

PERDIGÓ

Diseño por Análisis (DBA)

Preparado para la Jornada de Equipos a presión - 20 de junio de 2023

Josep Maria Perdigó
CEO & Industrial Engineer

Raul Villalba
Mechanical Design Engineer

1

Introducción

Diseño por Formulas (DBF)
Cálculo analítico mediante ecuaciones cerradas y reglas para geometrías convencionales

Diseño por Análisis (DBA)
Cálculo numérico mediante simulación FEA

$$s = C_1 \cdot C_E \cdot f \cdot \sqrt{\frac{p \cdot S}{10K}} + c_1 + c_2$$

¿Cuándo se utiliza el DBA?

- Geometrías complejas difícilmente abordables por DBF
- Geometrías convencionales como alternativa al DBF
- Equipos bajo estados de carga complejos, materiales no convencionales o tolerancias inusuales

2

Caso práctico: Equipo de sección rectangular con recámara

Materiales: acero inoxidable y acero al carbono
Fluido: Aire y vapor
Temperatura de diseño = 150 °C

Recámara
0 / 3 bar g

Cuerpo
-1 / 3 bar g

Conexiones

Puerta

3

DBA en ASME VIII y EN 13445-3

ASME VIII

- Div 1 - DBF
- Div 2 Part 4 - DBF
- Div 2 Part 5 - DBA
 - Métodos no lineales
 - Métodos lineales
Stress Classification

EN 13445-3

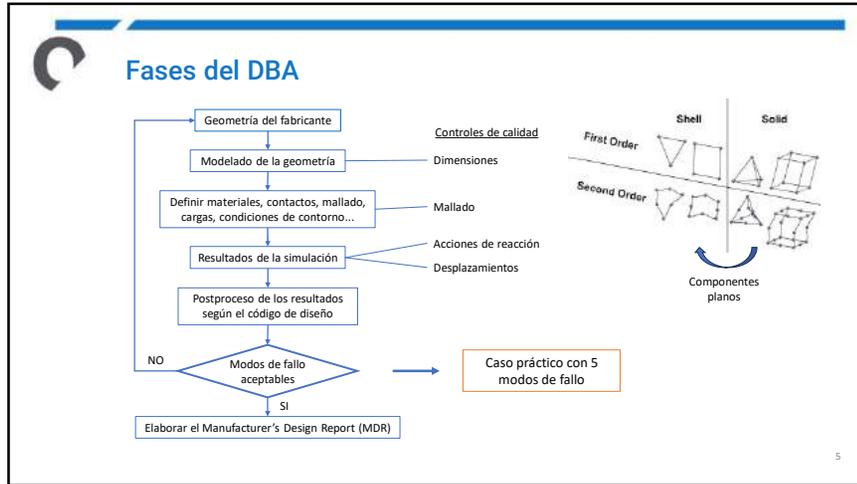
- DBF
- DBA
 - Métodos no lineales
 - Anexo B - Ruta directa + Sección 18 (Fatiga)
 - Métodos lineales
Anexo C - *Stress Classification* + Sección 18 (Fatiga) + Pandeo

Ruta	Clase	Coef. Seg. (UTS)	Fabricante
Div 1 App 46	-	3,5	U Stamp
Div 2	1	3	U2 Stamp
	2	2,4	

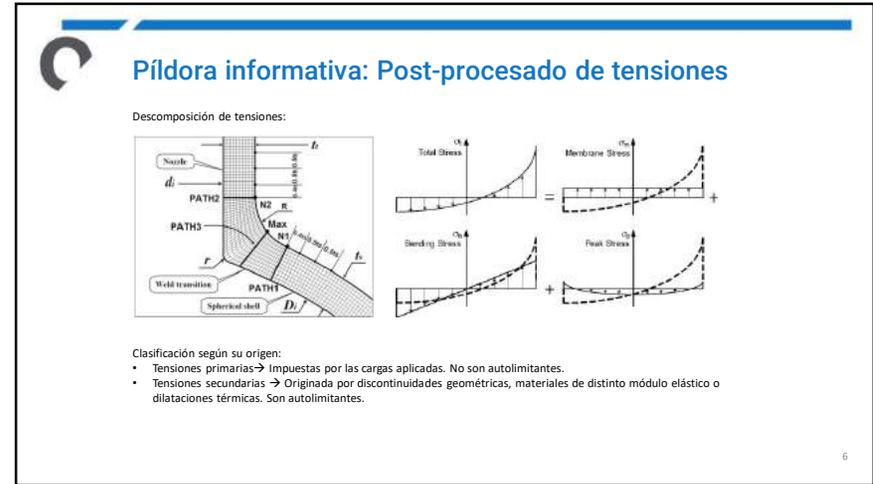
- Material
+ Coste ingeniería
+ END

Reducción del 21,6% de material en un cuerpo cilíndrico
[Design By Analysis: Save More Steel and Money in your Pressure Vessel Design by Piotr Stepień](#)

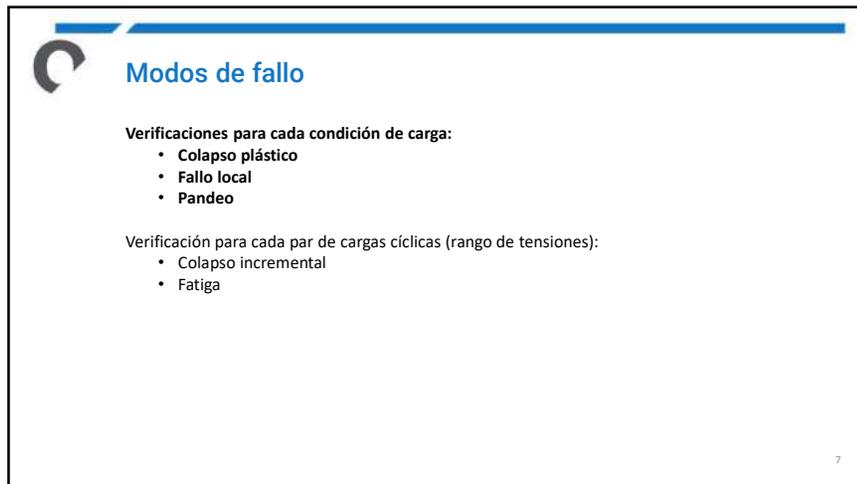
4



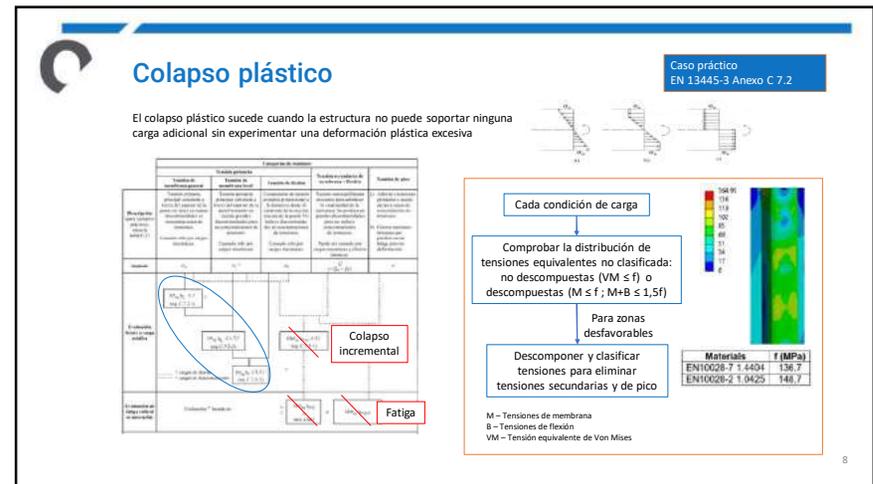
5



6



7



8

Fallo local

Los metales se pueden fracturar o agrietar bajo ciertos estados triaxiales de tensión, sin presentar apenas deformaciones plásticas.

Zonas a verificar: $\min +(\sigma_1; \sigma_2; \sigma_3) > \frac{\sigma_1}{2}$

Verificación: $\max(\sigma_1; \sigma_2; \sigma_3) \leq R_{p/T}$

$\sigma_1 = 260 \text{ Mpa}$
 $\sigma_2 = 250 \text{ Mpa}$
 $\sigma_3 = 200 \text{ Mpa}$ → $\sigma_{VM} = 55,7 \text{ MPa} !!!$

Caso práctico
EN 13445-3 Anexo C 7.5

Cada condición de carga

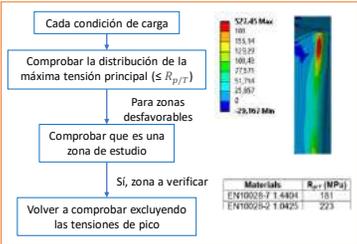
Comprobar la distribución de la máxima tensión principal ($\leq R_{p/T}$)

Para zonas desfavorables

Comprobar que es una zona de estudio

Sí, zona a verificar

Volver a comprobar excluyendo las tensiones de pico



527,45 Max

189

155,94

122,97

100,48

77,57

55,74

35,897

0

-23,162 Min



Materials	$R_{p/T}$ (MPa)
EN10028-2 1.4301	181
EN10028-2 1.0425	223

Pandeo

Inestabilidad causada por componentes sometidos a compresión. Fallo súbito cuando el componente convierte la deformación de membrana en deformación de flexión.

Caso práctico
Eigenvalue buckling

factores multiplicadores >>
factores de seguridad = 10

Mode	Load Multiplier
1. 1.	71,875
2. 2.	75,63
3. 3.	76,318
4. 4.	77,154
5. 5.	77,207
6. 6.	77,811



Modos de fallo

Verificaciones para cada condición de carga:

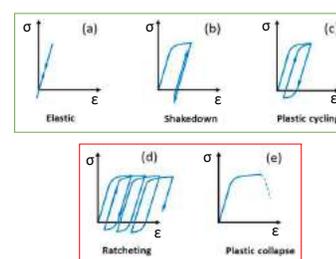
- Colapso plástico
- Fallo local
- Pandeo

Verificación para cada par de cargas cíclicas (rango de tensiones):

- Colapso incremental
- Fatiga

Colapso incremental

El colapso incremental o ratcheting es ocasionado por la acumulación de deformación plástica causada por cargas cíclicas, en especial cargas térmicas.



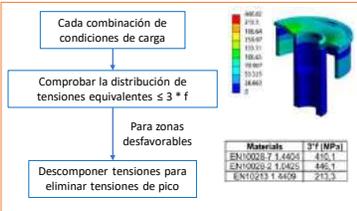
Caso práctico
EN 13445-3 Anexo C 7.3

Cada combinación de condiciones de carga

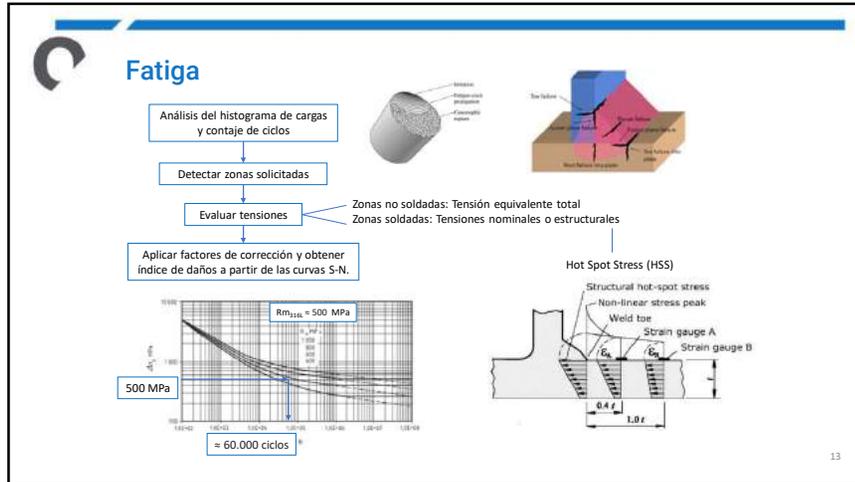
Comprobar la distribución de tensiones equivalentes $\leq 3 * f$

Para zonas desfavorables

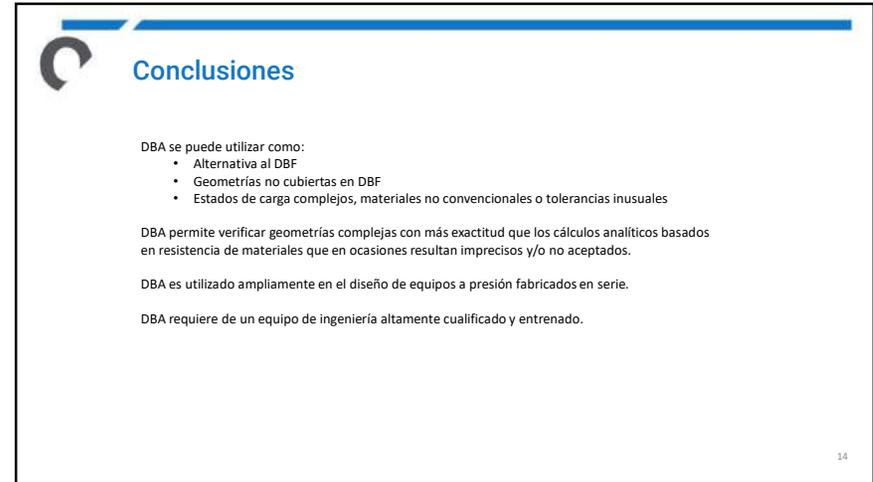
Descomponer tensiones para eliminar tensiones de pico



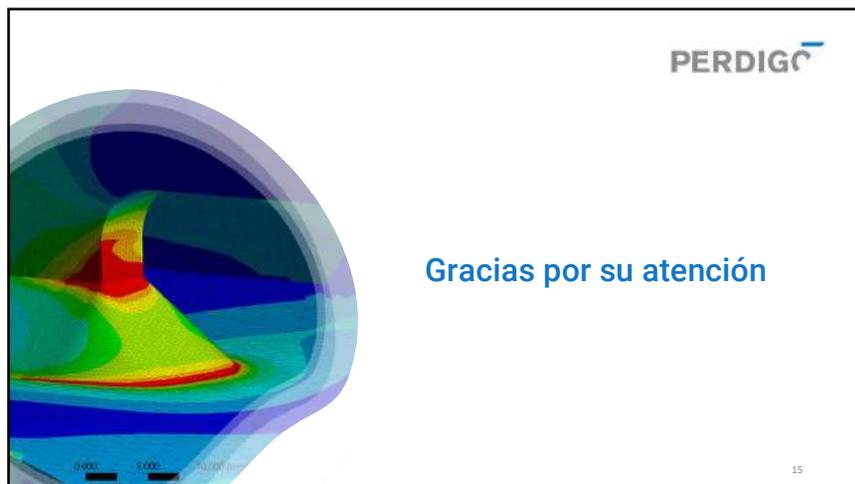
Materials	ST (MPa)
EN10028-2 1.4301	410,1
EN10028-2 1.0425	446,1
EN10213 1.4579	213,1



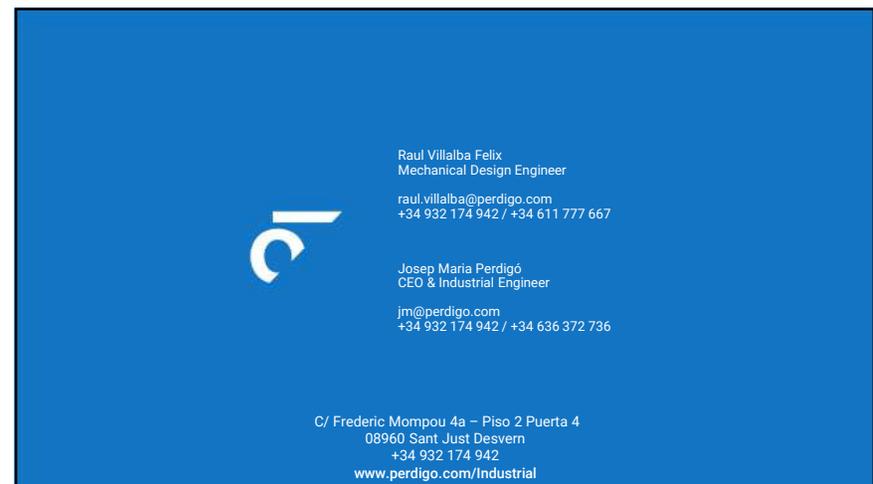
13



14



15



16