

JORNADA CONDUCCIÓN DE AGUA PARA RIEGO  
TUBO DE ACERO, CÁLCULO Y CARACTERÍSTICAS

CENTER, 2 de Junio 2016



acenter  
CENTRO NACIONAL DE  
TECNOLOGÍA DE REGADÍOS

# Índice



## 1. Presentación STS Tubular Group

1. Fabricación.
2. Revestimiento
3. Uniones Tuberías

## 2. Diseño

1. Presión Interna.
2. Presión externa
3. Pandeo o colapso

## 3. Ventajas tubo de acero

## 4. Obra

1. Instalación
2. Reparación, uniones

## 5. Selección de Obras

## 6. Conclusiones







## Quienes somos



**STS TUBULAR GROUP** comienza sus operaciones en 1970.

**PRODUCTO:** tubería soldada helicoidalmente y revestimiento

**GAMA:** de 18" a 120" con aceros hasta X80 y espesores de 25,4 mm

Con la última tecnología del mercado

**SUPERFICIE** de planta de 450,000 m<sup>2</sup>

**CAPACIDAD** anual: de 250,000 Tm

**SITUACION:** Alegría Dulantzi, Vitoria (España)







# Presencia internacional







# Un Grupo



Recubrimiento

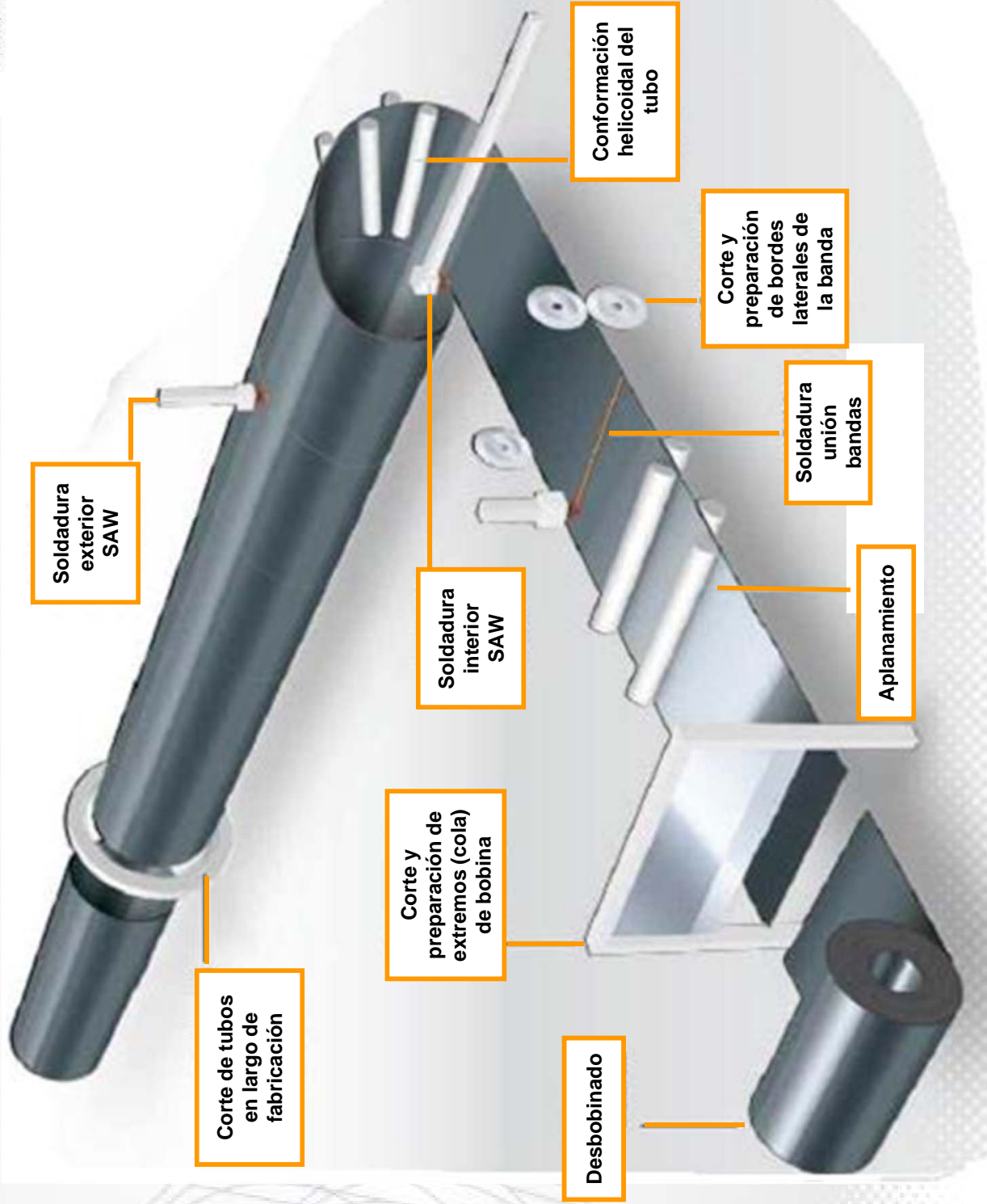


Trading





# FABRICACIÓN DE TUBO



# Aceros



## Tipos de aceros S/Normativa

EN 10025		EN 10224		EN 3183		API 5L	
Acero	L.Elástico (Mpa)	Acero	L.Elástico (Mpa)	Acero	L.Elástico (Mpa)	Acero	L.Elástico (Mpa)
S235 JR/J0/J2	235	L235	235	L245	245	GrB	241
S275 JR/J0/J2	275	L275	275	L290	289	X42	289
S355 JR/J0/J2	355	L355	355	L360	358	X46	317
				L415	413	X42	358
				L450	448	X56	386
				L485	482	X60	413
				L555	551	X65	448
						X70	482
						X80	551



## PARTICULARIDADES DEL ACERO USADO EN TUBERÍA HELICOIDAL

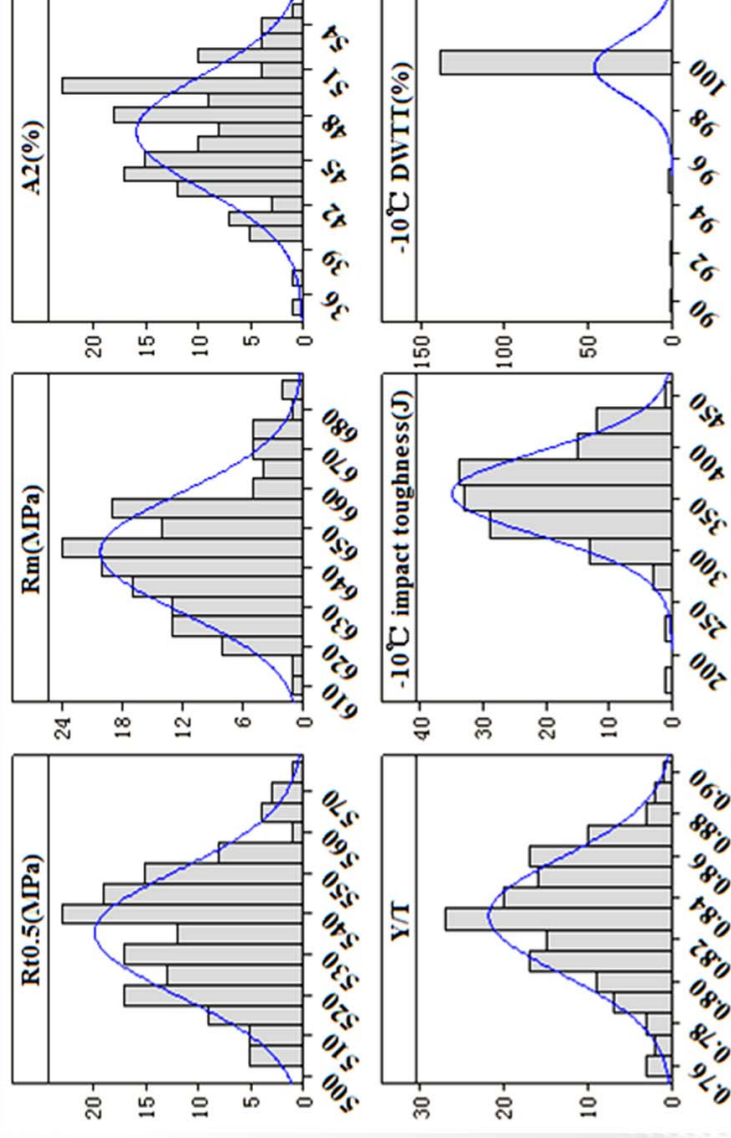


### DESCRIPCIÓN

Aceros microaleados de grano fino tratados termomecánicamente HSLA

Partimos de HRC

### EL ACERO DE BOBINA A TUBO

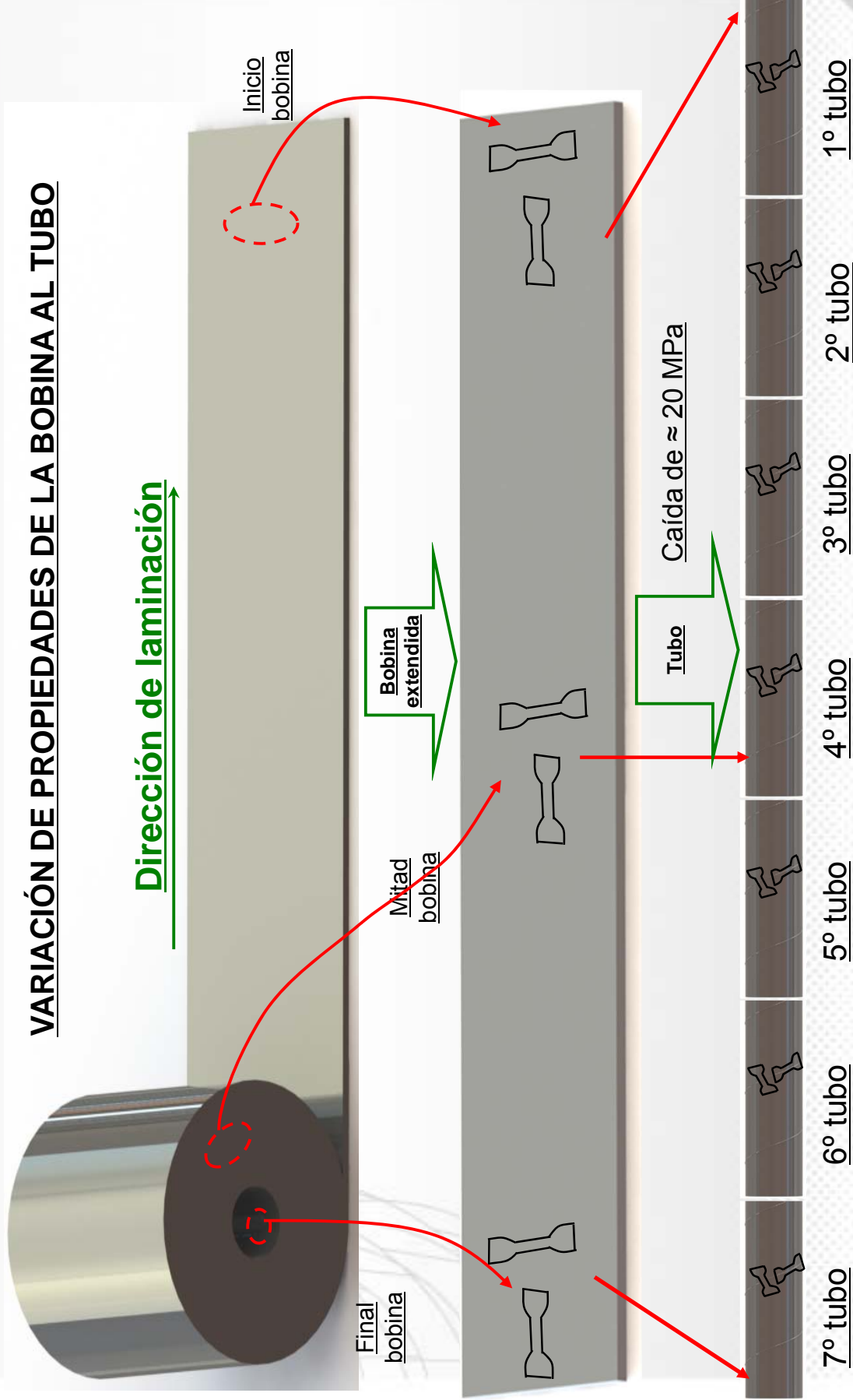


# PARTICULARIDADES DEL ACERO USADO EN TUBERÍA HELICOIDAL



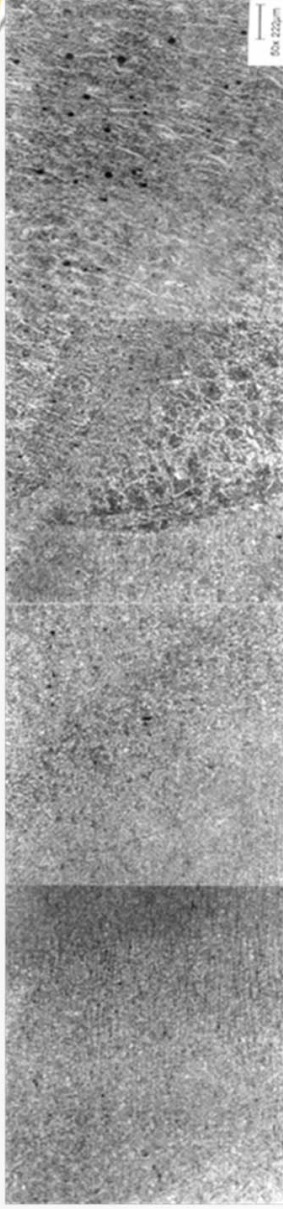
## VARIACIÓN DE PROPIEDADES DE LA BOBINA AL TUBO

Dirección de laminación →





# MICROESTRUCTURA DE LA SOLDADURA



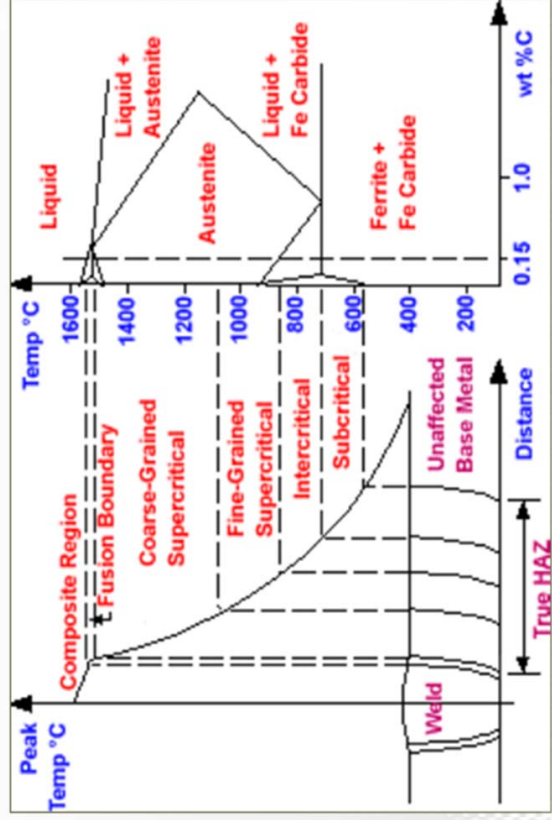
Metal Base

ZAC Subcrítico

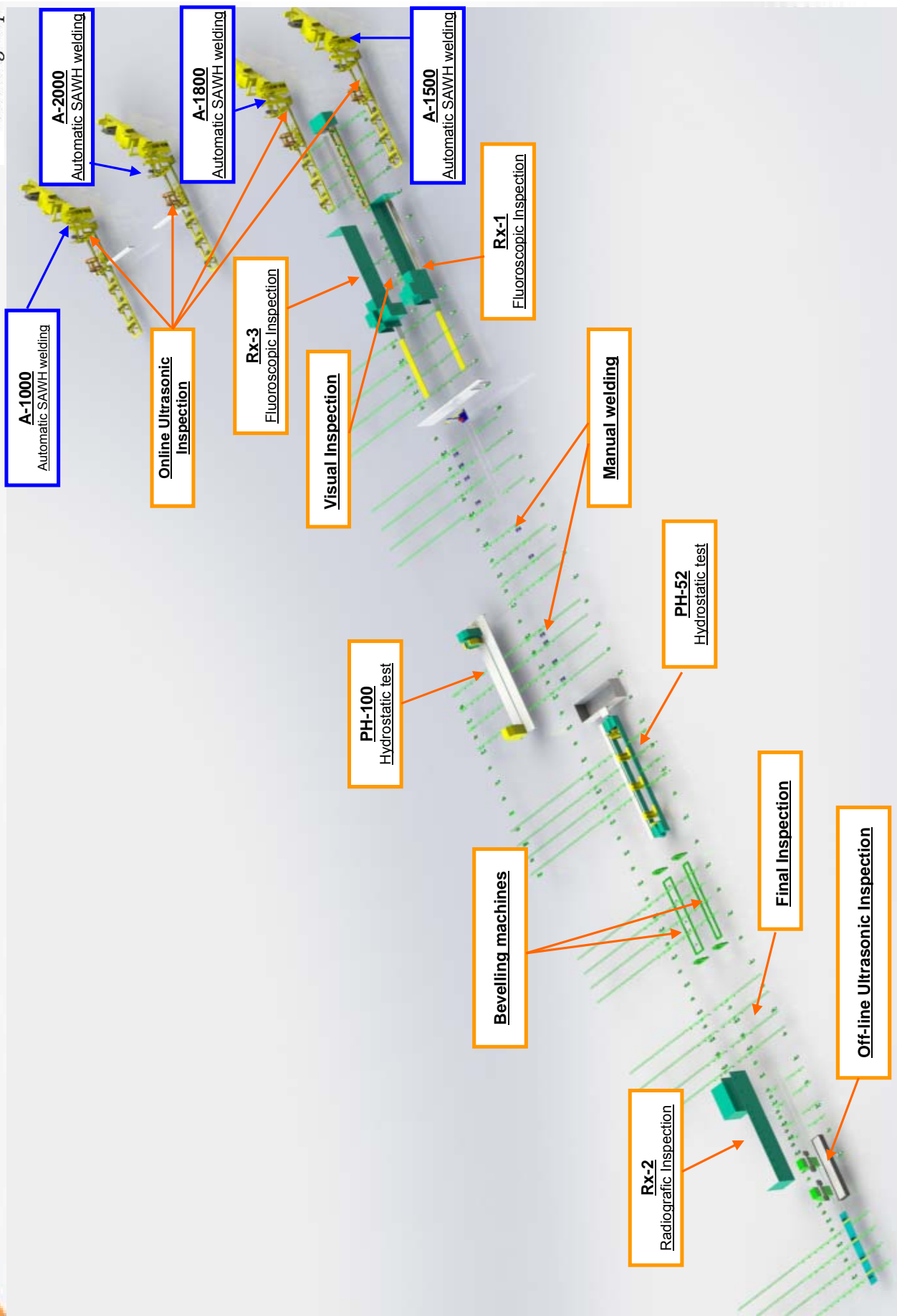
ZAC Interacrítico

ZAC Supercrítico

Metal Aporte



# NAVE DE FABRICACIÓN Y CALIDAD



# RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS: BOBINAS

## NAVE DE BOBINAS

Inspección de bobina

Almacenaje por lotes



## LABORATORIO

Comprobación certificados

Ensayos mecánicos y químicos

Mecanizado de probetas



TOI



en el s

RA FABRICACIÓN



# RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS: CONSUMIBLES

## ALMACÉN

Inspección de flux/hilo/electrodos

Almacenaje por lotes

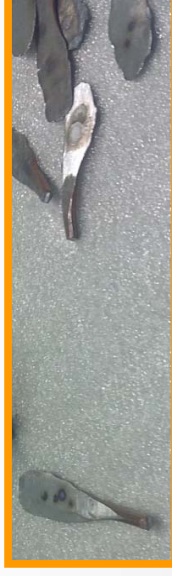
Toma de muestras para ensayos (hilo)

TODO OK

## LABORATORIO

Comprobación certificados

Ensayos químicos



TODO OK

Introducción de datos en el sistema

## CONSUMIBLES ACEPTADOS PARA FABRICACIÓN

## TRAZABILIDAD DEL TUBO

### **b) Marcado de cada tubo con código de barras: identificador único**

Permite consultar los datos referentes al tubo almacenados en el sistema

Evita errores humanos en la introducción de datos en el sistema a través de los terminales de cada puesto



### **c) Marcado interior y/o exterior con plantilla**

Norma de fabricación y calidad de acero

Número de pedido y diámetro x esp

Número y longitud de tubo



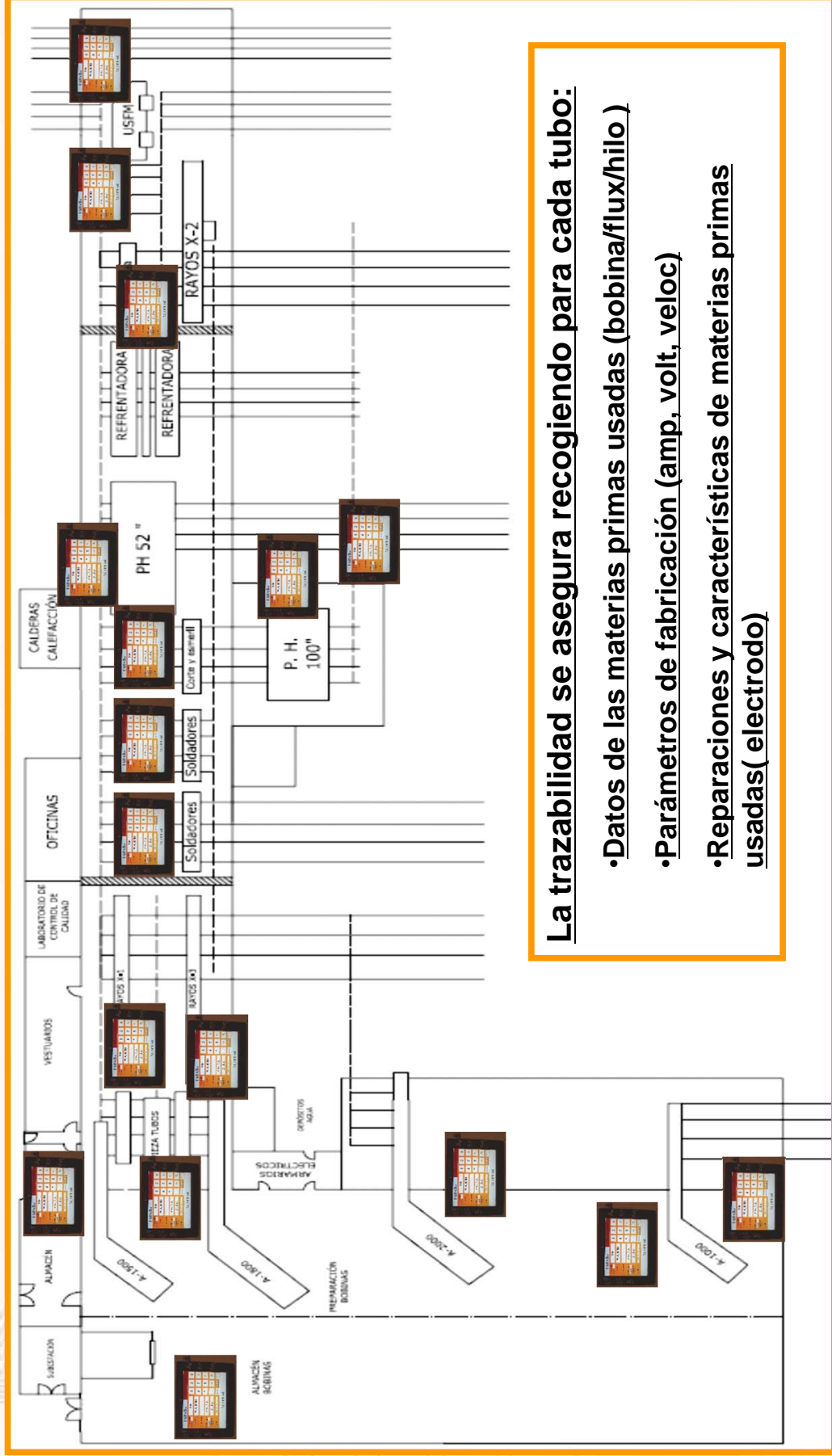
### **d) Marcado exterior con aros de colores**

En función del diámetro, espesor y grado de acero

Facilita la identificación en el almacenamiento en campa

## TRAZABILIDAD DEL TUBO

### a) Terminales en cada puesto para la toma de datos en tiempo real



La trazabilidad se asegura recogiendo para cada tubo:

- Datos de las materias primas usadas (bobina/flux/hilo)
- Parámetros de fabricación (amp, volt, veloc)
- Reparaciones y características de materias primas usadas (electrodo)



# INSPECCIÓN DE TUBERÍA

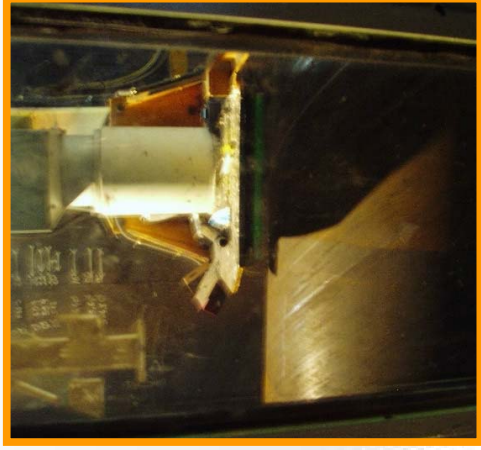
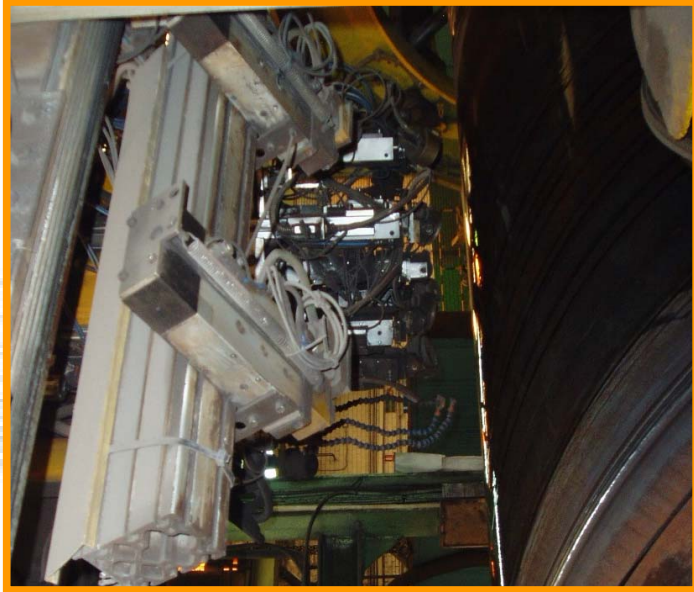
Inspección Ultrasonidos  
(antes del corte)



Control visual



Inspección fluoroscópica



# REPARACIONES DE TUBERÍA

Reparaciones sólo por soldadores homologados y en base a un WPS aprobado



Estufado de electrodos (según recomendaciones del fabricante)









# INSPECCIÓN FINAL DE TUBERÍA

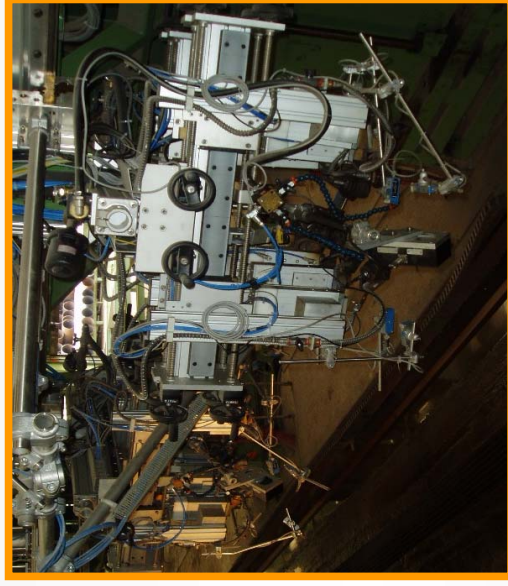
Radiografiado de tubos



Control dimensional



USFM



# LABORATORIO: ENSAYOS DESTRUCTIVOS

Ensayos de tracción

Ensayos de doblado

Ensayos de resiliencia

Macrografías y dureza HV10

Ensayo DWT

Ensayos químicos

Ensayo DWT

Espectrómetro: ensayos químicos





# Revestimientos

## Interior

Epoxis Alimentarias (S/RD 140 2003 y S/RD 866 2010)

Poliuretanos (S/RD 140 2003 y S/RD 866 2010)

OTROS Revestimientos del mercado cerámicos, reforzados con fibra de vidrio, mortero de cemento

## Exterior

Poliolefinas (PE y PP)

Poliuretanos y Poliureas

FBE

Otros: Silicato inorgánico de zinc, epoxi alimentarias, epoxi poliámidas, reforzadas con fibra de vidrio, PUR alifáticos, brea,



a) Inspección visual del tubo antes del granallado

b) Control condiciones ambientales (Hr y Punto de rocío)

c) Comprobación contaminación soluble de la granalla

d) Inspección preparación de la superficie:

↑  
Rugosidad y polvo

↑  
Grado de limpieza (Sa2 1/2)

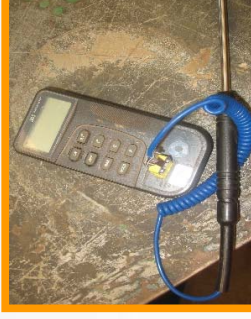
↑  
Temperatura

↑  
Medición de sales solubles

e) Control Tª superficial del acero antes de aplicar el primer

f) Comprobación del grado de curado del primer

g) Medición de espesor de primer y adhesivo (3LPE/3LPP)



Termómetro



Rugosímetro



Medición de sales solubles

a) Control de las condiciones ambientales: Hr y T° punto de rocío

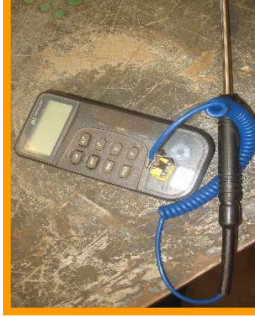
b) Inspección preparación de la superficie:

Rugosidad

Limpieza superficial (Sa2 1/2)

Temperatura

Polvo



Termómetro



Rugosímetro



Limpieza superficial

## TRAZABILIDAD DEL TUBO

### b) Marcado de cada tubo con código de barras: identificador único

Permite consultar los datos referentes al tubo almacenados en el sistema

Evita errores humanos en la introducción de datos en el sistema a través de los terminales de cada puesto



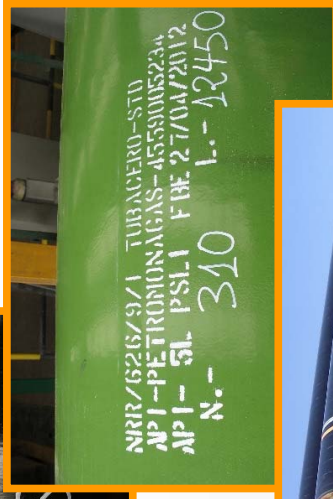
### c) Marcado interior y exterior con plantilla

Norma de fabricación y calidad de acero

Número de pedido

Número y longitud de tubo

Diámetro x espesor



### d) Marcado exterior con aros de colores

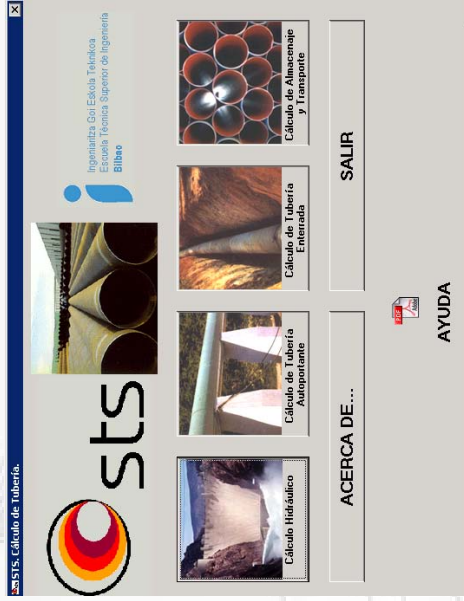
En función del diámetro, espesor y grado de acero

Facilita la identificación en el almacenamiento en campaña

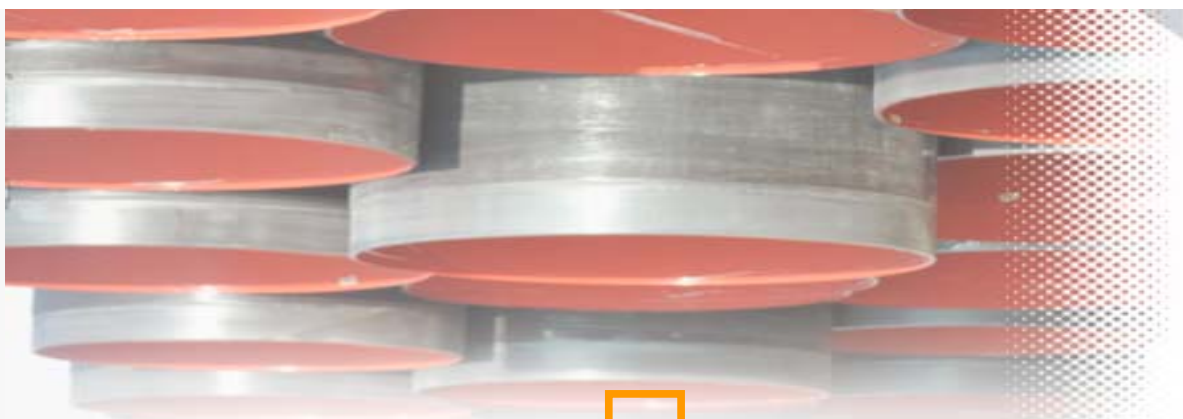


# ALMACENAMIENTO DE TUBERÍA FABRICADA

*Cálculo del nº de alturas en función del formato de la tubería*

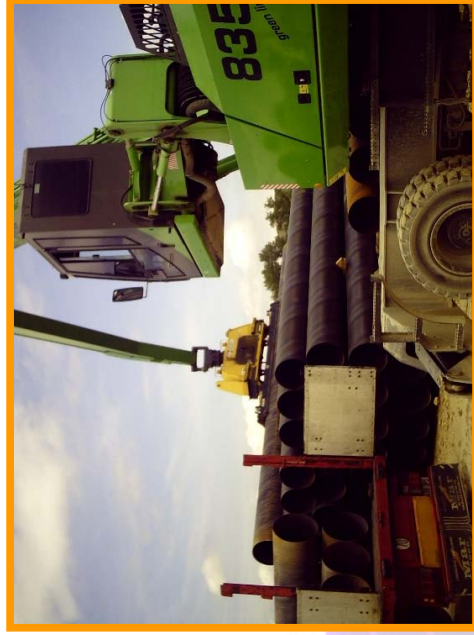


*Montaje de pilas con protección entre tubos para revestimientos especiales*



# EXPEDICIÓN DE TUBERÍA

Movimentación mediante sistema de vacío para evitar dañar los extremos biselados



Carga en camión en función de los requisitos de seguridad



## Uniones

**Abocardado Cilíndrico  
Soldadura a Solape**

**Abocardado Esférico  
Soldadura a Solape**

**Biselado – Soldadura a tope**

**Embridados**

**Junta rápida**

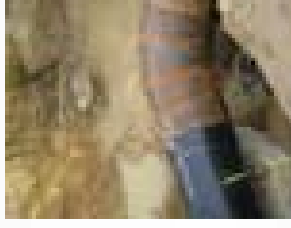


+0,80  
-0,80





# Características de una tubería



- Condiciones exigibles:
  - ✓ Estanqueidad.
  - ✓ Resistencia mecánica.
  - ✓ Resistencia a la corrosión.
  - ✓ Flexibilidad.
  - ✓ Transportabilidad.
  - ✓ Resistencia al manejo.

# Tubo de Acero Helicoidal. Ventajas

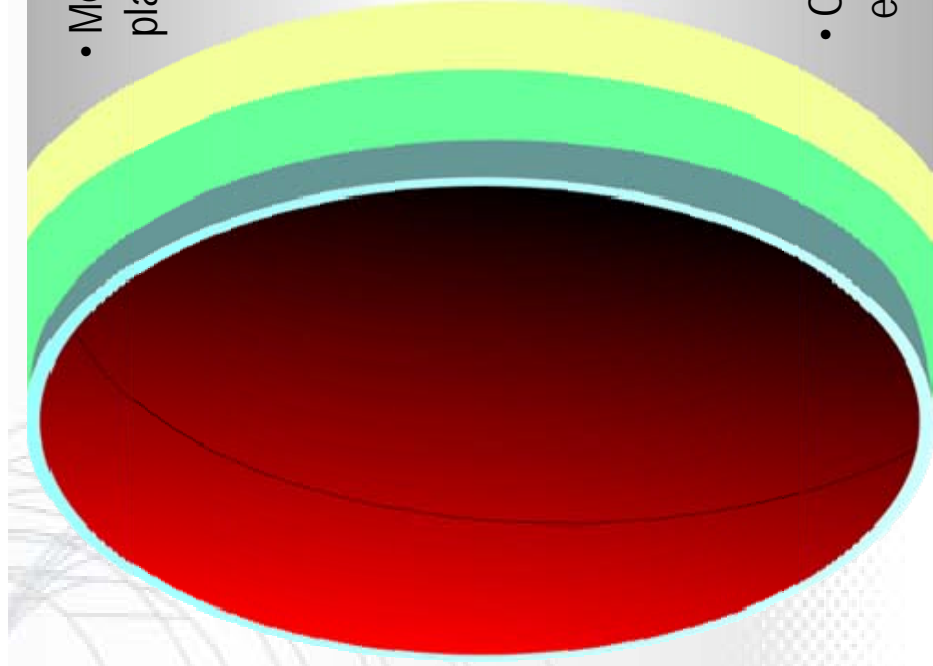


## Elección del material

- Mejora de tolerancia en espesores: Al utilizar bobina en lugar de planchón.

- Diámetros “a medida” en función de necesidades de proyecto.

- Ovalización muy escasa, permitiendo tolerancias muy estrictas en diámetro. Fácil montaje.



# Tubo de Acero Helicoidal. Ventajas



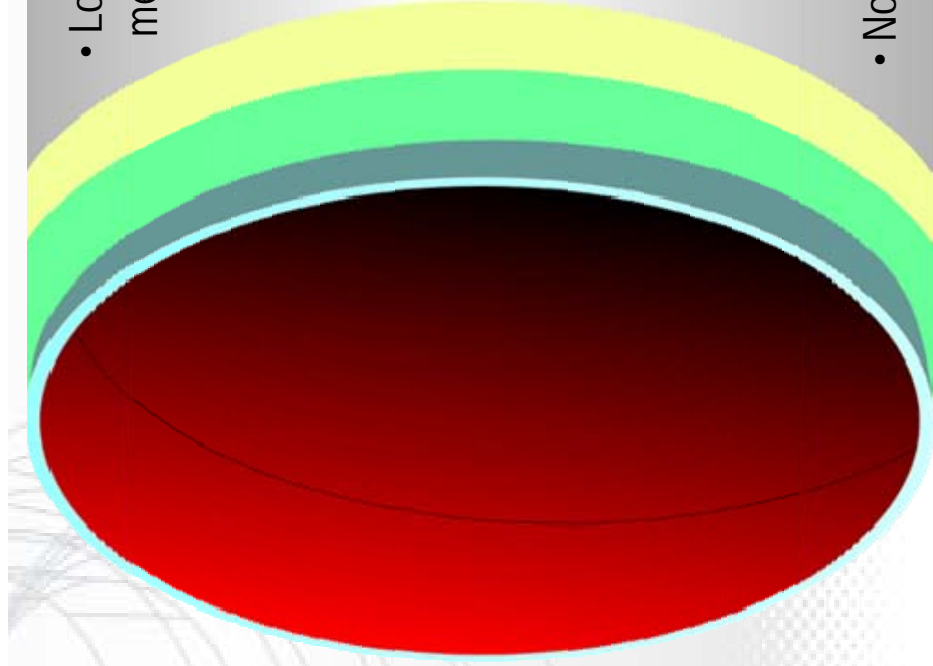
## Elección del material

- Longitud de cada tramo (tubo) a medida. Máximo superior a 13 metros. Economía de empalmes en obra.

- Pared delgada. Fácil manejo en obra.

- Cordón doble de soldadura. Mayor seguridad.

- No se requiere tratamiento térmico.

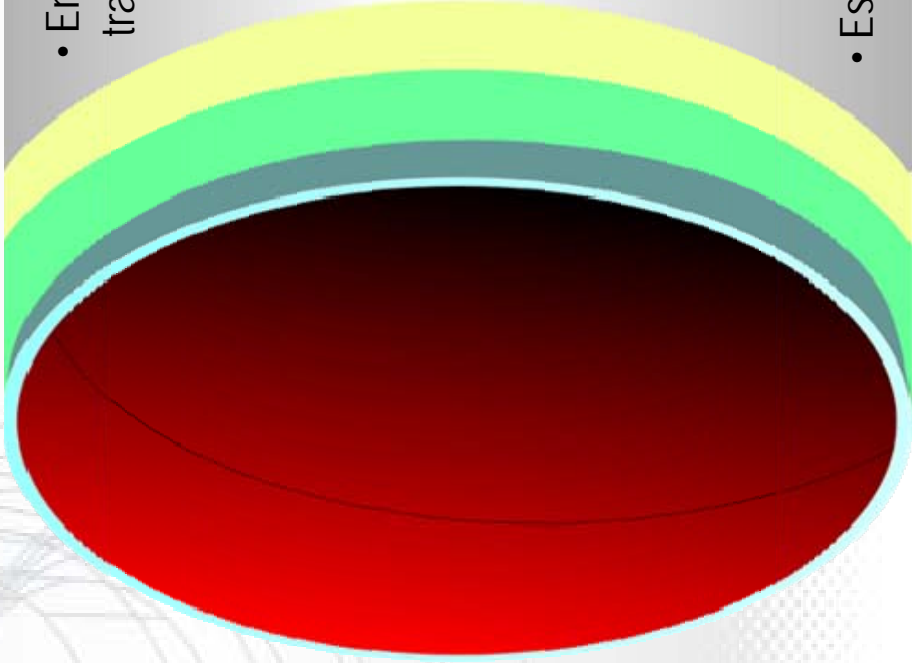




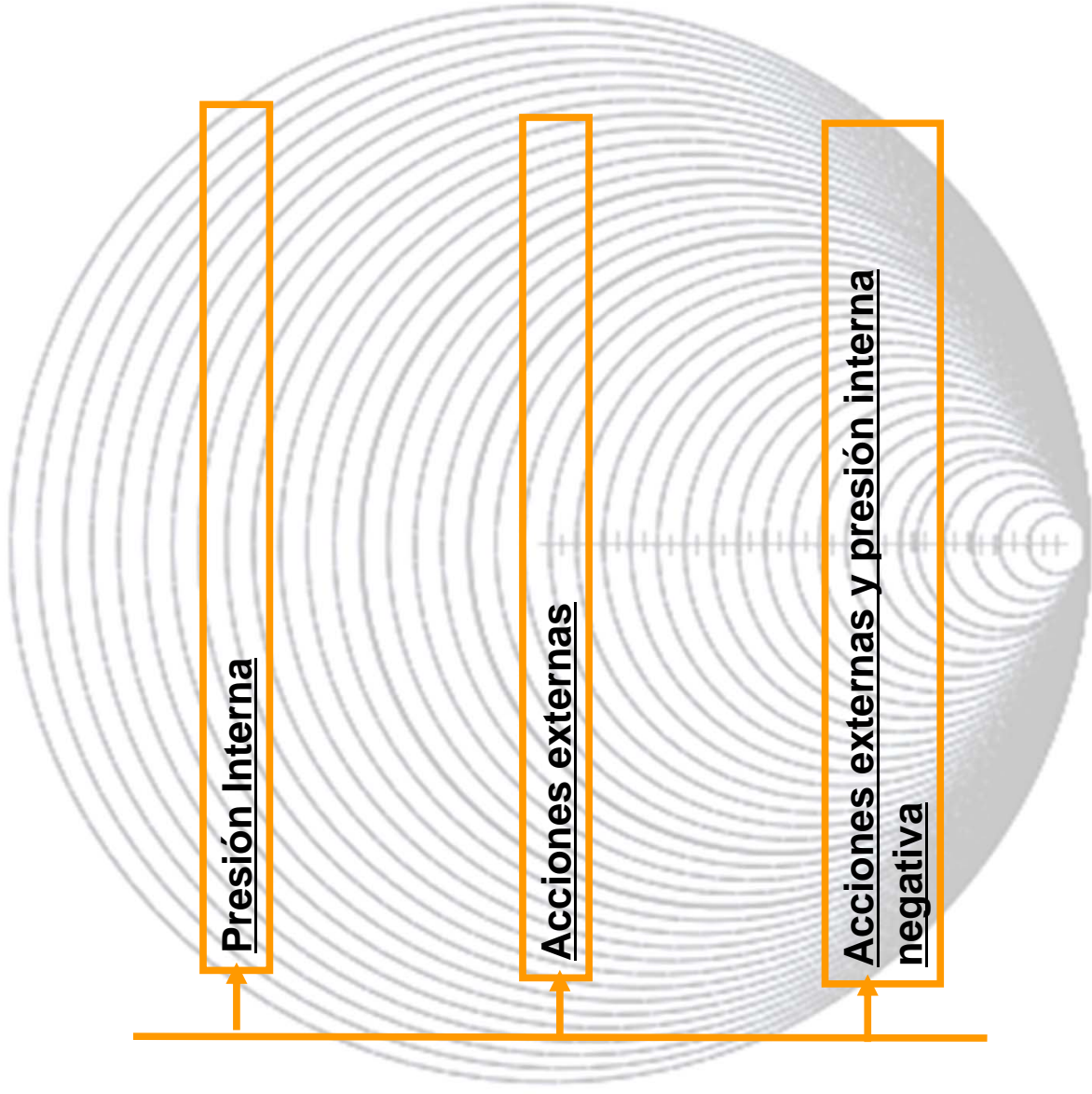
# Tubo de Acero Helicoidal. Ventajas



## Elección del material

- 
- En los cortes planos se mantienen las secciones. Fácil tratamiento en obra.
  - La soldadura espiral evita coincidencia con generatriz y evita líneas críticas en caso de sobrepresión.
  - Resistencia mecánica. La del acero es superior a la de cualquier otro material.
  - Larga duración.
  - Estanqueidad

# Diseño



## Datos Iniciales

- Diámetro 1219
- Presión Máxima de Diseño. 2 MPa
- Altura de tierras. 3 metros
- Nivel freático 0
- Buena compactación
- Angulo de apoyo 120°
- Densidad del relleno 20 kN/m<sup>3</sup>



## Hipotesis I. Presión Interna Positiva

La presión Máxima de Diseño, no debe superar el estado tensional máximo admisible.

$$e = \frac{p \cdot \phi}{2 \cdot \sigma_{adm}}$$

Donde:

- e → espesor del acero mínimo
- p → Presión Máxima de Diseño
- $\sigma_{adm}$  → Tensión Máxima Admisible
  - $\frac{1}{2}$  Limite Elástico (AWWA M11)
  - El menor de  $\frac{1}{3}$  Resistencia a la Tracción ó  $\frac{2}{3}$  Limite Elástico. (ASCE)

## Hipotesis I. Presión Interna Positiva

La presión Máxima de Diseño, no debe superar el estado tensional máximo admisible.

$$e = \frac{p \cdot \phi}{2 \cdot \sigma_{adm}}$$

Acero S275

$$e = \frac{2.1219}{2.137,5} = 8,8 \text{ mm.}$$

Acero S355

$$e = \frac{2.1219}{2.177,5} = 6,9 \text{ mm.}$$

## Hipotesis II. Deformaciones causadas por la acción de las cargas extremas

Las deformaciones debidas a las acciones exteriores al tubo (fijas o móviles) no deben superar el máximo admisibles. Máximo 5% del diámetro de la tubería.

Se calcula mediante la Formula de Spangler, que el AWWA M11 recoge con la siguiente expresión

$$d = D_1 \frac{K_a \cdot (W_e + W_t) r_m^3}{EI + 0,061E' r_m^3}$$

Donde:

- d → Deformación producida en tubo, en m.
- D<sub>1</sub> → Deformación Diferida (Reducción de Volumen en los laterales del tubo) Oscila entre 1 y 1,5
- K<sub>a</sub> → Coeficiente factor de apoyo.
- W<sub>e</sub> → Peso debido a tierras
- W<sub>t</sub> → Peso debido al tráfico
- r<sub>m</sub> → Radio medio
- E → Modulo Elasticidad acero
- I → Momento de Inercia
- e → Espesor tubo
- E' → Modulo de reacción del suelo



## Hipotesis II. Deformaciones causadas por la acción de las cargas externas

- $W_e \rightarrow$  Peso debido a tierras
- $W_e = \gamma \cdot H \cdot \phi$ 
  - Donde:
    - $\gamma$  Peso Especifico (20 KN/m<sup>3</sup>)
    - H de tierras sobre la clave (3 m)
    - $\phi$  Diámetro Exterior (1,219)
- $W_e = 20 \cdot 3 \cdot 1,219 = 73,14$  KN/m
- $W_t \rightarrow$  Peso debido a Tráfico
- Para  $\phi > 1,4 (H-1)$ 
$$W_t = \frac{60 \cdot \phi}{t + l'_e}$$
- Donde:
  - $t = 1,4 \cdot H + 0,60$
  - $l'_e = 0,20 + 1,4H + 1,05 \cdot \phi + 3$
  - $W_t = 5,43$  KN/m

## Hipotesis II. Deformaciones causadas por la acción de las cargas extremas

$$d = D_1 \frac{K_a \cdot (W_e + W_t) r_m^3}{EI + 0,061 E' r_m^3}$$
$$d = 1,2 \frac{0,09(73,14 + 5,43) \cdot 0,22}{2,1 \cdot 10^8 \cdot 4,23 \cdot 10^{-8} + 0,061 \cdot 5000 \cdot 0,22}$$

Donde:

- d → Deformación producida en tubo, en m.
- D<sub>1</sub> → Deformación Diferida. 1,2
- K<sub>a</sub> → Coeficiente factor apoyo. α = 120° → K<sub>a</sub> = 0,09
- W<sub>e</sub> → Peso debido a tierras
- W<sub>t</sub> → Peso debido al tráfico
- r<sub>m</sub><sup>3</sup> → Radio medio → 0,22 mm
- E → Modulo Elasticidad acero → 2,1 x 10<sup>8</sup> KN/m<sup>2</sup>
- I → Momento de Inercia → e<sup>3</sup>/12 = 4,23.10<sup>-8</sup>
- e → 8 mm.
- E' → Buena Compactación → 5000 KN/m<sup>2</sup>

## Hipotesis II. Deformaciones causadas por la acción de las cargas extremas

$$d = D_1 \frac{K_a \cdot (W_e + W_t) r_m^3}{EI + 0,061 E' r_m^3}$$

$$d = 0,024$$

$$d/D = 24/1219 = 2,0 \% < 5\%$$

El 1219 x 8 sería válido para las condiciones expuestas en la Hipótesis II



## Hipotesis III. Presión Crítica (Pandeo o Colapso)

En el caso de acción Conjunta de Cargas externas y presiones negativas, debe comprobarse el Coeficiente de Seguridad C

$$C = \frac{P_{crit}}{q_e} \geq 2,5$$

Donde:

- $P_{crit}$  Presión Crítica de Pandeo y se calcula:

$$P_{crit} = \sqrt{32 \cdot f_f \cdot B' \cdot E' \cdot \frac{E \cdot I}{D_m^3}}$$

- $B'$  → Coef. Empírico → 0,47
- $E'$  → Modulo Reacción Suelo 5 N/mm<sup>2</sup>
- $E$  → Modulo Elasticidad
- $I$  → Momento Inercia
- $D_m^3$  → Diámetro Medio

## Hipotesis III. Presión Crítica (Pandeo o Colapso)

En el caso de acción Conjunta de Cargas externas y presiones negativas, debe comprobarse el Coeficiente de Seguridad C

$$C = \frac{P_{crit}}{q_e} \geq 2,5$$

Donde:

•  $q_e$  → Acciones Totales

$$q_e = \gamma_w \cdot H_w + f_f \frac{W_e}{\phi} + \frac{W_t}{\phi} + P_v$$

- $\gamma_m$  → Peso Especifico del Agua
- $H_m$  → Altura nivel freático
- $f_f$  → Factor de flotación
- $P_v$  → Depresión interna

## Hipotesis III. Presión Crítica (Pandeo o Colapso)

En el caso de acción Conjunta de Cargas externas y presiones negativas, debe comprobarse el Coeficiente de Seguridad C

$$C = \frac{P_{crit}}{q_e} \geq 2,5$$

$$P_{crit} = \sqrt{32 \cdot f_f \cdot B' \cdot E' \cdot \frac{E \cdot I}{D_m^3}}$$

$$P_{crit} = 0,61 \text{ N/mm}^2$$

$$q_e = \gamma_w \cdot H_w + f_f \frac{W_e}{\phi} + \frac{W_t}{\phi} + P_v$$

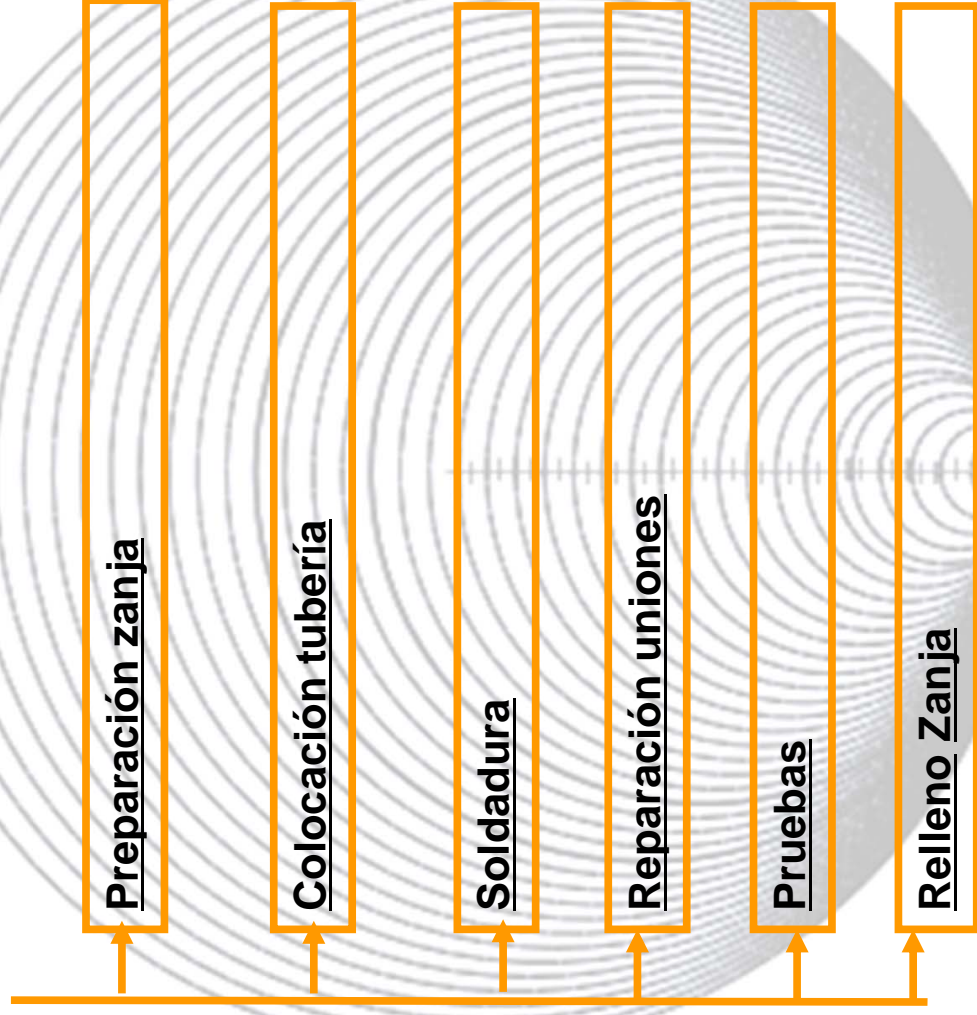
Supongo sin freático y sin vacío:  
•  $q_e \rightarrow 78,57/1219 = 0,064$

$$C = 9,5 > 2,5$$

Cumpliría la Hipotesis III



# Instalación



## Instalación. Preparación de Zanja





# Instalación. Preparación de Zanja





## Instalación. Preparación de Zanja





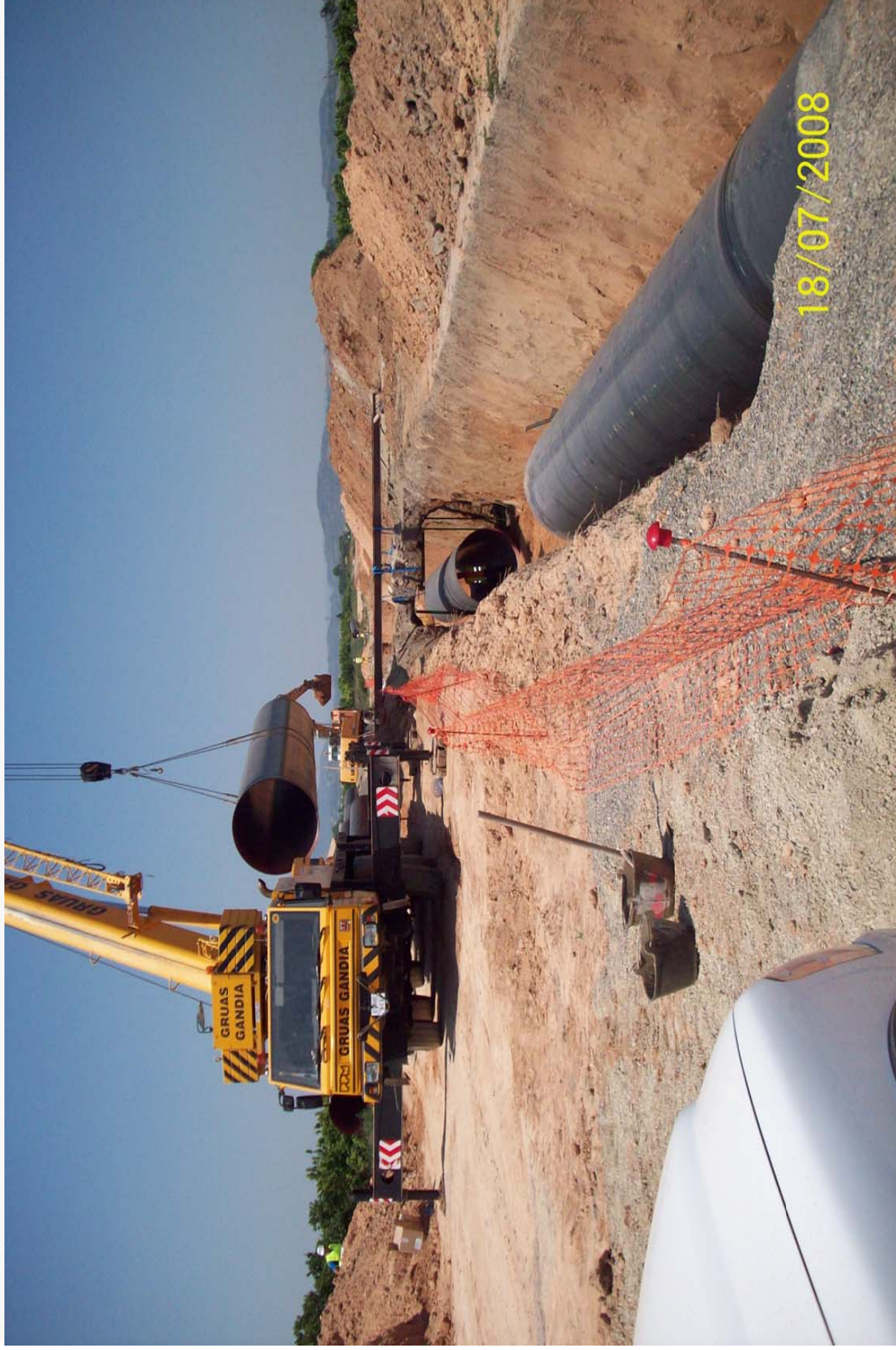
# Instalación. Preparación de Zanja. Cama Limpieza



09/04/2008



## Instalación. Descenso tubería





# Instalación. Descenso tubería





## Instalación. Descenso tubería





## Instalación. Descenso a Zanja





## Instalación. Descenso tubería





# Instalación. Descenso tubería



[Video](#)



## Instalación.



## Instalación. Soldadura



## Instalación. Soldadura

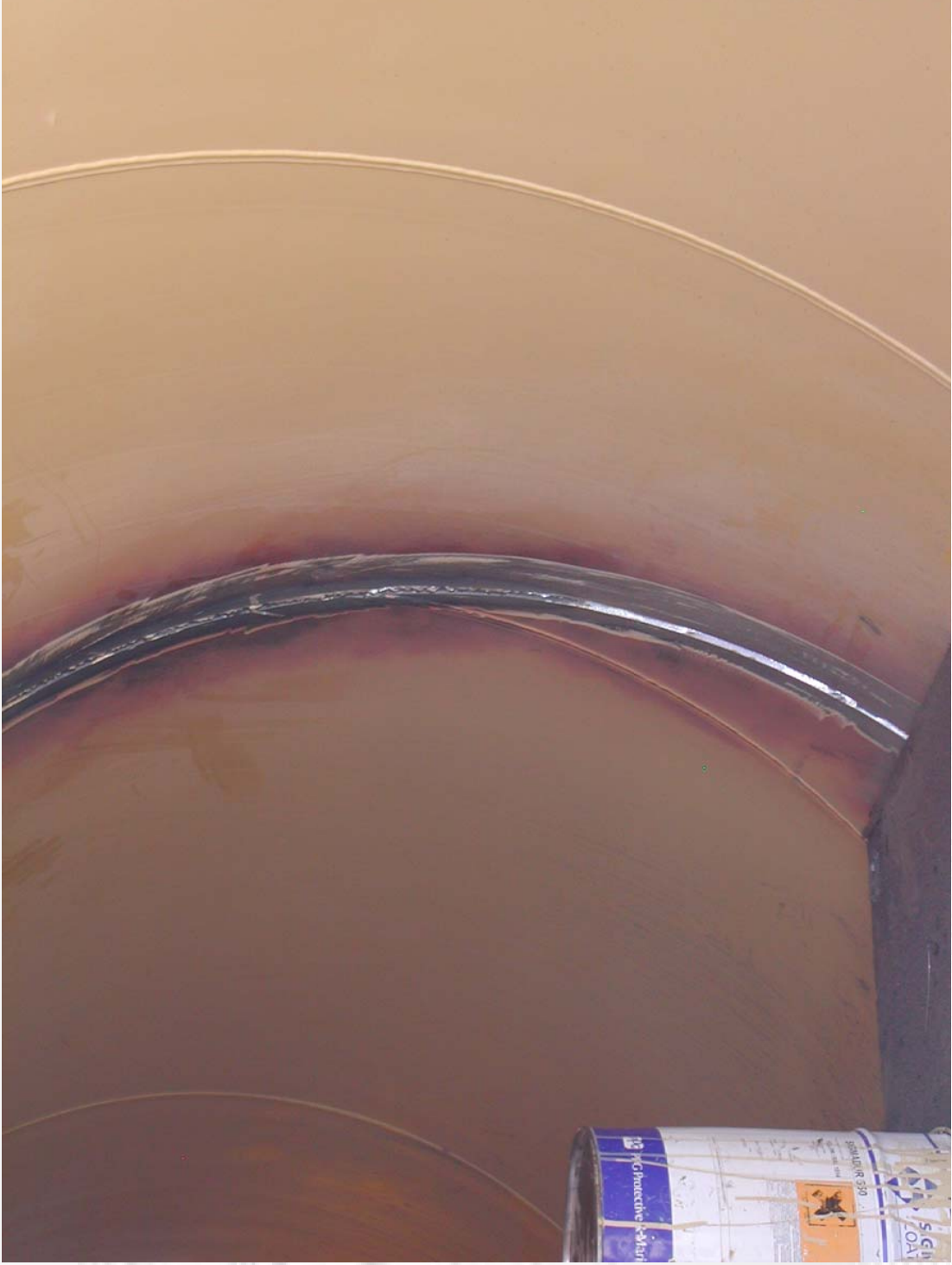




## Instalación. Soldadura



## Instalación. Soldadura



## Instalación. Soldadura. Líquidos Pentrantes





## Instalación. Soldadura Biselada



## Instalación. Soldadura Biselada



## Instalación. Soldadura Biselada





## Instalación. Soldadura Biselada



## Instalación. Pintado interior



## Instalación. Colocación Manguito





## Instalación. Colocación Manguito





## Instalación. Colocación Manguito





# Instalación. Colocación Manguito





## Instalación. Colocación Manguito





## Instalación. Colocación Manguito





## Instalación. Colocación Manguito





## Instalación. Colocación Manguito





# Instalación. Colocación Manguito



20/05/2008

## Instalación. Colocación Manguito





## Instalación. Colocación Manguito



1

2

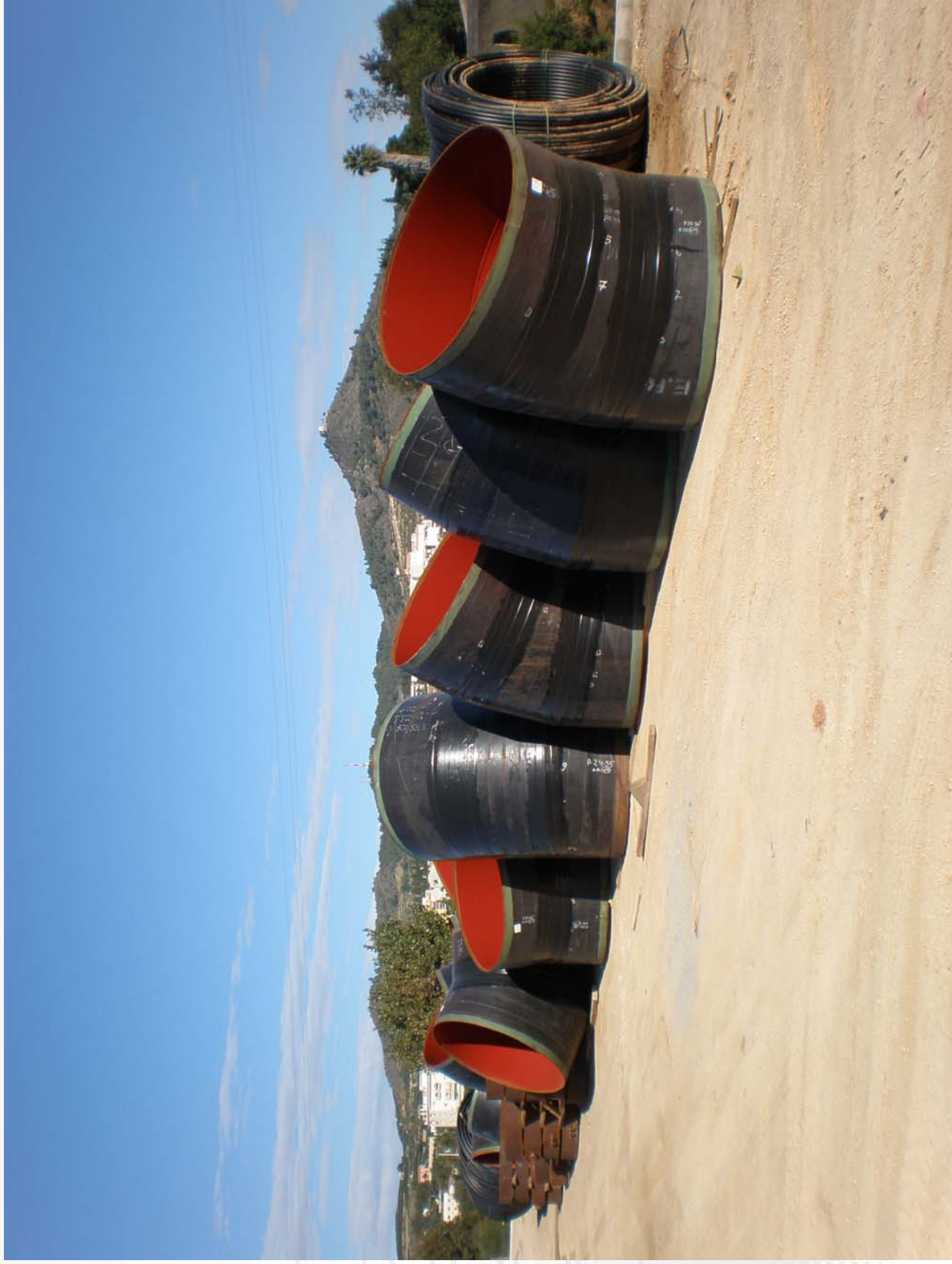
3

## Instalación. Piezas Especiales





# Instalación. Piezas Especiales





# Instalación. Piezas Especiales





## Instalación. Piezas Especiales





## Instalación. Piezas Especiales





## Instalación. Piezas Especiales





## Instalación. Piezas Especiales



# Instalación. Piezas Especiales. Seccionamiento Aereo





# Instalación. Giros



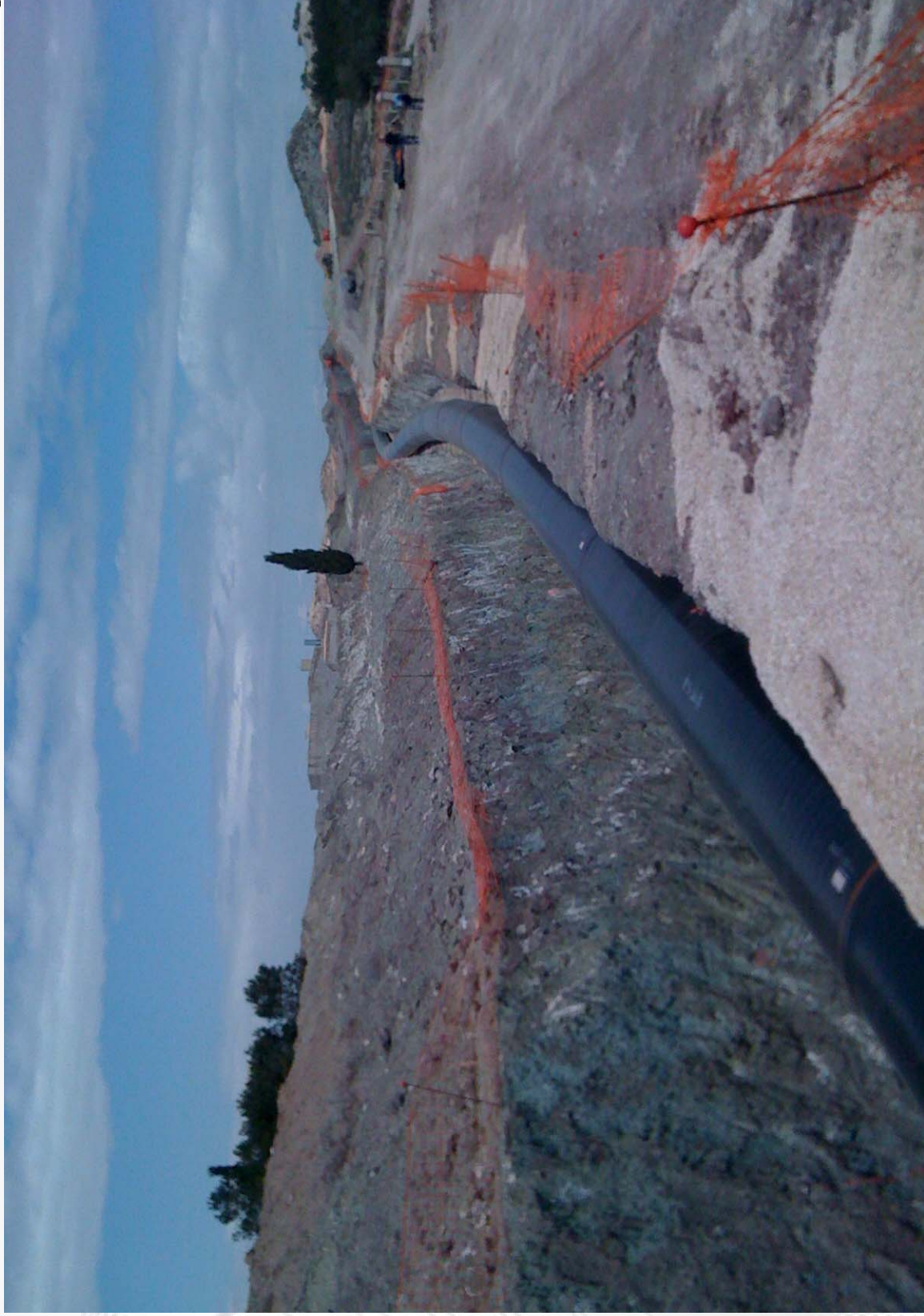


## Instalación. Giros



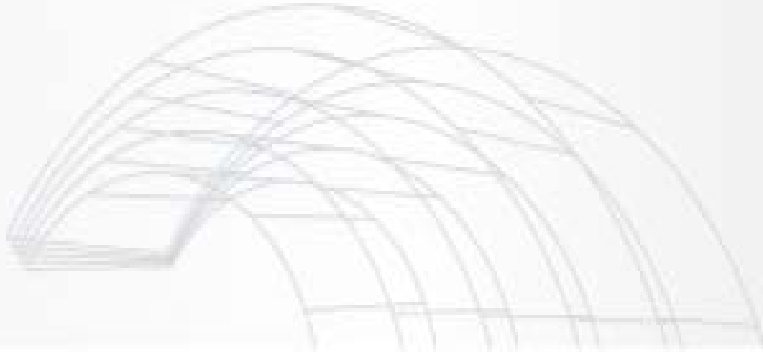


# Instalación. Giros

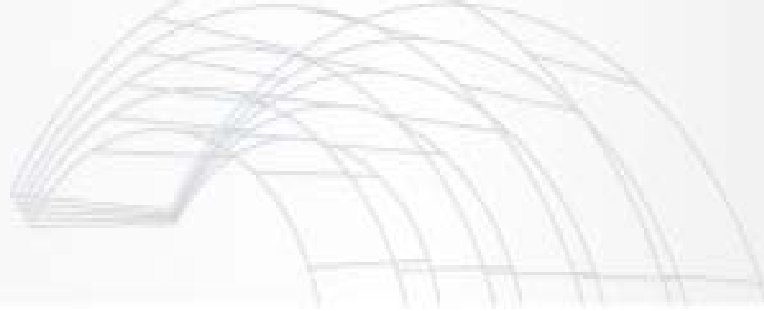




# Instalación. Giros



## Instalación. Giros





## Instalación. Giros



## Instalación. Rellenos





## Instalación. Rellenos





## Instalación. Rellenos





## Instalación. Rellenos



## Instalación. Rellenos



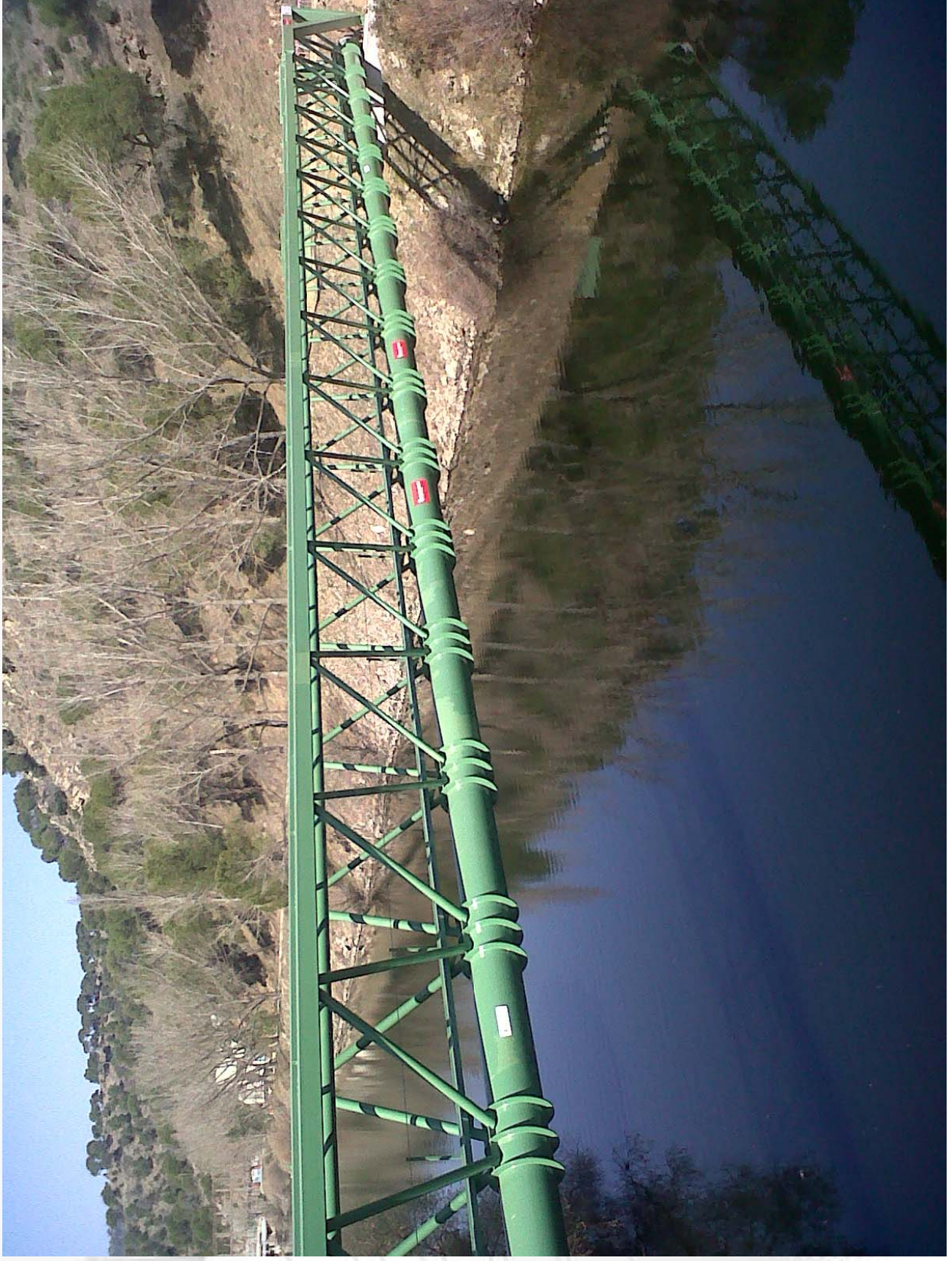


# Instalación. Compactación





## Otros. Tramo autoportante





## Otros. Tramo autoportante



## Tubos Antiguos



**C.H. Sossis. La Pobla de Segur. 110 años**



## Tubos Antiguos



**Puente Angel Custodio, Valencia. 50 años**

## Tubos Antiguos



**Abastecimiento a Oviedo, en Bimenes.**  
**1992**

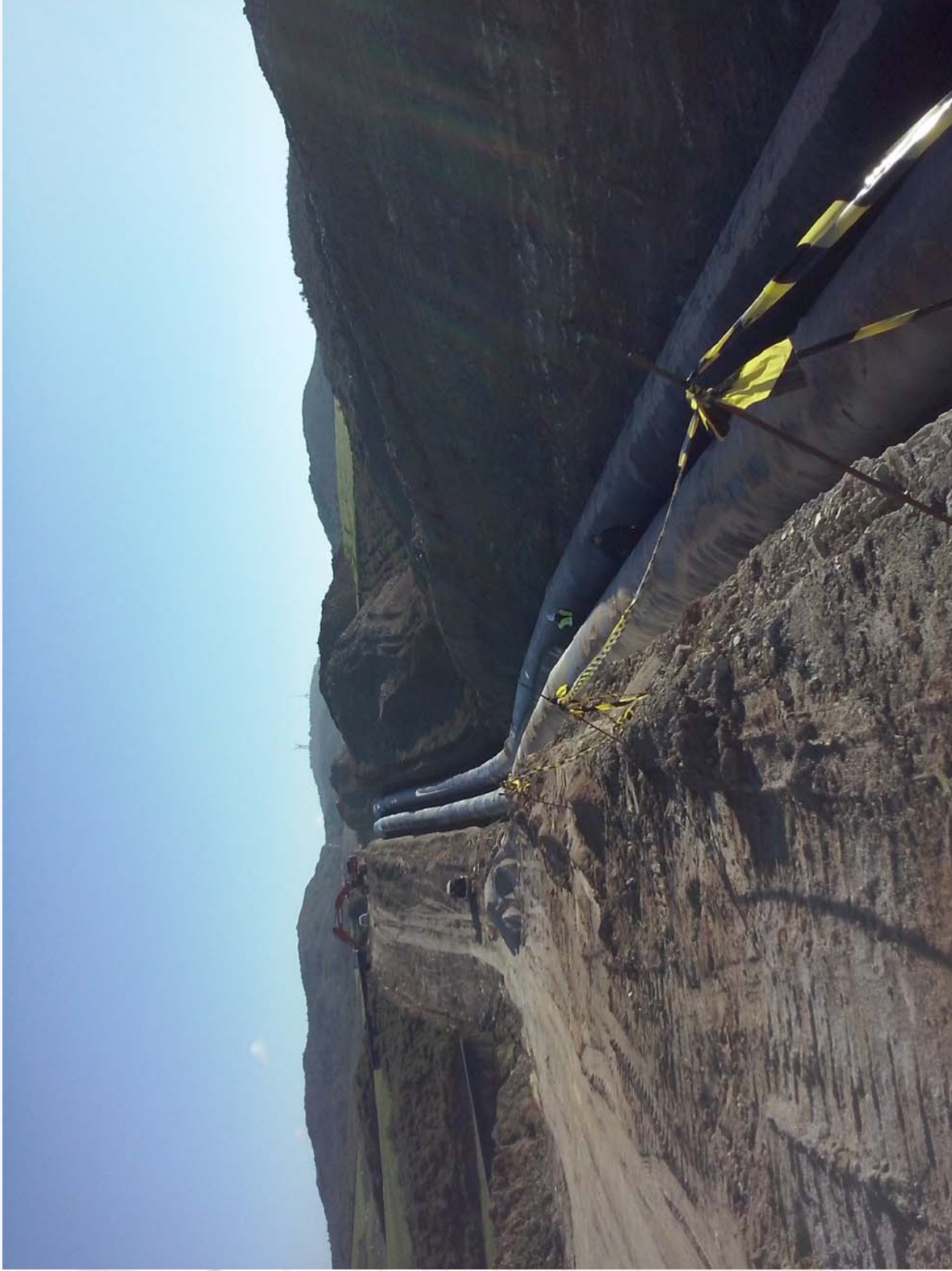


## Obras en CURSO



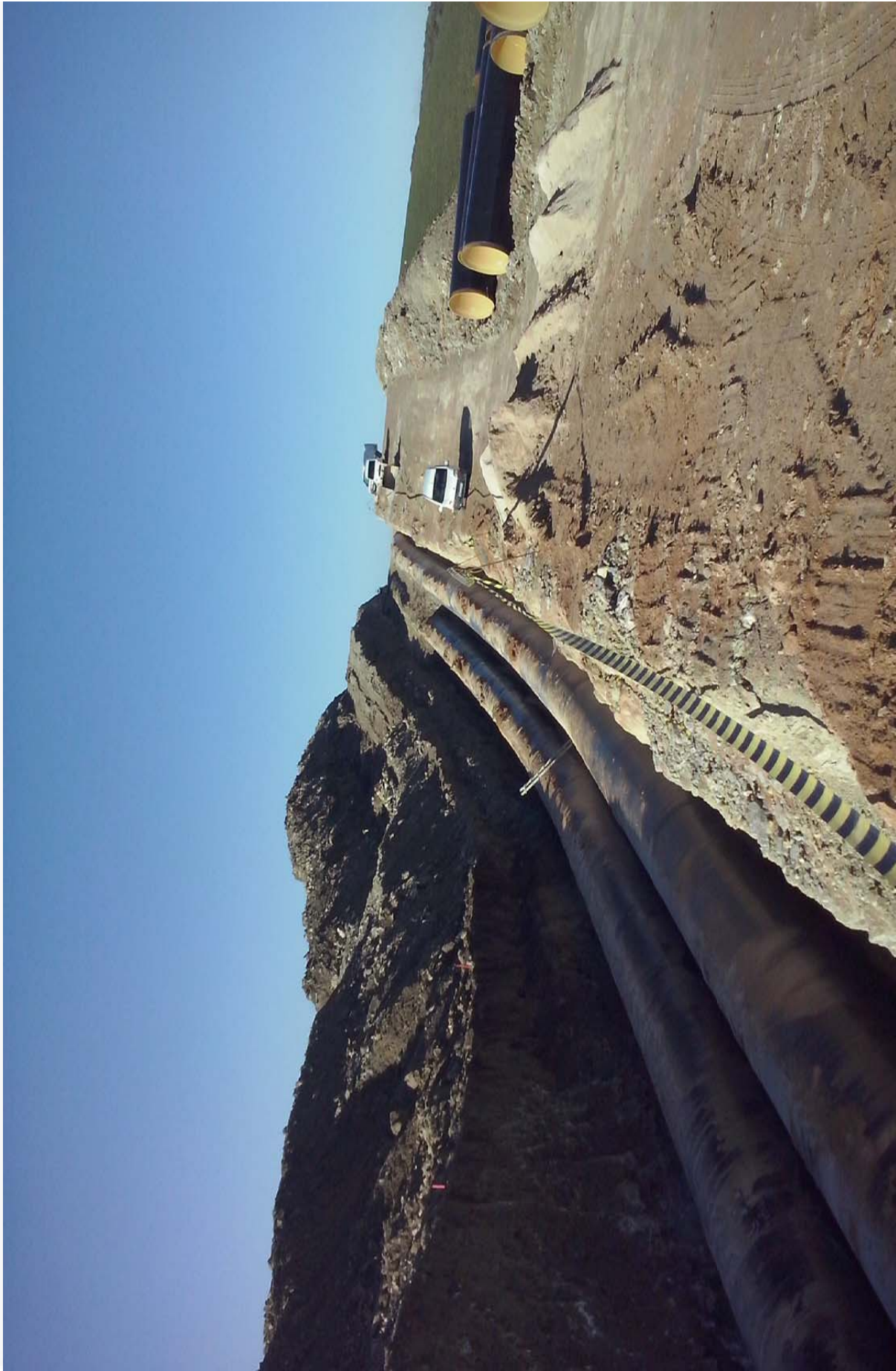
**AMPLIACIÓN 1º FASE CANAL NAVARRA**

## Obras en CURSO





# Obras en CURSO









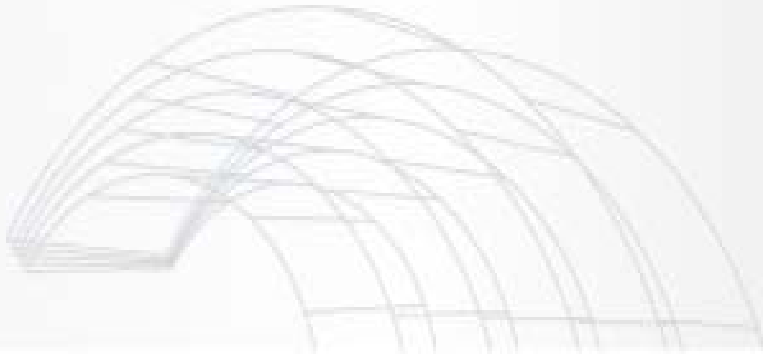
# Obras en CURSO







# Obras en CURSO



# Obras en CURSO





## Obras en CURSO



## Ejemplos de obras de Regadío

- Ampliación 1º Fase Canal de Navarra
- Sector 4.1 Piso B Segarra Garrigues
- Sector 13 Segarra Garrigues
- Comunidad de regantes (CR) Riego Levante, Crevillente (Alicante)
- CR Canal de Riaza, Pesquera de Duero (Valladolid)
- CR Cogolludo (Guadalajara)
- CR San Pedro de Castelflorite (Huesca)
- Zona regable del Cinca (Huesca)
- Margen Derecha Rio Guadalope
- Transformación C.R. A.P.A.C. DE Mequinenza (ZARAGOZA)
- Zona regable del bajo Andarax (Almería)
- Canal de Loaysa. (CH Guadalquivir)
- Regadio Rioja Alavesa y Sonsierra Riojana



## Conclusiones

- Revestimiento complementado con protección catódica.
- Sin sobrecostos por pérdidas de agua.
- Ahorro por el uso de mejores aceros.
- Durabilidad por protección catódica.
- Revestimientos durables según ISO 12944/97.

## Conclusiones

- La tubería de acero es flexible.
- Uniones soldadas garantizadas por ensayos destructivos e in-situ.
- Montaje fuera de zanja de tramos largos.
- Protegido de fábrica contra la corrosión.
- **EL TUBO DE ACERO ES SINONIMO DE SEGURIDAD**