cilindro mediante espectroscopia de emisión óptica (OES), empleando espectrómetro Oxford Foundry Master.
- Perfil de Microdureza sobre el cordón de soldadura Tapa-Tubo, empleando un microdurómetro PETRI.

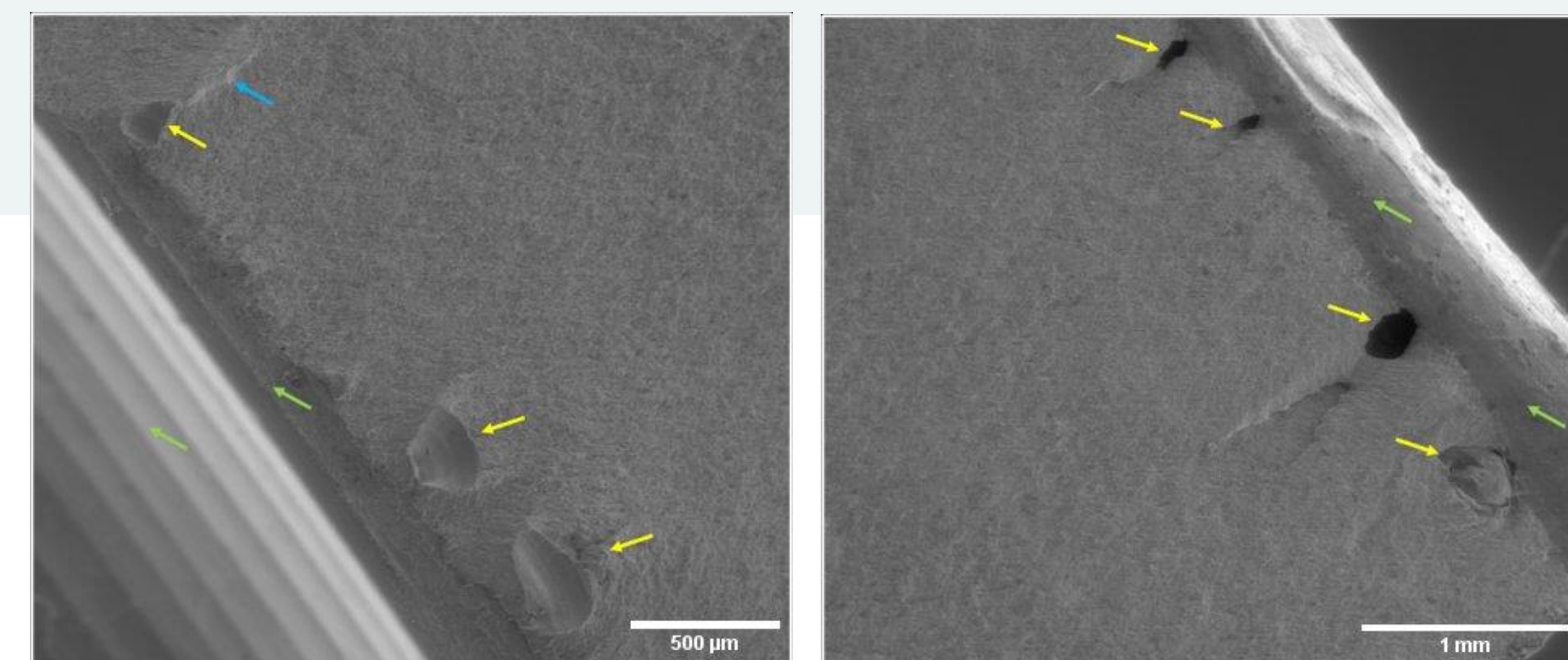
### DESARROLLO EXPERIMENTAL



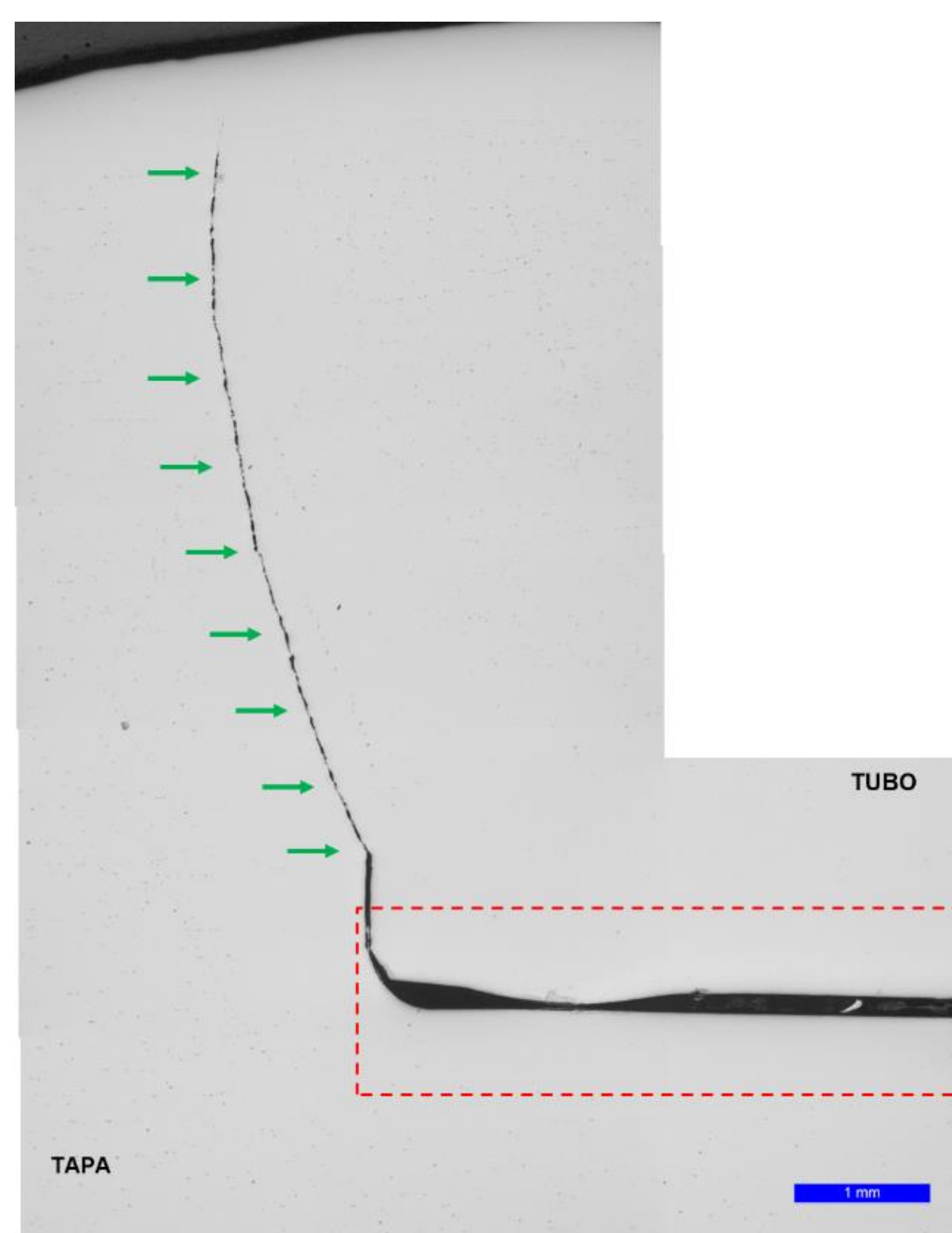
**Figura 2:** Fotografía del extremo del cilindro hidráulico, con ensayo de tintas penetrantes sobre cordón de soldadura de unión tubo-tapa, donde se evidencia fuga de fluido hidráulico (señalado con flechas rojas).



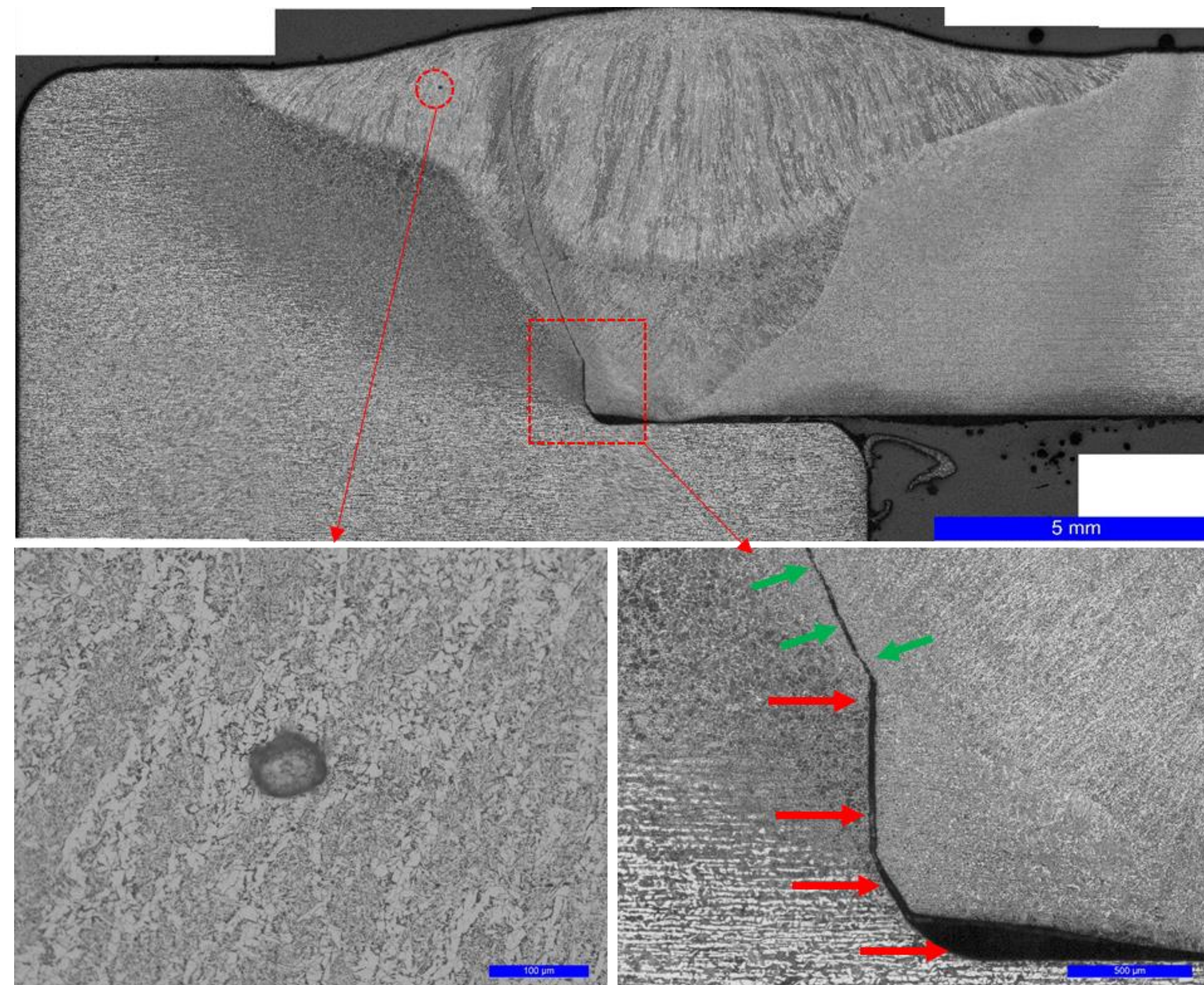
**Figura 3:** Fotografía macro con lupa estereoscópica. Superficie de fractura de la tapa sobre la región de la pérdida. Las flechas rojas señalan zonas donde se evidencia falta de penetración. Las flechas amarillas señalan porosidad encontrada en el metal de soldadura.



**Figura 4:** Fractografías MEB. (Izq.) Superficie de fractura de la tapa sobre la región de la pérdida. (Der.) Superficie de fractura del tubo sobre la región de la pérdida. Las flechas celestes señalan las marcas de iniciación (Ratchet Marks) de fisuración, las flechas amarillas presencia de porosidad sobre el metal de soldadura y las flechas verdes indican la superficie mecanizada de los componentes del conjunto hidráulico.



**Figura 5:** Macrografía sin ataque unión tubo-tapa, en la zona de pérdida de fluido hidráulico. En recuadro rojo, se evidencia la falta de penetración de la soldadura y con flechas verdes se identifica la presencia de una fisura pasante en el metal de soldadura.



**Figura 6:** Macrografía con ataque unión tubo-tapa, zona de pérdida de fluido hidráulico. Detalle de presencia de porosidad sobre el metal de soldadura y de falta de penetración sobre la raíz de la soldadura (flechas rojas) y desarrollo de fisura sobre el metal de soldadura (flechas verdes), en correspondencia con la falta de penetración de raíz encontrada.

- ✓ Falta penetración sobre la raíz de la junta y porosidad en el metal de soldadura.
- ✓ Fisura pasante sobre el metal de soldadura en correspondencia con la falta de penetración en la raíz de la junta.
- ✓ Las microestructuras encontradas son perlítico-ferríticas para el caso del metal base de la tapa y ferrítico-perlíticas para el tubo, en correspondencia con la composición química de cada material. Por otro lado, las microestructuras de la ZAC del lado de la tapa, del metal de soldadura y de la ZAC del tubo son típicas para este tipo de soldadura por fusión, no presentando discontinuidades ni estructuras duras y frágiles, esto último está en concordancia con los niveles de dureza encontrados en cada región y el proceso de soldadura empleado.

### CONCLUSIONES

A partir de los análisis fractográficos y microestructurales, se reveló que la fuga de fluido hidráulico durante el ensayo se debió a la formación de una fisura pasante a través del cordón soldado de la unión tapa-tubo. Esta fisuración tuvo lugar como consecuencia de una falta de penetración en la raíz a lo largo de toda la circunferencia de la junta y presencia de porosidad en el metal de soldadura, dando lugar al desarrollo de fisuras sobre el metal de soldadura desde la raíz de la unión.

### REFERENCIAS

### ACCIONES CORRECTIVAS

Se recomienda antes de soldar limpiar bien los componentes, eliminando restos de grasa, pintura o lubricantes utilizados en el maquinado. Flamear la junta antes de soldar para eliminar presencia de humedad. Verificar la calidad y condición del consumible que se utiliza. Verificar el diseño de la junta, y en particular **se recomienda dejar separación de raíz**. Seleccionar y controlar las variables del proceso, en particular la velocidad de soldadura a efectos de garantizar adecuada penetración en la primera pasada.

[1] ASME sec. II parte C SFA 5.20.  
[2] ASM International (2002), ASM Handbook Volume 11, Failure Analysis and Prevention.