



10

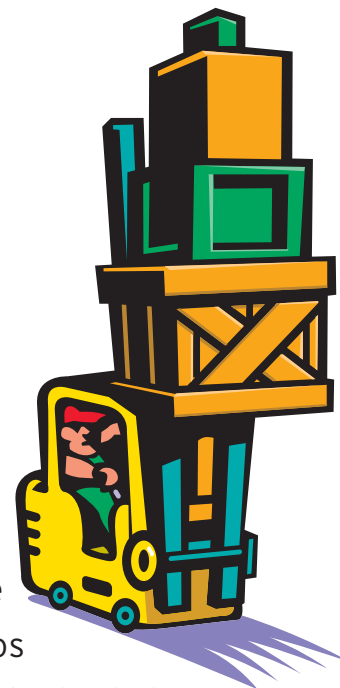
## **RECOMENDACIONES GENERALES**

**DE MANIPULACIÓN, TENDIDO  
E INSTALACIÓN DE BAJA Y  
MEDIA TENSIÓN EN  
CANALIZACIONES  
FIJAS**

## 10.1 RECOMENDACIONES GENERALES DE MANIPULACIÓN, TENDIDO E INSTALACIÓN DE CABLES DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN EN CANALIZACIONES FIJAS

### 10.1.1 DESCARGA DE BOBINAS DESDE CAMIÓN

Se efectuarán mediante elemento de suspensión (grúa) o carretilla elevadora. Nunca se dejarán caer al suelo. La duela de protección no deben ser causa, por rotura, de posibles lesiones al cable. Se revisarán los posibles daños ocasionados al cable como resultado de un anormal tratamiento de la bobina en su manipulación durante o después del transporte. Una lesión del cable no detectada antes de su instalación puede reducir la vida útil del cable.



### 10.1.2 ALMACENAMIENTO DE BOBINAS

El suelo será duro, uniforme y de buen drenaje, si es a la intemperie. Las bobinas conservarán las duelas de protección hasta su tendido. Evitar la rodadura sistemática y, en todo caso, siguiendo el sentido del enrollamiento original a fin de que no se aflojen las espiras de cable y se arrastren por el suelo. Se cuidará de no dejar los extremos sin protección, tal como se expide de nuestros almacenes, a la vez que estén en el mismo sentido al de la lluvia.

Los cables sobrantes de obra se enrollarán, para su almacenamiento, sobre

bobinas de núcleo igual o mayor que la original de suministro. Si se desconoce, utilizar como núcleo 20 veces el diámetro exterior del cable como mínimo.





### 10.1.3 TRASCANADO Y TRANSPORTE DE BOBINAS

Al retirar una determinada longitud de la bobina original, nunca debe enrollarse sobre diámetro inferior. Limitar la capacidad de las bobinas por el espacio que debe quedar libre para evitar que las espiras superiores no se presionen contra el suelo al rodar la bobina.

La temperatura mínima a que debe estar el cable para poder ser trascinado o manipulado no deberá ser inferior a 5°C. De no ser así, debe atemperarse durante varias

horas a una temperatura superior.

El trascinado se realizará suspendiendo la bobina por el

eje, con la salida del cable por su parte inferior. Es importante no tirar ni frenar bruscamente para evitar, al menos en cables de pequeña sección, estiramientos en el conductor que reducirían su área efectiva.



### 10.1.4 EMPLAZAMIENTO PARA EL TENDIDO

La bobina se emplazará de manera que el cable no quede forzado al tomar la alineación del tendido y la salida del cable por la parte superior, asegurando una mejor estabilidad.

### 10.1.5 TENDIDO DEL CABLE



Si la bobina ha estado a la intemperie y sobre todo en época invernal, se pondrá especial atención en que la temperatura del cable no esté por debajo de 5° C; en caso contrario debería atemperarse previamente. Es muy importante disponer de rodillos de alineación que, según la magnitud del cable, se situarán a distancias entre 3 y 10 metros. En los cambios de dirección se utilizarán rodillos de ángulo y al introducir los

cables en los tubulares, vados, etc. también es recomendable la utilización de rodillos guía.

En general, los rodillos deben ser de fácil rodamiento, de base estable y su diseño debe impedir que el cable se salga de la garganta del mismo.

También debe asegurarse el control de frenado de la bobina, que impida la formación de bucles y aflojado de espiras, ya que puede ser grave la aparición de "cocas" y torsiones.

### 10.1.6 ESFUERZOS DE TIRO

Para guiar el extremo del cable, se usa una "manga" unida a una cuerda. No se aconseja, si el arrastre es a mano, concentrarlo únicamente en ese extremo. Para repartir el esfuerzo, es recomendable distribuirlo a lo largo de la canalización en un número de personas suficiente al peso y número de rodillos. Se debe tener especial cuidado tanto en los cambios de dirección (curvas), así como en la entrada a tubulares, donde se dispondrán trompetas guía de protección.

Si el cable dispone de armadura metálica de alambres de acero galvanizado, la aplicación del esfuerzo se hará efectuando el amarre sobre la armadura. En caso de que no exista tal armadura, el esfuerzo máximo de tracción será limitado a 5 Kg/mm<sup>2</sup> si el cable tiene el conductor de cobre y a 3 Kg. /mm<sup>2</sup> si es de aluminio. Para controlar esta operación debe disponerse de dinamómetro. En todo caso, el esfuerzo de tiro será lo más uniforme posible, evitando los tirones bruscos.

**Ejemplo: Cable 3 x 240 mm<sup>2</sup> cobre = 3600 Kg**

**Cable 1 x 150 mm<sup>2</sup> aluminio = 450 Kg**

Si el trazado de la canalización presenta curvas, se deberá de disponer rodillos repartidos en el arco que describe la curvatura, siendo la tracción máxima en la curva, según la aplicación de esta expresión:

$$T \text{ max} = 450 \times R$$

**Ejemplo: Cable 1 x 240 mm<sup>2</sup>**

$$R = 2,66 \text{ metros}$$

$$T \text{ max} = 1200 \text{ Kg}$$





## 10.1.7 ZANJAS Y CRUZAMIENTO DE CALLES



La profundidad mínima será de 70 cm. El fondo se rellenará con 10 cm de tierra vegetal cribada o arena fina de río. Las paredes se entibarán si hubiese riesgo de caída de piedras. Los cables quedarán sobre el lecho descrito, guardando pequeñas ondulaciones (derecha e izquierda) que evitarán estiramientos de los cables en caso de corrimientos de terrenos. Sobre ellos se dispondrá una capa de tierra vegetal cribada o arena fina de río de 15 cm. de espesor. Finalmente, la señalización y protección se efectuará según las normativas e indicaciones de la empresa eléctrica explotadora.

En los cruzamientos de calles se debe utilizar tubular por cada cable, en disposición plana, con un diámetro 2 veces mayor que el diámetro del cable. Debe evitarse que los tubulares tengan internamente rebordes o elementos que pudieran dañar el cable al ser introducidos. Se recomienda dejar tubulares de reserva, que si no son utilizados deben taponarse.



## 10.1.8 TENDIDO DE CABLES EN GALERÍAS

Deben cumplirse los siguientes requisitos:

- Respetar los mínimos radios de curvatura.
- La galería debe permitir una disipación suficiente de las pérdidas térmicas.
- Evitar todo efecto perjudicial por desplazamiento, resultante de las dilataciones térmicas en régimen normal o por los esfuerzos electrodinámicos que aparecen durante un cortocircuito.
- Los medios de fijación de los cables deben evitar todo riesgo de corte con las aristas de soportes, abrazaderas, etc., como consecuencia de los posibles movimientos descritos anteriormente.
- La distancia máxima entre dos puntos de fijación sucesivos será de 0,40 m para cables no armados ni apantallados y 0,75 m para cables que dispongan de armadura metálica. Los cables multipolares no necesitan fijación.
- Fijar los cables en ambos lados de todo cambio de dirección y en la proximidad inmediata de la entrada a los aparatos de conexión.
- Las bridas empleadas en cables unipolares serán amagnéticas.
- Las bandejas metálicas, preferentemente perforadas, tendrán una anchura suficiente que permita la colocación de los cables con ligeras ondulaciones.
- La transición de galerías a zanjas se hará mediante tubulares con diámetro interno superior a dos veces el diámetro del cable. Se tendrá un solo cable por tubular y será de material amagnético cuando los cables sean unipolares.
- No se aconseja la colocación de múltiples circuitos en capas superpuestas





sobre la misma bandeja y sí prever la separación de los diferentes circuitos a efectos de limitar calentamientos mutuos, posibilidad de desplazamiento entre ellos y manipulación de los cables.

- En la medida de lo posible, no se colocarán cables de tensiones diferentes sobre una misma bandeja.
- Cuando sea necesario, y por el número elevado de circuitos, se usarán bandejas superpuestas y separadas 30 cm entre ellas que permitan un acceso fácil para la manipulación.



### 10.1.9 TENDIDO DENTRO DE TUBULARES

- Se reduce la capacidad de carga de los cables tendidos en tubulares, pero proporcionan la máxima protección mecánica exterior.
- Facilita las eventuales intervenciones posteriores al tendido.
- En tendidos largos se emplearán registros cada 30 / 40 metros, así como en cualquier cambio de dirección.
- Es importante proteger las bocas de entrada para evitar daños durante el tendido.
- Se recomienda impregnar la superficie de los cables con grasa neutra para facilitar el deslizamiento.
- Si se deben introducir varios cables por el mismo tubo se recomienda tirar del conjunto simultáneamente.
- El esfuerzo máximo de tracción, si el cable no tiene armadura de alambres, no debe ser superior a 5 Kg / mm<sup>2</sup> si el conductor es de cobre y a 3 Kg / mm<sup>2</sup> si es de aluminio.

## 10.1.10 INSTALACIÓN DE CABLES

- La fiabilidad y la seguridad de funcionamiento de toda la instalación eléctrica, depende de la calidad de los cables, de las precauciones de tendido y manejo de los mismos y de los accesorios a instalar en obra, incluido el cuidado en su confección. Dada la existencia de múltiples accesorios, tanto para baja como para media y alta tensión, se recomienda seguir las instrucciones de montaje específicas que facilite el fabricante de los mismos.
- La conexión de los conductores debe dejar plenamente garantizada su continuidad en cualquier situación de empleo exigible al cable.
- Los empalmes y derivaciones deben asegurar la conexión de los conductores, la reconstitución de los aislamientos y el mantenimiento de los demás elementos del cable (cubiertas, pantallas, armaduras, etc.). El material de reconstitución de la cubierta presentará, como mínimo, la misma resistencia a los agentes químicos circundantes en el terreno que la propia cubierta.
- Las terminaciones y cajas terminales deben asegurar el contacto eléctrico, el aislamiento de las piezas de contacto, la estanqueidad de los extremos de los cables y la conexión a tierra de las pantallas y armaduras de forma permanente.







## 10.2 OTRAS RECOMENDACIONES

### IMPORTANTES

Es necesario vigilar que las condiciones de tendido no puedan provocar un desequilibrio entre las impedancias de los diferentes conductores o fases en funcionamiento normal.

- Los desequilibrios de carga entre conductores o fases que pueden a su vez provocar calentamientos anormales.

Las líneas constituidas por varios cables unipolares por fase formando ternas, son una solución válida para el transporte de altas intensidades, si bien es conveniente utilizar cables de gran sección, al objeto de reducir al máximo el número de ternas en paralelo.

Con independencia de las agrupaciones y coeficientes a considerar por efectos de la disipación térmica, la instalación de ternas en paralelo, debe realizarse cuidadosamente al objeto de conseguir un reparto lo mas equilibrado posible de la carga de los cables conectados a una misma fase, cuestión que se llega a conseguir aceptablemente, cuando:

- Todos los cables tienen la misma sección.
- Todos los cables tienen la misma longitud.
- La agrupación, terna, la constituyen las fases R, S, T y además se encuentran agrupados al tresbolillo, es decir, formando triángulo equilátero, como formación ideal.
- Espaciar las ternas entre si, al menos con el espacio que tiene una misma terna
- La presión de los tornillos, en la conexión de los terminales de los cables a las barras o bornes, debe ser uniforme en todos ellos, por lo que deben utilizarse herramientas de apriete del tipo dinamométrico.
- Se debe tener presente que en circuitos de poca longitud (menos de 40 m.) entre principio y final, y en su conexión a las barras o



bornes, los cables dejan su formación relativa de agrupación (formación tresbolillo) para ir a buscar su punto de conexión, siendo entonces cuando se vuelve a acentuar el desequilibrio inductivo.

No obstante y a pesar de tener muy en cuenta estas recomendaciones, siempre existe la probabilidad que otras irregularidades no previstas o de difícil aplicación, generen algunos desequilibrios inductivos que alterarán de algún modo la carga. En previsión de ello se recomienda aplicar siempre un coeficiente reductor de al menos 0,9.

## 10.2.1 DISPOSICIÓN DE CABLES Y CONEXIÓN DE PANTALLAS

### ZANJAS CON CABLES DE DISTINTAS TENSIONES

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en capas horizontales a distinto nivel, de forma que en cada capa se agrupen los cables de igual tensión. La separación entre capas de cables de diferente tensión no será menor de 0,25 m, situando siempre los de mayor tensión en la zona más profunda.



La separación entre cables multipolares o ternas de cables unipolares dentro de la misma capa será al menos de 0,20 m. Es aconsejable utilizar, como separadores entre los diferentes circuitos de una misma capa, hileras de ladrillos que evitarán que posibles averías de un circuito dañen a otros contiguos.

Una vez tendidos los cables en su posición definitiva, deben ser protegidos con una capa de arena o tierra cribada con un espesor de unos 0,20 m.

Cuando se prevea una instalación subterránea bajo tubo, éste tendrá unas dimensiones interiores que estarán en función del diámetro del cable o de la terna:

**2 D para cables unipolares o tripolares**

**4 D para terna de cables unipolares**



En ocasiones, los tubos se rellenan con mezclas de tipo cemento débil, bentonita, etc., con ello se mejora la disipación de calor y se mantiene inamovible respecto a las dilataciones debidas a ciclos de carga. Otras veces se prefiere dejar el tubo libre para su fácil acceso posterior.

En los tendidos subterráneos de cables unipolares, sin tubos, los cables se pueden situar bien en PLANO (los tres cables en el mismo plano, separados entre sí por la distancia equivalente al diámetro de uno de ellos), o en TRIÁNGULO (los tres en contacto mutuo de forma que sus centros configuren un triángulo equilátero). Las ventajas e inconvenientes son las siguientes:

**PLANO:** Existe mayor distancia entre los conductores por lo que presentan mejor disipación de calor, pero también es mayor la inductancia (por tanto mayor caída de tensión); así se provoca un desequilibrio inductivo entre la fase central con respecto a las de los extremos.

**TRIÁNGULO:** Peor disipación de calor al calentarse mutuamente los cables. La corriente inducida en las pantallas es menor y presenta un buen equilibrio inductivo por anularse entre sí.

## 10.2.2 CONEXIÓN DE PARALELO DE CABLES

Cuando la potencia a transportar es importante, se puede recurrir a conectar en paralelo varios cables unipolares manteniendo las siguientes precauciones:



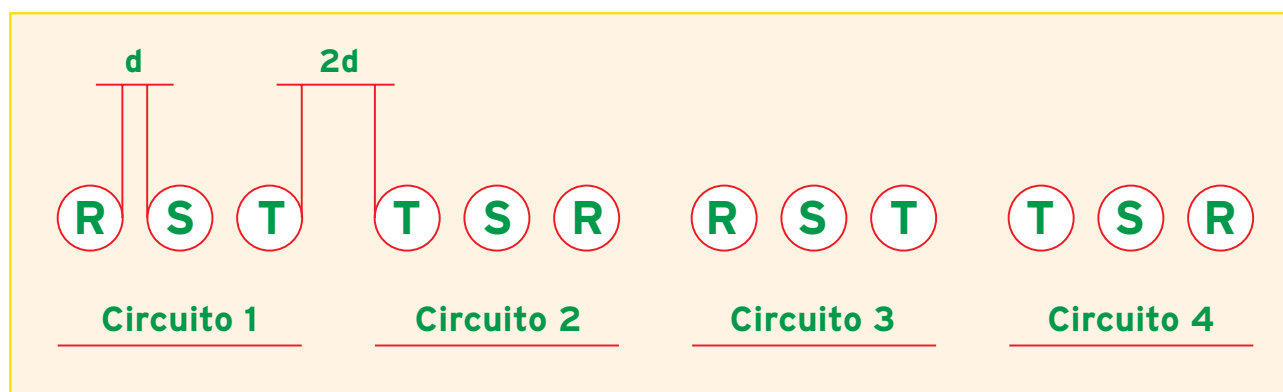
- Para conseguir una distribución equilibrada de corriente, los cables conectados han de ser de la misma sección y la misma longitud, así como

mantener la misma disposición relativa de los conductores de fase. No es fácil siempre cumplir estas condiciones, en particular en trayectos cortos donde suele ser difícil alterar la posición relativa de los distintos conectores, a efectos de poder conectar en los correspondientes bornes, los cables unipolares tienen que cruzarse alternando el orden y la posición.

- No es recomendable utilizar un cable tripolar, poniendo en paralelo sus tres conductores, ya que la disipación de calor es difícil y la intensidad admisible de la corriente debe reducirse. Si además el cable está armado con materiales magnéticos (p. ej. alambres o flejes de acero), el problema todavía es peor ya que estos materiales se calentarán por efecto de las corrientes inducidas.
- A igualdad de sección y longitud de cables, la distribución de la corriente entre ellos depende de la inducción soportada por cada uno de los cables paralelos de una misma fase. Si se consigue una influencia de la inducción igual para las tres fases, la distribución será uniforme.
- Si se utilizan cables tripolares, se conectarán de forma que cada conductor corresponda a una fase distinta. Debido al cableado de los conductores se elimina la influencia inductiva de los cables próximos, con lo que se obtiene una distribución de corriente totalmente uniforme.

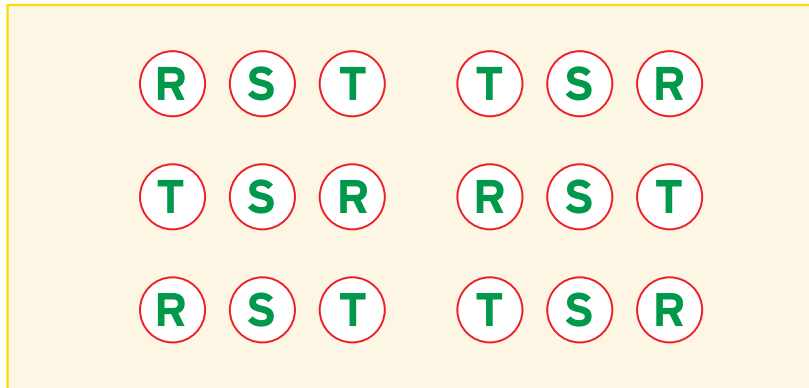
### 10.2.3 CIRCUITOS PRÓXIMOS CON CABLES UNIPOLARES

En el caso de varios circuitos próximos de cables unipolares en capa, la separación entre los dos sistemas de cables debe ser aproximadamente dos veces mayor que la distancia entre ejes de los cables unipolares del mismo sistema. El orden de fases dentro de un sistema es igualmente de suma importancia. La disposición más adecuada es la siguiente:

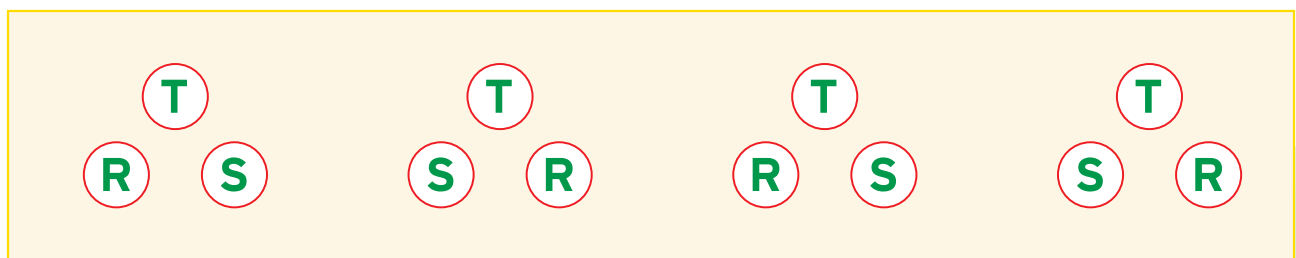




Si los cables han de tenderse sobre bandejas, los conductores unipolares pertenecientes a una misma fase no deben instalarse juntos, sino en diferentes planos. Si el espacio es suficiente, pueden instalarse en una misma bandeja dos sistemas con sucesión de fases permutadas. La disposición sería pues:



con separación vertical entre bandejas de 0,30 m. El coeficiente de inducción de los cables conectados en paralelo es prácticamente uniforme si se adopta esta posición. Si sólo se tiende un sistema, con la disposición en triángulo, se obtienen coeficientes de inducción iguales en las tres fases. Si se trata de varios sistemas en disposición de triángulo, es aconsejable colocar los cables de la siguiente forma:



La disposición en triángulo de varios sistemas superpuestos no es recomendable, pues los coeficientes de inducción de los cables en paralelo difieren considerablemente.