

Poligono Bidaurre Ureder Fase 2  
Pabellon 11 20305 Irun Guipuzcoa  
Tel-943667048  
email-felipe.pacheco@fepako.com

Valla de cerramiento de huecos UNE EN 13374:2013 +A1:2019

PS- 2013075 de 0,77 m. a 1,15 m.

PS- 2013100 de 1,17 m. a 1,80 m.

Visítanos en [www.fepako.com](http://www.fepako.com)

PS- 2013150 de 1,77 m. a 2,80 m.

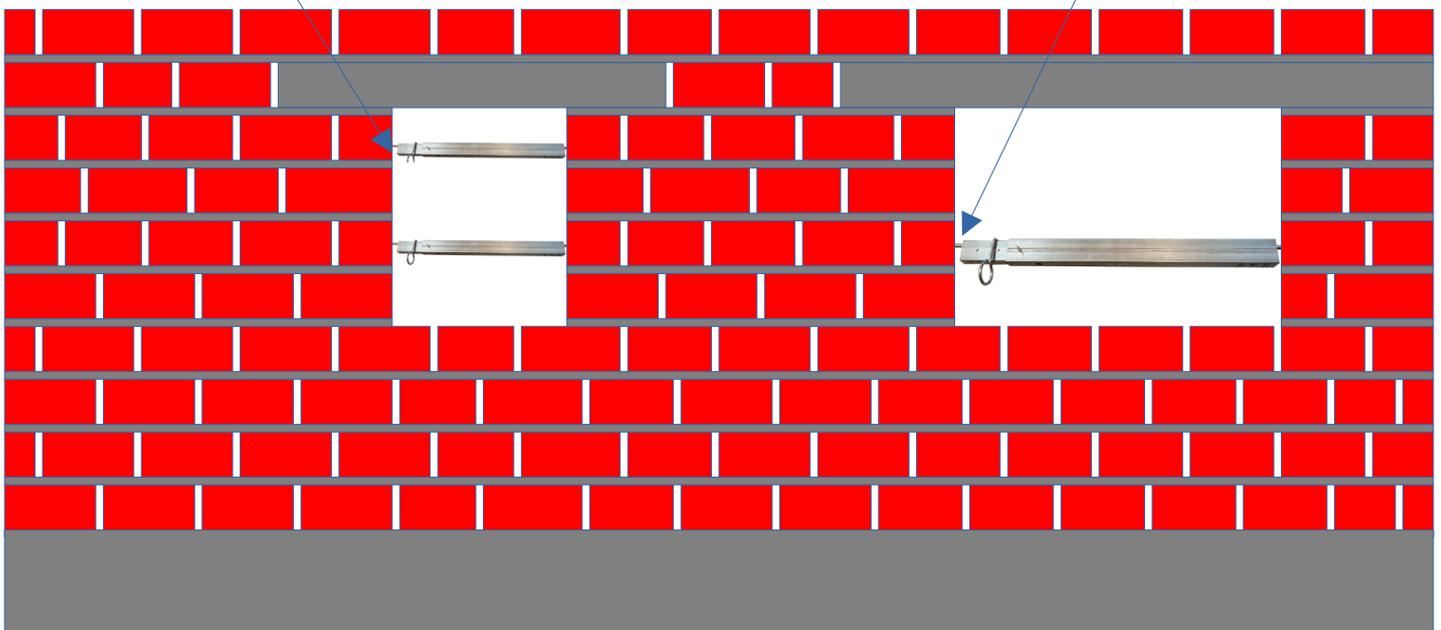
PS- 2013200 de 2,17 m. a 3,80 m.



Taladro de 9m.m



Taladro de 9m.m



# Fepako

## Protección

<b>Nº INFORME</b>	091498
<b>CLIENTE</b>	FEPAKO PROTECCIÓN, S.L.
<b>PERSONA DE CONTACTO</b>	FELIPE PACHECO
<b>DIRECCIÓN</b>	POL. IND. BIDAURRE-UREDOR 2 Nave 11 20305 IRUN (GIPUZKOA)
<b>OBJETO</b>	Procedimiento interno
<b>MUESTRA ENSAYADA</b>	Sistema SPPB Ref "PS-2013200"
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	11/12/2020
<b>FECHA DE ENSAYO</b>	14/01/2021
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	09/02/2021

**Felix Astorkia**  
Responsable Técnico

\* Los resultados del presente informe conciernen, única y exclusivamente al material ensayado.

\* Este informe no podrá ser reproducido sin la autorización expresa de FUNDACIÓN TECNALIA R&I, excepto cuando lo sea de forma íntegra.

(\*) Información aportada por el cliente. Tecnalia no se hace responsable de la información aportada por el cliente.

## 1. CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS

El día 11 de diciembre del 2020 se recibieron en el laboratorio, procedentes de la empresa **FEPAKO PROTECCIÓN, S.L.** las siguientes probetas referenciadas como “**PS-2013200**”.

En la siguiente tabla, se recoge el lote de material recibido que compone el sistema de SPPB objeto de ensayo:

Muestra	Referencia	cantidad	Acabado
PS-2013200	PS-2013200	4	-

Tabla 1: Descripción componentes del sistema SPPB

El equipamiento de ensayo es un bastidor donde se instala el sistema SPPB mediante el soporte necesario en cada caso (perfil metálico, viga hormigón, etc.). Un eje móvil permite posicionar el actuador de carga en el punto y dirección de carga deseada para cada disposición.



Figura 1: Fotografía del equipamiento de ensayo

Para la instalación del sistema objeto de ensayo, se dispone de dos montantes de tubo 35x35x2 con sendos agujeros pasantes de  $\varnothing 10$  a media altura, donde se introducen los extremos de la barandilla.

No se ensaya sistema completo de protección de borde sino una unidad de barandilla para caracterizar la resistencia bajo cargas sustanciales y accidentales.

La siguiente tabla recoge las características dimensionales tomadas sobre la muestra objeto de ensayo según procedimiento interno ELC456.

Cota	dimensión (mm)
1	-
2	-
3	2640
4	-
5	-
6	-
7	-
8	-

Tabla 2: Dimensiones

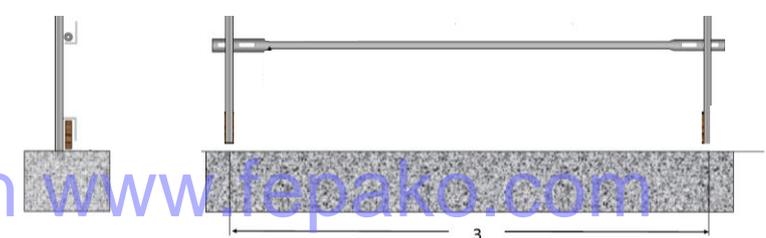


Figura 3: Dimensiones sistema SPPB

## 2. ENSAYOS SOLICITADOS

La empresa FEPAKO PROTECCIÓN, S.L. solicita a Tecnalia la realización de ensayos de conformidad con los requisitos de carga estática según procedimiento interno, siguiendo las pautas de la UNE EN 13374:2013 +A1:2019 “Sistemas provisionales de protección de borde”.

Los ensayos se realizan según pautas de la norma UNE EN 13374:2013 +A1:2019. Los ensayos de conformidad con los requisitos de carga estática según los apartados que se recogen en la siguiente tabla:

Producto	Requisitos	Ref Normativa
Sistemas provisionales de protección de borde	Ensayo de conformidad con los requisitos de carga estática para la clase A y B.	UNE EN 13374:2013 +A1:2019 Apdo. 7.4
	Verificación dimensional	Procedimiento interno ELC456

Nota 1: A petición del cliente se realizan únicamente 2 repeticiones de ensayo sobre cada disposición de carga.

Nota 2: No se realiza ensayo de carga máxima de viento Qmw

## 3. ENSAYOS REALIZADOS

### 3.1 Ensayos de carga estática

Los ensayos de conformidad con los requisitos de carga estática sobre sistemas de protección de borde, se realizan para los siguientes estados límite:

- Estado límite de servicio, relacionado con la flecha máxima en el régimen elástico del sistema de protección.
- Estado límite último, relacionado con las cargas fundamentales y accidentales, donde se caracteriza el estado límite último del sistema sin producirse roturas en la muestra.

Para ambos estados, el método de aplicación de carga es común, pero cambia la magnitud de carga aplicada.

Para los puntos del sistema donde se requieran tanto el ensayo de límite de servicio  $F_t$  como límite último  $F_h$ , ambas situaciones se simulan en distintas secuencias de un ensayo común.

### 3.1.1 Ensayo de los límites de servicio

Ensayo realizado para caracterizar el estado límite de servicio del sistema sin superar una media de las flechas límite ( $d_2 - d_1$ ) de 55mm, en un régimen elástico. Se realizan 4 repeticiones de ensayo sobre componentes nuevos.

Inicialmente se aplica una precarga para compensar cualquier holgura o desajuste que pueda tener el sistema objeto de ensayo.

Se aplica la  $F_T$  en dirección perpendicular al plano del sistema de protección, según apartado 6.3.2 y Tabla 2 UNE EN 13374:2013 +A1:2019 sobre el punto más desfavorable aplicado a velocidad constante. Tras alcanzar la carga máxima se anota la flecha instantánea  $d_2$ .

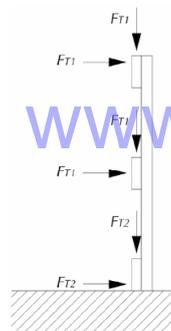


Figura 2: Cargas de servicio

Se registran:

- $d_1$  (posición inicial tras precarga)
- $d_2$  (Deformación para la carga  $F_t$ )

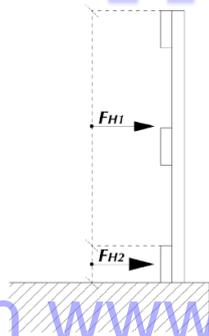
Para la carga de **estado límite de servicio**  $F_t$ , según el apartado 7.4.2.3 de la UNE EN 13374:2013, se establece un requisito de deformación:

- Valor medio de las flechas ( $d_2 - d_1$ ) < 55mm
- $d_{\text{individual}} < 60\text{mm}$

### 3.1.2 Ensayo de resistencia (límite último). Cargas puntuales.

Ensayo realizado para caracterizar el estado límite último del sistema sin producirse roturas en la muestra.

Se aplica la carga  $F_H = \gamma_M \times \gamma_f \times Q_k$  según apartado 6.3.3 y tabla 2, correspondiente al **estado límite último**, aplicado a velocidad constante. La carga se aplica en dirección perpendicular al plano del sistema de protección, sobre los puntos más desfavorables en sistemas de protección:



Visítanos en [www.fepako.com](http://www.fepako.com)

Figura 3: Cargas límite último

Adicionalmente, según el apartado 6.3.5, se aplican las cargas de viento al sistema en combinación con las cargas últimas del apartado 6.3.3. (La presión/carga distribuida de viento ejercida sobre cada componente, se puede aplicar como carga puntual equivalente.) En consecuencia, la carga combinada es de mayor magnitud que la carga  $F_H$ , por lo que el ensayo de resistencia se realiza con la magnitud de carga combinada.

#### 6.3.5 Estado límite último. Combinación de cargas

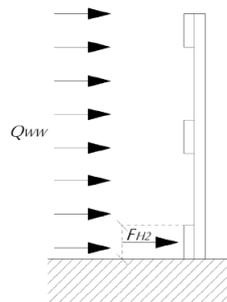


Figura 11 – Combinación de cargas.  
Plinto

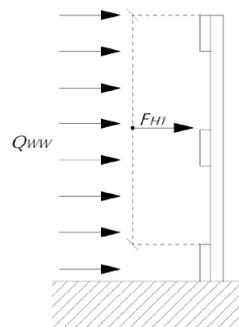


Figura 12 – Combinación de cargas.  
Todas las otras partes

Tras descargar, se vuelve a cargar con el mismo procedimiento hasta alcanzar la carga de rotura  $R_u$ .

Para la carga de **estado límite último**, se establecen los siguientes criterios:

- Con la carga  $F_H$ , no se deben producir deformaciones plásticas, roturas, separaciones, etc.
- El valor de cálculo debe ser inferior al valor de resistencia. Es decir,  $R_u$  (carga última ajustada según UNE EN 12811-3:2003)  $\geq F_H$ .

### Ensayo de carga máxima de viento (6.3.4 UNE EN 13374:2013 +A1:2019)

Ensayo realizado para caracterizar el estado límite último del sistema por viento, sin producirse roturas en la muestra.

Se realiza 1 repetición de ensayo para ensayos de viento. Estos ensayos realizan tras los ensayos de “límite de servicio” en cada disposición.

$Q_W$  según apartado 6.3.4 y tabla 2, correspondiente a la carga máxima de viento, aplicado a velocidad constante.

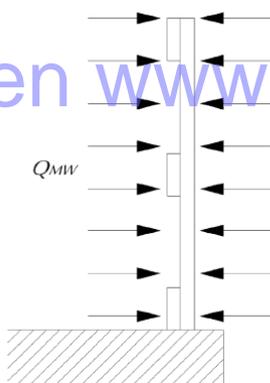


Figura 10 – Carga límite última  
Carga máxima de viento – hacia adentro y hacia afuera

La carga se aplica en dirección perpendicular al plano del sistema de protección en las dos direcciones separadamente, sobre los puntos más desfavorables en sistemas de protección. Tras alcanzar la carga  $Q_W$  se descarga la muestra registrando:

- Registrar la carga de forma continua
- Con la carga  $Q_W$ , no se deben producir deformaciones plásticas, roturas, separaciones, etc.

### 3.1.3 Ensayo de resistencia. Ensayo de carga accidental

Ensayo realizado para caracterizar el estado límite último del sistema sin producirse roturas en la muestra.

La carga se aplica en dirección vertical descendente  $\pm 10^\circ$  sobre el punto más desfavorable de la barandilla sobre una superficie de 100x100mm

$F_D = \gamma_M \times \gamma_f \times Q_k$  ( $Q_k=1250N$ ) según apartado 6.3.7 y Tabla 2, correspondiente al **estado límite último**, aplicado a velocidad constante.

Tras descargar, se vuelve a cargar con el mismo procedimiento hasta alcanzar la carga de rotura  $R_u$ .

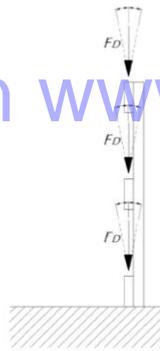


Figura 5: Carga accidental

Para la carga de **estado límite último**, se establecen los siguientes criterios:

- Con la carga  $F_D$ , no se deben producir roturas, separaciones, etc.
- Flecha máxima durante la aplicación de la carga **d=300mm**

## 3.2 Fuerzas de ensayo

### 3.2.1 Ensayo de los límites de servicio

$$F_{t1} = 0,3KN$$

$$F_{t2} = 0,2KN$$

### 3.2.2 Ensayo de resistencia (límite último). Cargas puntuales.

$$F_H = \gamma_M \times \gamma_F \times Q_k$$

$\gamma_F = 0,9$  para cargas favorables. Ejemplo: Protecciones con contrapeso.

$\gamma_F = 1,5$  Todas las cargas permanentes y variables.

$\gamma_M = 1,1$  Para materiales metálicos dúctiles.

$\gamma_M = 1,25$  Para materiales metálicos frágiles.

$\gamma_M = 1,3$  Para madera.

$Q_k = 0,3$  KN barandillas y postes

$Q_k = 0,2$  KN rodapiés

### 3.2.3 Ensayo de resistencia. Ensayo de carga paralela al sistema de protección de borde.

$$F_{H3} = \gamma_M \times \gamma_f \times Q_k \quad (Q_k=200N) = 1,1 \times 1,5 \times 0,2 = 0,33KN$$

### 3.2.4 Ensayo de resistencia. Ensayo de carga accidental

$$F_D = 1,25KN$$

## 3.3 Ensayo de verificación dimensional

Se verifica que el sistema cumple con los requisitos dimensionales marcados por los apartados 5.1 y 5.2 de la UNE EN 13374:2013 +A1:2019.

Inicialmente, se verifica que la probeta no presenta golpes o deformaciones que puedan influir en las mediciones a realizar.

Cada medición sobre componentes de protección se realiza con calibre o flexómetro, dependiendo de la precisión necesaria.

División de escala del calibre= 0,01mm

División de escala del flexómetro= 1mm

Cuando se trata de una medición del diámetro de tubo o espesor de la sección, se realizan 3 mediciones sobre distintos puntos del elemento y se anota la media de las tres mediciones.

En algunos casos es necesario realizar un corte a la probeta, por ejemplo para medir el espesor del tubo. Se puede utilizar una amoladora o sierra para cortar metal.

Si existen aristas o rebabas que puedan falsear la medición, se pueden eliminar estos imperfectos con una lima.

Una vez realizadas las mediciones, en las hojas de laboratorio, se chequea si la muestra cumple los requisitos impuestos por la norma aplicable en cada caso.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Ensayo sobre la barandilla superior en el centro del vano, en dirección perpendicular al sistema hacia el exterior.

Muestra	FT1(KN)	d1 (mm) (F0=0,3KN)	d2 - d1 (mm)	Modo de fallo
1	0,3	0,92	25,94	No se producen deformaciones plásticas ni otros deterioros (d2 - d1) individual <60mm CORRECTO (d2 - d1) medio <55mm CORRECTO
2		1,89	26,25	
3		-	-	
4		-	-	
Media			26,06	

d1= Posición de referencia tras precarga  
d2=Deformación para carga de ensayo (FT).

Ensayo de resistencia. Estado límite último. Cargas puntuales.

Muestra	QMW (KN)	FH1+ QWW (KN)	dH1 - d1 (mm)	d3 - d1(mm)	Ru (N)	Modo de fallo
1	-	0,5	40,40	1,03	1025	Para la carga QMW: No se producen deformaciones plásticas ni otros deterioros
2			40,96	0,67	1036	Para la carga FH+ QWW: No se producen deformaciones plásticas ni otros deterioros
3			-	-	-	Para carga última: No se producen deformaciones plásticas ni otros deterioros.
4			-	-	-	Se cumple $Ru^* \geq F_H + Q_{WW}$ CORRECTO

FH1 =  $Q_k$  mayorada por los coeficientes de seguridad parcial  $\gamma_F=1,5$  y  $\gamma_M=1,1$ .

dH1 = Deformación para la carga FH1+ QWW.

d3 = Deformación residual tras la carga FH1+ QWW.

Ru= Carga última de ensayo.

QMW= Carga máxima de viento  $\gamma_F=1,5$

QWW= Combinación de carga de viento  $\gamma_F=1,5$

#### 4.2. Ensayo sobre la barandilla superior en el centro del vano, en dirección vertical descendente.

Muestra	FT1(KN)	d1 (mm) (F0=0,3KN)	d2 - d1 (mm)	Modo de fallo
1	0,3	0,24	8,73	No se producen deformaciones plásticas ni otros deterioros  (d2 - d1) individual <60mm CORRECTO (d2 - d1) medio <55mm CORRECTO
2		0,12	8,85	
3		-	-	
4		-	-	
Media			8,79	

d1= Posición de referencia tras precarga  
d2=Deformación para carga de ensayo (FT).

Ensayo de resistencia. Estado límite último. Cargas puntuales.

Muestra	QMW (KN)	FH1+ QWW (KN)	dH1 - d1 (mm)	d3 - d1(mm)	Ru (N)	Modo de fallo
1	-	0,5	13,74	0,37	1008	Para la carga QMW: ---
2			14,22	0,31	1014	Para la carga FH+ QWW: No se producen deformaciones plásticas ni otros deterioros
3			-	-	-	Para carga última: No se producen deformaciones plásticas ni otros deterioros.
4			-	-	-	Se cumple $Ru^* \geq F_H + Q_{ww}$ CORRECTO

FH1 = Qk mayorada por los coeficientes de seguridad parcial  $\gamma_F=1,5$  y  $\gamma_M=1,1$ .

dH1 = Deformación para la carga FH1+ QWW.

d3 = Deformación residual tras la carga FH1+ QWW.

Ru= Carga última de ensayo.

QMW= Carga máxima de viento  $\gamma_F=1,5$

QWW= Combinación de carga de viento  $\gamma_F=1,5$

### 4.3. Ensayo de resistencia. Ensayo de carga accidental

$F_D$ (KN)	$d_1$ (mm) ( $F_0=0,1$ KN)	$d_D - d_1$ (mm)	$d_3 - d_1$ (mm)	Modo de fallo
1,25	0,18	34,43	3,79	Para la carga $F_D$ , no se producen deformaciones plásticas ni roturas. Se cumple el requisito de la flecha para la carga accidental  $(d_D - d_1) < 300$ mm
1,25	0,18	34,49	3,04	
-	-	-	-	
-	-	-	-	

$d_1$ = Posición de referencia tras precarga

$F_D$  mayorado por los coeficientes de seguridad parcial  $\gamma_F=1$  y  $\gamma_M=1$ .

$d_D$ = Deformación correspondiente a la carga  $F_D$ .

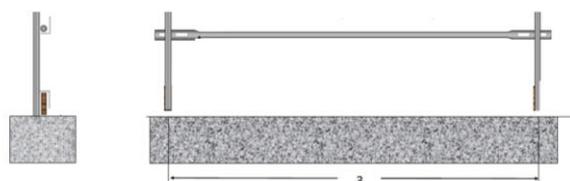
$d_3$  = Deformación residual tras la carga  $F_D$ .

Visítanos en [www.fepako.com](http://www.fepako.com)

#### 4.7 Ensayo de verificación dimensional

Componente	Diametro / Ancho (mm)	Espesor (mm)	Acabado
Barandilla tubo ext	30,12 x 50,07	1,47	Galvanizado
Barandilla tubo int	40,08	1,55	Galvanizado
Plinto	--	--	Galvanizado

Cota	Dimensión (mm)
1	--
2	--
3	2640
4	--
5	--
6	--
7	--
8	--
Hueco horizontal	n.a.
Hueco max si no existe barandilla intermedia	n.a.



Visítanos en [www.fepako.com](http://www.fepako.com)

	Angulo $\alpha$ (°)
Inclinación respecto a la perpendicular de la superficie de trabajo	--

La barandilla objeto de ensayo **CUMPLE** con los requisitos marcados en los apartados 5.1 y 5.2 de la UNE EN 13374:2013 +A1:2019

DOCUMENTACION TECNICA APORTADA POR EL FABRICANTE

