



endesa distribución

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO

**EJECUCIÓN DE OBRA CIVIL PARA
INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS
DE ALTA TENSIÓN**

KMH 001 00.DOC

2ª Edición

Hoja 1 de 38

INDICE

1	OBJETO	3
2	CARACTERÍSTICAS GENERALES	3
3	REPLANTEO DE LA OBRA	3
4	PROTECCIÓN, SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO DE LAS OBRAS	3
4.1	Requerimientos relacionados con la ocupación de la vía pública	3
4.2	Vallado de la obra.....	3
4.3	Señalización de la obra.....	3
4.4	Información.....	3
5	DETECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE GASES	3
6	PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE APERTURA Y CIERRE DE ZANJAS	3
6.1	Demolición de pavimentos	3
6.2	Excavación	3
6.3	Retirada de residuos (cascotes y tierras) a vertedero.....	3
6.4	Entibaciones.....	3
6.5	Drenajes	3
6.6	Colocación y hormigonado de tubulares	3
6.7	Relleno de zanja y compactación.....	3
6.8	Prueba de conductos	3
6.9	Reposición de pavimentos	3
7	CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS	3
7.1	Cruzamientos.....	3
7.2	Paralelismos	3
8	PERFORACIONES SUBTERRÁNEAS DIRIGIDAS.....	3
9	ARQUETAS Y CÁMARAS.....	3
9.1	Cámaras de empalme.....	3
9.2	Arquetas de conexionado de pantallas y de fibra óptica	3
9.3	Arquetas de ayuda al tendido.....	3

REALIZADA POR:
SUBDIRECCIÓN DE LINEAS DE AT

APROBADA POR:
DIRECCIÓN DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO

EDITADA EN: JUNIO 2004

ÁMBITO:

REVISADA EN: OCTUBRE 2007

ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA



endesa distribución

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO

**EJECUCIÓN DE OBRA CIVIL PARA
INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS
DE ALTA TENSIÓN**

KMH 001 00.DOC

2ª Edición

Hoja 2 de 38

10	SEÑALIZACIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA	3
11	DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA	3
12	REGLAMENTACIÓN APLICABLE Y NORMATIVA DE REFERENCIA.....	3
13	PROPIEDAD INTELECTUAL	3
	ANEXO A PERFORACIÓN SUBTERRÁNEA	3
A.1	Sistemas de perforación	3
A.2	Entornos	3
A.2.1	Entorno urbano	3
A.2.2	Entorno interurbano.....	3
	ANEXO B SEÑALIZACIÓN EXTERIOR DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA.....	3
	ANEXO C ELEMENTOS PARA LA PRUEBA DE CONDUCTOS	3

REALIZADA POR:
SUBDIRECCIÓN DE LINEAS DE AT

APROBADA POR:
DIRECCIÓN DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO

EDITADA EN: JUNIO 2004

ÁMBITO:

REVISADA EN: OCTUBRE 2007

ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

1 OBJETO

El presente documento tiene por objeto establecer el método a emplear en la construcción de canalizaciones subterráneas para instalaciones eléctricas de tensiones superiores a 36 kV.

2 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las líneas subterráneas enterradas se instalarán siempre bajo tubo, de forma que los cables vayan por el interior de tubos de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada, según Norma UNE-EN-50086). Estos tubos quedarán embebidos en un prisma de hormigón que servirá de protección mecánica a los mismos.

3 REPLANTEO DE LA OBRA

Antes del inicio de los trabajos, el Contratista tendrá conocimiento de los elementos e instalaciones sobre los que ha de actuar, familiarizándose con la extensión y alcance de los trabajos que se han de ejecutar y conocerá las normas por las que se han de regir.

A lo largo de la canalización examinará el trazado propuesto: Identificarán y señalarán todos los servicios existentes en el recorrido, tanto los que discurren de forma paralela, como los que deban ser cruzados como son las líneas enterradas de comunicaciones, telefónicas, de energía eléctrica, agua, gas, etc., que puedan ser afectadas durante los trabajos de movimiento de tierras, estableciendo las protecciones necesarias para respetarlas. Deberá conseguir todos los permisos e información necesaria para realizar estos cruzamientos en condiciones reglamentarias.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán en el pavimento los lugares donde se abrirán las zanjas, señalando tanto su anchura como su longitud. Se realizará un reportaje fotográfico del pavimento y de los elementos de construcción próximos a la futura zanja a fin de tener una referencia demostrable del estado inicial del pavimento y de que la reposición del mismo se realizará con un grado de acabado no inferior al existente. También servirá ante reclamaciones de posibles daños a elementos constructivos.

El reportaje se realizará una vez replanteada la zanja y reflejada la situación de los servicios en el suelo.

Si durante el proceso de apertura de las zanjas se encontrase algún elemento no marcado en el proyecto, se deberá consultar a Endesa Distribución sobre la necesidad de abrir nuevas calas de reconocimiento o sobre cualquier otra actuación a tomar.

4 PROTECCIÓN, SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO DE LAS OBRAS

Todo lo referenciado en este capítulo se efectuará de acuerdo con las normas de los organismos oficiales competentes de las vías públicas sobre las que se actúa.

Los elementos que se utilicen para señalización, además de cumplir adecuadamente su finalidad fundamental, deberán mantenerse en perfecto estado de conservación.

4.1 Requerimientos relacionados con la ocupación de la vía pública

En caso necesario el Contratista realizará un proyecto de señalización de la zanja, que cumplirá todas las disposiciones municipales y demás organismos oficiales con competencias en el área de actuación. Solicitará y gestionará los permisos que sean necesarios (ayuntamiento, policía local, etc.), que se mantendrán en obra durante la realización de los trabajos, especialmente en los casos en que sea necesario el corte total de la vía.

Se procurará que la circulación, tanto rodada como de peatones, sufra la mínima interrupción posible.

Para la ubicación de la caseta de obra y el almacén de materiales, herramientas y medios auxiliares, se estudiará un emplazamiento estratégico que minimice esta incidencia negativa, aprovechando las zonas que el tránsito no utiliza regularmente.

Se pondrá especial atención en la planificación del trabajo a fin de reducir al mínimo el tiempo de permanencia en obra de estos elementos. No se permitirá el almacenamiento de materiales ni medios auxiliares más tiempo del estrictamente necesario para su utilización o puesta en obra.

El almacenamiento será cuidadosamente ordenado y solamente ocupará en planta el espacio imprescindible.

Los materiales procedentes de la apertura de zanjas, cuando no vayan a ser utilizados posteriormente en la obra y hayan de ser transportados a un vertedero, se depositarán directamente en los contenedores expresamente dispuestos para esta finalidad y serán transportados inmediatamente a un vertedero autorizado o almacén, debiendo entregar a ENDESA DISTRIBUCIÓN copia de la guía de seguimiento de los residuos como justificante de su cumplimiento.

Cuando los materiales se tengan que utilizar para el relleno posterior, se dispondrán a los lados de la zanja, en sentido longitudinal a ésta y bien apilados, protegidos y señalizados adecuadamente para evitar que se dispersen por el efecto de fenómenos atmosféricos. Estos materiales estarán separados una distancia mínima de un metro del borde de la zanja.

Para la seguridad y comodidad del tránsito de viandantes se creará un pasillo de anchura no inferior a un metro junto a la fachada y longitudinalmente a ésta. Cuando la anchura de la calzada no permita simultáneamente la apertura de la zanja, la disposición de los materiales y también la existencia del mencionado paso longitudinal de un metro de ancho para los viandantes, se retirarán los materiales procedentes de la excavación, almacenándolos en un lugar adecuado para su posterior reutilización y se habilitará un pasillo de estas características en la calzada, con derivaciones hacia la fachada en cada uno de los accesos a inmuebles. En todo momento estos pasos se mantendrán expeditivos por lo menos en la mitad de la anchura.

Las bocas de riego, hidrantes para incendios, imbornales, tapas de acceso a otros servicios (agua, gas, energía eléctrica, etc.) deben quedar totalmente expeditas de materiales, escombros y herramientas.

Para realizar los trabajos de canalizaciones de cruces, se tendrán en cuenta todas las precauciones necesarias para evitar daños y perjuicios a personas o propiedades.

Se procurará que sea mínima la superficie afectada por la excavación.

Se habilitarán pasos suficientemente resistentes para el tráfico mediante colocación de planchas de acero de espesor adecuado, en los cruces de calles y en las entradas de vehículos a edificios industriales y aparcamientos.

Las arquetas permanecerán con las tapas cerradas siempre que no se esté trabajando en el interior de las mismas. Asimismo se cerrarán siempre que se abandonen temporalmente los trabajos en la arqueta, por muy corto que sea el tiempo de ausencia.

No deberá deteriorarse como consecuencia de las obras, la infraestructura urbana colindante, tanto públicas como privadas.

Se dispondrá, en lugar visible, un cartel indicador de las obras que se están ejecutando. Dicho cartel responderá al modelo que, a tales efectos, normalice el Ayuntamiento afectado.

4.2 Vallado de la obra

Todo elemento que altere de alguna forma la superficie vial supondrá un obstáculo que habrá de ser protegido con vallas.

Estos obstáculos podrán ser tanto las casetas de obra como los materiales, la maquinaria, las herramientas o los medios auxiliares que puedan estar almacenados, las mismas zanjas y los materiales apilados.

La protección de todos estos elementos será continua en todo su perímetro y se hará mediante vallas consistentes, suficientemente estables y perfectamente alineadas, su altura no será inferior a 1 m. Se utilizarán preferentemente vallas tipo ayuntamiento.

En las entradas de peatones a los edificios habitados se colocarán pasarelas para pasos de zanjas, que dispondrán además los adecuados elementos de protección, como son barandales y balaustres, que asegure el tránsito de forma expedita y segura y que tengan suficiente rigidez para soportar la incidencia del tránsito de viandantes y que sean inamovibles cuando se pisen.

Cuando los pasos de viandantes hayan de salvar alguna zanja abierta, ésta se cubrirá con pasarelas para pasos de zanjas que tengan suficiente rigidez para soportar la incidencia del tránsito de viandantes y que sean inamovibles cuando se pisen.

4.3 Señalización de la obra

Las exigencias de mantenimiento del tránsito de viandantes y del rodado obligan a disponer una señalización vertical materializada en señales reglamentarias de tránsito y rótulos indicadores que garanticen en todo momento la seguridad de los viandantes, de los automovilistas y del mismo personal de obra.

La señalización de cara al tráfico rodado, dependerá de las circunstancias concurrentes en ese momento (zona afectada, grado de ocupación de la vía, tipo de trabajos, tipo de vía, etc.) y de los requerimientos de los organismos afectados, disponiendo como norma general la siguiente señalización: peligro por obras, señal limitación de velocidad, señal de paso estrecho (si existe reducción del ancho de la vía), panel desvío provisional, elementos de balizamiento (preferentemente conos de goma) y señalización luminosa para trabajos nocturnos o con poca visibilidad.

Se señalará convenientemente la presencia y límites físicos de la obra, independientemente de la indicada para la seguridad del tráfico rodado, mediante vallas, cintas de señalización u otro medio equivalente.

Si es necesario limitar la velocidad, se hará en escalones decrecientes progresivos, de 30 Km./h. como máximo, desde la velocidad normal de la vía pública hasta la máxima permitida por las obras.

Cuando se reduzca el ancho de la calzada, se colocará, a una distancia adecuada (dependiendo del tipo de vía, número de carriles, etc.), la señal de "Paso estrecho" y junto al lugar de comienzo de la obra, en el sentido de la circulación, la de "Dirección obligatoria", inclinada 45°.

Todos los elementos de señalización serán reflectantes cuando sea deficiente la iluminación de la zona.

Cuando el tráfico se regule de forma alternativa para ambos sentidos de la circulación, se hará mediante la intervención de agentes de regulación del tráfico, que dispondrán de acreditada competencia. Del mismo modo, puede ser necesario la intervención de agentes de regulación del tráfico en otras situaciones, como pueden ser: entrada y salida de vehículos a la obra, maniobras, etc...

Será siempre obligatorio el uso chaleco reflectante y de alta visibilidad.

Si las máquinas afectan a viales públicos, durante el trabajo dispondrán en su parte superior de luces giratorias de advertencia.

Toda la señalización y el vallado estarán suficientemente iluminados durante las horas nocturnas mediante elementos luminosos de color rojo o amarillo ámbar.

4.4 Información

La información al usuario se transmitirá a través de letreros indicadores en los que figurarán:

- Logotipo, nombre y teléfono de la entidad promotora.
- Logotipo, nombre y teléfono de la empresa que realiza las obras.
- Naturaleza, permiso y fechas de inicio y finalización previstas para las obras.

Todos los elementos que se utilicen tanto en la señalización como en el vallado y la información, tales como:

- los letreros de indicaciones de obra,
- los plafones informativos,
- los plafones para casetas de obra,
- las vallas de la obra,
- las cintas plásticas de delimitación de la zona,

estarán normalizados según los modelos aprobados por el Ayuntamiento y ajustados a los colores identificativos de la entidad promotora.

5 DETECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE GASES

En la construcción de la canalización pueden presentarse gases explosivos, tóxicos o asfixiantes en las excavaciones en mina o túnel, trabajos en zanjas profundas y estrechas o en el interior de cámaras o galerías para embocadura y obturación de conductos, mandrilado, instalación de soportes de cables, etc., con riesgos de accidentes graves y mortales, por lo que es preciso prevenir y atajar dichos riesgos.

Los sistemas detectores que han de emplearse antes de acceder y mientras se trabaja en los citados lugares o zonas, son:

1. **Exposímetros.** Detectan los gases combustibles y deberán tener, como mínimo, las siguientes prestaciones básicas:
 - Escala graduada en % de LEI (Límite Explosivo Inferior);
 - Alarmas visual y acústica que se activen como máximo al 20% del LEI;
 - Prueba y aviso del estado de la batería, que se comprobará periódicamente durante el funcionamiento.
2. **Detectores de gases tóxicos.** Son ampollas o tubitos de vidrio cuyo contenido (reactivos químicos) cambia de color en un periodo de tiempo, que es menor cuanto mayor sea la concentración del gas y por tanto, el detector deberá contar con una escala que relacione ambas magnitudes (concentración/tiempo de cambio de color).

Los gases asfixiantes son también combustibles, por lo que se detectan con explosímetros, salvo el CO₂, que produce aire viciado, lo que hace que sea fácilmente reconocible por síntomas fisiológicos desde sus concentraciones más bajas.

Los detectores a utilizar serán del grupo 1, conformes a la Norma UNE 22301.

En caso de detectarse la presencia de gases, se interrumpirán los trabajos y se utilizará un ventilador eléctrico (dirigiendo el chorro de aire al suelo o al fondo) para realizar la

ventilación forzada de la zona o recinto afectado, con un caudal mínimo de 7 m³ de aire por minuto.

Si la presencia de gases se debe claramente a una avería en la red de distribución de gas o en cualquier otra instalación, la empresa propietaria de ella debe realizar de una manera satisfactoria la reparación. En estos casos, se seguirán las disposiciones e instrucciones municipales, de protección civil o cualquier otra disposición que sea de aplicación en el ámbito de las obras.

Tras la ventilación, se utilizarán de nuevo los elementos detectores, que se mantendrán expuestos durante toda la duración de los trabajos.

Todo el riesgo de gases se minimizará eliminando la primera causa de su presencia, que es la difusión por lo conductos, obturándolos (tanto vacíos como ocupados por cable) a su entrada en la cámara de registro o arqueta.

6 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE APERTURA Y CIERRE DE ZANJAS

6.1 Demolición de pavimentos

Se entiende por demolición los trabajos de rotura de pavimento de cualquier espesor, excepto arranque de adoquines o losas de piedra sobre arena.

La rotura de pavimentos se efectuará de acuerdo con las disposiciones municipales y demás organismos oficiales con competencias en el área de actuación, procurando conservar los elementos del pavimento que tengan valor, de acuerdo a su posible aprovechamiento y procurando también afectar lo mínimo posible la vegetación.

Para la rotura de pavimentos se utilizarán compresores insonorizados, ya que la inquietud por la higiene ambiental recomienda, y así lo manifiestan los distintos Organismos Municipales. y se efectuará mediante martillos rompedores, que serán manejados por un operario situado sobre el pavimento o bien montados sobre un brazo de máquina. Se utilizarán cortadoras de disco para pavimentos.

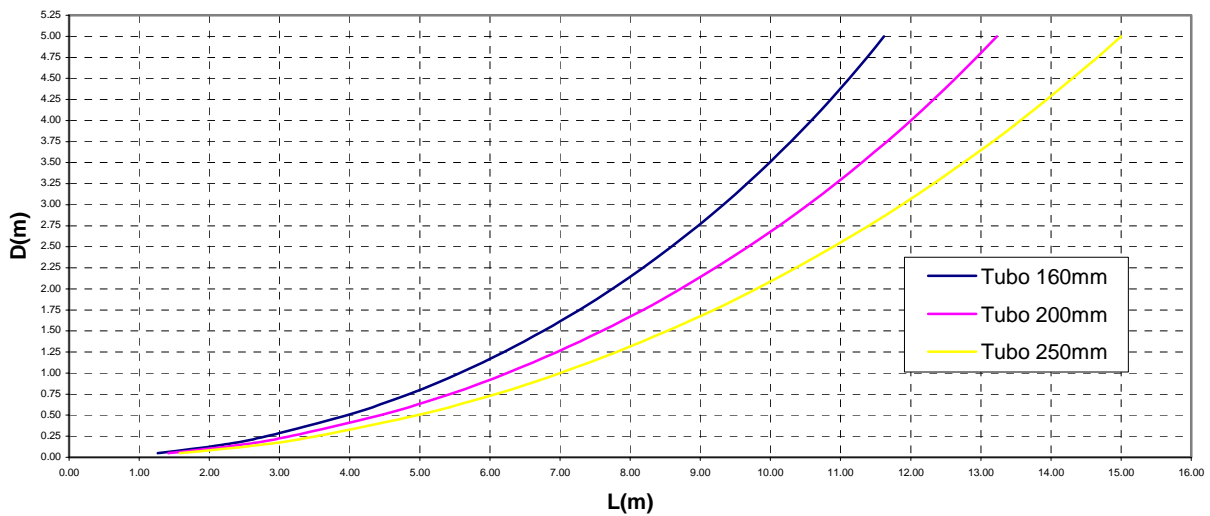
6.2 Excavación

La excavación se realizará manualmente o con medios mecánicos. Si la maquinaria empleada no es suficiente en roca, se emplearán explosivos, cumpliendo las disposiciones legales vigentes en la zona, obteniendo el correspondiente permiso y sin que se vean afectados los servicios o estructuras colindantes.

Durante la apertura se dejará un paso de 1 m entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. Se tomarán las medidas oportunas para no tapar de tierras los registros de los servicios colindantes y alcorques, así como para la protección de los árboles si los hubiere.

Aunque la profundidad media de las canalizaciones será la indicada en los planos, Endesa Distribución Eléctrica podrá exigir, en algunas zonas, una profundidad mayor para paso bajo instalaciones existentes. En estos casos, la distancia a la que se iniciará el incremento de la profundidad de excavación (L) viene fijada por el diámetro de los tubos y por el desplazamiento que se quiere conseguir (D), y se realizará de acuerdo con el gráfico adjunto (para dibujar estas curvas se ha adoptado un radio de curvatura de 50 veces el diámetro del tubo).

Curvas Cambio de Dirección



Si con motivo de las obras de apertura de la zanja aparecen instalaciones de otros servicios, se tomarán las precauciones debidas para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las condiciones que se encontraban primitivamente y respetando lo ordenado respecto a cruzamientos y paralelismos en apartado 7.

6.3 Retirada de residuos (cascotes y tierras) a vertedero

Las tierras procedentes de excavación que sean aprovechables para el relleno se colocarán, siempre que sea posible, a un solo lado de la zanja, dejando un paso de 1 m entre ambos (tierras y zanja), con el fin de facilitar la circulación del personal y evitar la caída de tierra y piedras en la zanja.

Los cascotes y las tierras sobrantes se trasladarán a vertedero autorizado de inmediato. Se deberá gestionar la correspondiente guía municipal y certificado de gestión de residuos.

6.4 Entibaciones

Uno de los riesgos más importante que se presentan en los trabajos de excavación es el derrumbamiento de las paredes de la misma. Por ello se hace necesario adoptar las

precauciones necesarias para evitar derrumbamientos según las diferentes características del terreno. La entibación es el método común de sostenimiento de las paredes de las zanjas, para evitar su colapso y consiguiente derrumbe.

Antes del comienzo de las obras se realizarán calas y estudio del terreno para decidir cual es el sistema de protección pertinente, tales como: talud natural, talud de descarga, sistemas de entibación tradicionales (entibación ligera, semicuajada o cuajada) o sistemas de entibación con módulos metálicos (paneles o tablestacas).

La necesidad de entibación y el tipo de entibación a emplear vendrá determinado por la naturaleza del terreno, por la existencia o no de solicitaciones y por la profundidad del corte. Como referencia en el caso de zanjas de profundidad menor de 3 m, anchura menor de 2 m, nivel freático inferior a la profundidad o rebajado y en terrenos no rocosos ni blandos o expansivos, el tipo de entibación será:

Elección del tipo de entibación

Tipo de terreno	Solicitud	Profundidad P del corte en m. *			
		< 1,30	1,30-2,00	2,00-2,50	> 2,50
Coherente	Sin solicitud	*	Ligera	Semicuajada	Cuajada
	Solicitud de vial	Ligera	Semicuajada	Cuajada	Cuajada
	Solicitud de cimentación	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada
Suelto	Indistintamente	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada

* Entibación no necesaria en general

Se toma la profundidad de 1,3 m como referencia a partir de la cual habrá que tomar medidas específicas (tal como indica la Norma NTP 278: Zanjas: prevención del desprendimiento de tierras y la norma de seguridad en zanjas para Endesa Distribución "NS14-98"), siendo necesario entibar aunque no se llegue a los 1,3 m en el caso de terrenos sueltos o poco consistentes.

Toda entibación, por sencilla que sea, deberá ser realizada y dirigida por personal competente y con la debida experiencia.

No deben retirarse las medidas de protección de una zanja mientras haya operarios trabajando a una profundidad igual o superior a 1,3 m bajo el suelo.

No se dejará en el fondo una altura de más de 70 cm sin elementos de sustentación del terreno.

Se evitará golpear la entibación durante operaciones de excavación.

Los codales, o elementos de la misma, no se usarán para ascender o descender, ni se usarán para la suspensión de conducciones ni cargas. Se dispondrá de las escaleras necesarias para permitir la salida del personal de las zanjas lo más rápido posible.

Aún cuando los paramentos de la excavación sean aparentemente estables, se entibará siempre que se prevea el deterioro del terreno, como consecuencia de una larga duración de la apertura.

En general las entibaciones, o partes de éstas, se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, empezando por la parte inferior.

Los codales no deben entrar a excesiva presión, sino que su colocación se realizará mediante cuñas.

En la entibación de zanjas de cierta profundidad y especialmente cuando el terreno es flojo, el forrado se hará en sentido vertical y en pases de tabla nunca superior a 1 m.

La tablazón de revestimiento de la zanja debe ir provista de un rodapié, o sobresalir del nivel superior del terreno un mínimo de 15 cm, a fin de evitar la caída de materiales en la excavación.

Se protegerá y señalizará los bordes de excavaciones a una distancia que impida que la maquinaria pesada se aproxime en exceso.

Se revisarán diariamente las entibaciones antes de comenzar la jornada de trabajo, tensando lo codales que se hayan aflojado. Así mismo se comprobará que no haya agua en el interior de la zanja.

Se extremarán las precauciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.

En excavaciones de profundidad superior a 1,3 m, siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno siempre de retén en el exterior que podrá actuar como ayudante de trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.

6.5 Drenajes

En presencia de agua se realizarán los achiques necesarios, compatibles con la estabilidad de la excavación, mediante gravedad o bombas de extracción.

En casos especiales, se recurrirá a los sistemas específicos apropiados, tales como sustituciones del terreno, drenajes auxiliares exteriores a excavación, etc.

Sobre todo debe evitarse que la inundación de la zanja pueda afectar a sótanos y viviendas, procediendo inmediatamente al agotamiento de las aguas mediante motobomba de instalación rápida. También se procederá al agotamiento de aguas en la zanja cuando se precise por rotura de una canalización. Se procederá con urgencia a reparar el servicio averiado, dando aviso a la empresa responsable del mismo.

En todo momento se deberá tener presente que la inundación de la zanja no suponga la entrada de agua en el tramo de canalización ya ejecutada.

Para construir drenajes permanentes para la obra terminada, cuando sean de temer posteriores entradas de agua no atajables con impermeabilizaciones, se contará con el permiso del Organismo Público correspondiente, en especial para el punto de ataque a la red de saneamiento.

6.6 Colocación y hormigonado de tubulares

Una vez terminada la zanja, se entibará si fuera necesario y se procederá a la limpieza de su fondo y de los pasillos de 1 m dejados a ambos lados. Previamente se habrán revisado las paredes de la zanja procediéndose a desprender aquellas zonas que sean susceptibles de caer al fondo. Todo ello tiene por finalidad mantener el fondo de la zanja libre de piedras, de modo que pueda ejecutarse correctamente la solera de hormigón.

Después de haber limpiado la zanja se realizará una solera de hormigón HM-20 a lo largo de toda la zanja, de 10 cm de espesor y de forma que ocupe todo el ancho de la zanja, quedando perfectamente nivelada, plana y lo más lisa posible para garantizar que los tubos queden rectos.

En los casos de tener que salvar servicios que se encuentren a la misma cota que la canalización, deberán de salvarse con el mayor radio de curvatura posible.

Esta solera servirá de base para la colocación de las ternas de tubos (según sea zanja para uno o dos circuitos) de polietileno de doble capa (exterior corrugado e interior lisa), así como para la colocación del tubo liso de simple capa de polietileno necesario para la colocación de los cables de fibra óptica, y del tubo (en caso de que así venga especificado en el Proyecto) para puesta a tierra.

Las ternas de tubos de polietileno corrugado se colocarán en disposición triángulo y se les dejará pasada una guía de cuerda de nylon de 10 mm de diámetro, con una carga de rotura mínima de 1000 kg. La guía deberá ser continua entre cámara y cámara, sin nudos ni uniones para evitar daños en el interior de la canalización. Esta cuerda servirá para el posterior paso del mandril y del tendido del piloto y del cable de potencia. La agrupación de los tubos se realizará atando éstos mediante bridas de nylon cada 0.75 m de longitud.

Los tubos, que cumplirán con la norma de Endesa Distribución GE CNL002, se empalmarán mediante uniones apropiadas con juntas tóricas de estanqueidad. Se tendrá especial cuidado en la confección de dichas uniones. Los tubos se ensamblarán de forma que no presenten aristas cortantes según el sentido del tendido del cable. Las uniones de los tubos que forman la terna se realizarán de manera que haya al menos 1m de distancia entre empalmes de dos tubos cualesquiera, colocándose dichos empalmes siempre en tramos rectos de la línea. En la realización de las uniones de estanqueidad, los tubos dispondrán de marcas que indiquen la correcta ejecución de la unión a tope entre ellos.

Los tubos se montarán perfectamente rectos cubriendo el conjunto de los tubos con hormigón HM-20/P/25/I hasta una cota que rebase la superior de los tubos en, al menos, 10 cm, y que ocupe todo el ancho de la zanja.

Los tubos se depositarán en la zanja de manera que queden rectilíneos horizontal y verticalmente (salvo curvas proyectadas) para que las numerosas e incontroladas microcurvaturas que tienden a producirse no impidan el tendido posterior de cables, por excesiva tracción de los mismos.

Se deben evitar las siguientes microcurvaturas:

- las horizontales, centrando los tubos en la zanja continuamente a lo largo de su trazado;
- las verticales por deformación de tubos (efecto bobina o cambios de temperatura después de su tendido) rellenando la zanja lo más pronto posible después de colocar los tubos;
- las verticales por empuje ascendente al compactar prismas de hormigón, se minimizarán compactando el hormigón por capas de poca altura.

Los tubos para la instalación de los cables de potencia deberán interrumpirse en cada cámara para alojamiento de empalmes y en cada arqueta de ayuda al tendido, permaneciendo los extremos durante toda la obra perfectamente taponados, debiéndose garantizar que interiormente quedan limpios y secos. En las cámaras de empalme los tubulares sobresaldrán unos 0.5 m del hormigón, para evitar que el cable roce con el hormigón durante el tendido. Por el mismo motivo, en las arquetas de ayuda al tendido los tubulares sobresaldrán del hormigón unos 0.2 m. Como alternativa se podrá dejar un achaflanado de 45 ° en la pared de la arqueta a la llegada de los tubulares, de forma que los mismos queden retraídos 5 cm.

Desde el momento de la instalación de los tubos, éstos se taponarán adecuadamente, para evitar la entrada de materiales que puedan dañar el cable cuando se efectúe el tendido y garantizar una perfecta estanqueidad.

El tubo para la instalación de los cables de fibra óptica sólo se interrumpirá en las arquetas de fibra óptica.

Antes de instalar cada tramo de tubo, se le pasará un baquetón con un mocho textil que garantice la correcta limpieza del tubo.

El hormigón cumplirá los requisitos indicados en la norma EHE.

La temperatura al hormigonar ha de estar entre 5°C y 40°C (EHE art. 72 y 73). El hormigonado se suspenderá siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados. No se colocará nunca hormigón sobre un terreno que esté helado.

Siempre que se interrumpa el trabajo, cualquiera que sea el término de la interrupción, se tomarán las disposiciones necesarias para conseguir la buena unión del hormigón nuevo.

En general, se debe evitar el uso de aditivos. En caso de su utilización, se justificará que la sustancia agregada produce el efecto deseado sin perturbar en exceso las restantes características del hormigón.

6.7 Relleno de zanja y compactación

Una vez hormigonados los tubulares, se procederá al relleno de la zanja con tierras compactadas.

Las tierras procederán de la propia zanja si son admisibles, o de préstamo en la cantidad necesaria.

El relleno debe cumplir dos condiciones: no implicar riesgo para el prisma o los conductos (características adecuadas de las tierras) y asegurar la inexistencia de asientos posteriores (compactación apropiada).

Las tierras no serán plásticas ni semisólidas, ni contendrán piedras o cascotes. El contenido de materia orgánica será residual, menor del 2%, y la densidad seca mayor de 1.5 t/m³.

Como mínimo se alcanzará un grado de compactación del 95% Proctor modificado. En todo caso, habrá que cumplir con lo dispuesto por el organismo responsable de la estructura afectada por la excavación.

El relleno se realizará mediante las operaciones siguientes:

- Vertido y extendido de tierras con la humedad adecuada, por tongadas cuyo espesor original será inferior a 25 cm. Sobre la primera tongada se colocará la cinta de señalización (véase apartado 9), que servirá para indicar la presencia de los cables durante eventuales trabajos de excavación.
- Compactación de cada tongada hasta obtener el grado de compactación requerido y cuidando el de la primera tongada para no afectar al prisma o conductos. La primera tongada se apisonará por medios manuales, mientras que las siguientes se compactarán con medios mecánicos.
- La última tongada de tierras puede sustituirse por macadam, si lo requieren los condicionantes o disposiciones locales vigentes, para facilitar las distintas acometidas a los edificios.
- En las zanjas realizadas en aceras o calzadas con base de hormigón, el relleno de la zanja con tierras compactadas no sobrepasará la cota inferior de las bases de hormigón.

Puede ser requerido el relleno con material granular de aportación o incluso con hormigón, en todo o en parte del relleno, en función de las características de la vía pública en la que se asienta la obra o de la normativa de su propietario.

6.8 Prueba de conductos

Después de construida una sección de canalización, pero antes de proceder a la reposición del pavimento, se hará la prueba de todos y cada uno de los conductos colocados, consistente en pasar por el interior de cada uno de ellos un mandril, a fin de comprobar el radio de curvatura dado a los tubos y la inexistencia de cualquier materia extraña o deformación del conducto que impida o dificulte el tendido del cable, a la vez que pueden eliminarse pequeñas obstrucciones o suciedades presentes en el interior de los conductos. El mandril, formado por 2 esferas unidas por una varilla roscada, tendrá un diámetro igual al 90% del diámetro interior del tubo, y una anilla en cada uno de sus extremos para posibilitar su enganche y arrastre por el interior del conducto con la anilla de un extremo, así como el tendido simultáneo de hilo-guía con la anilla del otro extremo. La limpieza se realizará con movimientos de vaivén, para eliminar las posibles filtraciones de cemento. Posteriormente se pasará una esponja para barrer los residuos que pudieran quedar.

Finalmente, y una vez construida toda la canalización entre dos cámaras de empalmes, se pasará el mandril entre cámara y cámara. Una vez limpias las tubulares se precintarán.

En el anexo C se adjuntan los planos de los mandriles y esponjas a utilizar en función del diámetro del tubo (para los planos de los mandriles se ha considerado un radio mínimo de curvatura del tubo de 50 veces su diámetro).

6.9 Reposición de pavimentos

Se efectuarán de acuerdo con las disposiciones de los municipios y demás organismos afectados, conservando, en la medida que se requiera, los mismos espesores, composiciones y dosificaciones de las distintas capas que forman el pavimento demolido, así como el tratamiento y sellado de las capas superficiales, la señalización horizontal afectada, acabado de juntas, mallazos, cunetas, ríoglas, bordillos, etc.

En general, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- En pavimentos continuos, se sanearán y recortarán los bordes del pavimento no demolido hasta conseguir un perfil regular y limpio.
- Se repondrá el pavimento afectado correspondiente a la anchura de la zanja y, si es un requisito necesario, hasta un 20% más de superficie.
- Las losas, losetas, mosaicos, etc., utilizados en aceras, tendrán el mismo color, tamaño y dibujo que los existentes.
- Se dejará al mismo nivel el pavimento repuesto que el circundante.
- Se mantendrá cerrado al tráfico el espacio afectado hasta que sea fiable el nuevo pavimento.
- Se realizará una limpieza detallada de toda la zona afectada.

La ejecución de la reposición de pavimentos debe ser acometida inmediatamente después de rellenada la zanja y sin interrupción. Sólo se dejarán pendientes los pozos

de tiro y las cámaras de empalme, que se rematarán una vez realizada la instalación de los cables.

7 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

El soterramiento de cables deberá cumplir con todos los requisitos señalados en el presente apartado y con todas las condiciones que pudieran imponer otros Organismos Competentes afectados, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de alta tensión.

7.1 Cruzamientos

A continuación se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos de alta tensión.

- 1. Con calles y carreteras:** la profundidad a la que irá el cruzamiento será la misma de la línea en general. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial. No se permite la ubicación de empalmes en estos cruces, debiendo estar dichos empalmes a una distancia superior a 3 metros del cruzamiento.
- 2. Con ferrocarriles:** los cables se colocarán perpendiculares a la vía siempre que sea posible, y a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior de la traviesa. No se permite la ubicación de empalmes en estos cruces, debiendo estar dichos empalmes a una distancia superior a 3 metros del cruzamiento.
- 3. Con otros cables de energía eléctrica:** siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los de media y baja tensión. La distancia mínima vertical entre un cable de energía eléctrica de alta tensión y otros cables de energía eléctrica será de 0,4 m. La distancia horizontal del punto de cruce a los empalmes será superior a 1,50 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias mínimas, los conductores de alta tensión se dispondrán separados de la otra línea mediante chapas de acero solapadas de 10 mm de espesor colocadas de forma que ocupen prácticamente todo el ancho de la zanja ejecutada para el soterramiento de la línea de alta tensión y una longitud a ambos lados del cruzamiento de 1 m. Estas chapas de acero quedarán embebidas dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares, tal como se muestra en la Figura 1.
- 4. Con cables de telecomunicaciones:** la separación mínima vertical entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,4 m. La distancia horizontal del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicaciones, será superior a 1m. Cuando no puedan respetarse estas distancias mínimas, los conductores de alta tensión se dispondrán separados mediante chapas de acero solapadas de 10 mm de espesor colocadas de forma que ocupen prácticamente todo el ancho de la zanja ejecutada para el soterramiento de la línea de alta tensión y una longitud a ambos lados del cruzamiento de 1 m. Esta chapa de acero quedará embebida

dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares, de forma similar a como aparece en la Figura 1.

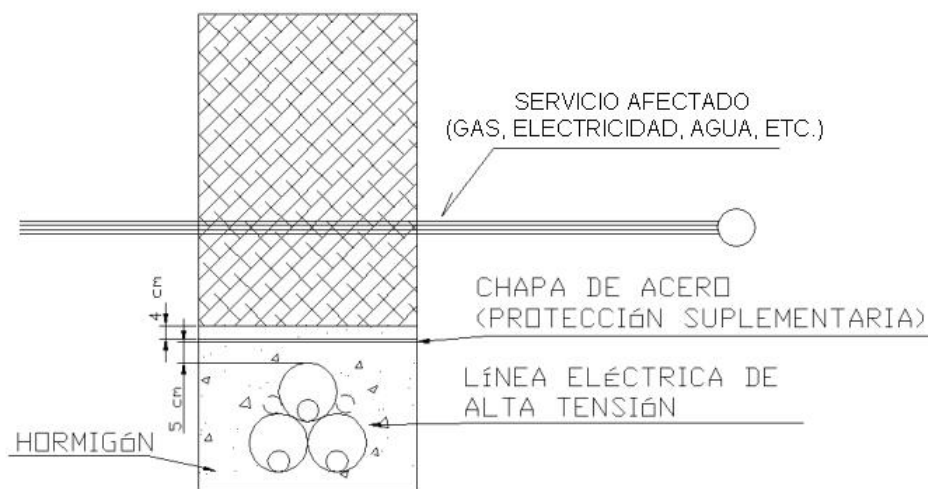


Figura 1

- 5. Con canalizaciones de agua:** la distancia mínima vertical entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,4 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otras a una distancia horizontal superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias, los conductores de alta tensión se dispondrán separados mediante chapas de acero solapadas de 10 mm de espesor colocadas de forma que ocupen prácticamente todo el ancho de la zanja ejecutada para el soterramiento de la línea de alta tensión y una longitud a ambos lados del cruzamiento de 1 m. Esta chapa de acero quedará embebida dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares, de forma similar a como aparece en la Figura 1.
- 6. Con canalizaciones de gas:** en los cruces de líneas subterráneas de alta tensión con canalizaciones de gas deberá mantenerse una distancia vertical mínima de 0,5 m. Cuando no pueda mantenerse esta distancia, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta 0,35 m. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por chapas de acero solapadas de 10 mm de espesor que ocupen prácticamente todo el ancho de la zanja ejecutada para el soterramiento de la línea de alta tensión y

una longitud a ambos lados del cruzamiento de 1 m. Esta chapa de acero quedará embebida dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares, de forma similar a como aparece en la Figura 1.

En la Figura 2 se muestra un esquema con las dimensiones de la protección suplementaria.

De igual forma, la distancia horizontal de los empalmes al punto de cruce deberá ser superior a 1,5 metros, y en caso de no poderse cumplir esta distancia se colocará la protección suplementaria indicada.

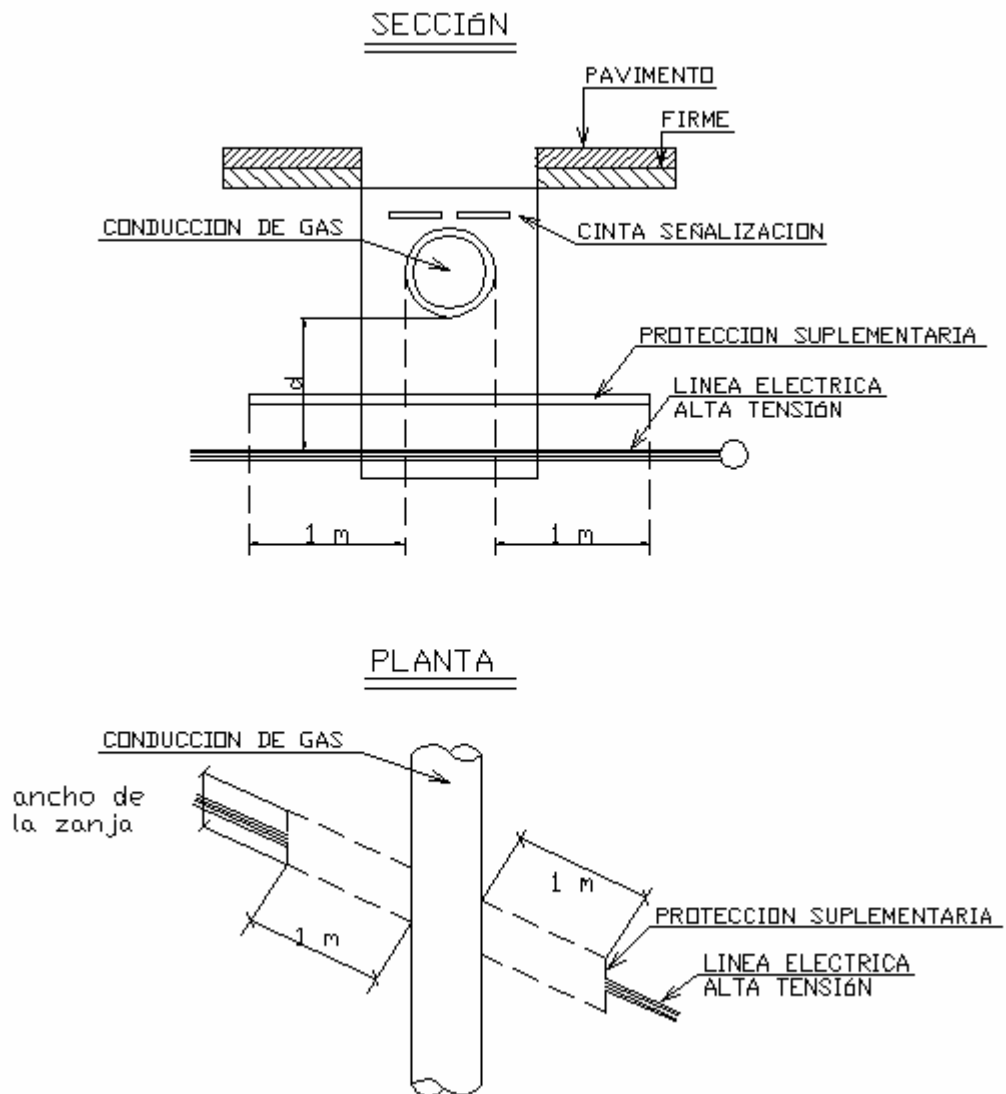


Figura 2

7. **Con depósitos de carburante:** los cables distarán, como mínimo, 1,5 m del depósito. No se permite la ubicación de empalmes en estos cruces, debiendo estar dichos empalmes a una distancia superior a 3 metros del cruzamiento.
8. **Con ríos:** cuando no sea posible realizar el paso del río sobre puentes, se cruzará por debajo del cauce mediante la ejecución de zanjas o mediante perforaciones subterráneas dirigidas tipo "topo". Para minimizar los efectos de la erosión que pueda producirse por arrastre de las aguas, se mantendrá una distancia mínima de 1.5m entre el lecho del cauce y la parte superior del prisma de hormigón que cubre los tubos de polietileno (en caso de canalización mediante zanjas) o de 1.5 m entre el lecho del cauce y la superior de la tubería por la que van los cables (en caso de que el cruce se realice mediante perforación subterránea dirigida). En los casos en que el lecho del cauce del río esté constituido por terrenos fangosos será necesario hacer un estudio de erosionabilidad del río para establecer la profundidad a la que debe de situarse la canalización.

En caso de que la canalización subterránea tenga grandes dificultades constructivas y además no sea posible el paso sobre puentes, se podrá canalizar la línea por una estructura resistente (viga) que se ejecute expresamente para unir dos zonas aproximadamente al mismo nivel y así poder canalizar los cables de energía por ella.

En general, si se produce un cruzamiento con otros servicios, la profundidad de la zanja en este punto deberá ser tal que permita tender el cable por debajo de dichos servicios. Esto se establece como norma general que sólo podrá ser variada en algún caso concreto (normalmente se tratará de un servicio aislado y profundo, tipo pluviales o residuales, que permite pasar por encima).

En todo momento, también en el plano vertical, se deberá respetar el radio mínimo que durante las operaciones del tendido permite el cable a canalizar, así como el radio de curvatura permitido para el tubo utilizado para la canalización. Debido a esto, la aparición de un servicio implica la corrección de la rasante del fondo de la zanja a uno y otro lado, a fin de conseguirlo. Aun respetando el radio de curvatura indicado, se deberá evitar hacer una zanja con continuas subidas y bajadas que podrían hacer inviable el tendido de los cables por el aumento de la tracción necesaria para realizarlo.

7.2 Paralelismos

El soterramiento de cables de alta tensión deberá cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

1. **Con otros cables de energía eléctrica:** los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros cables de energía eléctrica, manteniendo entre ellos una distancia horizontal mínima de 0,50 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia de 0.50m, como protección se dispondrán chapas de acero de 10 mm de espesor entre ambas líneas. Estas chapas de acero quedarán embebidas

dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares, tal como se muestra en la Figura 3. La disposición de las chapas de acero será función de la posición de los otros cables, ya que la misión de dichas chapas será la de proteger al prisma de hormigón frente a posibles trabajos de excavación en la línea eléctrica cercana. Asimismo, si la distancia entre los empalmes de una línea y los cables de la línea paralela es menor de 1,5 metros, también se dispondrá una protección suplementaria de chapas de acero a lo largo del paralelismo entre empalmes de una línea y la otra.

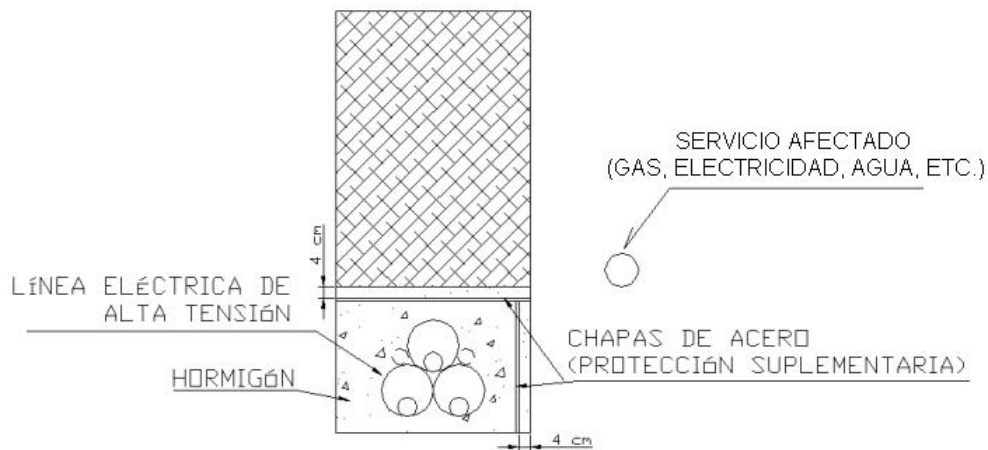


Figura 3

La distancia mínima de 0,50 m está marcada para casos de paralelismos muy cortos, pero para casos de paralelismos superiores a 15 m siempre habrá que tener en cuenta el efecto térmico producido por cada línea por si éste obligara a reducir la potencia transportada, efecto que no será necesario considerarlo si la distancia entre las líneas es superior a 2 metros.

- 2. Con cables de telecomunicaciones:** la separación horizontal mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,4 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia de 0.40m, como protección se dispondrán chapas de acero de 10 mm de espesor entre ambas líneas. Estas chapas de acero quedarán embebidas dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares, de forma similar a como se muestra en la figura 7. La disposición de las chapas de acero será función de la posición de los cables de telecomunicaciones, ya que la misión de dichas chapas será la de proteger al

prisma de hormigón frente a posibles trabajos de excavación en la línea de telecomunicaciones cercana. Asimismo, si la distancia entre los empalmes de una línea (ya sea la de telecomunicaciones o la de energía eléctrica) y los cables de la otra es menor de 1 m, también se dispondrá una protección suplementaria de chapas de acero a lo largo del paralelismo entre empalmes de una línea y la otra.

3. **Con canalizaciones de agua:** la distancia mínima horizontal entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,4 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1m. Cuando no pueda respetarse esta distancia de 0.40m, como protección se dispondrán chapas de acero de 10 mm de espesor entre ambas líneas. Estas chapas de acero deberán quedar embebidas dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares, de forma similar a como se muestra en la Figura 3.

Se procurará que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

4. **Con canalizaciones de gas:** en los paralelismos de líneas subterráneas de alta tensión con canalizaciones de gas, deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la Tabla 1. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta las distancias mínimas establecidas en la Tabla 1. Como protección suplementaria se dispondrán chapas de acero de 10 mm de espesor entre ambas líneas. Estas chapas de acero deberán quedar embebidas dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares, de forma similar a como se muestra en la Figura 3.

Tabla 1

Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d') con protección suplementaria
En alta presión >4 bar	0,60 m	0,40 m
En media y baja presión ≤4 bar	0,50 m	0,35 m

En la Figura 4 se muestra un esquema con las dimensiones de la protección suplementaria.

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1,5 m.

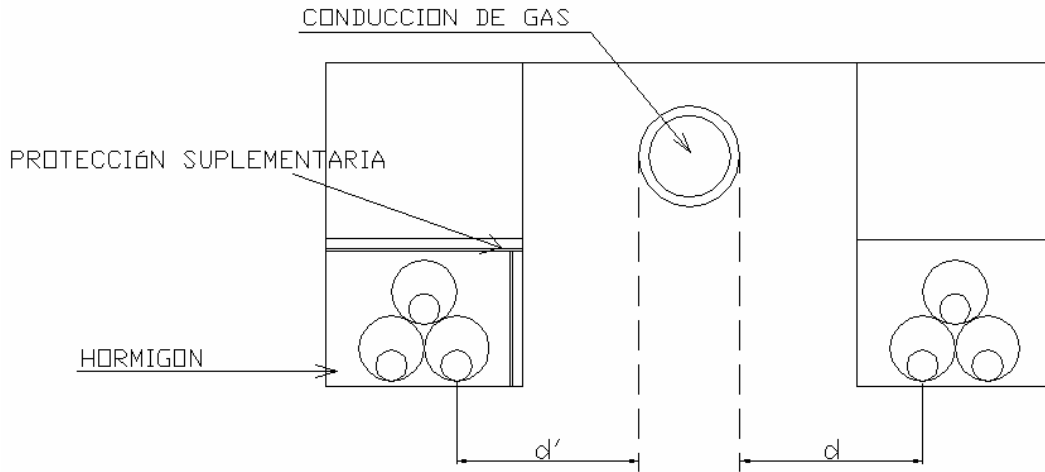


Figura 4

8 PERFORACIONES SUBTERRÁNEAS DIRIGIDAS

Para poder usar estas técnicas se requiere conocer el emplazamiento de las instalaciones subterráneas existentes y disponer de espacio suficiente para situar los hoyos de ataque de los extremos, si son necesarios, así como la maquinaria y medios auxiliares precisos.

Dependiendo del sistema usado para la perforación se colocará o bien una tubería metálica o bien una tubería de polietileno de alta densidad. Dentro de esta tubería se colocarán los tubos de polietileno por los que se introducirán los cables. Una vez colocados los tubos, se hormigonará la entrada de la tubería, con un pequeño dado, con el fin de impedir la entrada de humedad en el tubo.

En caso de usarse tubería de polietileno de alta densidad esta será de color negro con bandas longitudinales en color rojo, para diferenciarlas de las tuberías de agua cuyas bandas son de color azul.

En el anexo A se hace una exposición de los sistemas más frecuentes usados para la ejecución de perforaciones subterráneas, así como se indican algunos criterios a tener en cuenta para la elección de la técnica a utilizar.

9 ARQUETAS Y CÁMARAS

9.1 Cámaras de empalme

Una vez realizado el hueco para la cámara de empalme con las dimensiones necesarias, se colocarán paredes fabricadas con bloques de hormigón, y se procederá a la limpieza de su fondo de forma que permita ejecutar correctamente la solera de hormigón.

Tras haber limpiado la zanja se realizará una solera de hormigón HM-20 de 15 cm de espesor.

Una vez realizados los empalmes de los cables y las pruebas de instalación acabada, y tras colocar un lecho de arena para los mismos, la cámara se rellenará de arena de río o mina, de granulometría entre 0.2 y 1 mm, y de una resistividad de 1 K·m/W, colocándose encima de este relleno de arena una capa de hormigón HM-20 de 10 cm como protección. Finalmente se repondrá el pavimento. Se podrá disponer de tapa arqueta tipo B2 según UNE 133100-2 para poder entrar a la cámara.

El relleno con tierra de la cámara y la reposición de pavimentos se realizará tal como se indica en los puntos 6.7 y 6.9 relativos a relleno y reposición de pavimentos en zanjas.

En las cámaras de empalme para doble circuito se colocará un muro de separación entre ambos circuitos.

9.2 Arquetas de conexionado de pantallas y de fibra óptica

Para la colocación de las arquetas de conexionado de pantallas y para fibra óptica se seguirá lo establecido para instalación de arquetas prefabricadas en la norma UNE 133100-2:2002.

9.3 Arquetas de ayuda al tendido

Las paredes de estas arquetas deberán entibarse de modo que no se produzcan desprendimientos que puedan perjudicar los trabajos de tendido del cable, y dispondrán de una solera de hormigón de 10 cm de espesor.

Una vez que se hayan tendido los cables se dará continuidad a las canalizaciones en las arquetas, y se recubrirán de una capa de hormigón de forma que quede al mismo nivel que el resto de la zanja.

Finalmente se rellenará la arqueta con tierras compactadas y se repondrá el pavimento tal como se indica en los puntos 6.7 y 6.9 relativos a relleno y reposición de pavimentos en zanjas.

10 SEÑALIZACIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

Para advertir de la existencia de cables de alta tensión en el interior de una zanja, se utilizará una cinta señalizadora de la presencia de cables con el anagrama de la empresa eléctrica, según norma ETU 205A. Su finalidad es exclusivamente advertir de la presencia del prisma bajo ella, frente a obras de terceros, a cuyos efectos llevará una leyenda de advertencia, en sentido longitudinal y centrada en la anchura de la malla. Esta cinta se colocará sobre la primera tongada de tierra de relleno (véase apartado 6.7).

Cuando se indique en el Proyecto, se realizará la señalización exterior de la canalización, colocando placas de señalización a lo largo del tendido a una distancia máxima de 50 metros entre ellos y teniendo la precaución que desde cualquiera se vea, al menos, el anterior y posterior. También se señalarán los cambios de sentido.

En el anexo B se adjunta ficha técnica de la placa de señalización y del soporte.

11 DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA

Durante la obra, o una vez finalizada la misma, el técnico responsable podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con el Proyecto y especificaciones de Calidad en la Ejecución.

A la conclusión del trabajo se confeccionará el plano final de obra que se entregará inmediatamente acabada ésta, en formato digital y en coordenadas UTM con el DATUM ED50 con el HUSO adecuado a cada zona (31 Península y Baleares y 28 Canarias). Los formatos admitido para los ficheros de dibujo son dwg o dgn. En el dibujo figurarán todos los detalles singulares que se hubieran puesto de manifiesto durante la ejecución de la misma.

La escala del plano será 1:500, y contendrá la topografía urbanística real con el correspondiente nombre de calles y plazas, y el número de los edificios y/o solares existentes. En este figurarán las acotaciones precisas para su exacta situación, distancia de fachadas, profundidades, situación de los empalmes, tubulares en seco instaladas, tubulares de cruce, etc.

Asimismo, constarán los cruzamientos, paralelismos y detalles de interés respecto a otros servicios tales como, conducciones de agua, gas, electricidad, comunicación y alcantarillado en una franja de 10 m de anchura a cada lado del eje de la línea.

De vital importancia será la anotación puntual de defectos corregidos en situaciones antirreglamentarias halladas durante el tendido, así como las adoptadas frente a puntos conflictivos que se hayan dado durante el mismo y que pudieran afectar a la normativa vigente de seguridad.

Con la entrega del plano se acompañará el certificado final de obra así como el certificado de reconocimiento de cruzamientos y paralelismos de las instalaciones.

El formato de los planos será el establecido en la norma Endesa Distribución.

Se marcará en los planos las coordenadas UTM, medidas con GPS Diferencial, de los puntos de la línea, cada 5 m y en cada cambio de dirección.

12 REGLAMENTACIÓN APLICABLE Y NORMATIVA DE REFERENCIA

UNE-EN 197-1 : Cemento. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.

UNE 83-313-90 : Ensayos de hormigón. Medida de la consistencia del hormigón fresco. Método del Cono de Abrams.

UNE 83-304-84 : Ensayos de hormigón. Rotura por compresión.

UNE 83-303-84 : Ensayos de hormigón. Refrentado de probetas con mortero de azufre.

UNE 83-301-91 : Ensayos de hormigón. Fabricación y conservación de probetas.

UNE-EN 50086-1 : Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas. Requisitos generales.

UNE-EN 50086-2-4 : Sistemas de tubos para la conducción de cables. Requisitos particulares para sistemas de tubos enterrados.

GE CNL002: Norma de Endesa Distribución para Tubos de Polietileno (libres de halógenos) para canalizaciones subterráneas.

EHE : Instrucción de hormigón estructural.

UNE 133100-1 : Infraestructuras para redes de telecomunicaciones. Canalizaciones subterráneas.

UNE 133100-2 : Infraestructuras para redes de telecomunicaciones. Arquetas y cámaras de registro.

NTP 278: Zanjas: prevención del desprendimiento de tierras.

Todos los reglamentos y disposiciones que estén en vigor para los servicios públicos, ya sean del Estado, Comunidad Autónoma o Municipio.

Norma de Carreteras 8.3 –IC para todo lo referente a señalización, balizamiento y, en su caso, defensa de obras fijas en vías fuera de poblado.

13 PROPIEDAD INTELECTUAL

El contenido de este documento es una obra propiedad intelectual cuya explotación y divulgación corresponde, de forma exclusiva, a Endesa Distribución

En consecuencia, cualquier reproducción total o parcial de su contenido o, alternativamente, cualquier divulgación o explotación del mismo, deberá contar con la autorización expresa de esta Empresa.

ANEXO A PERFORACIÓN SUBTERRÁNEA

A.1 Sistemas de perforación

Los sistemas de perforación subterránea más frecuentes para la instalación de líneas eléctricas se pueden clasificar en:

1. Perforación guiada (Directional Drilling)
2. Perforación guiada con aire (Dry Directional Drilling)
3. Micro-galería (Microtunnelling)

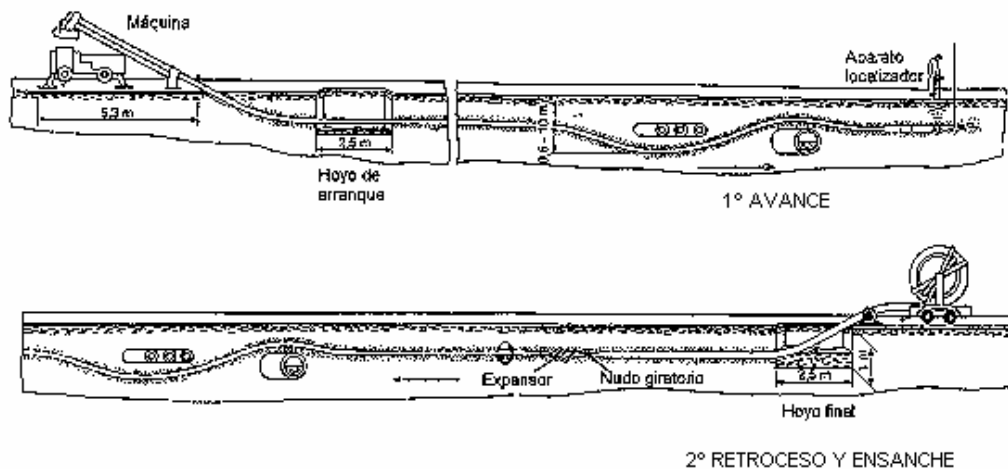
Perforación guiada (Directional drilling)

La perforación guiada es un sistema basado en la ejecución de un taladro con barrena, en terrenos de naturaleza preferentemente arcillosa, mediante una cabeza orientable y un sistema para localizarla desde la superficie.

El avance se produce por el empuje ejercido por la máquina y por el efecto añadido de un violento chorro de una mezcla de agua y bentonita o de varios polímeros, bombeada a presión desde el interior del tubo, que desplaza el terreno, haciéndolo fluir desde la cabeza de perforación hacia la boca de partida.

La operación de la perforación guiada parte generalmente de la superficie del terreno y consiste en superar obstáculos naturales como ríos, brazos de mar, carreteras, vías de ferrocarril, etc., limitando la excavación solamente a los hoyos de los extremos de la perforación, necesarios para evitar el derrame de los barros contaminantes.

La presencia de piedras o rocas, aunque constituyen obstáculos superables, en algunos casos limitan la utilización de este sistema.



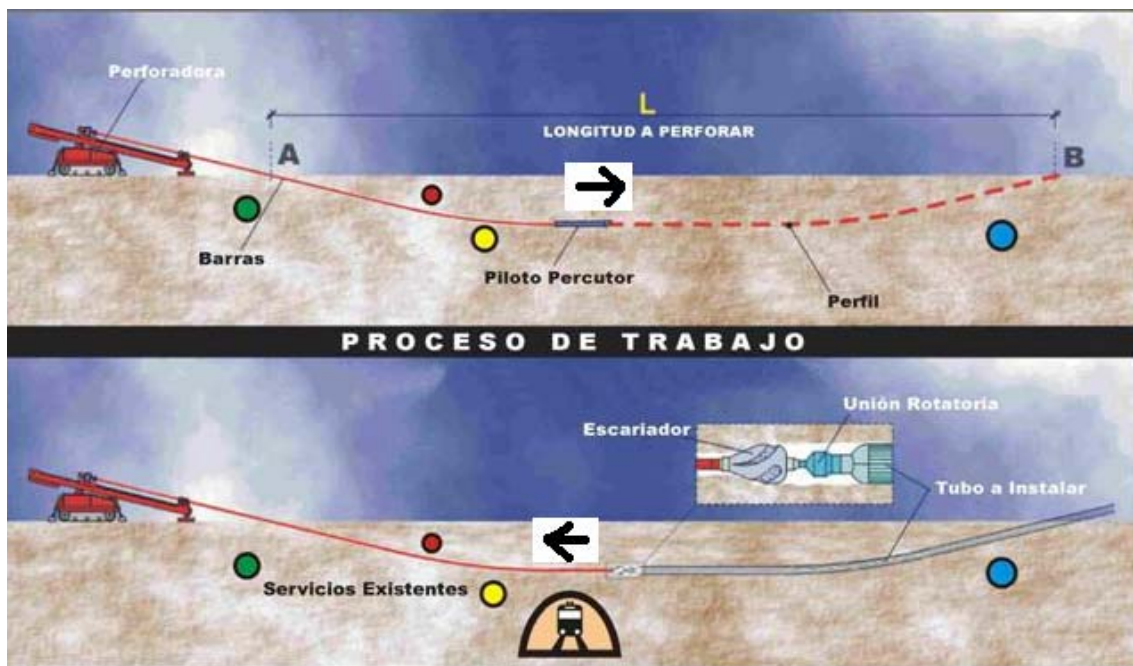
Perforación guiada con aire (Dry Directional drilling)

Elimina el problema de la utilización de los fangos bentoníticos.

A las ventajas de la perforación guiada convencional, como la guía a distancia de la cabeza perforadora, une la del uso de martillos a roto-percusión. Esto determina un sistema que, con la ayuda de aire comprimido, resulta más eficaz en cualquier tipo de terreno.

Las fases de perforación, ensanche e inserción del tubo son las mismas que se realizan con la perforación guiada tradicional pero utilizando aire comprimido en lugar del fluido (agua o bentonita), con una presión no superior a 25 bar.

El aire se puede mezclar con agua nebulizada en pequeñas cantidades y sustancias espumosas biodegradables, con el fin de obtener un mejor enfriamiento del martillo percutor y una mayor lubricación de las paredes de agujero.



Micro-galería (Microtunneling)

Esta técnica representa la evolución del empuja-tubos tradicional. Partiendo de un hoyo en el terreno, se empujan tubos de acero, de longitud variable de 1,5 a 2 metros, uniéndolos de manera adecuada, hasta el extremo más lejano de la perforación.

La perforación es rectilínea y los diámetros realizados pueden variar de 250 a 2500 mm.

En el caso del empuja-tubos tradicional, el tubo introducido en el terreno no puede ser controlado ni dirigido, mientras que en la micro-galería, el tubo más avanzado incorpora una fresa o barrena con cabeza orientable. Desde la boca de partida un láser emite un

haz de luz orientado hacia la dirección que la perforación debe seguir; un sistema de telecámara permite al operador guiar la cabeza fresadora manteniendo el haz del láser en la dirección deseada.

La extracción de terreno se efectúa desde la cabeza de la perforación hacia la boca de partida mediante un sistema de espiral o con el flujo de agua y bentonita a presión.

El avance de los tubos se produce por el empuje de martillos hidráulicos que realizan la fuerza necesaria en las paredes de la boca de partida.



A.2 Entornos

A.2.1 Entorno urbano

Un punto importante a considerar para la elección del sistema a utilizar son las menores instalaciones en la zona de trabajo que son necesarias para las técnicas en seco, además del menor impacto ambiental que tienen estas técnicas en seco debido a la influencia que puede tener la difusión del lodo bentonítico en el subsuelo.

Por tanto, para entorno urbano, por su flexibilidad, seguridad y economía de medios, se recomienda la utilización de perforación guiada con aire.

A.2.2 Entorno interurbano

Se pueden utilizar todos los sistemas disponibles, dependiendo del tipo de terreno y de la longitud de la perforación, como se indica en la tabla adjunta:

Tipo Maquinaria	Condiciones de utilización
Perforación guiada	Terrenos arcillosos, y perforación de diámetro hasta 1000 mm para una longitud máxima de 1200 m
Perforación guiada con aire	Terrenos varios, y perforación de diámetro hasta 600 mm para una longitud máxima de 120 m
Micro-galería	Terrenos varios, y perforación de diámetro hasta 2,5 m para una longitud máxima de 150 m



endesa distribución

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO

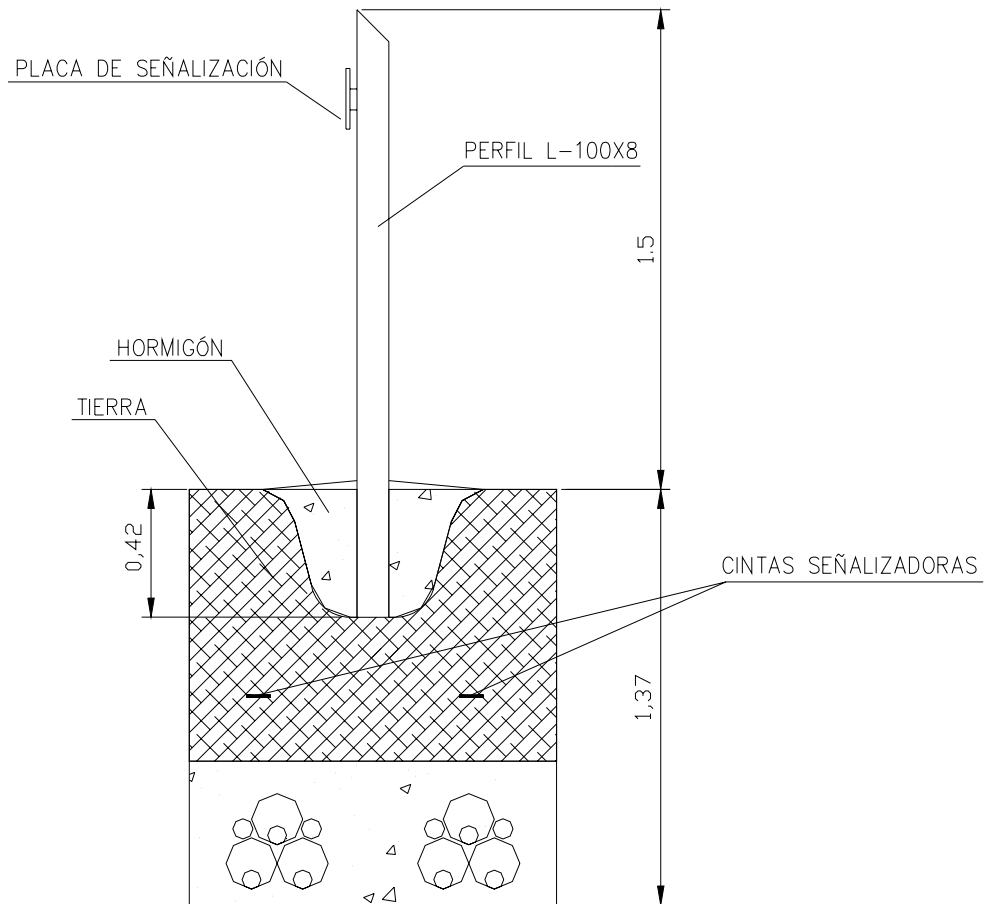
**EJECUCIÓN DE OBRA CIVIL PARA
INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS
DE ALTA TENSIÓN**

KMH 001 00.DOC

2ª Edición

Hoja 29 de 38

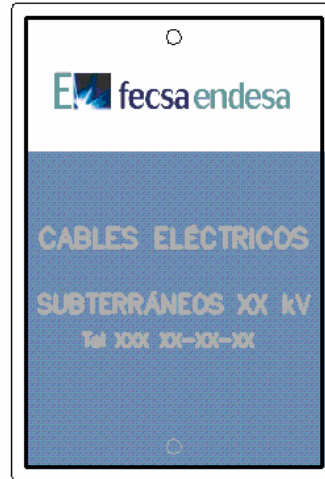
ANEXO B SEÑALIZACIÓN EXTERIOR DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA



MATERIALES

PERFIL L 100 X 8 – 1900 mm ACERO GALVANIZADO INGLETE A 45° EN UN EXTREMO

CIMENTACIÓN HORMIGÓN H-20 DE 0,4X0,4X0,4 M CON VIETE AGUAS



MATERIAL: ALUMINIO CROMATIZADO
REMACHADO SOBRE PERFIL ACERO GALVANIZADO L-100x8
PLACA SEGÚN NORMA NEZ 002 Y ESPECIFICACIÓN TÉCNICA



endesa distribución

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO

**EJECUCIÓN DE OBRA CIVIL PARA
INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS
DE ALTA TENSIÓN**

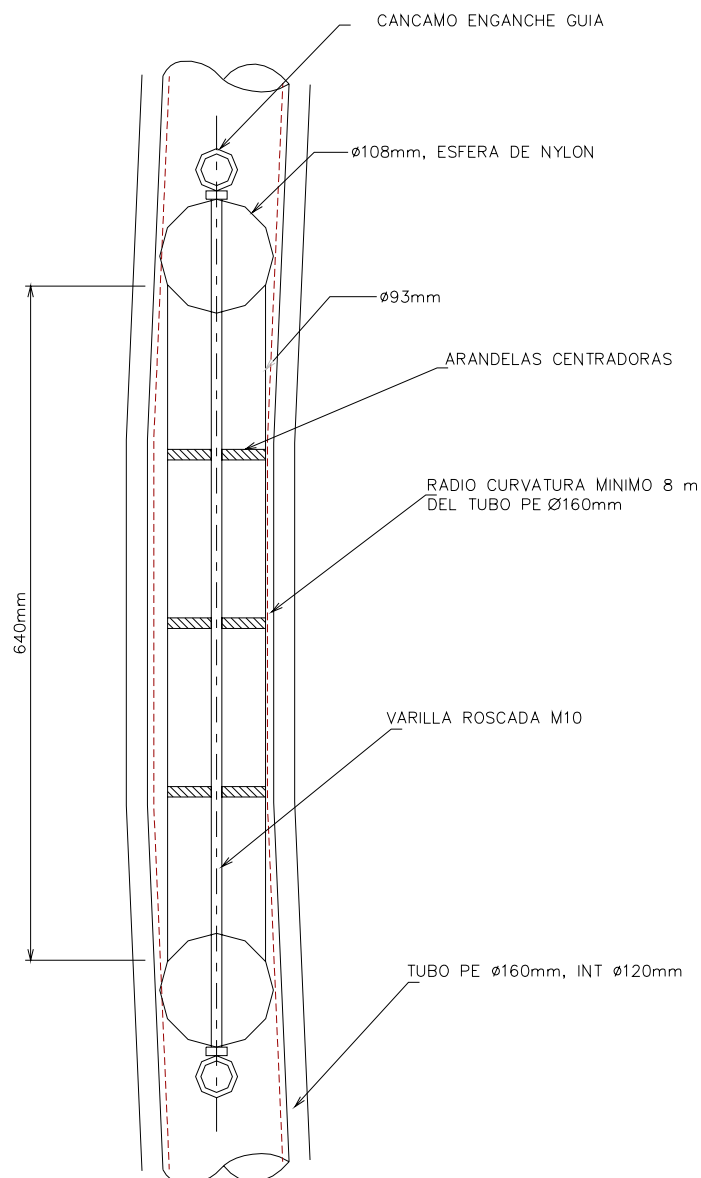
KMH 001 00.DOC

2ª Edición

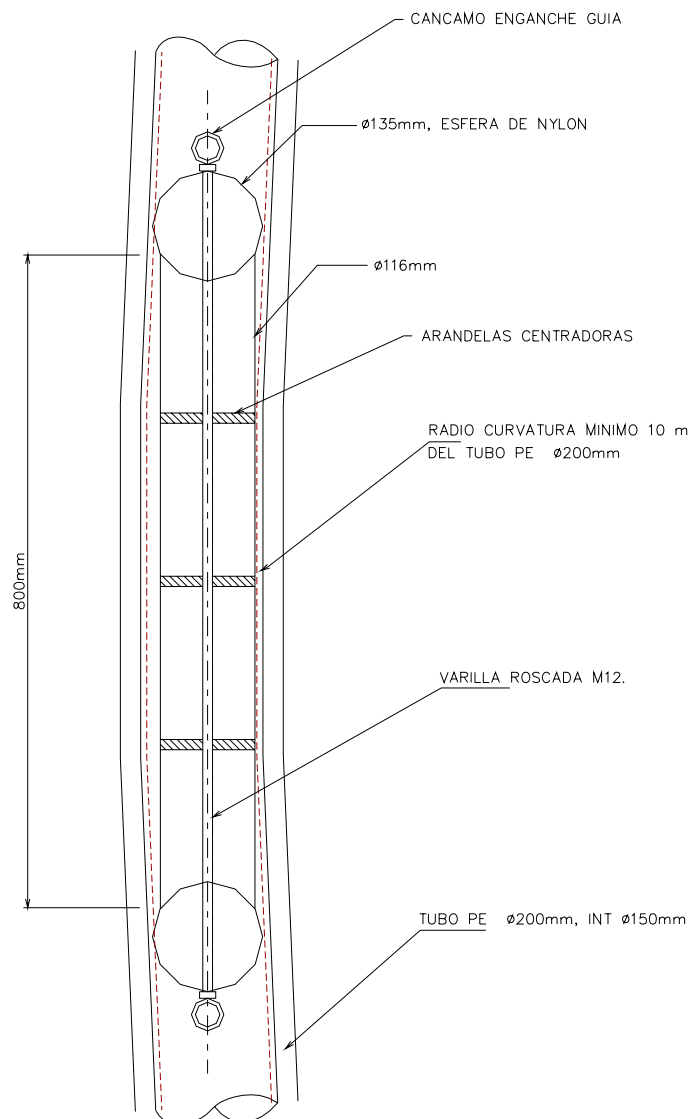
Hoja 32 de 38

ANEXO C ELEMENTOS PARA LA PRUEBA DE CONDUCTOS

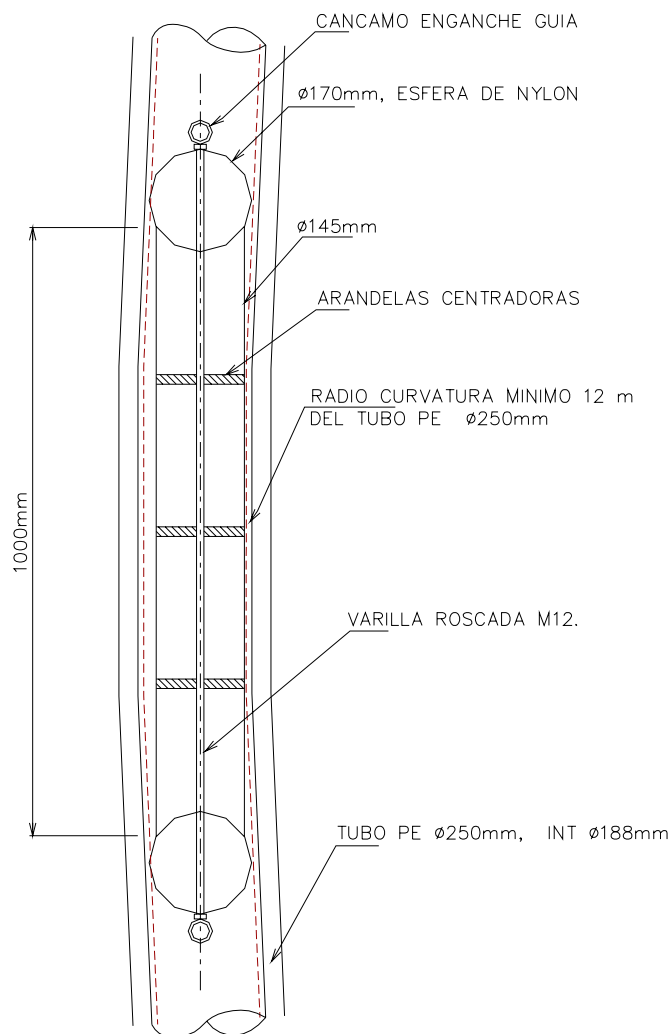
MANDRIL PARA TUBO DE $\varnothing 160\text{mm}$



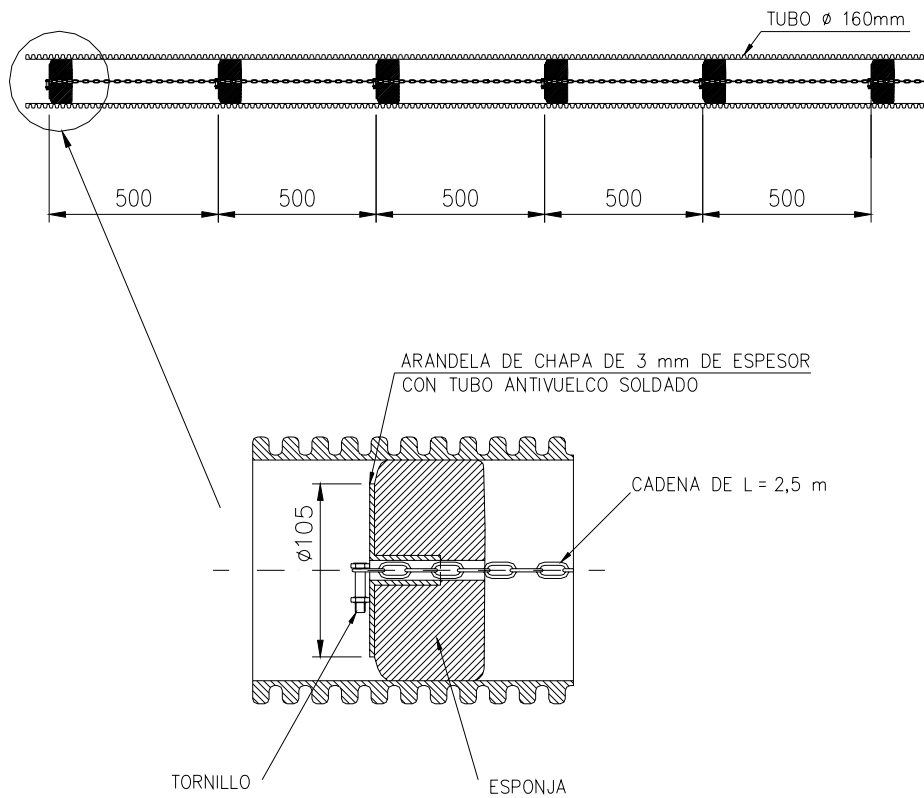
MANDRIL PARA TUBO DE $\varnothing 200\text{mm}$



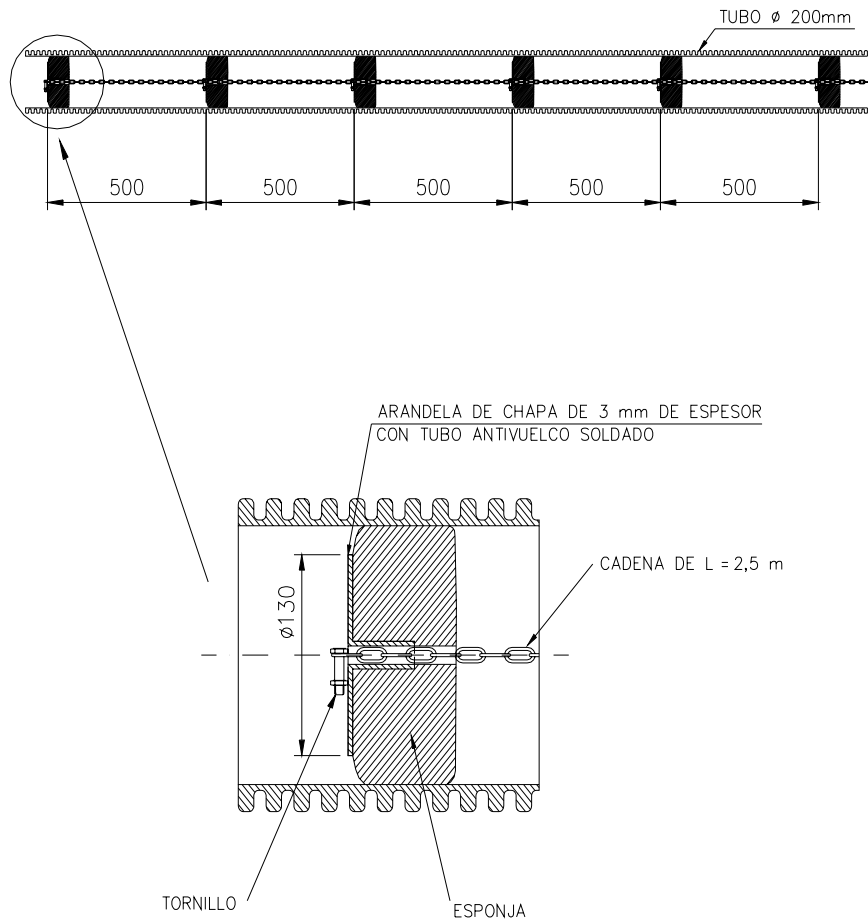
MANDRIL PARA TUBO DE $\varnothing 250\text{mm}$



DISPOSITIVO EXTRACCION
AGUA
TUBO $\varnothing 160\text{mm}$



DISPOSITIVO EXTRACCION
AGUA
TUBO $\varnothing 200\text{mm}$



DISPOSITIVO EXTRACCION
AGUA
TUBO $\varnothing 250\text{mm}$

