

## ANEXO A

Los datos de diseño de equipos originales deben reunirse para llevar a cabo una evaluación de los FFS. La medida de los datos requeridos depende del mecanismo de daño y nivel de evaluación. Una hoja de datos se incluye en la Tabla 2.2 para registrar la información requerida que es común a todas las evaluaciones de los FFS.

- a) Los datos para recipientes a presión y componentes de la caldera puede incluir algunos o todos de los siguientes:
- 1) Un informe de datos ASME del fabricante o si el recipiente o el sistema no tiene el código estampado, otra documentación o especificación equivalente.
  - 2) Dibujos que muestran los detalles suficientes de fabricación para permitir el cálculo de la MAWP del componente que contiene el daño. Si una re evaluación a una condición diferente de la presión y/o temperatura que se desee (es decir, aumento o disminución de las condiciones), esta información debe estar disponible para todos los componentes afectados. Bocetos detallados con los datos necesarios para realizar cálculos MAWP se pueden usar si los planos de fabricación originales no están disponibles.
  - 3) La inspección de registros para el componente en el momento de la fabricación.
  - 4) Especificación de Diseño de Usuario si el recipiente está diseñado para el Código ASME, Sección VIII, División 2.
  - 5) Informes de ensayos de materiales.
  - 6) Un registro de la prueba hidrostática original, incluyendo la presión de prueba y la temperatura del metal en el momento de la prueba o, si la temperatura del metal no está disponible, la temperatura del agua o ambiente.

- b) Los datos para los componentes de las tuberías puede incluir algunos o todos los siguientes:
- 1) Listas de las líneas de tuberías u otra documentación que muestra las condiciones del diseño de proceso, así como una descripción de la clase de las tuberías, incluidas las especificaciones de material, espesor de la pared del tubo y clasificación de presión-temperatura.
  - 2) Tubería dibujos isométricos en la medida necesaria para llevar a cabo una evaluación de FFS. Los dibujos isométricos de tuberías deben incluir detalles suficientes para permitir un cálculo de flexibilidad de tuberías si se considera necesario un análisis de este tipo por el Ingeniero con el fin de determinar la MAWP (máxima presión de trabajo permisible seguro o máximo) de todos los componentes de las tuberías. Bocetos detallados con datos necesarios para realizar cálculos MAWP se pueden utilizar si los dibujos isométricos de tuberías originales no están disponibles.
  - 3) La inspección de registros para el componente en el momento de la fabricación.
  - 4) Un registro de la prueba hidrostática original, incluyendo la presión de prueba y la temperatura del metal en el momento de la prueba, o si la temperatura del metal no está disponible, el agua o la temperatura ambiente.
- c) Los datos para tanques pueden incluir algunos o todos de los siguientes:
- 1) La ficha de datos originales de API.
  - 2) Dibujos de fabricación que muestren los detalles suficientes para permitir el cálculo de la altura máxima de llenado (MFH) para tanques de almacenamiento atmosféricos y la MAWP para tanques de almacenamiento de baja presión. Datos detallados con bocetos en caso necesario se puede utilizar si los planos de fabricación originales no están disponibles.
  - 3) La inspección de registros para el componente en el momento de la fabricación.

- 4) Informes de ensayos de materiales.
  
- 5) Un registro de la última prueba hidrostática realizada incluyendo la presión de prueba y la temperatura del metal en el momento de la prueba o, si la temperatura del metal no está disponible, la temperatura del agua o ambiente.

Si algunos de estos datos no están disponibles, se deben hacer mediciones físicas o inspecciones de campo del componente para proporcionar la información necesaria para realizar la evaluación.



**Table 2.2**  
**Overview of Data Required for Flaw and Damage Assessment**

The following data are required for most types of Fitness-For-Service assessments and it is recommended that this completed table accompany the data table completed for the specific damage type that are located in the respective Part of this standard.

Equipment Identification: _____
Equipment Type: _____ Pressure Vessel _____ Piping Component _____ Boiler Component _____ Storage Tank
Component Type & Location: _____
Design Code: _____ ASME Section VIII Div. 1 _____ ASME Section VIII Div. 2 _____ ASME Section 1 _____ ASME B31.1 _____ ASME B31.2 _____ API 650 _____ API 620 _____ other: _____
Material of Construction (e.g. ASTM Specification): _____
MAWP or MFH: _____
Minimum Required Wall Thickness: _____
Temperature: _____
Cyclic Operation: _____
<b>Type of Damage</b>
Metal Loss – General: _____
Metal Loss – Local: _____
Metal Loss – Pitting: _____
HIC, SOHIC & Blisters: _____
Misalignment or Out-Of-Roundness: _____
Bulge: _____
Crack-Like Flaw: _____
Creep Damage: _____
Fire Damage: _____
Dent, Gouge & Dent/Gouge Combinations: _____
Laminations: _____
<b>Location of Damage (provide a sketch)</b>
Internal/External: _____
Near weld: _____
Orientation: _____
<b>Environment</b>
Internal: _____
External: _____
<b>Repair and Inspection History (Including any Previous FFS Assessments)</b>
_____
_____
<b>Operations History</b>
_____
_____
<b>Future Anticipated Operations</b>
_____
_____

## ANEXO B

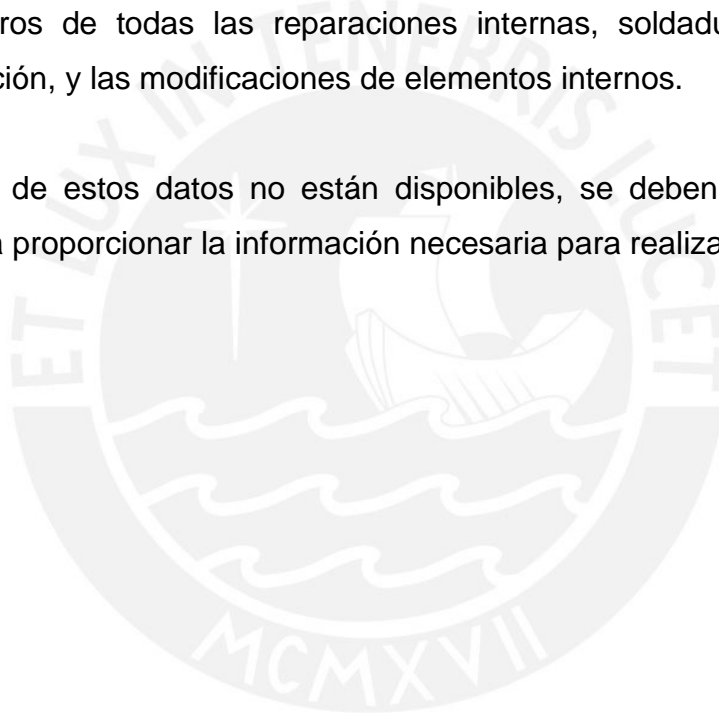
Un registro progresivo incluyendo, pero no limitado a lo siguiente debe estar disponible para el equipo que está siendo evaluado. La medida de los datos requeridos depende del mecanismo de daño y nivel de evaluación.

- a) Se debe obtener las curvas de funcionamiento real que consiste en la presión y la temperatura, incluyendo condiciones alteradas. Si las condiciones de funcionamiento real de las curvas no están disponibles, una aproximación debe desarrollarse sobre la base de los datos operacionales disponibles y consulta con el personal de operación. Un histograma de funcionamiento que consta de los datos de presión y de temperatura registrados simultáneamente puede ser necesario para algunos tipos de evaluaciones de FFS.
- b) La documentación de cualquier cambio significativo en las condiciones del servicio, incluyendo la presión, temperatura, contenido de líquidos y la velocidad de corrosión. Tanto las condiciones de servicio pasados y futuros deben ser revisados y documentados.
- c) La fecha de la instalación y un resumen de todas las alteraciones y reparaciones, incluyendo cálculos necesarios, cambios de materiales, diseños y procedimientos de reparación, incluidos los procedimientos PWHT si procede. Los cálculos deben incluir el espesor requerido de la pared y MAWP (MFH para tanques de almacenamiento atmosféricos) con la definición y las prestaciones para las cargas suplementarias, como la cabeza estática líquida, el viento y cargas de terremoto.
- d) Los registros de todas las pruebas hidráulicas realizadas como parte de las reparaciones, incluyendo la presión de prueba y la temperatura del metal en el

momento de las pruebas o, si la temperatura del metal no está disponible, el agua o la temperatura ambiente en el momento de la prueba si se conoce.

- e) Los resultados de los exámenes antes en el servicio, incluyendo la medición de espesores de pared y otros resultados de ensayos no destructivos que puedan ayudar en la determinación de la integridad estructural de los componentes y en el establecimiento de un índice de corrosión.
- f) Los registros de todas las reparaciones internas, soldadura acumulación y superposición, y las modificaciones de elementos internos.

Si algunos de estos datos no están disponibles, se deben hacer mediciones físicas para proporcionar la información necesaria para realizar la evaluación.



## ANEXO C

Table F.1 – Approximate Equivalent Hardness Number and Tensile Strength for Carbon and Low Alloy Steels in the Annealed, Normalized, and Quenched-and-Tempered Conditions

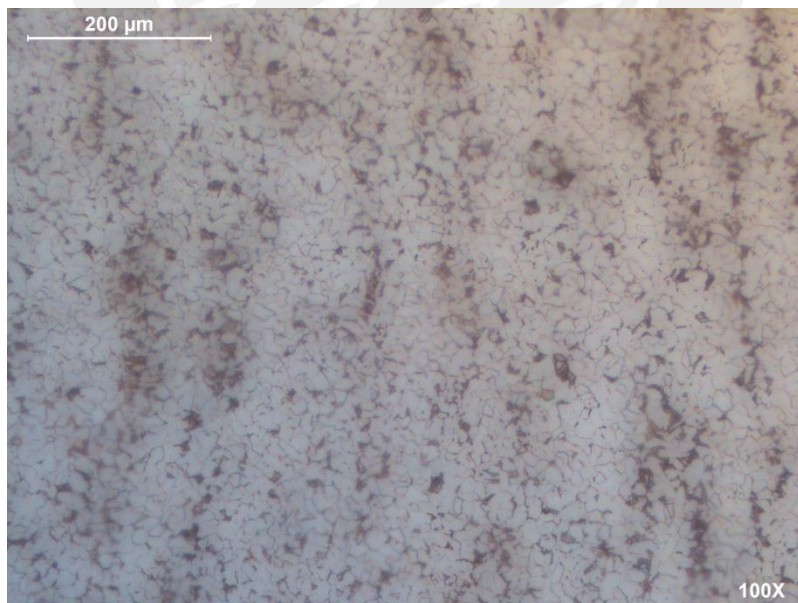
Brinell Hardness No. (3000 kg load)	Vickers Hardness No.	Approximate Tensile Strength	
		(MPa)	(ksi)
441	470	1572	228
433	460	1538	223
425	450	1496	217
415	440	1462	212
405	430	1413	205
397	420	1372	199
388	410	1331	193
379	400	1289	187
369	390	1248	181
360	380	1207	175
350	370	1172	170
341	360	1131	164
331	350	1096	159
322	340	1069	155
313	330	1034	150
303	320	1007	146
294	310	979	142
284	300	951	138
280	295	938	136
275	290	917	133
270	285	903	131
265	280	889	129
261	275	876	127
256	270	855	124
252	265	841	122
247	260	827	120
243	255	807	117
238	250	793	115
233	245	779	113
228	240	765	111
219	230	731	106
209	220	696	101
200	210	669	97
190	200	634	92
181	190	607	88
171	180	579	84
162	170	545	79
152	160	517	75
143	150	490	71
133	140	455	66
124	130	427	62
114	120	393	57

ANEXO D

Micrografías a 100x

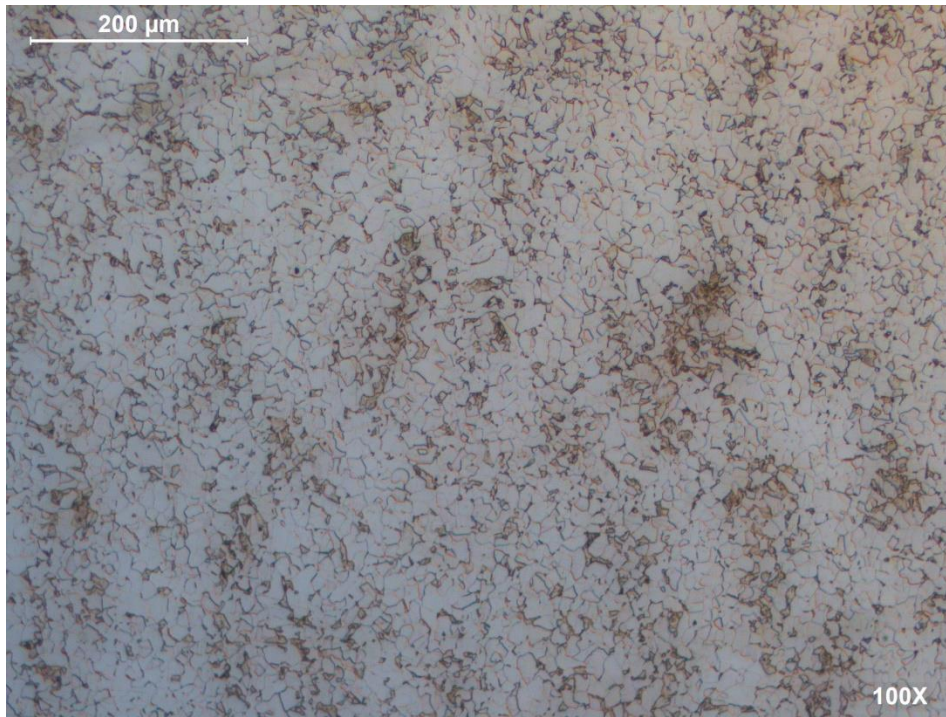


Micrografía zona Y

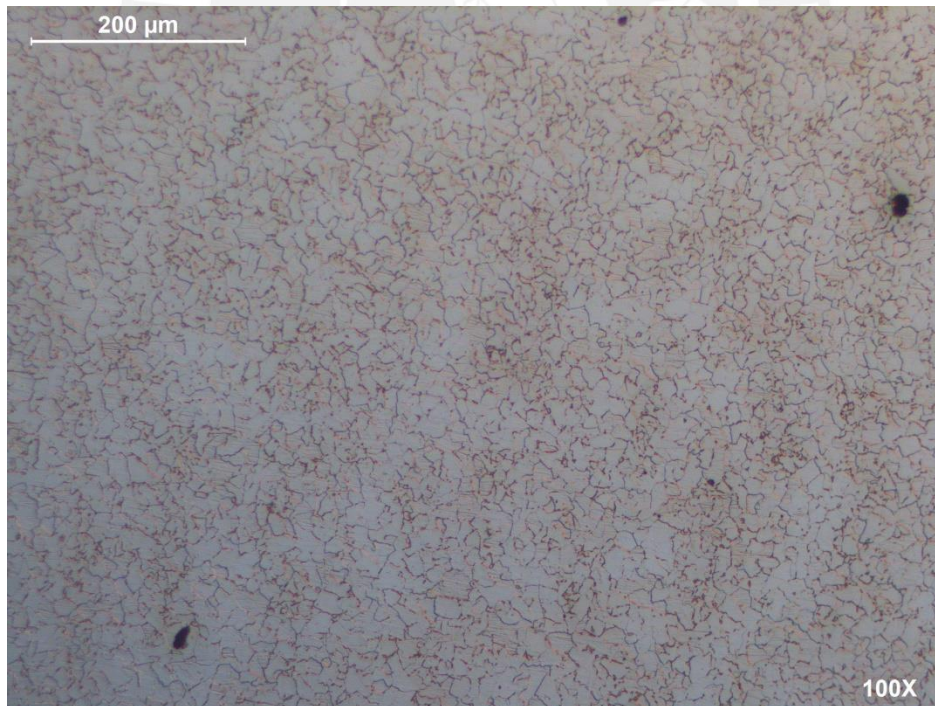


Micrografía zona Z

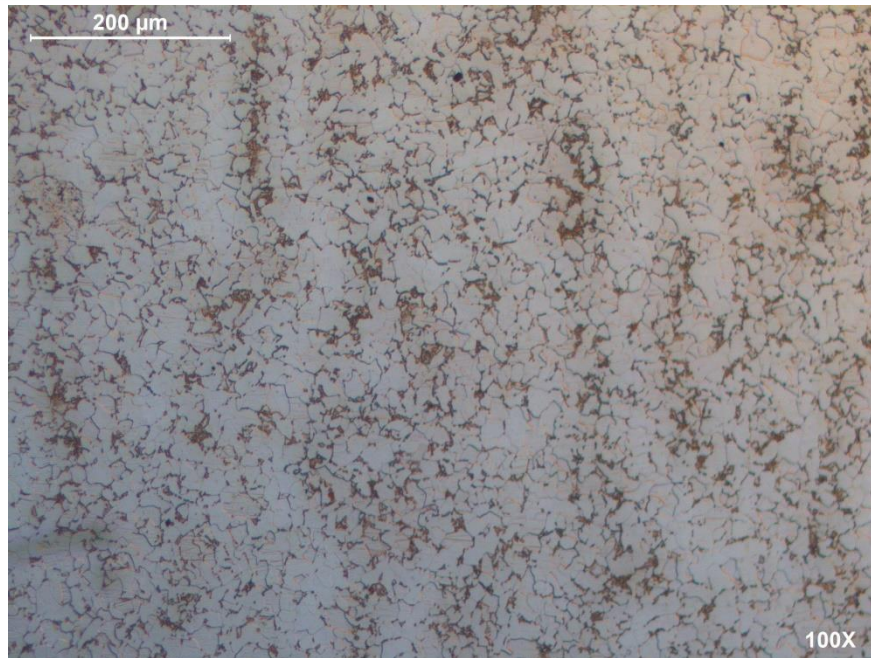




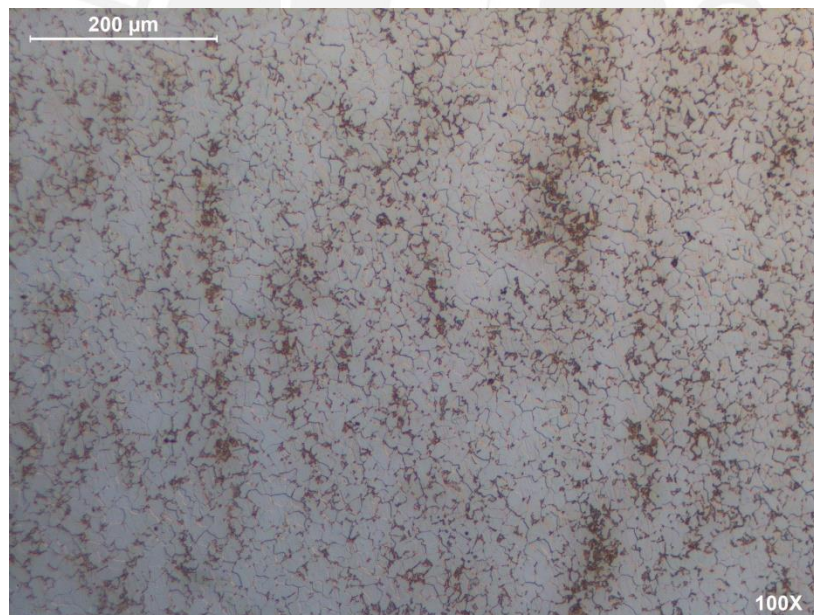
Micrografía zona Z



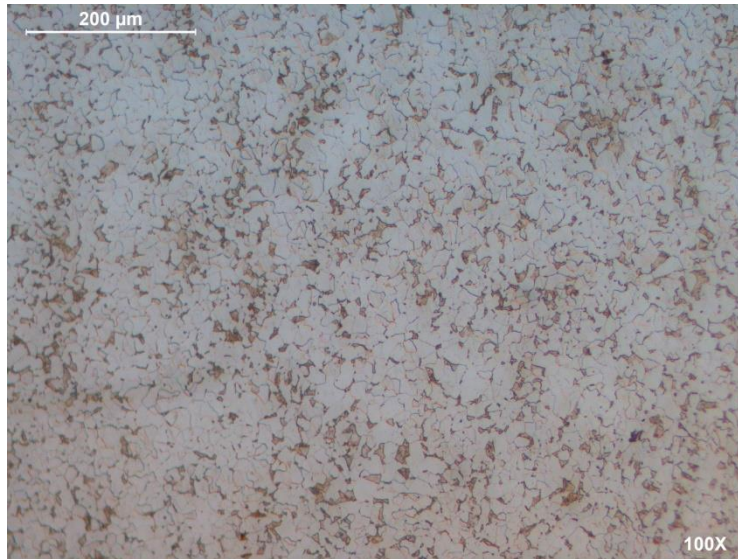
Micrografía zona A



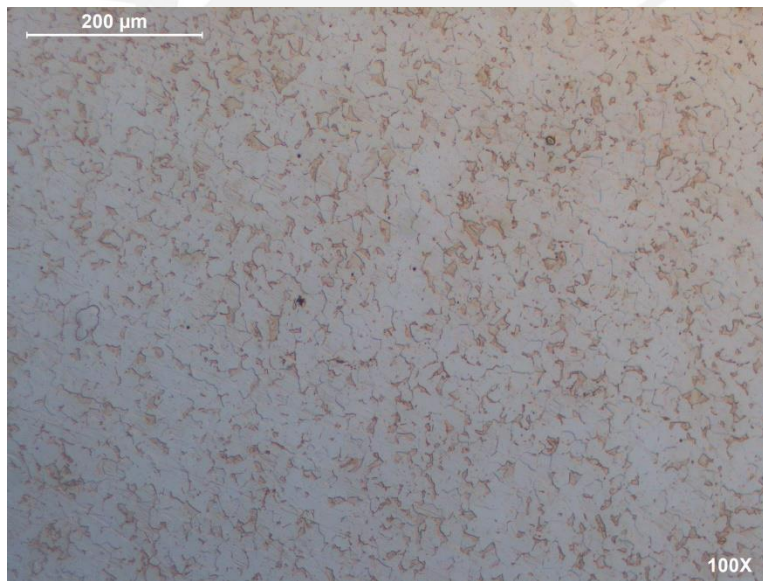
Micrografía zona AD



Micrografía zona AI



Micrografía zona C1



Micrografía zona C3