



## **PELIGROSIDAD DE LAS MIRILLAS PARA EL CONTROL DE LA CIRCULACION DE FLUIDOS**

**José Luis VILLANUEVA MUÑOZ**

Centro de Investigación y  
Asistencia Técnica. BARCELONA

### **ANTECEDENTES**

La circulación de fluidos por conductos o tuberías en procesos industriales precisa en ocasiones de puntos de control donde pueda visualizarse las condiciones de circulación. Para ello se instalan en dichos puntos mirillas que permiten dicho control. Estas mirillas son de diferentes modelos, dimensiones y resistencias, para adaptarse a las diferentes necesidades.

### **OBJETO**

El presente estudio tiene como objeto establecer las condiciones de peligrosidad de las mirillas para el control de circulación de fluidos y las precauciones a adoptar para su utilización segura.

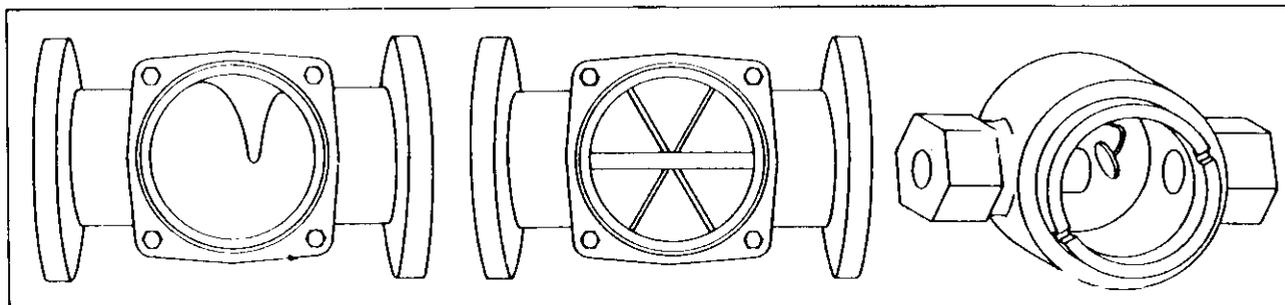
### **ORIGEN**

Los datos contenidos en el presente estudio se recabaron con ocasión de la investigación de un accidente sucedido en una industria en el cual estalló el vidrio de una mirilla, provocando la enucleación de ambos ojos en un trabajador que estaba mirando a su través.

### **INVESTIGACION DEL ACCIDENTE**

#### **DESCRIPCION DEL ACCIDENTE**

La instalación en que estaba ubicada la mirilla



Algunos modelos de mirilla (Fuente: folleto comercial)

que estalló, estaba en funcionamiento desde 9 meses antes de producirse el accidente.

Tenía por objeto el ahorro de energía mediante la recuperación de condensados del vapor de agua utilizado en una máquina onduladora para cartón.

A la entrada de la bomba que impulsaba dichos condensados a la caldera, se había dispuesto una mirilla que permitía comprobar visualmente el estado de los condensados.

El fluido que circulaba por la conducción y mirilla estaba, en condiciones de régimen, a 180°C y de 13 a 15 kg/cm<sup>2</sup> de presión (1 kg/cm<sup>2</sup> 10<sup>5</sup> Pa).

Cuando el accidentado circulaba por el lugar en una labor rutinaria de inspección, se acercó a observar por la mirilla, golpeando ligeramente la misma con un bolígrafo de plástico; en dicho momento el vidrio estalló produciéndole enucleación de ambos ojos. El líquido y vapor que salió por la abertura le produjo quemaduras menos graves.

#### DATOS APORTADOS POR LA INGENIERIA

Se visitó la ingeniería que había diseñado y supervisado la instalación, que manifestó haber instalado una mirilla PN-25 según norma DIN 2401 (ver anexo 1) la cual permitía una presión de trabajo hasta 25 kg/cm<sup>2</sup> ( 25.10<sup>5</sup> Pa) a 120°C y de 20 kg/cm<sup>2</sup> ( 20.10<sup>5</sup> Pa) a 300°C; según esto la mirilla instalada debía soportar con holgura las condiciones de trabajo.

El ingeniero entrevistado mostró un catálogo de la marca escogida en cuya parte superior indicaba:

MIRILLAS CONTROLADORAS  
NORMAS DIN PN10-PN16-PN25

De entre las mirillas ofertadas en el catálogo había escogido una cuyas dimensiones eran: diámetro nominal 65 mm., largo 290 mm., diámetro de bridas 185 mm. En el citado catálogo NO SE VOLVIA A

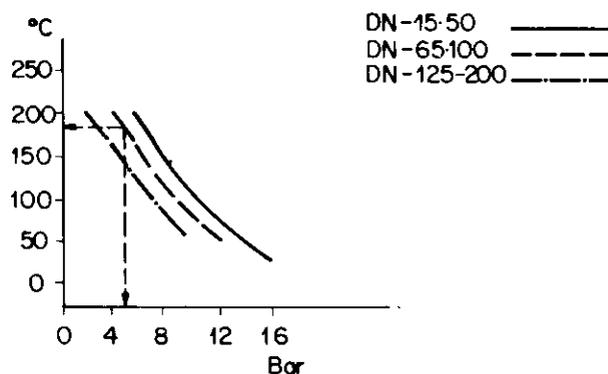
HACER MENCION DE QUE LAS MIRILLAS fueran PN- según DIN.

Es de destacar que la ingeniería no había recomendado un mantenimiento periódico de la mirilla, especificando las condiciones en que se debía efectuar.

#### DATOS APORTADOS POR EL FABRICANTE DE MIRILLAS

Se visitó al fabricante el cual manifestó que el cuerpo metálico de la mirilla cumplía con largueza las especificaciones correspondientes a un PN-25 según DIN 2401, pero que el vidrio que normalmente se instalaba era vidrio normal templado que, según las curvas impresas en los folletos editados en los últimos años era capaz de soportar una presión máxima de unos 5 kg/cm<sup>2</sup> ( 5.10<sup>5</sup> Pa) a la temperatura de trabajo de 180° C.

#### CONDICIONES MAXIMAS DE SERVICIO



- Condiciones máximas de servicio de las mirillas de la marca que provocó el accidente (copia de catálogo)

## NOTAS:

- 1 Bar - 1 kg/cm<sup>2</sup> 10<sup>5</sup> Pa
- DN son las iniciales de los diámetros nominales de paso
- Nótese la imprecisión de la fig, calcada del folleto comercial.

Al mostrarle la fotocopia del folleto presentado por la ingeniería manifestaron que el citado folleto debía tener más de 10 años, y que todos los folletos posteriores contenían las curvas que permitían definir las condiciones máximas de trabajo para cada mirilla. Los nuevos folletos aclaraban que **BAJO DEMANDA** se fabricaban mirillas para condiciones más rigurosas con vidrio Pirex, de acuerdo con la norma DIN.

Ni en los folletos antiguos ni en los modernos se especificaban condiciones de mantenimiento para las mirillas.

## DATOS APORTADOS POR EL FABRICANTE DE LOS VIDRIOS

Se visitó al fabricante del vidrio para la mirilla, que según las investigaciones resultaba el elemento más vulnerable de la misma, y se le consultó sobre calidades de los cristales que utilizaba y su resistencia a la presión, temperatura y agresivos químicos. Se transcriben a continuación las informaciones obtenidas.

### Calidades de vidrio

Se utilizan como vidrios base uno de los tipos siguientes:

- Vidrio sodo-cálcico (luna Pulida o luna Float)
- Vidrio Pirex

En cualquiera de ambas calidades, se pueden templar con lo que aumentan notablemente su resistencia a la presión y al choque térmico.

### Resistencia a la temperatura

En el caso del vidrio sodo-cálcico la temperatura máxima de trabajo se sitúa alrededor de los 60 °C cuando no está templado y de 250 °C cuando sí lo está. En ambos casos, **las prestaciones disminuyen al aumentar el espesor del vidrio.**

En el vidrio Pirex la resistencia depende fundamentalmente del espesor tal como se deduce la tabla 1. Cuando el Pirex se temple, se mejora notablemente la resistencia que alcanza los 300 °C. A temperaturas superiores se puede perder el templado, y

el vidrio resistiría lo que permita su grosor, según la citada tabla.

**TABLA 1**

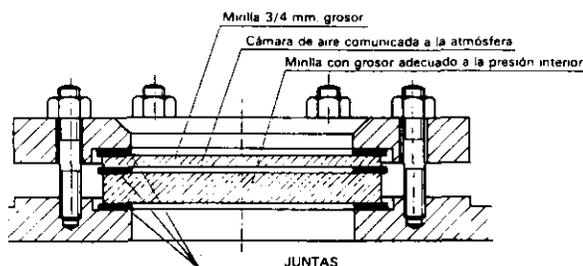
### Resistencia a la temperatura del vidrio pirex en función del espesor

(Fuente: folleto comercial)

Temperatura del fluido en contacto con la cara interior de la mirilla	Grosor máximo mm
Hasta 400 °C .....	3/4
330 °C .....	6/7
300 °C .....	9/10
250 °C .....	12/13
200 °C .....	15/17
170 °C .....	18/20
130 °C .....	24/26

Cuando el vidrio se temple se mejora notablemente su resistencia al choque térmico.

A partir de 200 °C se recomienda un montaje doble según el siguiente esquema:

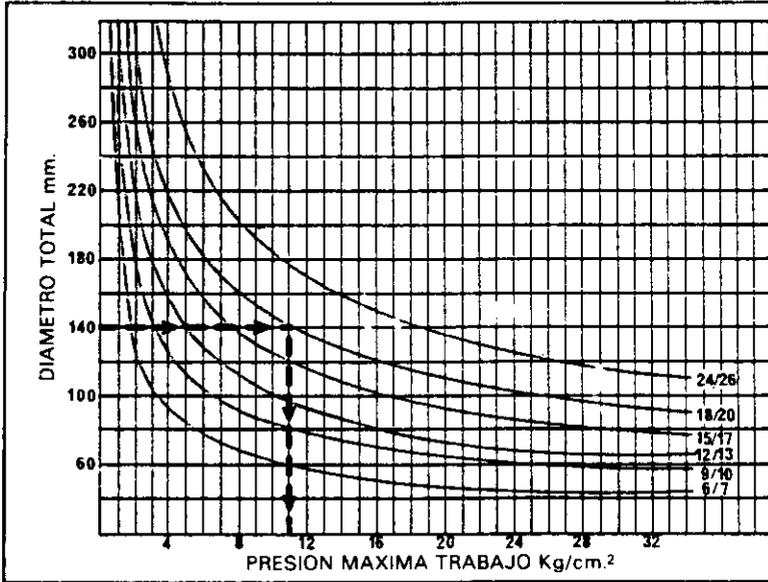


Esquema de montaje recomendado para el vidrio de mirillas que deban soportar temperaturas superiores a 200 °C (Fuente: folleto comercial)

### Resistencia a la presión

La resistencia a la presión depende del tamaño del vidrio y de su espesor.

En el caso de vidrio sodo-cálcico templado las presiones de trabajo que se recomiendan pueden deducirse de la tabla 2. Si el vidrio no está templado, su resistencia disminuye hasta un 50% de la indicada en la tabla



## MIRILLAS CIRCULARES

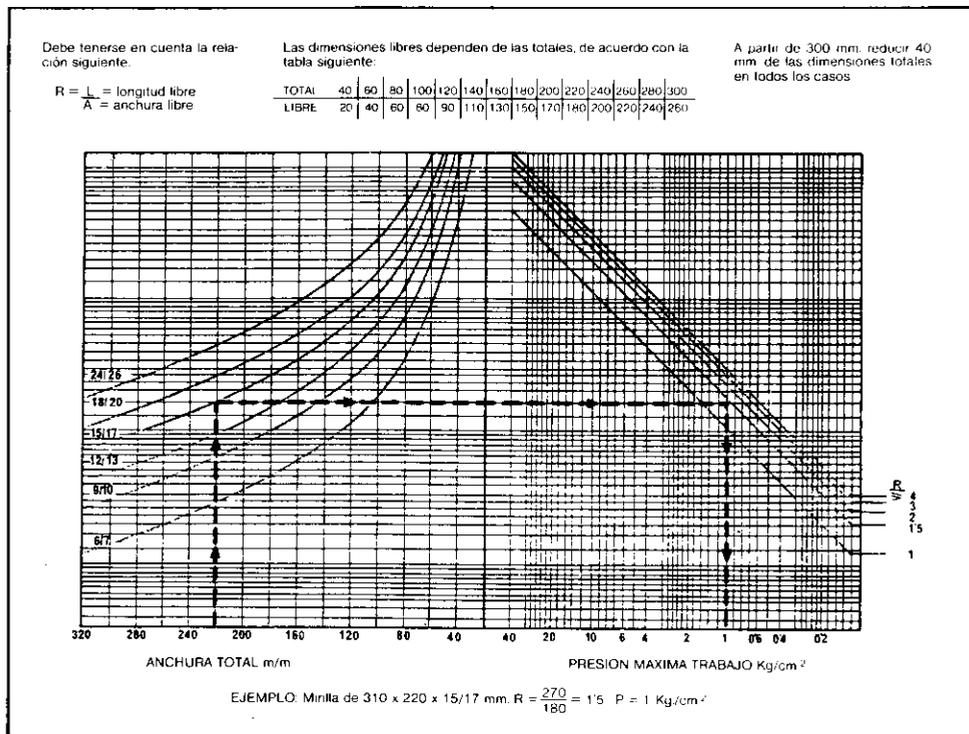
EJEMPLO:

Una mirilla de 140 mm. de Ø y 18/20 mm. de grosor podrá trabajar hasta una presión de 11 kg./cm.<sup>2</sup> permanentemente

PRESION DE PRUEBA:

Presión de trabajo x 2.

Resistencia máxima a la presión para vidrio Pirex sin templar en mirillas circulares (Fuente: folleto comercial)



Resistencia máxima a la presión para vidrio Pirex sin templar en mirillas rectangulares (Fuente: folleto comercial)

**TABLA 2**

**Máximas presiones de trabajo admisible para cristales sodo-cálcicos templados (diámetro x espesor)**

(fuente: folleto comercial)

Dimensiones (mm)	45 x 8	54 x 8	60 x 8
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )*	40	30	25
70 x 10	88 x 12	103 x 12	120 x 15
20	18	16	22
162 x 18	170 x 19	180 x 19	210 x 19
17	15	13	10

\* 1 Kg/cm<sup>2</sup> 10<sup>5</sup> Pa

Para el vidrio pirex sin templar, la resistencia depende también del diámetro y espesor del vidrio. Las presiones recomendadas para mirillas circulares o rectangulares pueden deducirse de los ábacos que reproducimos en estas páginas. La resistencia en el caso de pirex templado es el doble de la que se deduzca de las figuras, para un diámetro y espesor dados.

### Agresivos químicos

La acción de los agresivos químicos no depende de que el vidrio esté o no templado. Sin embargo debe tenerse presente que el templado es una acción superficial por lo que la agresión química primera se efectúa contra la capa templada. La agresión, por tanto, puede tener consecuencias más graves en vidrios que se han templado para permitir condiciones de trabajo más rigurosas. Razónese sobre el hecho de que la agresión química disminuirá el espesor lo que permitirá mayores temperaturas para menores presiones.

Las tablas 3 y 4 que se adjuntan, permiten determinar la pérdida de peso, del cual se puede deducir la pérdida de espesor\*, de los cristales, sometidos a los agresivos químicos convencionales. Para otros agresivos debe consultarse con el fabricante de los ensayos.

\* La densidad relativa en ambos casos es 2,2.

**TABLA 3**

**Pérdida de peso en vidrio sodo-cálcico**

(fuente: folleto comercial)

Agente	Pérdida por 24 horas en mg. por dm <sup>2</sup>
Agua y vapor	5,5
Acidos	5.5 (HC1 5% 95 °C)
Alcalis	250 (NaOH 5% 95 °C)

**TABLA 4**

**Pérdida de peso en vidrio pirex**

(Fuente: folleto comercial)

Agente	Pérdida por 24 horas
Agua o vapor	0,009 mg Na <sub>2</sub> O/g según DIN 12111 clase 1
Acidos	0,10 mg/dm <sup>2</sup> según DIN 12116 clase 1
Alcalis	140 mg/dm <sup>2</sup> según DIN 52322 clase 2

Sobre los valores anteriores se recomienda tomar un margen de seguridad del 100%.

La acción de productos en suspensión, depende de su capacidad erosionadora. Pueden provocar rayas en el vidrio con la consecuencia evidente de pérdida de espesor y templado en su caso.

### Montaje

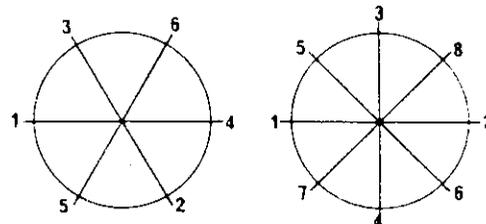
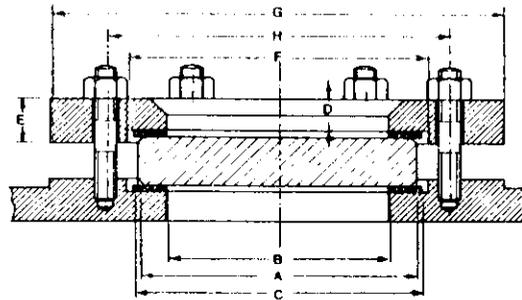
El montaje de los vidrios debe efectuarse cuidadosamente. Si el asiento metálico o la junta no son planas, o bien el apretado de los tornillos no es el adecuado, se crean tensiones en el vidrio que pueden provocar su rotura durante el montaje o una disminución en las prestaciones.

Debe mencionarse además que si por defectos de montaje, agresivos químicos, choque térmico, etc. se sobrepasaran las prestaciones, el templado es un inconveniente adicional puesto que si no lo posee el vidrio se agrietará, pero si lo posee el vidrio estalla.

Se adjunta en la tabla 5 las recomendaciones para el montaje según folleto del fabricante de vidrio.

**TABLA 5**  
**Recomendaciones para el montaje del cristal en las mirillas**  
*(Fuente: folleto comercial)*

MIRILLAS		JUNTAS		BRIDAS					TORNILLOS			
TOTAL A (mm.)	LIBRE B (mm.)	EXTERIOR C (mm.)	INTERIOR B (mm.)	GROSOR D (mm.)	GROSOR E (mm.)	INTERIOR B (mm.)	RESALTE F (mm.)	EXTERIOR G (mm.)	CENTRO TORNILLOS H (mm.)	TAMAÑO	N.º	PAR APRIETE (Kg. m.)
320	280	324	280	26	30	280	325	394	344	M12	8	3,0
300	260	304	260	26	30	260	305	374	324	M12	8	3,0
280	240	284	240	24	28	240	285	354	304	M12	8	2,9
260	225	264	225	24	28	225	265	334	284	M12	8	2,3
240	205	244	205	20	24	205	245	214	264	M12	8	2,2
220	185	224	185	20	24	185	225	294	244	M12	8	2
200	170	204	170	20	24	170	205	272	222	M10	6	1,8
180	150	184	150	20	24	150	185	252	202	M10	6	1,6
160	130	164	130	18	22	130	165	232	182	M10	6	1,4
140	115	143	115	16	20	115	144	210	160	M10	6	1
120	95	123	95	16	20	95	124	190	140	M10	6	0,9
100	75	103	75	14	18	75	104	170	120	M10	6	0,7
80	55	83	55	14	18	55	84	147	97	M8	6	0,5
70	48	73	48	14	18	48	74	137	87	M8	6	0,4
80	40	83	40	12	16	40	64	127	77	M8	6	0,3
50	30	52	30	12	16	30	53	116	66	M8	6	0,2
40	23	42	23	12	16	23	43	106	56	M8	6	0,2
30	15	32	15	12	16	15	33	96	46	M8	6	0,1



El par de apriete corresponde a junta de Klingerit con o sin protección de PTFE.  
 Los tornillos deben apretarse gradual y uniformemente recomendándose el uso de una llave dinamométrica.  
 El orden de apriete viene indicado en las cifras.

## ACCIONES DESARROLLADAS CON MOTIVO DEL ACCIDENTE

Las investigaciones fueron llevadas a cabo por técnicos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, del Centro de Investigación y Asistencia Técnica de Barcelona.

En la visita a la ingeniería autora del proyecto de la instalación, se tuvo conocimiento de que la misma había efectuado proyectos de otras empresas, instalando mirillas de la misma marca que provocó el accidente. La ingeniería fue requerida para que remitiera carta de aviso a las citadas empresas, que posteriormente fueron visitadas por un técnico del I.N.S.H.T. con el fin de verificar la eliminación o sustitución de las mismas, en el caso de que las condiciones de trabajo superaran las indicadas por el fabricante.

Simultáneamente, se decidió redactar el presente informe, al que se pretende dar la máxima divulgación, para conocimiento de usuarios, proyectistas y fabricantes.

Con motivo de las visitas se detectó que en dos de las seis empresas, las condiciones de trabajo superaban las condiciones máximas de servicio indicadas por el fabricante, por lo que se procedió a eliminar las mirillas de la instalación (no eran imprescindibles), sustituyéndolas por carretes.

## CONCLUSIONES

**Las mirillas para control de circulación de fluidos son puntos delicados de instalaciones peligrosas, por cuanto a través de las mismas, circulan fluidos con una mayor o menor agresividad, a presión elevada en muchos casos y en ocasiones a alta temperatura.**

**La parte más delicada de la mirilla es el vidrio que permite la visualización del fluido, por ser el elemento más sensible a la agresión química, presión y temperatura del fluido.**

**Debe estudiarse con mucho detenimiento si la instalación de las mirillas es imprescindible, puesto que en muchos casos no lo es y su eliminación evitaría un factor de riesgo.**

**El que conoce las limitaciones del vidrio instalado es su fabricante, pero esta información no llega nunca al usuario y ello comporta una situación de riesgo intolerable.**

**Las ingenierías se quejan de que los folletos que editan los fabricantes son incompletos. Los**

fabricantes se quejan de que las ingenierías no los consultan. En medio están las firmas que comercializan estos productos que establecen barreras entre ambos para evitar un acuerdo directo.

Para romper esta cadena de una forma práctica, el usuario, que en último caso es el que asume el riesgo, debe exigir que en el proyecto de la instalación se incluya un apartado con las condiciones de uso y mantenimiento de sus elementos.

Dado el confusiónismo existente y para evitar errores futuros, sería conveniente que el vigente Reglamento de Aparatos a Presión, recogiera la obligatoriedad de que el fabricante troquelara en el cuerpo de la mirilla, la Presión Nominal de diseño según DIN 2401, similarmente a lo exigido para otros elementos de las instalaciones a presión, como las válvulas de seguridad.

\* \* \* \*

ANEXO- Norma DIN 2401

### Presiones de servicios y presión de prueba en función de las presiones nominales (PN)

Escalón I de presión de servicio (antes W). Válido para agua y líquidos inofensivos, gases y vapores a menos de 120°.

Escalón II de presión de servicio (antes G). Válido principalmente para vapor de agua saturado o con moderado recalentamiento; también para fluidos que por sus propiedades químicas (toxicidad) o por otros motivos (p. ej. la corrosión) exigen mayor seguridad.

Escalón III de presión de servicio (antes H). Válido con temperaturas de 300 a 400°, particularmente para vapor recalentado.

La presión de servicio rebajado de los escalones II y III frente a la presión nominal tiene en cuenta el descenso del límite de fluencia de los aceros corrientes al carbono en la zona de temperaturas próximas a los 400°.

Las presiones de servicio establecidas representan las máximas presiones admisibles en las condiciones usuales de servicio.

Con temperaturas superiores a 400° puede aplicarse la presión de servicio del escalón II si manteniendo los diámetros de tubos y dimensiones de los empalmes de bridas se elige un material cuya capacidad de resistencia (límite de fluencia en caliente o resistencia permanente) garantice la seguridad de la tubería y de todos sus elementos.

Presión nominal	Máximas presiones de servicio admisibles				Presión de prueba
	para líquidos, gases y vapores				
	I(W) hasta 120° Bridas	II(G) hasta 300° y Tubos	III(H) hasta 400° Bridas   Tubos		
1	1	1	-	-	2
2		2	-	-	4
2,5	2,5	2	-	-	4
3,2	2,5	2	-	-	4
4					
5					
6	6	5	-	-	10
8	-	-	-	-	-
10	10	8	-	-	16
12,5					
16	16	13	13 <sup>2)</sup>	10	25
20 <sup>1)</sup>	20	16	-	13	32
25	25	20	20	16	40
32 <sup>1)</sup>	32	25	-	20	50
40	40	32	32	25	60
50 <sup>1)</sup>	50	40	-	32	75
64	64	50	40	40	96
80 <sup>1)</sup>	80	64	-	50	120
100	100	80	64	64	150
125 <sup>1)</sup>	125	100	80	80	190
160	160	125	100	100	240
200 <sup>1)</sup>	200	160	125	125	300
250	250	200	160	160	375
320	320	250	200	200	480
400	400	320	250	250	600
500	500	400	-	-	750
640	640	500	-	-	960
800	800	640	-	-	1200
1000	1000	800	-	-	1500

1) Estas presiones nominales se refieren exclusivamente a tubos.

2) Para la presión de servicio 13 con vapor recalentado no hay armaduras ni accesorios normalizados. Para ellos se recomienda la presión nominal 25.