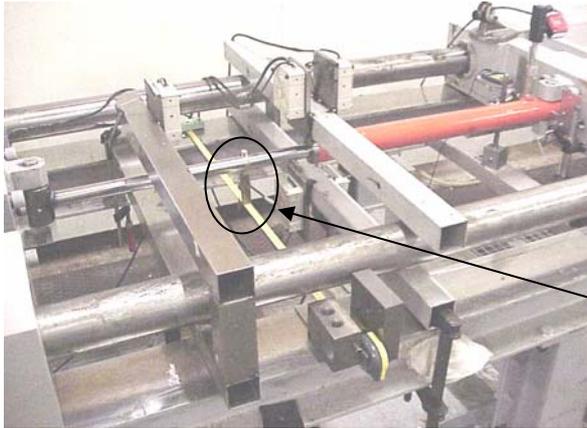


ANEXO C

Pruebas de rotura

Se han realizado pruebas de fractura sobre cilindros 'prueba' para comprobar experimentalmente las tensiones de rotura del vástago.



a) Montaje en el banco de pruebas, del cilindro a romper.

Medición de la deflexión Y_r .

b) Cilindro roto.

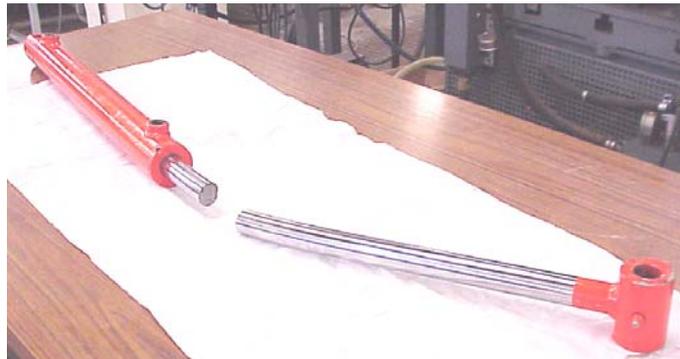


Fig. C.1 Rotura del cilindro 'prueba'

En pruebas de dureza del material del vástago del cilindro 'prueba', realizados por la empresa 'Roquet S:A', se ha determinado una tensión de rotura de 1700 MPa. La prueba consiste en continuar con la aplicación de carga sobre el cilindro, una vez ha sobrepasado la tensión de fluencia. Después de fluencia, la carga resistiva cae lentamente mientras prevalece cada vez más la tensión debida a la flexión que a la compresión. Es de recordar que la tensión total corresponde en principio a la suma entre compresión y flexión, esto es:

$$\sigma_T = \frac{P}{A} + \frac{Mc}{I_2} = \frac{4P}{\pi d_2^2} + \frac{32M}{\pi d_2^3} \quad (C.1)$$

Donde P es la carga aplicada. Si suponemos que el momento M corresponde a $P \cdot Y_r$, donde Y_r es la deflexión en el punto de rotura y corresponde al punto de máxima deflexión, se tiene:

$$\sigma = \frac{4P}{\pi d_2^2} \left[1 + \frac{8Y_r}{d_2} \right] \quad (\text{C.2})$$

Esto indica que en la tensión, el componente de flexión supera la compresión cuando $8Y_r/d_2 > 1$, o cuando $Y_r > 3,75$ mm. (d_2 cilindro 'prueba' es 30mm). Antes de fluencia las deflexiones han sido medidas con los sensores Láser, pero una vez sobrepasa este valor, por limitación de rango de tales sensores, es necesario medir con cinta métrica el valor de deflexión en un punto del vástago próximo a la rotura, Fig. C.2 (a).

La Fig. C.2 presenta las tensiones de compresión, flexión y total para un cilindro 'prueba' en particular (con tapón de 30,2mm de diámetro interior, pasador ajustado).

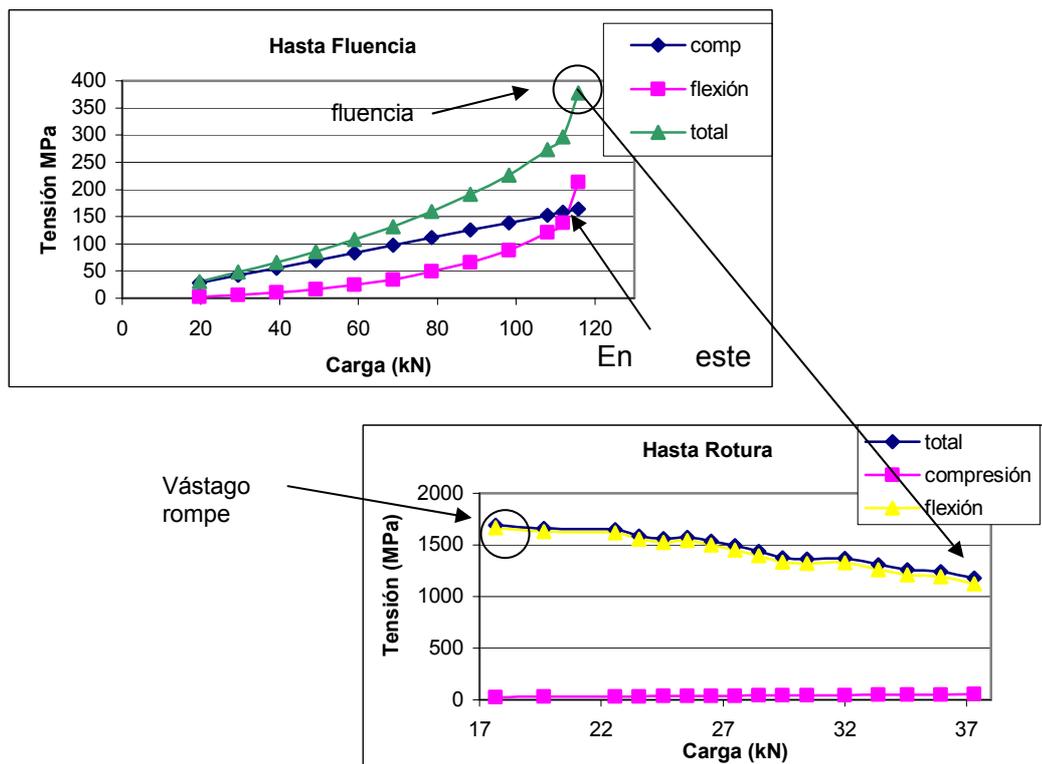


Fig. C.2 Tensiones en un cilindro cargado hasta rotura

La flexión, tal como se había planteado, supera la compresión con una deflexión Y_r de 3,7mm). Una vez el vástago llega a su punto de fluencia (≈ 120 kN) la

carga rápidamente disminuye hasta 37 kN con una deflexión de 80mm. A partir de este punto, la carga empieza a disminuir, mientras la tensión aumenta por el incremento considerable de la deflexión Y_r , además las tensiones generadas por compresión se tornan despreciables. Una vez la deflexión Y_r alcanza un valor de 250 mm, con apenas 17,7 kN de carga, el vástago rompe. La tensión en este momento es la tensión de rotura que se calcula con (C.2), esto es:

$$\sigma = \frac{4 \cdot 17700 \text{ N}}{\pi (30\text{mm})^2} \left[1 + \frac{8 \cdot 250}{30} \right] = 1694 \text{ MPa} \quad (\text{C.3})$$

Que corresponde aproximadamente al valor determinado en las pruebas de dureza del material del vástago (1700MPa). Las fotos de la Fig. C.3 muestran el vástago roto en esta prueba.

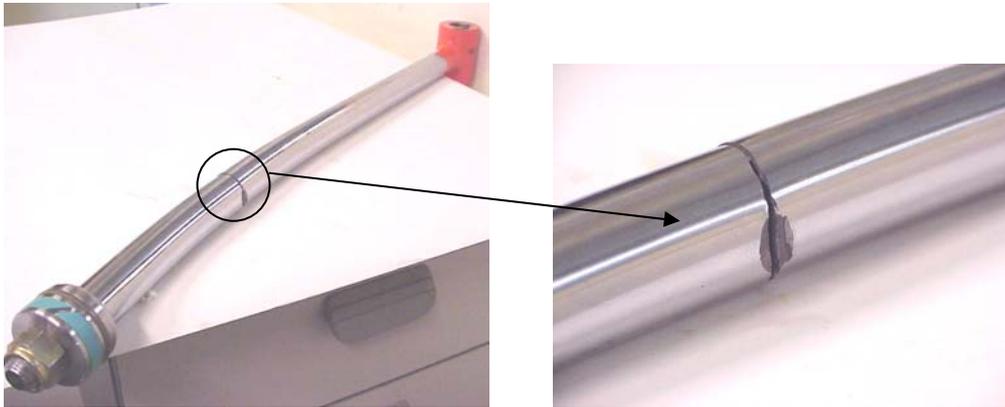


Fig. C.3 Vástago en una prueba de rotura

En la figura se aprecia el faltante de material en el punto de rotura. Esta parte de material se desprende, debido a que soporta las mayores tensiones a compresión, pues hace parte del lado cóncavo de la curvatura del vástago, en donde, tal como se manifiesta en los capítulos anteriores, se suman los efectos de compresión y flexión. En todas las pruebas de rotura se presentó este mismo fenómeno, la Fig. C.4 presenta el vástago roto de otro cilindro en particular (en este caso, cilindro de prueba de medición de tensiones).

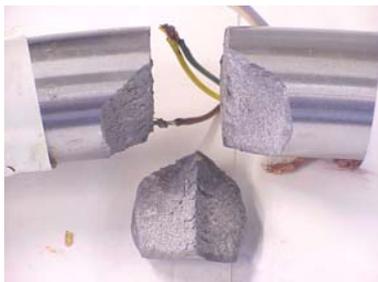


Fig. C.4 Vástago roto, prueba de medición de tensiones.