

JORNADA SOBRE DETALLES CONSTRUCTIVOS EN LA EJECUCIÓN DE REDES DE RIEGO

EJECUCIÓN DE ANCLAJES EN LAS REDES DE RIEGO



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

INDEFA Ingenieros S.L.U.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN
2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO
3. TIPOLOGÍA DE ANCLAJES
4. OTROS ASPECTOS Y MÉTODOS DE DISEÑO
5. DETALLES DE EJECUCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

En las conducciones existen elementos tales como codos, derivaciones, reducciones y válvulas, entre otros, que están sometidos a esfuerzos como consecuencia de la presión hidráulica.

En caso de no disponer de macizos de anclaje que garanticen la sujeción y apoyo de los accesorios integrados en las redes, se produce un desequilibrio de fuerzas que puede provocar su desplazamiento, llegando a producir daños en el resto de instalaciones y alterando el correcto funcionamiento del sistema.

Por este motivo, es necesario prestar especial atención en el diseño así como en una correcta ejecución de los anclajes en las redes de riego.

2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

A partir de la geometría del anclaje y la presión de trabajo a la que puede estar sometida la pieza, se comprueba el estado de equilibrio frente a:

- ✓ **Deslizamiento**
- ✓ **Vuelco**
- ✓ **Hundimiento**

En el cálculo intervienen: fuerzas estabilizadoras y fuerzas desestabilizadoras.

- **Desestabilizadoras**: empuje ejercido por la presión hidráulica sobre los accesorios de la red.
- **Estabilizadoras**: debidas al peso del anclaje, peso del terreno por encima del mismo, rozamiento del hormigón con el terreno y empuje pasivo del mismo.

2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

FUERZAS EN LA COMPONENTE VERTICAL

-Peso del anclaje (G) en t: $G = V_H \times \gamma_H + V_A \times \gamma_A$

siendo V_H : volumen del hormigón necesario en el macizo

γ_H : peso específico del hormigón (2,4 t/m³)

V_A : volumen del acero necesario en el macizo

γ_A : peso específico del acero (7,85 t/m³)

- Peso del terreno sobre el macizo (T) en t: $T = S \times h \times \gamma_T$

siendo S: superficie en planta del macizo

h: profundidad media de enterramiento del macizo

γ_T : peso específico del terreno (1,8 t/m³)

2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

FUERZAS EN LA COMPONENTE HORIZONTAL

- Fuerza rozamiento hormigón – terreno (G) en t: $F_{roz} = \mu \times (G + T)$

siendo μ : coeficiente rozamiento con el terreno, tan (30°)

G: peso del anclaje (t)

T: peso del terreno (t)

- Empuje pasivo del terreno ($E_{terreno}$) en t: $E_{terreno} = \sigma \times A$

siendo σ : presión admisible del terreno (10 t/m²)

A: superficie de apoyo del macizo con el terreno (t)

2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

HIPÓTESIS DE CÁLCULO

-Deslizamiento (C_s):

$$C_s = (F_{\text{roz}} + F_{\text{terreno}}) / E \geq 1,50$$

-Vuelco(C_v):

$$C_v = M_{\text{estabilizadoras}} / M_{\text{desestabilizadoras}} \geq 1,80$$

- Hundimiento (C_h):

$$C_h = \sigma \times A / (G + T) \geq 3,00$$

2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

CARACTERÍSTICAS TERRENO

Tabla D.25. Presiones admisibles a efectos orientativos

Terreno	Tipos y condiciones	Presión admisible [Mpa]	Observaciones
Rocas	Rocas ígneas y metamórficas sanas ⁽¹⁾ (Granito, diorita, basalto, gneis)	10	Para los valores apuntados se supone que la cimentación se sitúa sobre roca no meteorizada
	Rocas metamórficas foliadas sanas ^{(1), (2)} (Esquistos, pizarras)	3	
	Rocas sedimentarias sanas ^{(1), (2)} : Pizarras cementadas, limolitas, areniscas, calizas sin karstificar, conglomerados cementados	1 a 4	
	Rocas arcillosas sanas ^{(2), (4)}	0,5 a 1	
	Rocas diaclasadas de cualquier tipo con espaciamiento de discontinuidades superior a 0,30m, excepto rocas arcillosas	1	
	Calizas, areniscas y rocas pizarrosas con pequeño espaciamiento de los planos de estratificación ⁽³⁾	-	
	Rocas muy diaclasadas o meteorizadas ⁽³⁾	-	
Suelos granulares (% finos inferior al 35% en peso)	Gravas y mezclas de arena y grava, muy densas	>0,6	Para anchos de cimentación (B) mayor o igual a 1 m y nivel freático situado a una profundidad mayor al ancho de la cimentación (B) por debajo de ésta
	Gravas y mezclas de grava y arena, medianamente densas a densas	0,2 a 0,6	
	Gravas y mezclas de arena y grava, sueltas	<0,2	
	Arena muy densa	>0,3	
	Arena medianamente densa	0,1 a 0,3	
Suelos finos (% de finos superior al 35% en peso)	Arena suelta	<0,1	
	Arcillas duras	0,3 a 0,6	Los suelos finos normalmente consolidados y ligeramente sobreconsolidados en los que sean de esperar asientos de consolidación serán objeto de un estudio especial. Los suelos arcillosos potencialmente expansivos serán objeto de un estudio especial
	Arcillas muy firmes	0,15 a 0,3	
	Arcillas firmes	0,075 a 0,15	
Arcillas y limos blandos	<0,075		
Suelos orgánicos		Estudio especial	
Rellenos		Estudio especial	

Fuente: CTE-SE-Cimentaciones

Presión admisible del terreno vertical (σ_v): 0,2 MPa

Coefficiente de empuje al reposo (K_0): 0,5*

Presión admisible del terreno horizontal (σ_h): 0,1 MPa

Ángulo de fricción (δ): 30°

Factor de fricción anclaje-terreno : $\text{tg}(30^\circ) = 0,57$

Materiales de interfaz	Factor de fricción $\text{tg}(\delta)$	Ángulo de fricción δ°
Masa de hormigón en la seguida base de materiales:		
<i>Sonido de roca limpio</i>	0,7	35
Gravilla limpia , mezcla de gravilla y arena , arena gruesa	0,55 - 0,6	29 - 31
<i>Arena fina limpia a media , arena media a gruesa limosa, arena gruesa limosa a gravilla arcillosa</i>	0,45 - 0,55	
<i>Arena fina limpia, arena limosa o limpia arcillosa a media</i>	0,35 - 0,45	19 - 24
<i>Arena fina limosa, limosa o plástica</i>	0,30 - 0,30	17 - 19
<i>Arcilla muy rígida y difícil residual o arcilla pre-consolidada</i>	0,40 - 0,50	22 - 26
<i>Arcilla Media rígida, arcilla rígida y arcilla limosa</i>	0,30 - 0,35	17 - 19

Fuente: <https://www.finesoftware.es>

2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

HORMIGÓN

Tipo:	HA-25/20/P/IIa
Peso específico:	2,4 t/m ³

ARMADURAS

Acero para armar:	B500S
Peso específico:	7,85 t/m ³
Recubrimientos armadura:	70 mm
Diámetro redondo:	12 mm
Separación entre armaduras:	250 mm

TERRENO

Peso específico:	1,8 t/m ³
Coefficiente de rozamiento hormigón - terreno (μ):	$\tan(30^\circ)$
Presión admisible del terreno horizontal (σ_h):	10 t/m ²
Profundidad de enterramiento de la generatriz superior tubería:	1 m

COEFICIENTES DE SEGURIDAD MÍNIMOS EXIGIDOS

Coefficiente de seguridad frente al deslizamiento (C_s):	1,50
Coefficiente de seguridad frente al vuelco (C_v):	1,80
Coefficiente de seguridad frente al hundimiento (C_h):	3,00

3. TIPOLOGÍA DE ANCLAJES

ANCLAJES EN CODOS Y CURVAS

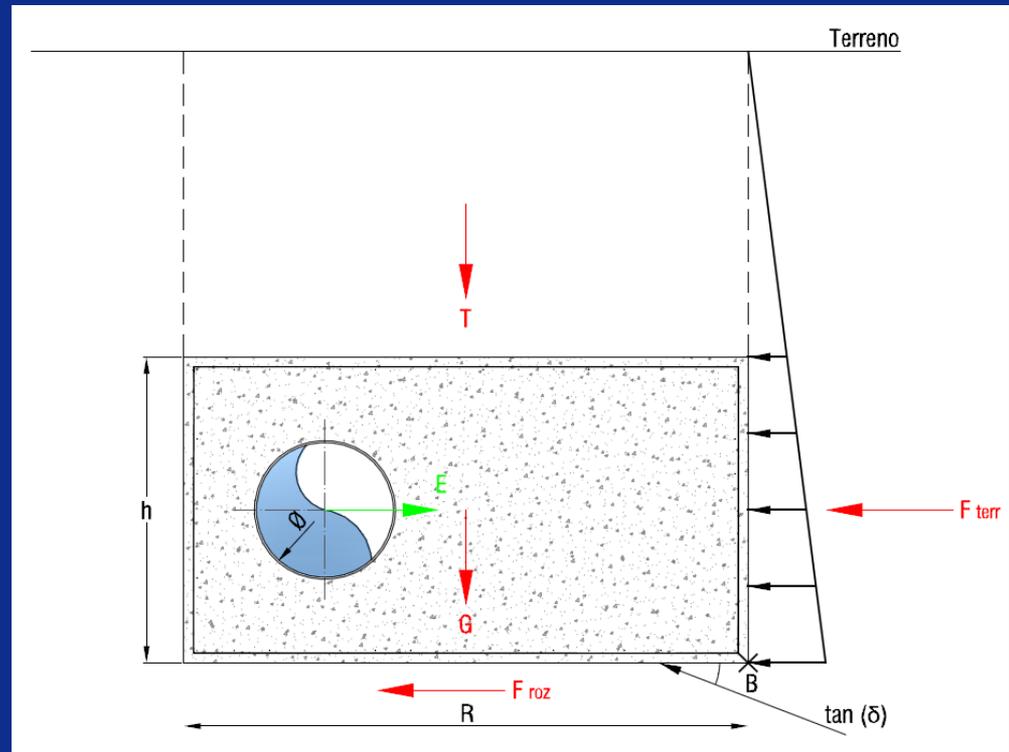
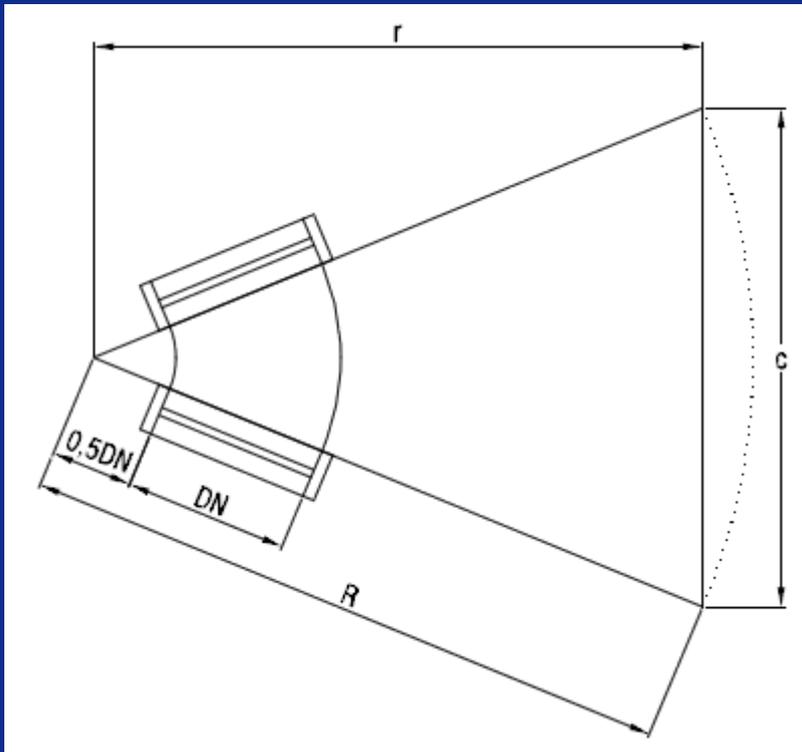
$$E = 2 \times P \times A \times \sin(\alpha/2) \cdot 10$$

E: empuje en la tubería (t)

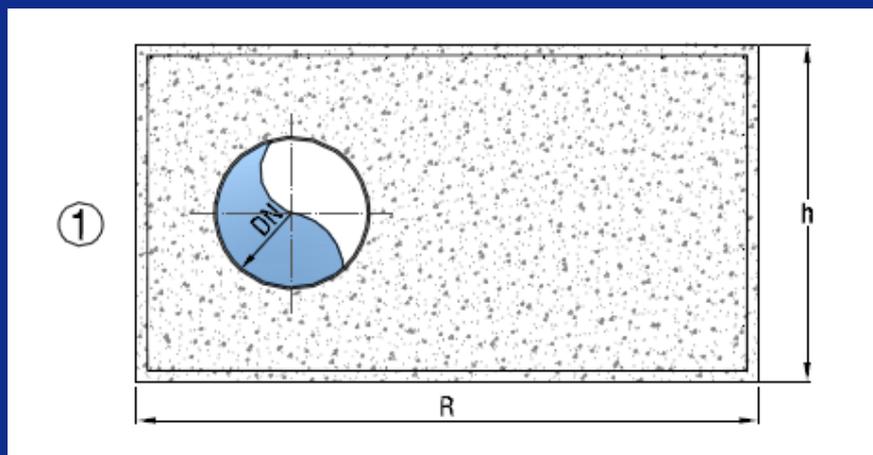
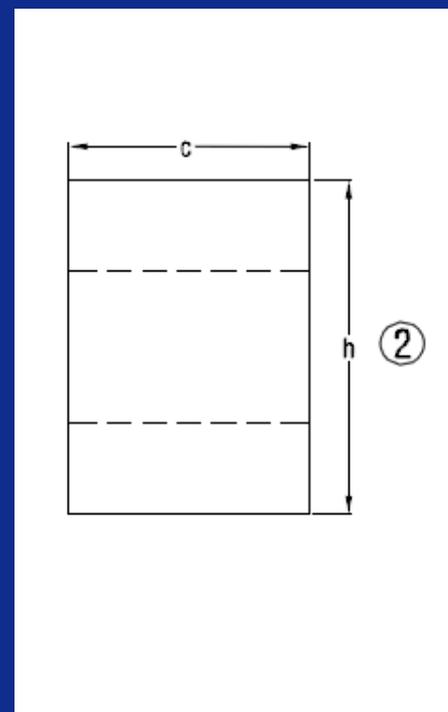
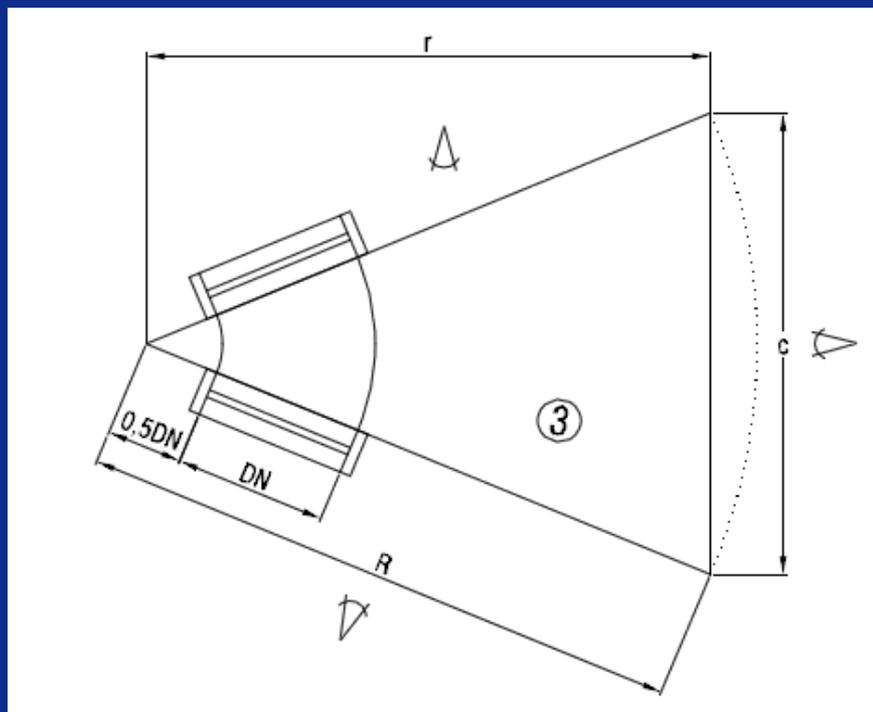
P: presión interior tubería (atm) / se adopta PN

A: sección interior tubería (m²)

α : ángulo interior alineaciones tubería (°)



3. TIPOLOGÍA DE ANCLAJES



3. TIPOLOGÍA DE ANCLAJES

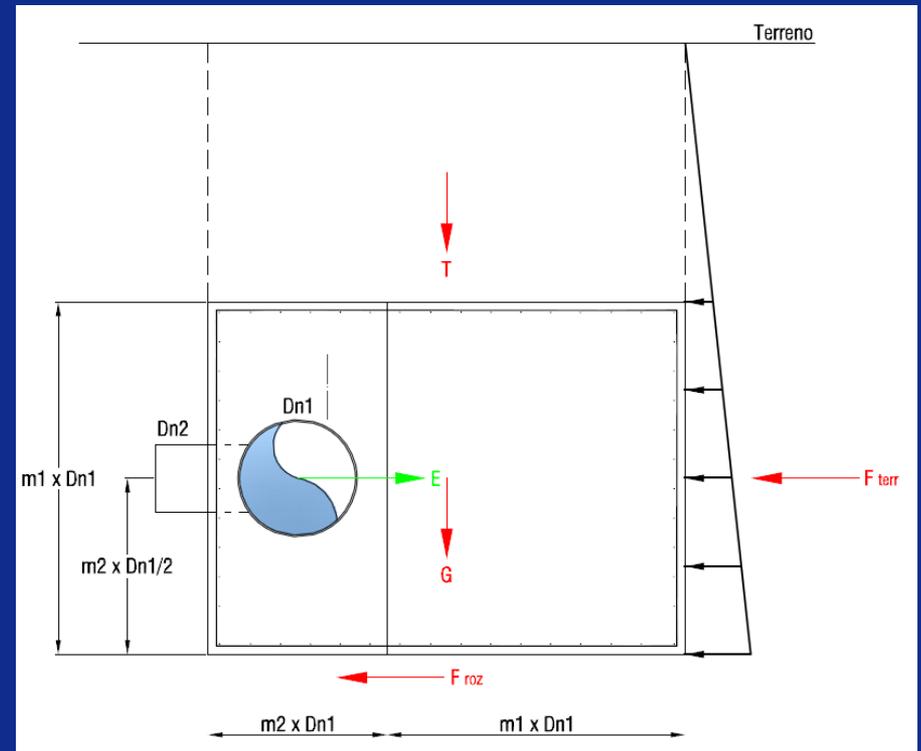
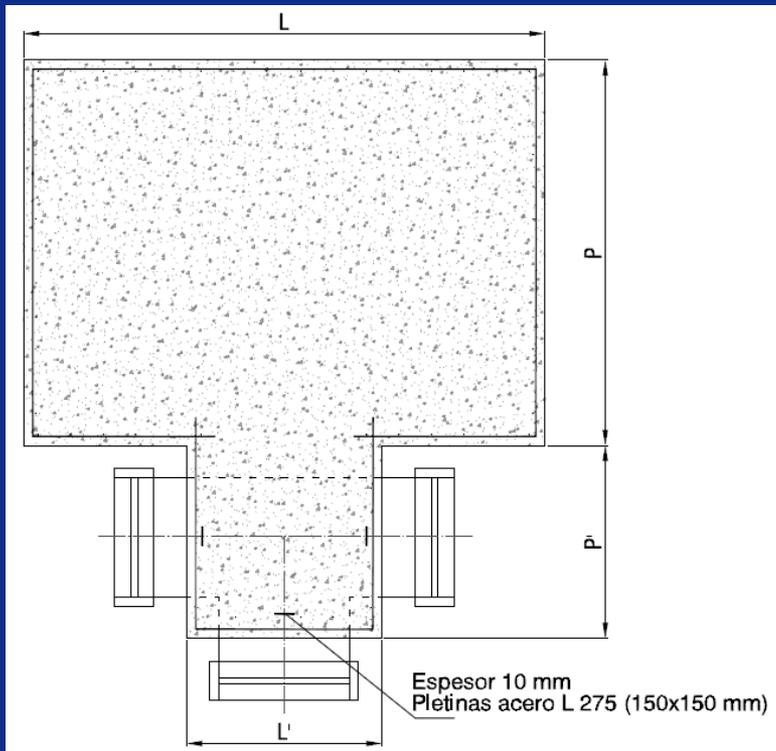
ANCLAJES EN PIEZAS DE DERIVACIÓN EN T

$$E = 10 \times P \times A$$

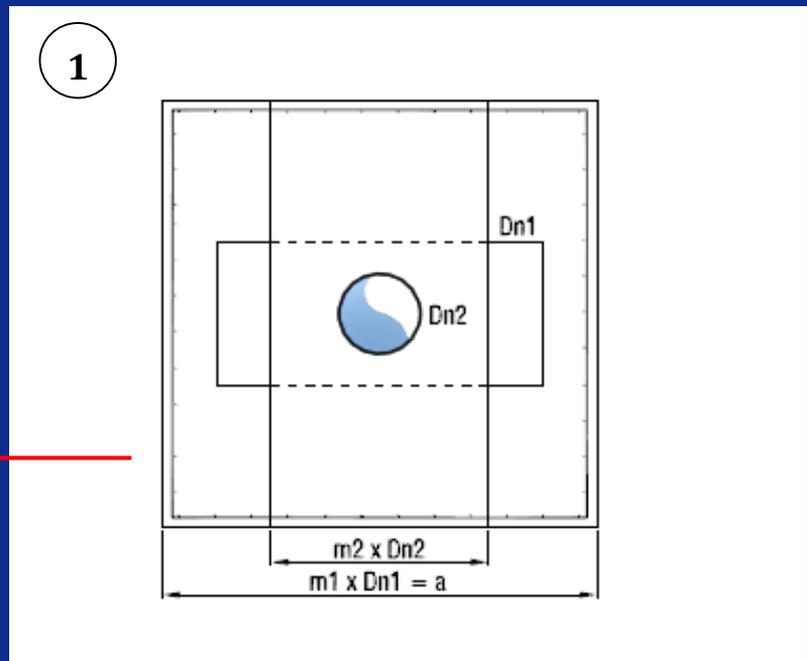
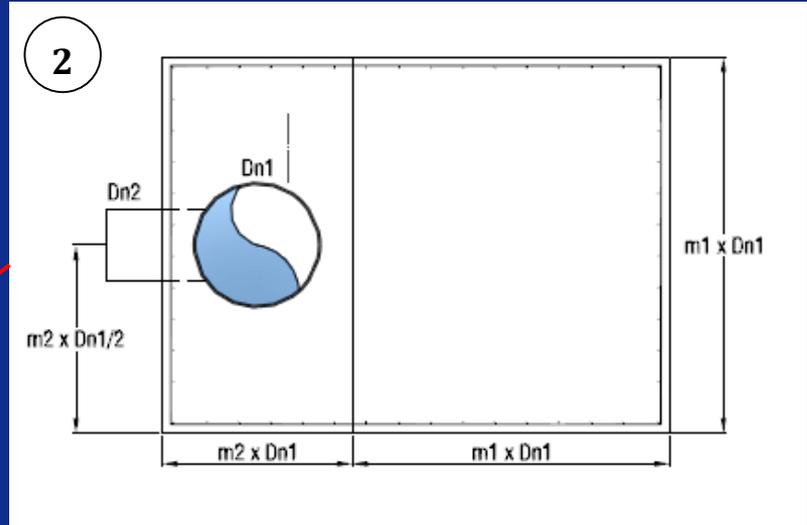
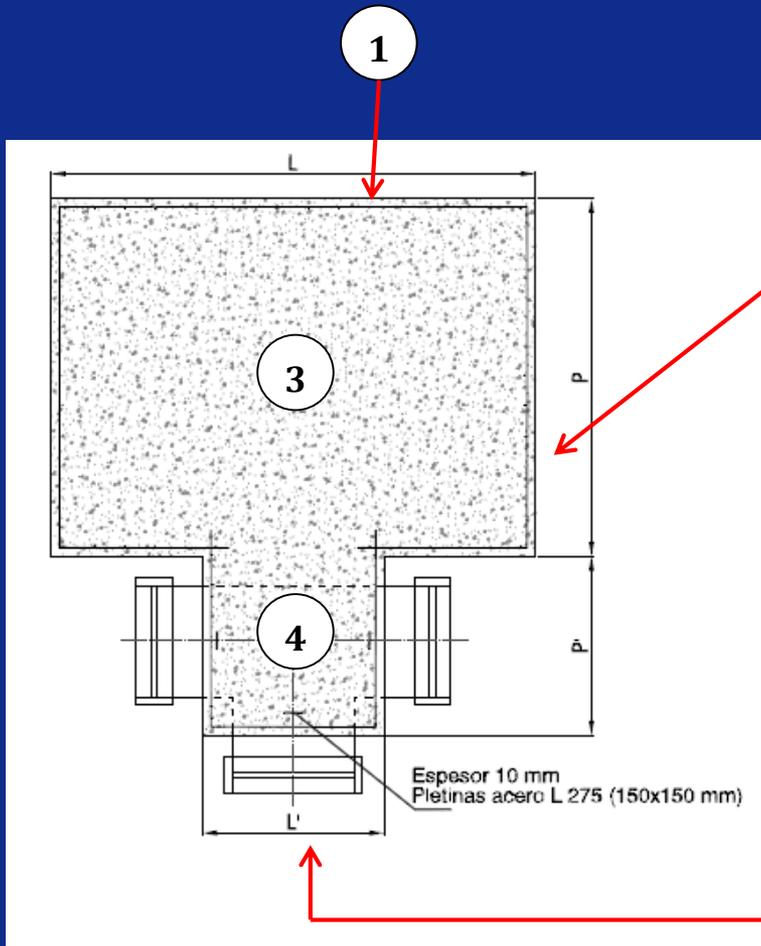
E: empuje en la tubería (t)

P: presión interior tubería (atm) / se adopta PN

A: sección interior tubería (m²)



3. TIPOLOGÍA DE ANCLAJES



3. TIPOLOGÍA DE ANCLAJES

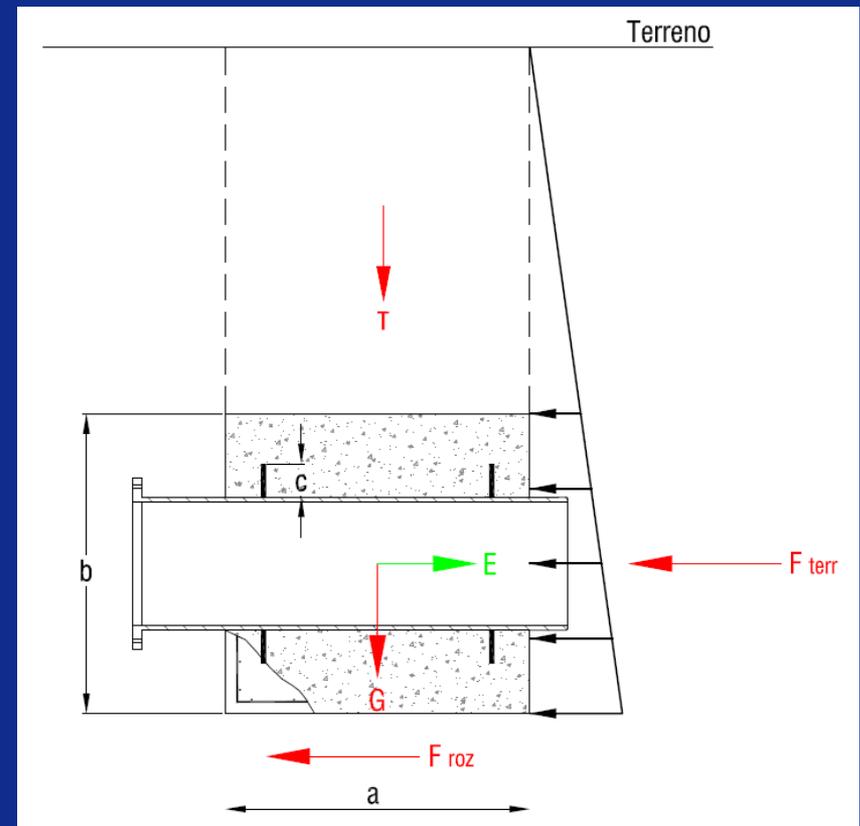
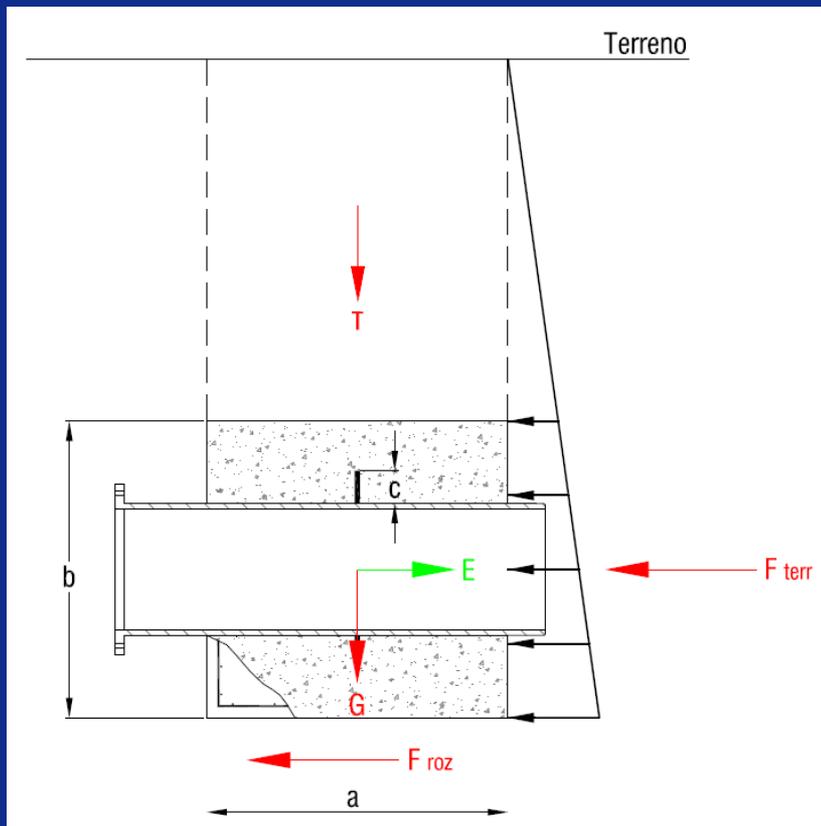
ANCLAJES EN VÁLVULA DE CORTE

$$E = 10 \times P \times A$$

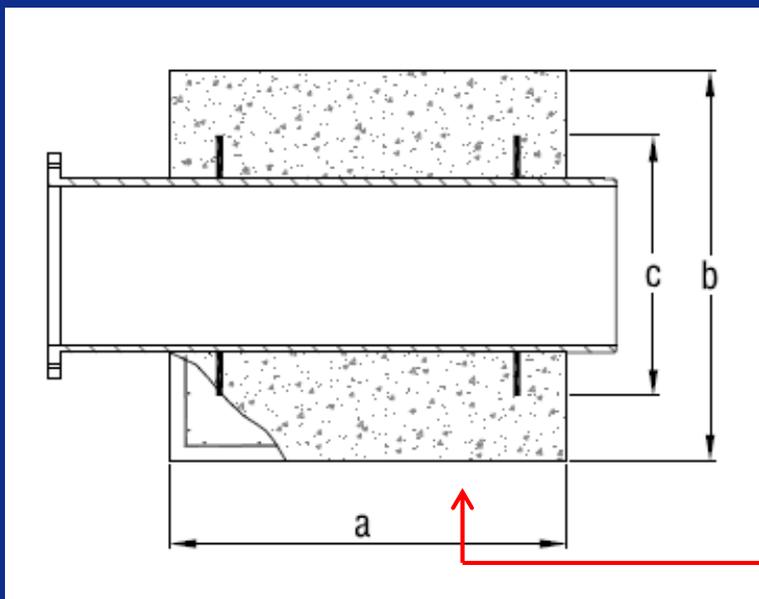
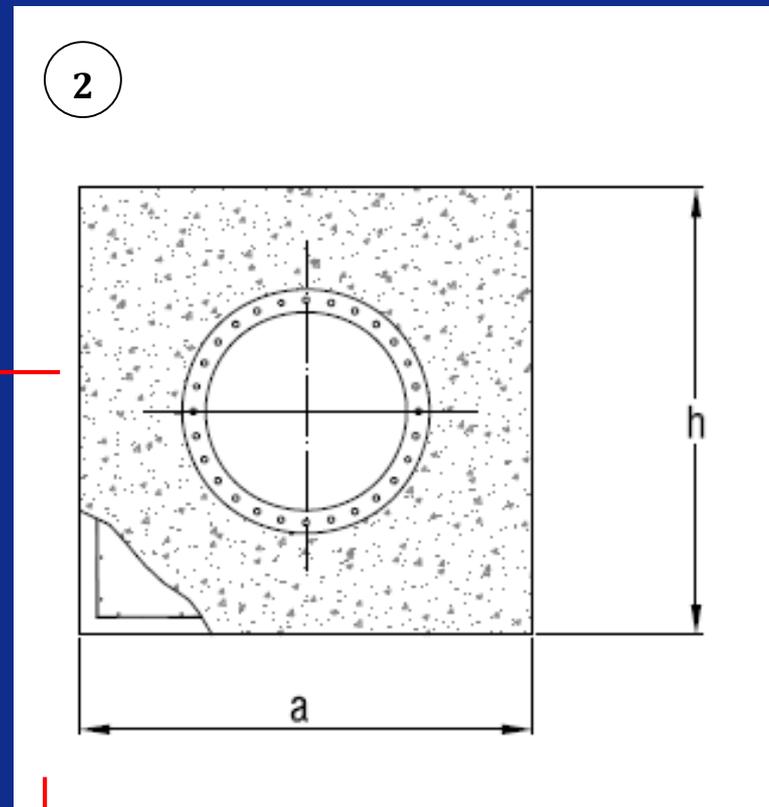
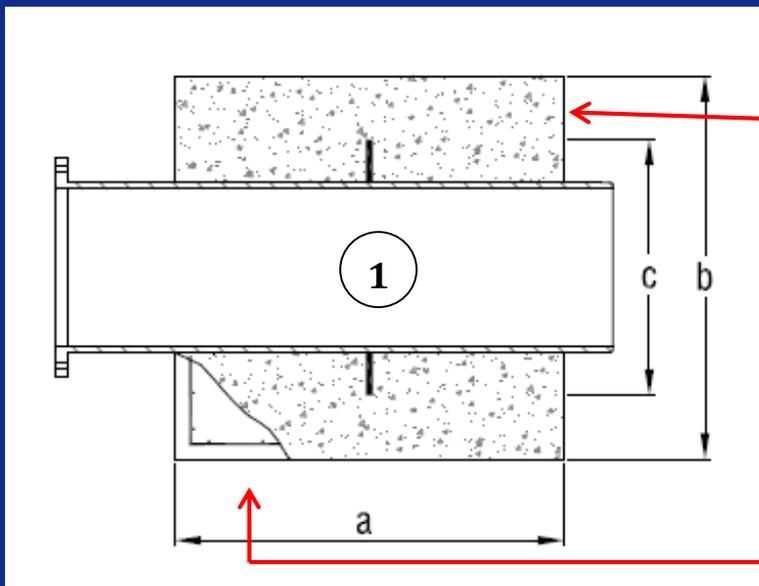
E: empuje en la pieza (t)

P: presión interior tubería (atm) / se adopta PN

A: sección interior tubería (m²)



3. TIPOLOGÍA DE ANCLAJES



3. TIPOLOGÍA DE ANCLAJES

ANCLAJES EN CONOS DE REDUCCIÓN

$$E = P \times \pi \times (DN_1^2 - DN_2^2) / 4 \times 10$$

E: empuje en la pieza (t)

P: presión interior tubería (atm)

DN1: diámetro mayor (m)

DN2: diámetro menor (m)

4. OTROS ASPECTOS Y MÉTODOS DE DISEÑO

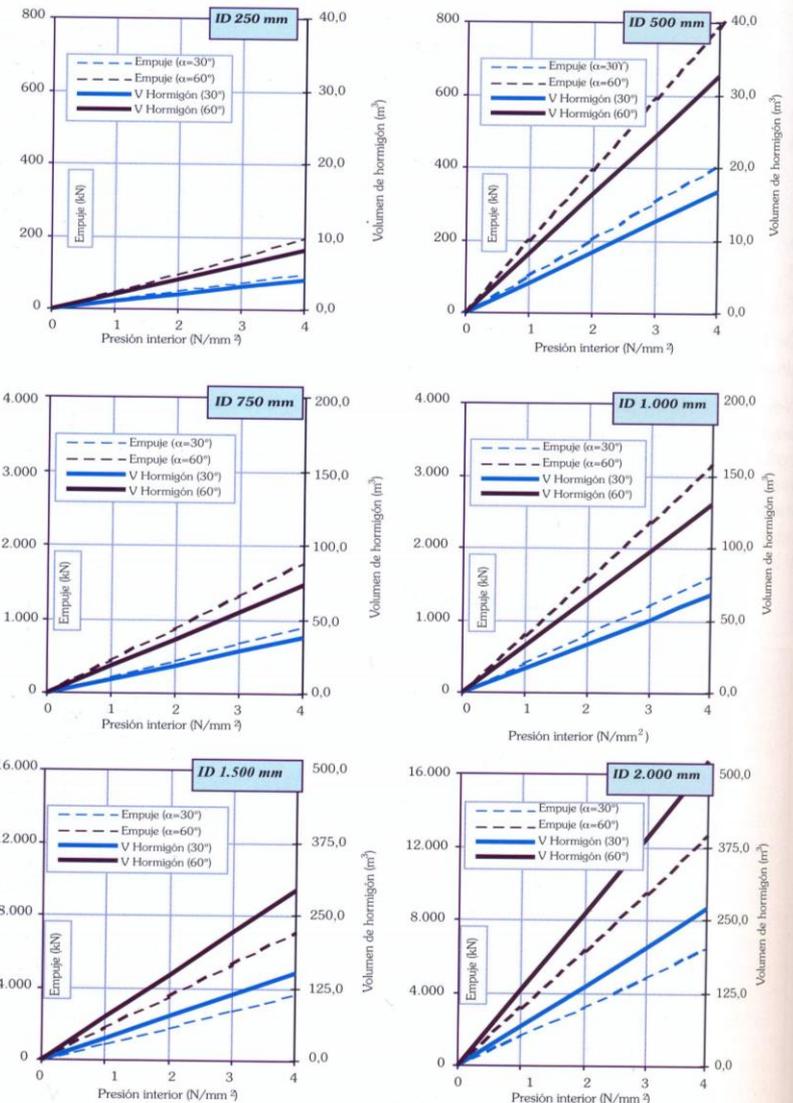


Fig. 88. Empujes producidos en los cambios de alineación y volúmenes de hormigón necesarios para resistirlos

Fuente: CEDEX – Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión

4. OTROS ASPECTOS Y MÉTODOS DE DISEÑO

5. DETALLES DE EJECUCIÓN



5. DETALLES DE EJECUCIÓN



5. DETALLES DE EJECUCIÓN



5. DETALLES DE EJECUCIÓN



5. DETALLES DE EJECUCIÓN





**MUCHAS GRACIAS POR VUESTRA
ATENCIÓN**

(jdelgado@indefa .com)