



# REGLAS DE EJECUCION TUCAL

El sistema preaislado Tucal es fabricado y controlado en fábrica; se suministra en piezas prefabricadas para montar “in situ” por soldadura.

A pesar de que la instalación no comporta ninguna dificultad particular, esta debe ser cuidadosa y de acuerdo con el plan de ejecución entregado por INPAL Industries así como los procedimientos de montaje que se citan más adelante.

El seguimiento de estas reglas será la única garantía de un funcionamiento seguro y durable del sistema TUCAL.

## 1. RECEPCION DE PIEZAS TUCAL

### 1.1 *Control preliminar*

Las cantidades y el buen estado de todas las piezas recibidas deben ser verificadas con la ayuda del albarán de envío adjuntado a la expedición. Todo deterioro o falta en el momento de la entrega debe ser indicado en este albarán que será devuelto firmado al transportista.



### 1.2 Descarga – Mantenimiento

La descarga y el mantenimiento deben ser efectuados con cuidado con el fin de evitar golpes y el deterioro del revestimiento PE de las fundas exteriores. Con este objetivo, deberán utilizarse dos cinchas de 100mm de ancho mínimo. Está totalmente prohibido el uso de cadenas o cables. Las cinchas deberán colocarse en el sitio indicado de la funda exterior de las piezas TUCAL.

Se deberá poner especial atención en las piezas tales como codos, té, Puntos fijos, etc.



Aparatos de elevación respondiendo a la reglamentación en vigor deberán ser elegidos en función de la fragilidad, de la masa y del volumen de los elementos a levantar. Las solicitudes humanas deben ser limitadas en la medida del posible.

Las protecciones habituales de seguridad deben tenerse en cuenta: protección de las partes salientes, tener un equipo individual de protección apropiado, utilización de personales formados y competentes.

### 1.3 Almacenaje

Durante el almacenaje, las protecciones de los extremos deben quedar en su sitio, con el fin de evitar todo deterioro del revestimiento exterior así como de la eventual penetración de agua y de cuerpos extraños.

Además, las piezas TUCAL deben colocarse sobre maderas, intermediando cartón. La primera capa no deberá estar en contacto con el suelo. Deberá instalarse un mínimo de 5 maderas para los tubos de 11 – 12 metros y de 3 maderas, como mínimo, para los tubos de 6 metros. Las maderas deberán estar intercaladas entre cada capa de tubo, vigilando que las partes salientes no deterioren los revestimientos de las fundas vecinas.



***En caso de almacenaje prolongado, las piezas almacenadas deben estar protegidas con lonas. Los accesorios de obra tales como aislantes, chapas, bandas termo- retráctiles, deberán ser almacenadas en un local cubierto y cerrado.***

## 2. ZANJA TUCAL: DIMENSIONES Y PARTICULARIDADES

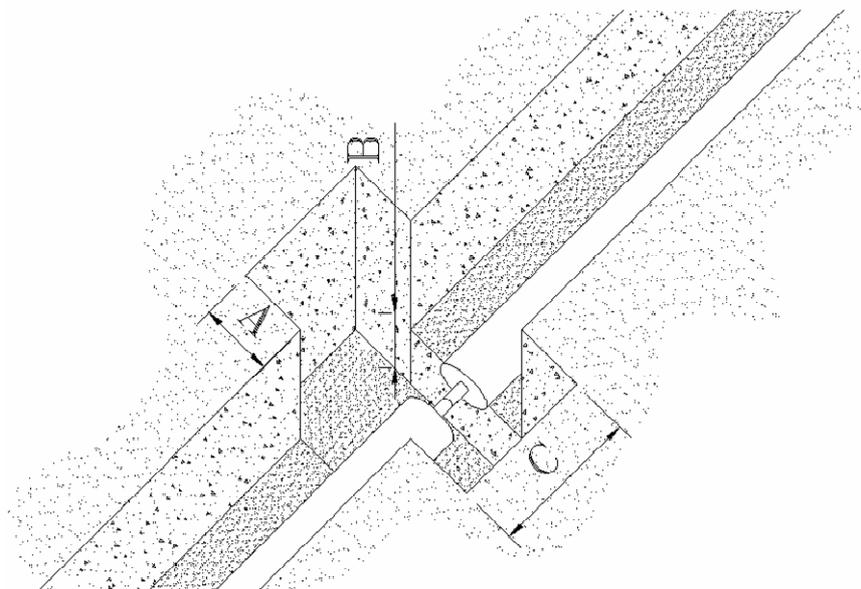
La zanja TUCAL debe ser realizada conforme a los planos de ejecución remitidos por la ingeniería de INPAL Industries; toda modificación del trazado o del perfil debe ser objeto de una autorización previa que esta validará o propondrá una alternativa a esta petición.

El ancho de la zanja deberá permitir instalar los tubos “impulsión” y “retorno” separados de entre 150 a 200mm mínimo., las fundas TUCAL estarán separadas un mínimo de 200mm de los bordes de la zanja.

Tipo TUCAL		Diámetro Nominal de la funda	Diámetro exterior de la funda (mm)	Ancho mínimo de la zanja (mm)
<b>1 Tubo / 1 Funda</b>	<i>Impulsión y retorno en dos fundas distintas: dos canalizaciones en la zanja</i>	DN125	139.7	830
		DN150	168.3	890
		DN200	219.1	990
		DN250	273	1100
		DN300	323.9	1200
		DN350	355.6	1270
		DN400	406.4	1370
		DN450	457	1470
		DN500	508	1570
		DN600	610	1770
<b>2 Tubos / 1 Funda</b>	<i>Impulsión y retorno en la misma funda : una canalización en la zanja</i>	DN250	273	680
		DN300	323.9	730
		DN350	355.6	760
		DN400	406.4	810
		DN450	457	860
		DN500	508	910
		DN600	610	1010
DN700	711	1120		

Anchuras mínimas de las zanjas en función de los diámetros.

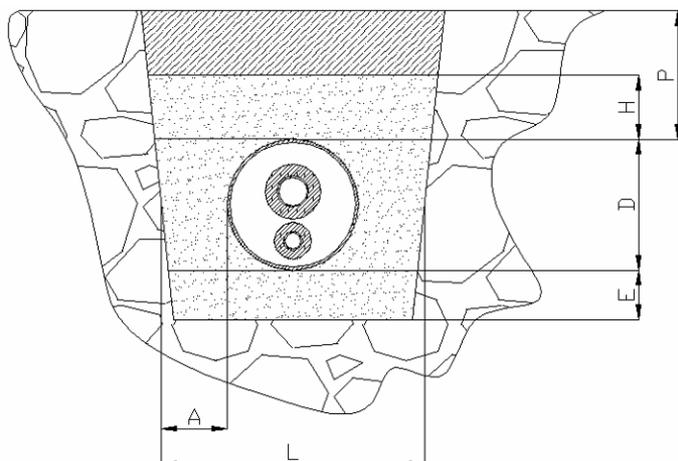
A nivel de los empalmes entre dos piezas prefabricadas TUCAL, la zanja deberá estar ensanchada y profundizada según las cotas indicadas en el croquis adjunto, con el fin de facilitar las soldaduras. Estos ensanchamientos están representados en el plano de ejecución facilitado por nuestra ingeniería y denominados “nichos de soldaduras”.



A = 500 mm  
B = 500 mm  
C = 1000 mm

### Nichos de soldaduras.

Debe preverse una capa de arena de un espesor mínimo de 100mm a 150mm en el fondo de la excavación y en todo el perímetro de los elementos de la red. El fondo de la zanja debe tener una pendiente regular con el fin de evitar puntos bajos o puntos altos no accesibles, donde no habrá podido preverse un sistema de purga.



P mínimo = 500mm  
D = Diámetro de la funda  
E = Espesor de la capa de arena (mínimo 100mm)  
H = Espesor de la capa de arena encima del tubo (mínimo 150 mm).  
L = Ancho de la zanja  
A = Distancia Funda / Borde de la zanja: 200mm mínimo.

### Sección zanja TUCAL – 2 tubos / 1 funda.

P mínimo = 500mm

D = Diámetro de la funda

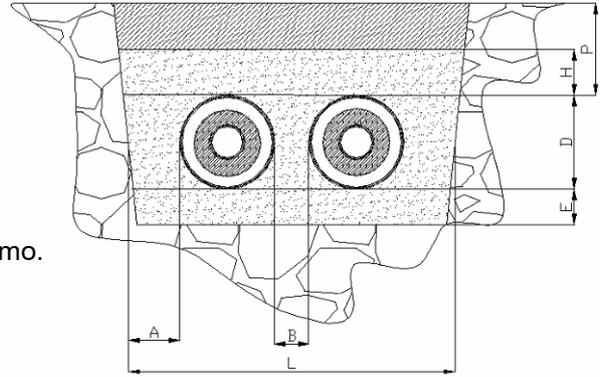
E = Espesor de la capa de arena (mínimo 100mm)

H = Espesor de la capa de arena encima del tubo  
(Mínimo 150mm).

L = Ancho de la zanja

A = Distancia Funda / Borde de la zanja: 200mm mínimo.

B = Distancia entre tubos: 150mm mínimo.



**Sección zanja TUCAL – 2 tubos / 2 fundas.**

Durante toda la duración de la obra, la zanja deberá mantenerse seca con el fin de evitar el riesgo de entrada de agua en las piezas TUCAL. Por la misma razón, las protecciones de extremos de las fundas exteriores y de los tubos de servicio no deberán de ser retiradas hasta el momento de la realización de los kits.

Las canalizaciones TUCAL deben estar a un mínimo de 250 mm de toda otra canalización o cable en conformidad con las reglas de distancia entre las redes enterradas (norma NF P98-332). Si es necesario las redes existentes deben ser desviadas.

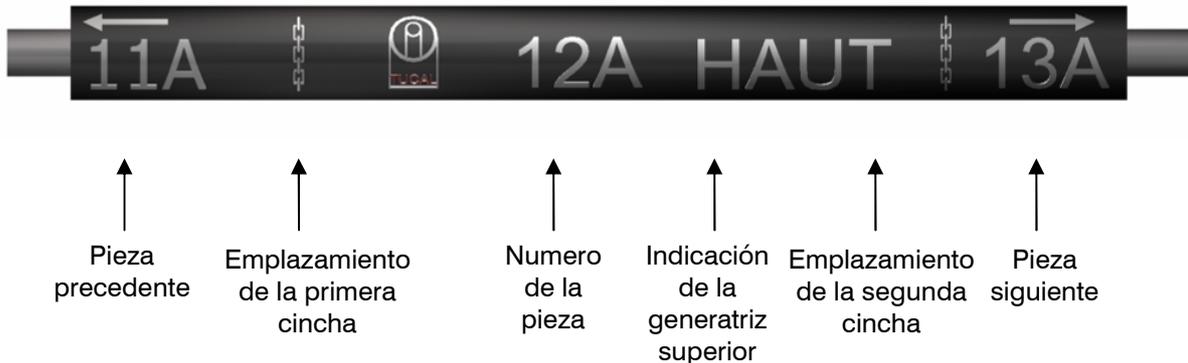
### 3. ENSAMBLAJE DE LAS PIEZAS TUCAL

#### 3.1 *Montaje de la red*

Después de haber controlado el estado del revestimiento de las piezas, éstas deben depositarse en el fondo de la zanja con la ayuda de un aparato de elevación y de una cincha de 100 mm de ancho mínimo (Ver 1.2 Descarga – Manutención).

No deberán en ningún caso apoyarse en objetos duros de aristas vivas. Por el contrario deberán imperativamente ser posicionadas como se indica en el plano de ejecución.

Con el fin de evitar todo error, cada elemento prefabricado está numerado de manera visible en la funda. Además, en cada extremo, figura el número de la pieza precedente y el de la pieza siguiente. En la parte superior de la funda TUCAL está igualmente indicada la posición de la generatriz superior del tubo (“ARRIBA”): es indispensable que esta indicación esté arriba de la pieza dispuesta en la zanja, con el fin de asegurar el buen deslizamiento de los soportes en el interior de la funda.





#### Casos particulares:

##### *Longitudes ajustables:*

Sobre-longitudes pueden preverse inicialmente, cuando exista una duda en ciertas distancias rectas. Estas sobre-longitudes son del orden de 200 a 300mm y están añadidas en el extremo de la pieza en el tubo de servicio. En tales piezas, la extremidad no revestida PE es del orden de 350 a 450mm en lugar de los 150 mm estándar, lo que permite ajustarse mejor a la configuración de la red cortando, si es necesario, esta extremidad.

Para cada una de estas sobre-longitudes, se entrega un kit adaptado (de longitud 800 mm en lugar de 400 mm). (Cf. § 3.4 Reanudación del aislamiento y de la estanqueidad: realización de kits de unión).

##### *Pre-tensión:*

La pre-tensión, efectuada en el tubo de servicio, tiene por objetivo disminuir los esfuerzos mecánicos en caliente a nivel de los codos

El principio consiste en desplazar, en frío el tubo de servicio en relación con la funda, en una longitud recta desembocando en un codo. Así, el desplazamiento engendrado permite un aumento del espacio disponible para la dilatación en el codo.

Una etiqueta roja colocada en la funda indica el extremo del tubo de servicio sobre el cual debe ser efectuada.

##### *Modificación de las piezas:*

Las piezas TUCAL están dimensionadas a medida con el fin de adaptarse lo máximo posible a la configuración del terreno. Por esta razón no deben recortarse, ni alargarse ni sufrir cualquier otra modificación que pueda parecer necesaria en obra. Toda modificación de alguna pieza que pueda parecer indispensable debe ser objeto de un acuerdo previo escrito por parte de INPAL Industries, bajo pena de la anulación de la garantía.

### 3.2 Soldaduras de tubos de servicio

Una vez que las piezas están bien alineadas en el fondo de la zanja, pueden ser realizadas las soldaduras de los tubos.

Las soldaduras deben ser realizadas siguiendo las formas operativas válidas según la norma EN ISO 15614-1 de Febrero 2005 y por soldadores calificados siguiendo la norma EN 287-1 de Julio 2004.



Antes de montaje, es importante colocar en uno de los extremos de cada pieza los manguitos de la funda exterior necesarios para la realización de las juntas.

Al final de cada jornada de trabajo y si las protecciones de los extremos de las piezas han sido retirados, es aconsejable proteger las uniones de la intemperie haciendo deslizar por encima los manguitos, también recubiertos de una funda de plástico.

### 3.3 Controles del montaje

#### *Control de las soldaduras.*

Las soldaduras realizadas en obra deben ser controladas según la reglamentación en vigor y a las exigencias del pliego de condiciones (control visual, control radiográfico).

#### *Prueba del tubo de servicio.*

Al final del montaje de la red y antes de la realización del aislamiento a nivel de las uniones, el conducto debe ser probado hidráulicamente. La presión de prueba debe estar conforme con la reglamentación en vigor y a las exigencias del pliego de condiciones.

Si no se impone nada en contra, deberá efectuarse una prueba de dos horas a una presión de al menos una vez y media de la presión de servicio. Esta prueba será validada por un acta, establecido por el instalador y precisando las condiciones de ejecución.

### 3.4 Reanudación del aislamiento: realización de kits de unión

Antes de montar los kits de unión es importante retirar las tapas de los extremos de las piezas, así como las patas de fijación de transporte que bloquean el tubo de servicio en relación a la funda.

#### *Aislamiento de las uniones*

Las coquillas del calorífugo (incluidas en el suministro) deben ser cortadas a medida y partidas en el sentido axial. Después deben colocarse en el tubo interior con el fin de asegurar la continuidad del calorífugo.

Después, estas coquillas se mantienen en sitio mediante dos chapas (no suministrado por INPAL).

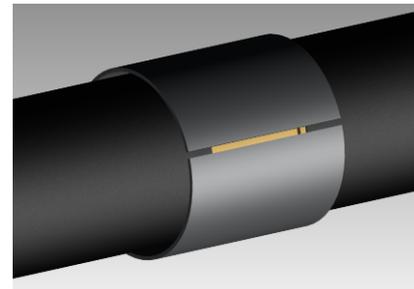


**Colocación de coquillas de lana de roca**

#### *Soldadura de los manguitos*

Después de haber realineado los conductos exteriores, los manguitos de acero deben colocarse solapando cada uno de los extremos de las fundas.

Deben ser soldadas por dos soldaduras periféricas y una soldadura longitudinal. Las soldaduras deben ser de buena calidad y estancas.



**Colocación de la funda**

#### *Colocación de bandas termo retráctiles*

Las bandas termo retráctiles, incluidas en el suministro de kits de unión, sirven para proteger los manguitos de acero de las agresiones exteriores. Deben ser colocadas una vez que se ha efectuado la prueba neumática de las fundas.



**Colocación de la banda termo retráctil**

## **Controles de estanqueidad**

### *Prueba neumática de las fundas*

La estanqueidad del sistema debe ser controlado bajo presión de aire.

El espacio de aire comprendido entre el calorífugo y la funda se probará bajo presión de aire de 0,5 bares sin sobrepasar 1 bar, mediante los venteos situados a este fin en el extremo de la red.

Si la prueba debe hacerse antes que la red esté finalizada, será necesario colocar una tapa de obturación en la funda.

Cuando la red o parte de la red está bajo presión de aire, cada soldadura de cada manguito debe ser controlada con la ayuda de una solución jabonosa.

### *Control de Revestimiento*

La unión del conducto incluido el manguito, será objeto de un control visual.

## **4. PUNTOS PARTICULARES**

### **4.1 Entrada en edificio**

Al nivel de las entradas en edificio, la estanqueidad está garantizada por la colocación de un pasamuro que tapa el espacio anular entre la pared y la funda exterior. Este material se entrega montado en las piezas penetrando en edificios.

### **4.2 Purga de la funda**

Entre un punto alto y un punto bajo, la pendiente debe de ser constante, con el fin de asegurar un escurrimiento correcto en el interior de la funda, en caso de fuga. Así, el agua que estaría en la funda se podría evacuar hacia una purga TUCAL instalada en un punto bajo de la red. Esta purga está constituida de un cuello de cisne de evacuación y de un disco de ruptura entre dos bridas, previsto para romperse en caso supresión de la funda. Después del juego de bridas se debe de crear una prolongación hacia un sitio « fuera de peligro ». Si esta prolongación se debe de enterrar, es necesario prever un revestimiento anticorrosivo y una arqueta de control.

El disco de rotura (entregado al final de la obra) se debe montar después del primer calentamiento de la red, para permitir la evacuación de la humedad acumulada en el aislamiento.

### **4.3 Vaciado**

En el caso de un vaciado de aire en el espacio anular entre la funda y la lana de roca, la red se tendrá que calentar una vez antes de la creación del vacío. Esta etapa es necesaria por las mismas razones que las evocadas antes: evacuar humedades que se hayan podido acumular durante la obra en la lana de roca y entre los tubos.

### **4.4 Protección catódica**

Si se instala una protección catódica, movimientos de tierra suplementarios serán necesarios, a lo largo de la zanja, para poder posicionar los ánodos.

Las bridas aisladas entregadas en caso de instalación de un sistema de protección catódica no se deben by-pasear con cables, ni pintar, excepto con pintura no conductiva.

## 5. RELLENO

### 5.1 Relleno y compactación:

El fondo de la zanja debe de ser limpiado de cualquier cuerpo duro (piedra, metal, madera, etc.) que podría llegar a dañar la funda exterior del TUCAL.

El relleno en los lados y entre los tubos debe de ser efectuado manualmente con arena, pero la compactación se podrá realizar también mediante material mecanizado ligero (placa vibratoria).

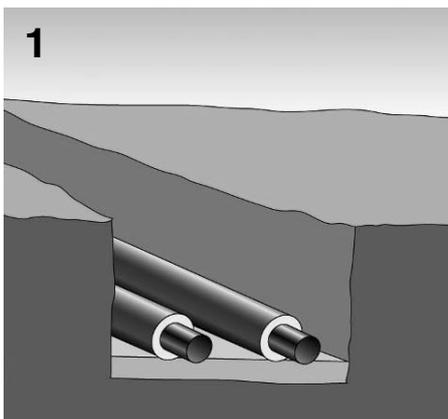
El relleno se debe de realizar mediante capas sucesivas de 150 a 200 mm como máximo para llegar al nivel de la generatriz superior de la funda. Una capa final de arena de 100mm debe de ser extendida sobre los tubos.

La compactación se debe de realizar con el máximo cuidado en cada capa, especialmente en las partes inferiores y (eventualmente) entre las tuberías. El grado de compactación mínimo debe de ser del 90% del valor máximo del Proctor estándar (energía de compactación normalizada) determinado en laboratorio.

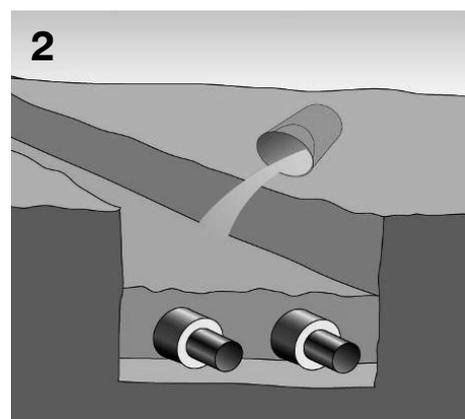
Es esencial que todas las precauciones, en particular en el momento del relleno y de la compactación, con el fin de no dañar el revestido exterior de las fundas.

Una cinta señalizadores se debe de colocar encima de las canalizaciones con el fin de advertir de la presencia de la red de vapor en caso de aperturas posteriores.

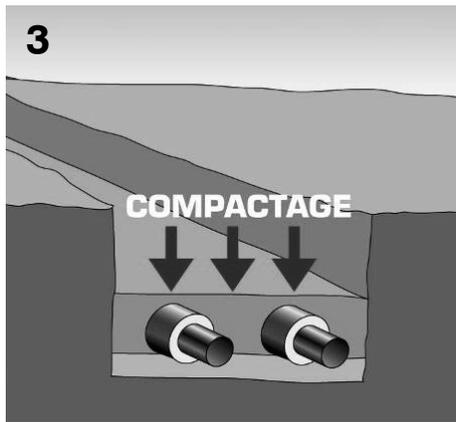
El relleno final se debe de realizar con materiales homogéneos, no contundentes, conservando su compacidad en todas condiciones de humedad, y cuidadosamente compactadas, para que las cargas estén bien repartidas y que no haya hundimiento ulterior del terreno.



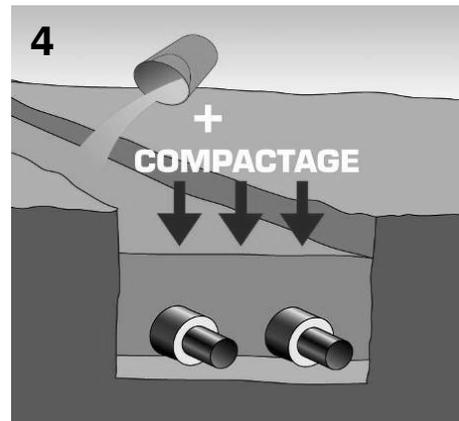
Limpiar cuidadosamente el fondo de la zanja con el fin de eliminar cuerpos extraños duros (piedra, metal, madera, etc.).



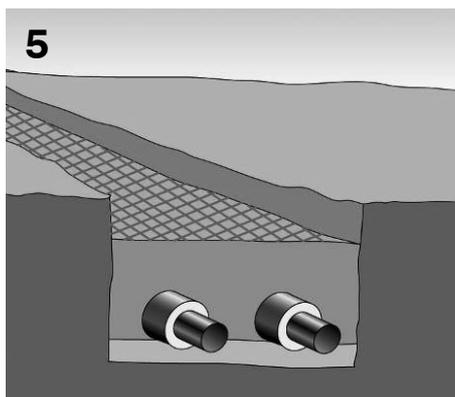
Extender una capa de arena uniforme aflorando a nivel de la generatriz superior de los tubos.



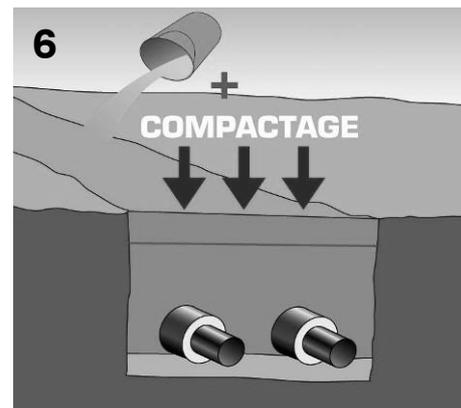
Apisonar manualmente en los lados y entre los tubos, evitando cualquier golpe en las fundas del TUCAL. gaines TUCAL. Etaler une couche de sable uniforme affleurant au niveau du sommet des tubes



Extender una capa uniforme de arena de 10cm de espesor encima de las canalizaciones y apisonar cuidadosamente.



Una cinta señalizadora (color violeta) se debe colocar a una distancia de 0.2 – 0.5 m por encima de las canalizaciones.



Rellenar por capas sucesivas de 0,20m de tierra expurgada de elementos de más de 100 mm, compactar una por una.

### 5.1.1 Cruce de vías

En estas zonas, las discontinuidades en el asfalto se tendrán que prohibir para eliminar las fuerzas dinámicas que podrían resultar del paso de vehículos.

El espesor mínimo de relleno sobre la funda exterior (asfalto de la carretera incluido) para solicitaciones de 13 toneladas en el eje entre ruedas, debe de ser de dos veces el diámetro exterior de la funda como mínimo.

Para cualquier caso particular (relleno superior o inferior a los límites detallados), INPAL Industries debe de ser consultado.