

5. Ingeniería de Detalle

Consideramos el tratamiento de la Ingeniería de Detalle, dividida en dos segmentos diferenciados, en *Ingeniería de los Cableados*, donde se trata los distintos procedimientos de su instalación y en el segmento de *Ingeniería de las Obras Civiles*, donde se trata las construcciones de obras civiles, con las canalizaciones de cañerías, cámaras, etc. Como ejemplo de aplicación se toma la Norma de Obra Civil válida por Telecom de Argentina.

5. 1. Ingeniería de Detalle - Cableados

La Ingeniería de Detalle corresponde a un proyecto, sobre una red de central nueva o relevo de una existente. Son en general, obras de gran envergadura, sin embargo las hay como pequeñas tareas de reingeniería, por ejemplo, las originadas por reclamos, electrólisis, daños ocasionales, etc.

Las obras de ingeniería se imputan en proyectos calificándolos según su categoría de inversión, mayores o menores. Las obras de inversiones mayores se califican como de Presupuesto Específico (PE), mientras que las obras de inversiones menores se califican como Ordenes de Trabajo (OT).

Cada proyecto, según su calificación de categoría, deberá contar con un nivel de aprobación gerencial acorde. En cada ejercicio contable serán delimitados los montos correspondientes a cada una de estas categorías.

La elaboración de los proyectos se realiza sobre una Simbología y Tipología de Planos establecidos por la Administración respectiva. La evaluación de los proyectos se efectúa según las Cláusulas Técnicas y el Estándar de Valorización.

5. 1. 1. Tipos de redes según su función

Para su análisis y elaboración se ha seccionado a la red de acceso, en la red de distribución directa, red primaria, red secundaria y red de dispersión. Emplearemos las especificaciones de diseño, desde el punto de vista de la Ingeniería de Detalle, teniendo en cuenta ya efectuadas las tareas preparatorias de su Planeamiento.

Red de distribución directa

La red de distribución directa, se concibe y diseña con los conceptos aplicados a una red secundaria.

Los cables de salida, desde la central, normalmente serán instalados en canalización, para poder efectuar su rápido, simple y económico relevo, no obstante si por razones de inversión o impedimento técnico no fuera esto posible se admitirá su colocación en forma aérea. Estos relevos se realizarán en períodos cortos alrededor de los 3 años. No serán necesariamente reemplazados retirándolos, sino que se reenumeran, equilibrando las cuentas y las cargas de abonados.

Los cables subterráneos para la red directa, parten desde la central, presurizados con capacidad hasta de 600 prs inclusive. Los ramales menores de 100 pares serán siempre del tipo relleno.

Podrá establecerse zonas de distribución directa alejadas de la central, cuando se trate de urbanizaciones con demanda de crecimiento a saturación preestablecido. Por ejemplo en viviendas unifamiliares de chalets, monoblocks o edificios públicos, sin posibilidades de ampliaciones o cambios de categorizaciones.

Red primaria

En la red primaria la instalación de los cables se debe realizar por conductos o por enterrado directo, no obstante si por razones de inversión o impedimento técnico no fuera esto posible, se admitirá su colocación en forma aérea. Normalmente para las rutas aéreas se conviene la instalación de cables hasta 300 prs autosuspendidos Forma 8. Sin embargo, se podrá en casos particulares instalar cables cilíndricos devanados hasta de 450 prs, sin superar un total de 2 cables máximo.

En casos excepcionales, se podrá admitir la instalación de capacidades hasta de 600 prs, con un máximo de 2 cables. En este último caso, la ruta de postes y sus arriostajes, serán especialmente reforzados. Lo indicado para rutas aéreas existentes y nuevas, vale también para rutas compartidas de cableado primario y secundario. Estas rutas compartidas aéreas, se constituirán en general en las zonas periféricas de la central, cuando el número de clientes o el potencial de crecimiento de la demanda, no justifica la instalación de cables subterráneos.

El criterio empleado en la agrupación de zonas de subrepartición, es formar zonas exclusivas por cada cable primario (Fig. 1).

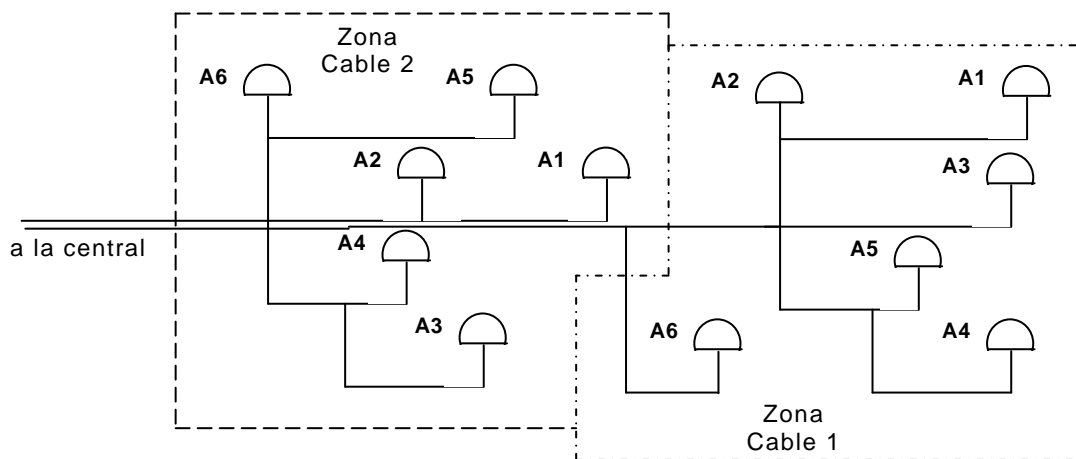


Fig. 1 - Zonas de subrepartición agrupadas por cables primarios

Después de escoger la ruta que describirá el cable primario alimentador, se definirá el tipo de instalación a realizar. En la tabla siguiente se ilustran las consideraciones favorables (+) y desfavorables (-) o neutras (n), a tener en cuenta, más allá de las económicas.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ELECCIÓN DE UNA INSTALACIÓN

Factores	Cable subterráneo	Cable enterrado	Cable aéreo
Gastos de instalación	-	n	+
Relevos	+	-	+
Mantenimiento	+	n	-
Vida útil	+	+	-
Reencaminamiento	-	-	+
Ampliaciones	+	-	+
Normas edilicias	+	+	-

La elección de caminos pavimentados con alto tráfico vehicular, impide un buen mantenimiento. Los suelos pantanosos, inundables o arenosos influyen en la elección aérea.

Los impedimentos por normativas edilicias municipales o de influencias inductivas por acercamientos a líneas de alta tensión, tercian a las instalaciones subterráneas. Las rutas enterradas se definen cuando se disponga de un valor de saturación establecido fiable y no haya en aquel lugar un plan de expansión.

Red secundaria

En la red secundaria la instalación de los cables se debe realizar, según la densidad de abonados por manzana y distrito, en distribución por conductos o aérea, aunque se podrá optar por enterrado directo en razones técnico-económicas. Se debe tener en cuenta que la mínima unidad de acometida al armario es de 50 pares. Los trazados de las rutas secundarias deben comprender ciertas características:

- Escoger los caminos más cortos del abonado al armario.
- No efectuar recorridos contra oficina.
- Preferir caminos rectos para soslayar anclajes.
- Seleccionar caminos libres de arbolado u obstáculos edilicios.
- Soslayar cruces y paralelismo con líneas de energía eléctrica.
- Evitar cruces de ríos, quebradas, ferrocarriles, autopistas.
- Sortear calles muy anchas y de alto tráfico.
- No efectuar trazas sobre límites de centrales o de distritos.
- Soslayar terrenos pantanosos, rocosos o de arena.
- Prever modificaciones de calles.
- Determinar los permisos de instalación de postes y apoyos.
- Promover el uso de postes compartidos.
- En caso de uso compartido situar la posición inferior.
- Respetar las distancias de apartamiento respecto a otros servicios.

Pautas de instalación del armario

Se indican las pautas de ubicación del subrepartidor de pedestal, con la finalidad de llevar hasta ese lugar la cañería subterránea auxiliar.

- a) El subrepartidor no debe obstaculizar la visual de los automovilistas, debiendo quedar libre la zona de visual de la ochava (Fig. 2).

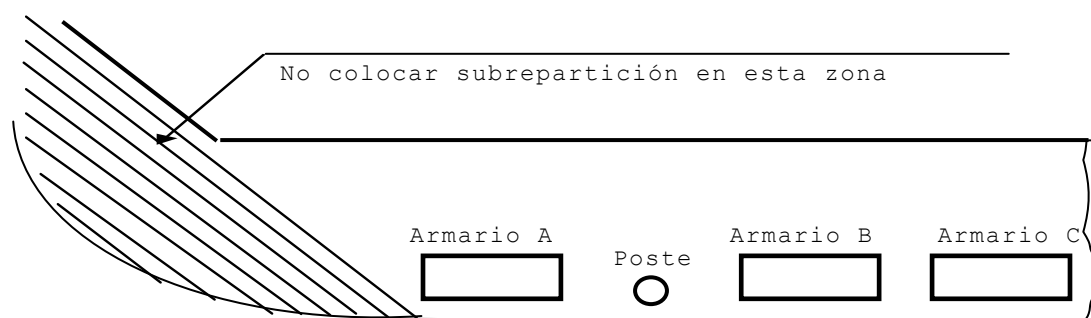


Fig. 2 - Ubicación de subrepartidor en esquinas

- b) Se ubicará el lado más ancho del subrepartidor paralelo a la línea de postes y/o edificación, debiéndose colocar, además, en el caso del subrepartidor de una sola puerta, la misma, frente a la línea de edificación.

- c) El armario se instalará entre la cámara subterránea y el poste que le da continuidad aérea. Se le ubicará a una distancia de 1,20 m, como mínimo de éste último, como se indica en el punto "A" de la Figura 2.
- d) En caso de existir algún impedimento como ser, garajes, instalaciones subterráneas u otros servicios; debe colocarse en el punto "B". De seguir existiendo algún impedimento se instalará el mismo en un lugar más alejado como ser el punto "C".
- e) En el caso particular de ubicación del subrepartidor contra la pared del frente de inmueble, se instalará lo más cerca que sea posible al poste antes mencionado (Fig. 3).



Fig. 3 - Subrepartidor sobre línea de edificación

- f) Cuando se ubica cerca del cordón de vereda, se debe prever la posibilidad de que el subrepartidor pueda tener puertas en ambas caras del mismo. Se debe prever la posibilidad de que el mismo pueda tener puertas en ambas caras del mismo. Al respecto se debe tener en cuenta las medidas y ubicaciones señaladas anteriormente (Fig. 4).

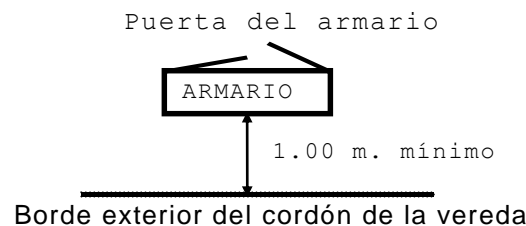


Fig. 4 - Subrepartidor sobre cordón de vereda

Es conveniente que la canalización subterránea converja a una cámara frente al armario, a los efectos de realizar allí los empalmes para los cables. En su defecto, llegar con la canalización hasta el centro del subrepartidor, debiéndose acondicionar en el momento de construcción o colocación de la base. Se construirá con una tapada de 0,50 m.

Del mismo modo se deben realizar las subidas a postes o manzanas, comenzando también del centro del armario a la misma profundidad y condiciones que el caso anterior.

Cuando por alguna causa sea imposible la instalación de un subrepartidor, se analizará la posibilidad de utilizar una caja como punto de flexibilidad para instalar en cámaras.

Punto de dispersión

Los estudios de gastos estadísticos, demandan reducir los referentes al mantenimiento de las acometidas, por estos constituyen ser los más altos para una red de acceso.

La capacidad de un punto de dispersión (caja terminal), es en general de 10 pares. En ciertos casos se puede utilizar cajas de 5 prs, o desdoblarse la capacidad de 10 prs en dos de 5 pares cada uno, para disminuir la longitud de las bajadas y la tasa de vacancia.

Se recomienda una carga máxima del 70% de ocupación, por caja terminal. Ello evita dificultades de mantenimiento y de los registros administrativos. Si se admitiese cajas terminales de 25 prs, en cada punto de dispersión se originan verdaderos paraguas formados por los manojos de alambres de bajadas.

Los cables de distribución deberá ser perimetral cada manzana. Se diseñarán rutas aéreas o subterráneas, por cada calle, sin crear trazados contra oficina (Fig. 5).

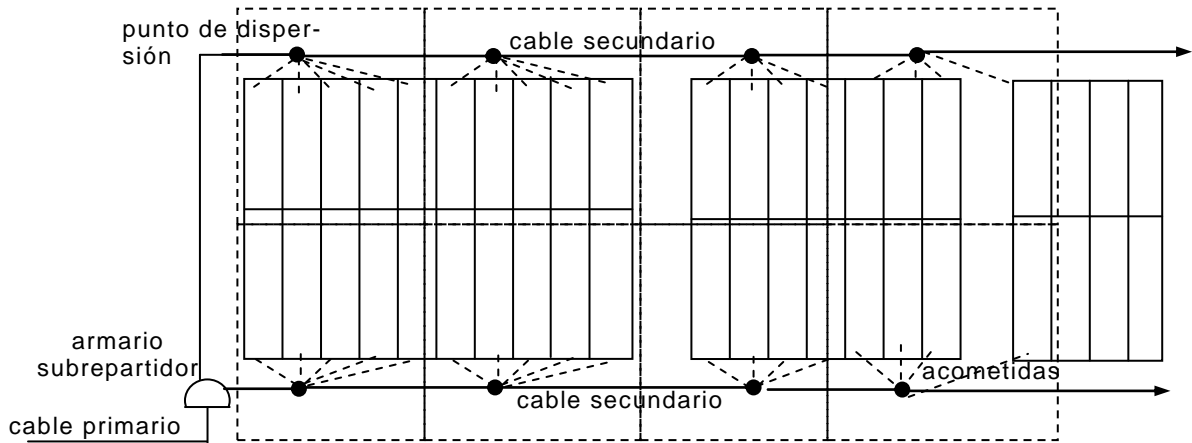


Fig. 5 - Red de distribución periférica

Se debe prestar atención en llegar al abonado más alejado dentro del distrito, aún cuando este se sirva recién a 20 años. Para ello se pensará en un diseño que cuente con etapas de implementación, la primera en 5 años y ampliaciones cada 5 años. Entonces se diseña la red completa a 20 años y se sustrae ramales y pares alimentadores considerando esos períodos. De esta forma evitamos devengar gastos innecesarios en reconstrucciones de reingenierías redundantes.

Se parte del extremo alejado del distrito y se trata de llegar al armario en unidades modulares de 100 ó 200 prs.

Existen alternativas que determinan la distribución más económica. Se creará una configuración tipo árbol de pares colectores y ramales en un degrade descendente. Pero esta configuración podrá ser del tipo colector central y ramales laterales (Fig. 6), o de colector y ramales laterales (Fig. 7).

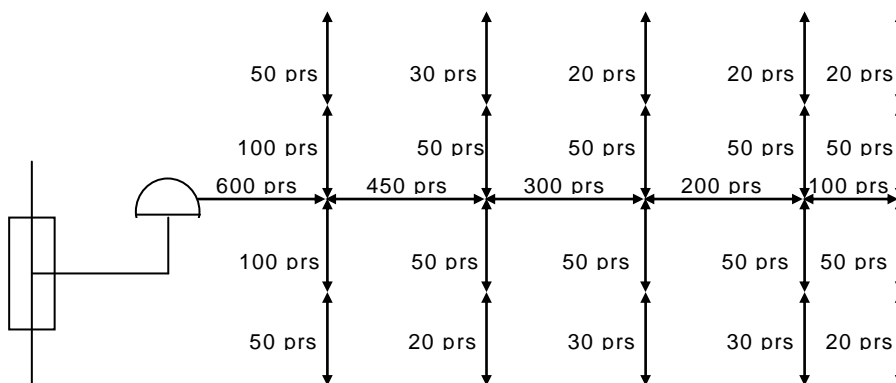


Fig. 6 - Cable colector central

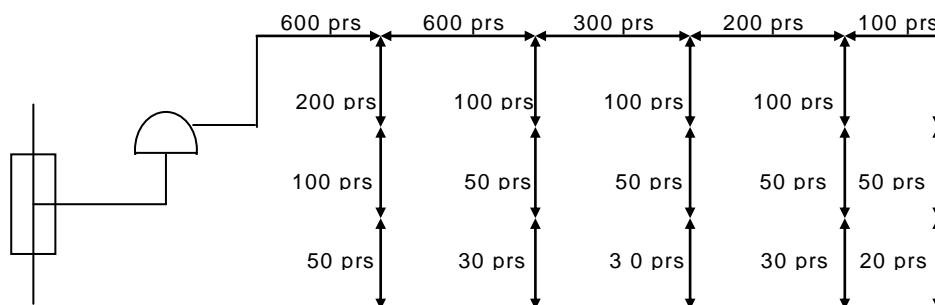


Fig. 7 - Cable colector lateral

Se podrá fácilmente comprobar que el primer caso, de colector central y ramales laterales será el más económicamente conveniente.

Es importante obtener una distribución aérea repartida homogénea. En cuanto concentremos los pares, formando rutas cargadas considerables, podremos tener la necesidad de instalarlos canalizados. Si se soslaya esta construcción, repartiendo las cargas de pares en distintas rutas ramales, los ahorros serán importantes. Se estima que los costos de instalar un cable canalizado representa cerca de 10 veces los gastos de una instalación aérea.

En ningún caso se multiplicarán las cuentas de los pares. Esto significa que todo empalme de pares es del tipo recto, no se usará en los empalmes ningún conector de derivación. Los pares sin uso, debido a los saltos de capacidades de pares catalogados, son dejados muertos sin empalmar y los derivados se cortarán en su recorrido contiguo.

Para la elección de los calibres y la combinación de calibres en el desarrollo de las rutas alimentadoras y distribuidoras, se respetará estrictamente lo establecido en el Plan de Transmisión.

Por otra parte, podrá existir la posibilidad de un distrito, con los clientes existentes y potenciales ubicados dispersos, en forma muy distanciada entre ellos. En esos casos, es factible que se produzca un sobredimensionamiento de los cables de la red secundaria o un excesivo distanciamiento entre los clientes y los puntos de distribución a los que están vinculados, provocando una red de dispersión de gran longitud. Una forma de evitar estos inconvenientes es la utilización de cajas terminales de fácil acceso para conectar la red de dispersión.

Para redes de distribución en zonas rurales, de baja densidad, puede ser diseñado cable aéreo o enterrado, la decisión depende: del tipo de terreno, entorno topológico, razones económicas y/o zona muy expuesta a rayos. En estos casos se aconseja como método de distribución la técnica de punto de dispersión.

Un caso particular es el uso de puntos de dispersión rural donde se cumple las siguientes condiciones:

- El área a atender es de muy baja densidad demográfica,
- Dispone de viviendas dispersas discontinuas,
- Con posibilidad de construcción de viviendas nuevas casi nula.

En esos casos rurales, las rutas de cables de distribución, deben ser de capacidad menor o igual a 30 pares.

Pilares de distribución

Los pilares de distribución son pequeños pedestales que se instalan junto a la línea de edificación. Debe proveerse para su colocación de una base de hormigón para su anclaje y frente a este una pequeña cámara de una sola tapa, a fin de facilitar el pasaje de los cables para su ingreso al mismo. En los casos particulares, que la ingeniería lo permita, se podrá evitar la construcción de la cámara frente al pilar. Por ejemplo, cuando se utiliza para distribuir una capacidad inferior a 10 pares.

Cajas terminales aéreas de fácil acceso

Las cajas de fácil acceso se instalan efectuando una sangría al cable de la red secundaria, la que se debe hacer en el punto más cercano al cliente de manera de minimizar la longitud de la red de dispersión

Cajas de Empalme y Distribución (CED)

Las Cajas de Empalme y Distribución (CED), se instalan en cámaras de vereda, y se las utilizan en lugar de los pedestales de distribución, ofreciendo una mayor seguridad al plantel.

Debe mantener una determinada zona de influencia, la que debe atender y contener la totalidad de los clientes existentes y potenciales a conectar.

En el momento de realizarse el proyecto, estos puntos de dispersión y sus zonas de influencia debe indicarse en los planos de plantel exterior de la red secundaria.

Red de dispersión

La red de dispersión es la integrada, desde la caja terminal hasta el domicilio del abonado. Está constituida por los alambres aislados de acometida (bajadas). Podrá instalarse en forma: aérea, enterrada, engrapada o subterránea en cañería de dispersión.

A fin de que las bajadas no superen una longitud promedio los 40 m y no sobrepase un máximo de 80 m, las cajas terminales deben ser distribuidas de forma que contemple tal condición.

La ubicación de las cajas terminales debe considerar ciertos factores determinantes:

- Ubicar los postes con cajas terminales, en los límites entre propiedades.
- Evitar cruces de lotes que puedan ocasionar reclamos futuros.
- Equilibrar los esfuerzos, evitando tender más de 3 acometidas en una sola dirección.
- En ese caso ineludible, colocar riendas de compensación.
- Evitar cruces de calles con acometidas muy extensas.
- Se permitirá un solo cruce de calle.
- Evitar en lo posible calles muy anchas o de elevado tráfico.
- En los cruces disponer una altura de despeje suficiente.
- En caso de vanos muy largos proveer postes de apoyo suplementarios.
- No colocar terminales cerca de límites de centrales o distritos.

En ciertos casos particulares, principalmente de índole técnico económico, se podrá admitir en una caja terminal ubicada al final de una ruta alejada de la central, en demanda baja y diseminada, la instalación de hasta tres bajadas como máximo, colocadas a través del tiempo, de hasta un máximo de 300 m de longitud cada una.

No se deberán engrampar sobre las paredes de fachada y a las que sirvan de disposición, más de:

5 bajadas en paralelo en una longitud de 10 m.

3 bajadas en paralelo en una longitud de 30 m.

Las ventajas de esta metodología radica en:

Evitar el sobredimensionamiento de la red secundaria.

Reducir los costos de mantenimiento.

Mejorar la calidad y la continuidad del servicio.

5. 1. 2. Tipos de redes según su instalación

Cada tipo de redes, ya fuese de distribución directa, primarias o secundarias, tienen una metodología de instalación conveniente por su fisonomía operacional.

En cualquiera de sus tipologías: por conductos, directamente enterradas, rutas aéreas, engrampados o sobre fachadas de edificios, se podrán establecer casos especiales según sus conveniencias técnicas y/o económicas. Por ello, hemos independizamos su metodología de instalación de la función específica de aplicación.

Rutas aéreas

El cable desde el armario tipo pedestal, accede a una ruta aérea mediante una cañería auxiliar. Cuando un armario está ubicado en poste, el cable secundario se desarrolla directamente sobre una ruta aérea.

En rutas aéreas las capacidades máximas de los cables serán definidas según su calibre, respectivamente de: 300-0.40, 200-0.60 y 30-0.90.

La capacidad total en pares y cantidad de cables por ruta aérea, es la misma que la indicada antes para la red directa. También vale para las rutas aéreas compartidas de cables primarios y secundarios.

Cables instalado en fachada

El cable secundario que se tiende sobre las paredes de las fachadas, debe estar engrapado en las mismas solo en posición horizontal o vertical, hasta la caja de distribución correspondiente. No se superará la capacidad de 50 pares.

Se debe aprovechar la arquitectura de la fachada para su posicionado estético.

Los cables no deben instalarse a una altura inferior de 2,80 m. Las subidas verticales de los cables sobre las fachadas deben ser protegidas hasta una altura de 2,50 m.

Red de enterrado directo

La instalación de cable directamente enterrado es otra de las formas en que se puede instalar el cable secundario. La mayor o menor densidad de usuarios influye para su elección y en la disposición a adoptar.

Los cables de enterrado directo se utilizan principalmente en aquellas zonas en las que el potencial de crecimiento de abonados, ha quedado paralizado o es insignificante y por lo tanto es posible prever sin cambios el desarrollo de abonados para un período dilatado de tiempo. Sin embargo, no es aconsejable utilizarlo en las zonas en que se supone que las ampliaciones necesarias se tienen que efectuar con alguna frecuencia, dado los trabajos de excavación que deben realizarse.

Al igual que para la red primaria, se debe de reducir al máximo los pares muertos.

El plantel enterrado ofrece ciertas ventajas económicas con respecto a los planteles aéreos, relacionados a su menor costo de mantenimiento. Si bien en ciertos casos, la reparación de daños o faltas puede resultar más onerosa, estando menos expuestos que los cables aéreos a daños físicos, su número de faltas sería menor, lo que significaría períodos más largos de operación sin problemas y en consecuencia, menor conservación.

Como ejemplo de uso del cable enterrado, podemos decir que sería conveniente su utilización para dar servicio a un barrio o parque industrial, alejados de la central y que no requiera derivaciones o distribuciones intermedias. También esta técnica se debe tener en cuenta en aquellas zonas expuestas a daños o robos reiterados de los cables.

Esta técnica resulta conveniente, en zonas de frecuentes tormentas de nieve y vientos de gran intensidad u otros fenómenos que impacten sobre el plantel.

Podrán existir problemas para proveer una adecuada protección eléctrica en zonas de alta resistividad del suelo, por ocurrencia de frecuentes fuertes tormentas eléctricas.

En regiones donde abundan roedores u hormigas que dañen la cubierta de los cables, se requiere una mayor protección mecánica, implementando cables con blindaje o armadura de hierro o plásticos especiales. También para evitar estos peligros o para atravesar obstáculos, como ser carreteras, se podrá enterrar a mayor profundidad. Esto encarecerá sobremanera su instalación.

Como metodología de instalación a fin de elegir la traza más conveniente y emplear el medio de excavación más adecuado para ubicar el nuevo cable de enterrado directo, es esencial efectuar cuidadosos estudios sobre la naturaleza del terreno y de los servicios presentes en el subsuelo.

La técnica de excavación y tendido simultáneo de cables o conductos con cuchilla es la más aconsejable cuando la naturaleza del terreno es suficientemente blanda, Clase "0".

En general la técnica recomendada a utilizar en Clase "1", mas firme es excavadoras, y para la Clase "2", aún mayor, fresas y/o explosivos.

La profundidad de instalación de cables enterrados está recomendada: para la red primaria de 0,70 m hasta 1,20 m, para la red secundaria de 0,60 m hasta 1 m, y para la red de dispersión de 0,40 m hasta 0,80 m.

La técnica del cable enterrado es conveniente también en áreas alejadas y en las zonas rurales ubicadas en zonas de alto nivel seránico o expuestas a siniestros atmosféricos.

Con relación a la red de dispersión, si la red secundaria es aérea se emplea para la vinculación de ésta con la enterrada, las cajas terminales de 10 pares en uso, o la caja de interconexión en el domicilio del cliente, que vincule al cable enterrado, de 4 prs con el cable de distribución interna.

Cuando la red secundaria sea enterrada, se dispondrá de un empalme, que permita la salida de un cable para la red de dispersión de 4 pares (punto de acometida cuando existe un punto de dispersión).

Si se tuviese que usar inicialmente, más de 2 prs del cable de 4 prs, se instalan dos cajas de interconexión juntas, de manera de poder extraer dos cables de distribución de 4 prs cada uno.

En todos los casos, la solución técnica económica más conveniente, en cuanto a construcción se refiere, surge de la combinación adecuada de los distintos tipos de planteles (subterráneo, aéreo y enterrado).

Red subterránea canalizada

Siempre la salida del cable secundario del armario tipo pedestal, se diseña en cañería auxiliar, a través de la cual accede a una ruta de postes, a un edificio de propiedad horizontal, sobre una fachada o bien podrá continuar por cañería subterránea. Asimismo puede ingresar a una cámara auxiliar, para su posterior derivación a los distintos puntos de distribución.

En edificios el cable ingresa a sus sótanos, a través de conductos dispuestos con ese fin, hacia hasta la caja de cruzadas, para conectarse con el cableado interno del mismo.

5. 1. 3. Ejemplo aplicado a un barrio cerrado

Como ejemplo, desarrollamos un proyecto particular, aplicado a un nuevo barrio cerrado (country), también podrá ser destinado a un campus universitario. El caso analizado es referido a redes totalmente subterráneas o eventualmente enterradas. Para planteles aéreos se deben aplicar los conceptos usuales en las redes habituales (Fig. 8).

Conceptualmente la red de barrios particulares, se diseñará de manera escalonada, para evitar la instalación de pares de cobre que no sean aplicados en un tiempo prolongado, logrando de esta forma diferir la inversión en el tiempo. La escalabilidad se logra realizando la red en dos o tres etapas. Se construyen los primarios y los ramales necesarios para el desarrollo que exista en el momento del proyecto y se deja los ramales restantes para futuros relevos.

El subrepartidor se colocará en el ingreso al barrio cerrado, y que signifique el camino más corto hacia la central, de manera de que la red primaria sea lo más reducida en longitud posible. En caso, que el barrio sea lo suficientemente extenso como para que sea alimentado por más de un subrepartidor, corresponden para la red primaria, secundaria y dispersión, las consideraciones que se detallan a continuación:

a) Alto grado de construcción

En caso de alto grado de construcción (mayor al 70%), el dimensionamiento de la red se efectuará calculando 1,2 pares por vivienda y si la demanda a 3 años establece ocupación de viviendas mayor al 90% del country, entonces se dimensionará la red primaria y secundaria sin escalamiento, para satisfacer la demanda final. Se construirá la red de dispersión, solo para las viviendas existentes, aunque en caso de existir futuras viviendas que compartan trayectos de cañerías de red dispersión con las existentes, se deberán dejar los caños en capacidad suficiente para cubrir éstos.

b) Grado medio de construcción (entre 40% y 70%)

En caso de contar solo con información de demanda global a 3 años, pero no disponer de información localizada, el dimensionamiento total de la red a construir se diseñará de manera de satisfacer la demanda de construcción existente. Se calcula a 1.2 par por vivienda incluyendo los lotes sin construir, de forma tal que la red quede homogéneamente distribuida en todo el predio. Se mantiene el concepto de construir solo los ramales necesarios para la construcción existente, dejando alistadas las reservas estratégicas necesarias. Al igual que el caso anterior se construirá la red de dispersión para las viviendas existentes y en caso de existir futuras viviendas que compartan trayectos de cañerías de red dispersión con las existentes, se deberán dejar instalados caños de capacidad requerida en dicho trayecto.

c) Bajo grado de construcción

El caso de bajo grado de construcción, se refiere a un 40% edificado. El cálculo del dimensionamiento de red se efectuará en este caso, con la finalidad de satisfacer la demanda existente, calculando a 1,2 par por vivienda construida, manteniendo el concepto de construir solo los ramales necesarios al presente y dejando las reserva estratégicas en puntos donde se estime se producirán las ampliaciones de red. Para la red de dispersión caben las mismas consideraciones efectuadas para (a) y (b).

d) Muy bajo grado de construcción

En casos de muy bajo grado de construcción, menos al 5 %, se puede evaluar la posibilidad de dar servicio con bajadas desde la entrada del barrio, hasta tanto la demanda sea lo suficientemente precisa como para desarrollar el cableado interno del barrio. No es conveniente desde el punto de vista de la calidad del servicio, construir redes de dispersión mayores a los 300 m.

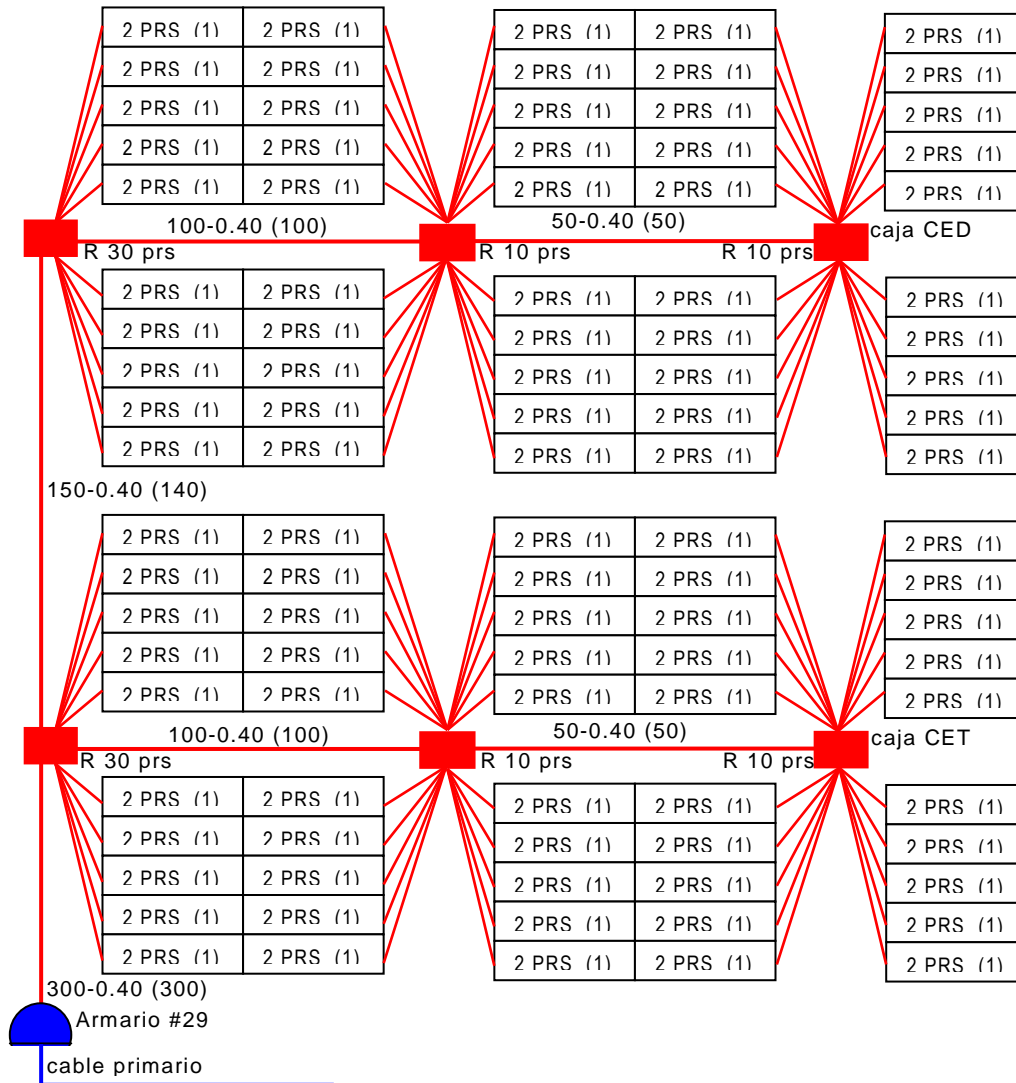


Fig. 8 -- Red secundaria en Country

Cables de distribución y de dispersión

En los casos que exista un alto grado de construcción, se podrá optar por efectuar el tendido de cables multipares, instalando una caja de empalme y distribución (CED) en cada cruce de calle, la que permitirá la salida de los cables de distribución.

La red de dispersión estará compuesta por cables de dos pares (en cañería), para cada cliente, de los cuales se conectará solo uno. Estos cables se conectarán a la caja CED, desde donde se extienden a la vivienda de los abonados. Para los casos que se deba prever el punto de acometida a la red interna del cliente, se podrá proyectar una camarita de acceso.

En casos de barrios con menor grado de construcción que los considerados en el punto anterior, es conveniente la instalación de cajas terminales de 5 pares en pilares de servicios. Estas cajas terminales de 5 pares podrán alimentar 4 lotes, por lo tanto se dimensiona a 1.25 par por lote.

Cuando estos pilares correspondan a solo dos viviendas, se instalan 3 conectores. En estos casos se podrán utilizar cajas de empalme termocontraíbles y cables de distribución de 5 pares.

En barrios de nivel socioeconómico medio, se podrán efectuar mayores concentraciones en la red de dispersión.

Según la tipología de las construcciones, se podrá proyectar la red con cajas terminales de 10 pares en pilares de servicio, alimentando estas cajas a 8 lotes, por lo tanto se dimensionarán a 1.25 par por lote, al igual que en el caso anterior.

Obra Civil

Se realiza canalización arenada Tipo H en donde se instala cable multipar y canalización con monotubo TO3 en donde se instala cable de distribución.

En caso de no ser necesario construir cañería hasta el final de la cuadra, se dejan los monotubos previstos para futuras ampliaciones. La misma evitará la realización de reiteradas intervenciones sobre el recorrido de la cañería.

Si la cañería no se construye en una sola etapa hasta el último lote, se deberá prever desde el inicio de los trabajos, la aceptación de la administración del country, la realización de obras futuras de ampliaciones (roturas de calles, veredas, etc.), con la construcción de minicámara tipo DV, donde se coloca cajas de empalme.

En caso de utilizar cajas de distribución en pilares o postes, con acometida desde la cámara secundaria, se proyectará cañería hasta la caja de distribución. Desde este punto hasta la casa del cliente se instala un monotubo con cable en fachada.

Por el contrario, si desde la cámara se conectan cables de dispersión de uno o dos pares, a cajas CED o cajas en cámaras, se instalará desde esta cámara un monotubo para cada vivienda.

Estas consideraciones deben tomarse como pautas generales, pero al momento de tener que decidir la arquitectura de la red, se debe tener en cuenta que la solución más conveniente dependerá de las particularidades de cada caso.

Métodos para barrio con cañería existente

Las obras civiles para barrio con cañería existente, pueden variar en el método constructivo de la obra cable, ya que la disposición de la cañería en el interior del barrio puede impactar considerablemente en el costo del tendido de cable.

En estos casos, se evalúa el tendido apropiado con el fin de obtener la mejor relación costo /beneficio.

5. 1. 4. Obras de rehabilitación

Cuando una central tiene un número de abonados demorados en reparar o solicitudes a dar servicio, se debe encarar realizar obras de rehabilitación.

Plantel existente con primario saturado

Al disponer de plantel existente con primario saturado se deberá evaluar la existencia de pares reportados dañados o en reserva. En este caso, realizar intervenciones menores, como verificación de conexión de los módulos, cruzadas conectadas, o módulos de protección, posteriormente evaluar la necesidad de realizar aperturas de empalmes.

Para preservar el estado del plantel, deben repararse los pares de un empalme en estado degradado. Debe asegurarse el buen estado de los parámetros eléctricos y neumáticos de los cables que se utilicen. Se deberá evaluar las reservas existentes en todos los cables del área.

Plantel existente con secundario saturado

En los casos de contar de plantel con secundario saturado se podrá optar por:

a) Red pasiva en cobre

Evaluar las cajas saturadas, revisando las numeraciones vacantes en los cables, de manera que pueda instalarse nuevas cajas de distribución.

Dimensionar la cantidad de pares, teniendo en cuenta el crecimiento medio de la zona en estudio, en los últimos 6 meses y proyectándolo a 3 años. La cuenta de caja terminal a utilizar de menor dimensión es la de 5 pares. Se podrá compartir numeraciones entre cajas de 10 prs. No se admite la utilización de numeración partida, ni la multiplicación de cuentas en el plantel.

b) Tecnología de flexibilización

Se deberá evaluar la utilización de multiplicadores de pares, especialmente los 1x11 y la instalación de equipos WLL, módem ADSL o VDSL compartidos.

Estas tecnologías permitirán mantener en espera la maduración de la zona, de manera que justifique la realización de nuevas inversión de relevos de la planta, habiéndose logrado diferir la inversión en el tiempo.

Armaríos saturados

En el caso de armarios saturados, se dispondrá de los pares necesarios calculados según el promedio de últimos 6 meses, proyectado a 3 años.

En el trayecto de recorrido de la zona de armarios saturados debe disponerse como mínimo dos caños, donde uno debe quedar siempre libre para tareas de mantenimiento.

En caso de que existan dos caños libres, debe evaluarse la proyección de crecimiento de toda la zona abastecida por esa cañería a 10 años, sobre la base del promedio de crecimiento de los últimos 6 meses, para determinar la necesidad de realizar futura cañería.

En caso de requerirse colocar un cable menor, debe verificarse la posibilidad de instalarlo en una cañería ocupada.

Ampliación de zonas distantes de la central

La adecuada gestión de las tecnologías de flexibilización (WLL, multiplicadores de pares, etc), es fundamental para ser utilizadas para deferir inversiones hasta que la zona presente crecimiento que permitan realizar obras rentables.

Para zonas distantes de la central, se deberá evaluar los costos de cableado versus los costos de instalar unidades remotas de abonados URA, externas para zonas inferiores a 700 abonados.

Costo unitario de una obra de rehabilitación

En la evaluación del costo unitario de una obra de rehabilitación, debe tenerse en cuenta el costo total de una obra dividido por la suma de las solicitudes en estado irrealizables más las confirmadas con demoras para planta externa y los canales de tecnologías de flexibilización que les corresponda a la adición de líneas virtuales.

Para calcular la adición de líneas virtuales, se debe tenerse en cuenta que un multiplicador de par 1x2 adiciona 1 abonado con 1 canal, un 1x4 adiciona 3 líneas y con un 1x11, con 11 canales, habilita 10 nuevas líneas.

5. 1. 5. Relevos de la red de acceso

A medida que se congestionan la ocupación de los cables y sus rutas, es preciso preparar con tiempo anticipado los planes de relevos. Esto, con el objeto de efectuar las previsiones de adquisición de los materiales elaboración anticipada de los planos de proyectos y programar las obras, reservando las necesarias horas hombres.

El ideal es contar con registros computarizados, cargando los pedidos nuevos de servicio y comparando por software, en las bases de datos las facilidades disponibles efectivas en pares libres. Al llegar al 70% de la ocupación, ya se debe estar preparando los relevos necesarios.

Tendremos los relevos de trabajos mínimos, de renumeración o arreglos de pares averiados, hasta cambios de rutas alimentadoras, áreas de armarios o del total de área de una central. De esta manera, se descongestionará las instalaciones comprometidas y posibilitará la continuación de la disponibilidad de ganancia de nuevos abonados.

Períodos de relevo

En algunas unidades de plantel su uso completo no afectará significativamente al servicio, antes que se provea el relevo, lo que relativizará su pronta ejecución.

En cambio, en los cables subterráneos o aéreos, debido a mantener una cierta seguridad de servicio, se deberá tenerse una suficiente cantidad de pares extras, de modo que en caso de falla, daño intencional o por tempestad, se pueda restablecer el servicio, por transferencia a los pares vacantes del cable, o de los cables afectados.

En similar forma se deberá disponer de ductos vacantes para salvar contingencias imprevistas. La determinación del período de relevo o espacio de tiempo en que se tenga que efectuar los relevos dependerá de una serie de factores a analizar.

Un valor de aplicación es el factor *eficiencia de trabajo* (e), relación entre la capacidad de trabajo en uso (C_T) y la capacidad de trabajo máxima de la unidad ($C_{m\acute{a}x}$).

$$e = \frac{C_T}{C_{m\acute{a}x}}$$

La capacidad máxima de trabajo (C_T), se refiere al valor nominal de capacidad de la unidad de planta afectado del porcentual de ocupación de trabajo, que pueda utilizarse sin afectar la continuidad del servicio antes de efectuar el relevo.

El período de relevo (p), es el tiempo entre la puesta en servicio de la unidad de planta y la fecha en la cual las facilidades en uso igualan la capacidad máxima de trabajo.

El período de relevo, se expresa en relación de la capacidad de trabajo máxima antes del relevo (C_T), la capacidad inicial de la puesta en servicio (C_i) y la tasa de desarrollo (R).

$$p = \frac{C_T - C_i}{R}$$

La tasa de desarrollo (R), es el valor fijado de incremento de líneas que se prevé, dentro del periodo de estudio (Fig. 9).

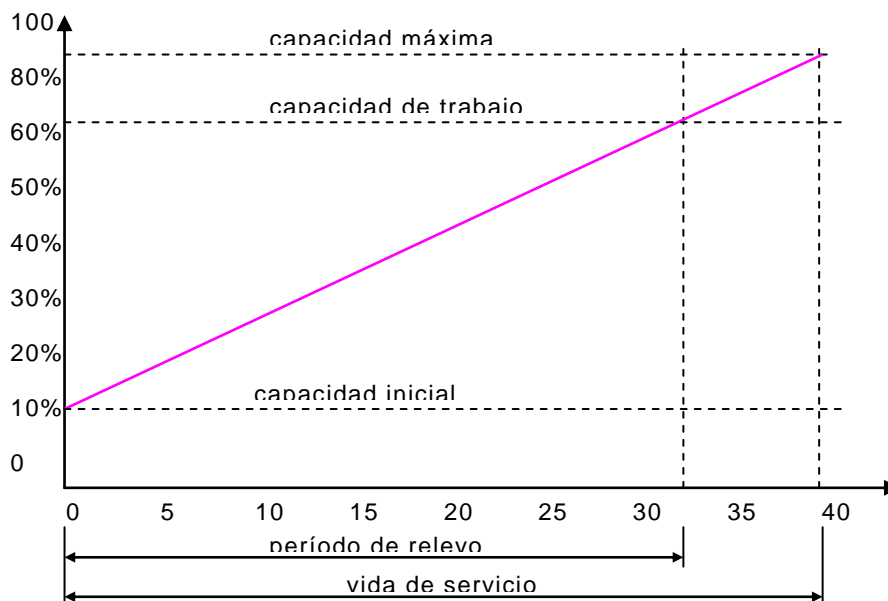


Fig. 9 - Período de Relevo

Por ejemplo un cable de 1200 prs, con una capacidad máxima de trabajo del 80%, una capacidad inicial de 420 prs ocupados, y una tasa de desarrollo probable de 100 líneas por año, tendrá un período de relevo calculado en 9.18 años. Esto nos indica pronosticar los trabajos de relevo del cable, antes de cumplido los 9 años de su puesta en servicio.

Estos estudios nos permiten calcular los periodos efectivos de servicio de las unidades de planta y estimar los cargos anuales para poder efectuar los estudios comparativos de una programación de trabajos futuros. En modo inverso, el período de capacidad de trabajo puede utilizarse para la determinación del número de circuitos, en relación a la vida de servicio del elemento de planta

Resolución de los períodos de relevo

Las ventajas de conocer los períodos de relevo es evitar inconvenientes técnico-económicos durante la vida útil del diseño.

- Acomodar los cables graduando la reducción de las capacidades, con el logro de la mayor eficiencia en cobre.
- Evitar el movimiento innecesario de puentes en el repartidor general y armarios.
- Aminorar las reenumeración de cuentas de pares en cables y cajas terminales.
- Prever las ampliaciones disponiendo trabajos más sencillos.
- Diseñar rutas de cables precisos.
- Lograr relevos con pocos cables, evitando tener muchos de pequeñas capacidades.
- Planificar y programar acertadamente los futuros trabajos.
- Evitar relevos innecesarios.

Punto de relevo

Se denomina punto de relevo, a la ubicación predeterminada en las rutas en donde el cable inicial podrá ser intervenido posteriormente, para posibilitar la continuidad de la ganancia de abonados. Este punto de relevo podrá situarse en la confluencia de cables alimentadores y/o distribuidores.

Métodos de relevos

Podremos indicar diferentes métodos, para efectuar los relevos de la planta de acceso. Estos métodos se podrán resumir en tres casos: De reemplazo, de refuerzo o por cable dividido. Un plan de relevo de la planta, podrá incluir la combinación de los métodos enunciados. Los mismos se podrán basar en:

- Desechar totalmente las instalaciones existentes e establecer instalaciones nuevas..
- Mantener las instalaciones existentes y hacer ampliaciones adicionales.
- Combinara ambas alternativas, para distintos sectores del área.

Relevo por reemplazo

El relevo por reemplazo de un cable se podrá deber al mal estado de conservación del cable inicial o en los casos que la capacidad de soporte de cables en una ruta aérea o de disponibilidad de ductos vacantes en una canalización a quedado superada (Fig. 10).

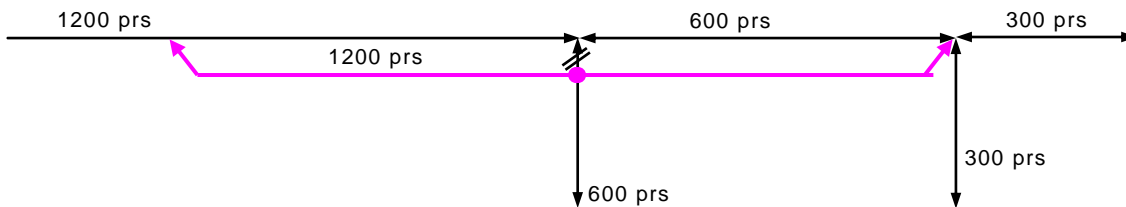


Fig. 10 - Relevo por reemplazo

Relevo por refuerzo

El método de relevo por refuerzo, consiste en mantener el cable existente en servicio, mientras se coloca un cable adicional en su auxilio. Este relevo podrá efectuar aplicando diversas metodologías, como se muestra en las siguientes configuraciones.

Refuerzo por la misma ruta.

El relevo por refuerzo por la misma ruta, a su vez, lo podremos realizar mediante dos diferentes métodos, por transferencias sucesivas de secciones del cable inicial, o por transferencia de sus ramales o cajas terminales.

La primera alternativa por secciones del cable, se adoptará al momento del diseño del cable alimentador inicial. Al preparar este proyecto se debe definir las zonas finales de influencia de los cables y sus cuentas de pares resultantes luego del relevo. Esta alternativa se empleará siempre que la misma no obligue a la apertura de distintos empalmes, para reacomodar las numeraciones de los pares en el cable (Fig. 11).

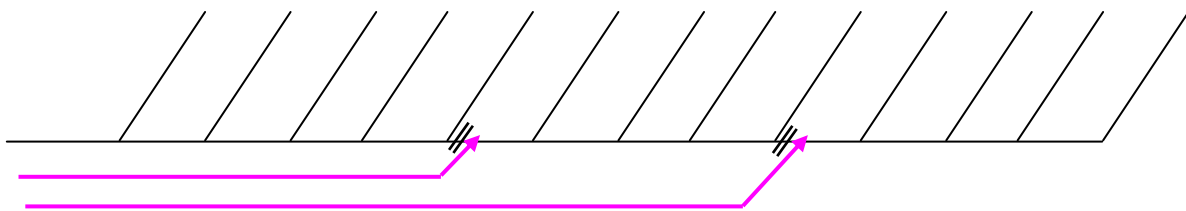


Fig. 11 - Relevo por refuerzo de secciones sucesivas

La segunda alternativa por transferencia de ramales o cajas, se realizará en la conveniencia de descongestionar cuentas de la numeración del cable alimentador (Fig. 12).

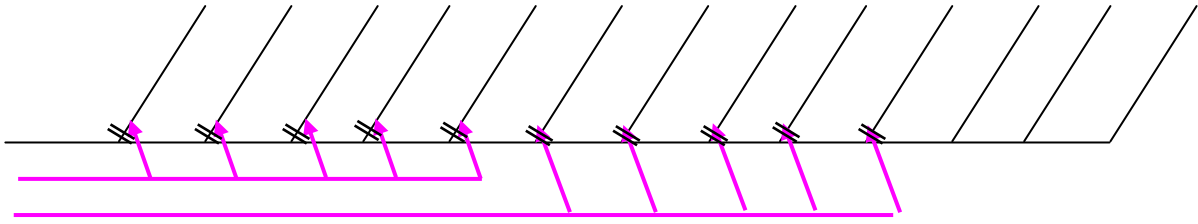


Fig. 12 - Relevo por transferencia de ramales

Refuerzo por ruta alternativa

Este método de emplear una ruta de trazado alternativo, se aplica según la distribución de la carga de los abonados y las variantes topológicas del terreno lo aconseje (Fig. 13).

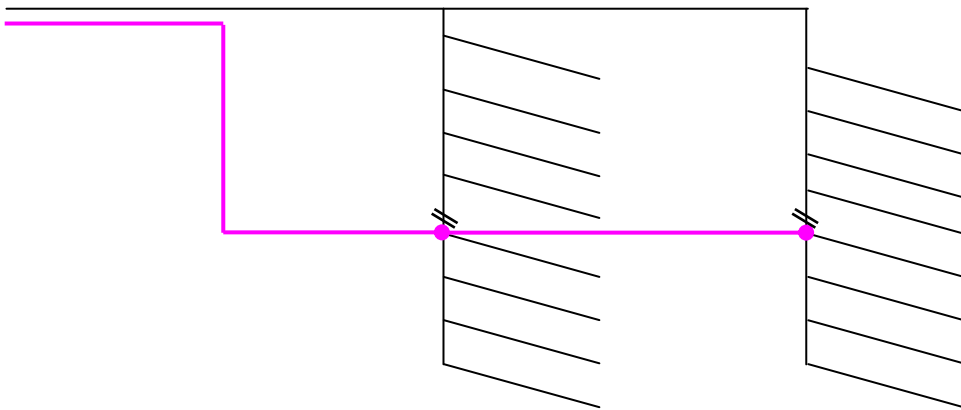


Fig. 13 - Refuerzo por ruta alternativa

Relevo por cable dividido

El relevo mediante el método de cable dividido es quizá el procedimiento más utilizado en una red con sectores maduros, es decir, con ocupación de pares saturada.

Se emplea primariamente en la red de distribución. Constituye el medio por el cual se equilibra el plantel, con la finalidad de poder realizar nuevamente una ganancia de abonados. Situación que no se puede satisfacer por la disposición de las cargas, vacantes en zonas donde no hay nuevas solicitudes y zonas con cargas saturadas donde hay gran cantidad de pedidos (Fig. 14).

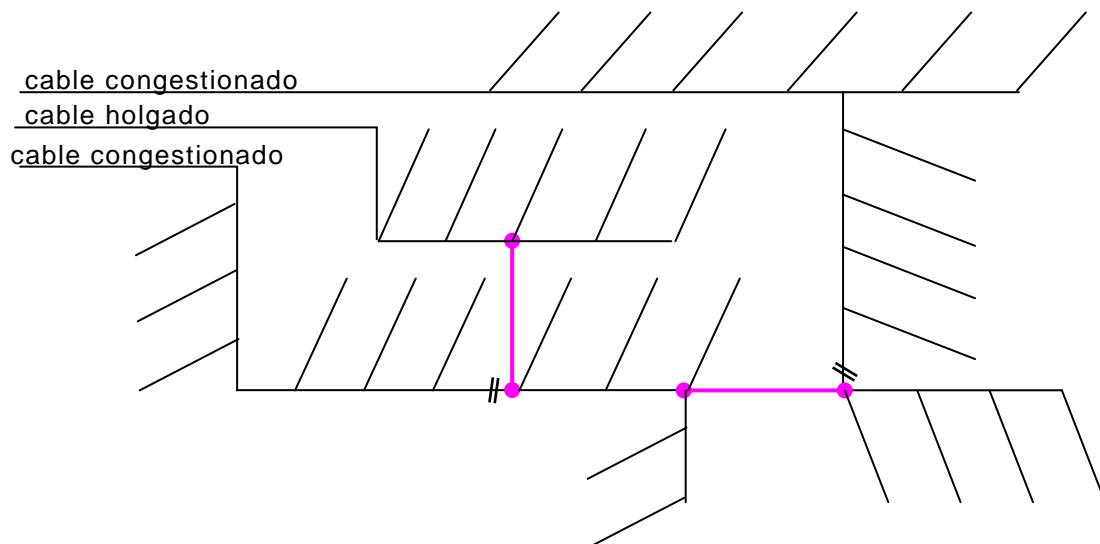


Fig. 14 - Relevo por el método de cable dividido

Relevo de los distritos de armarios

En la confección de un distrito de armario se selecciona primero una zona de edificación homogénea. Esta cualidad se debe mantener en la necesidad de efectuar relevos de un distrito o un grupo de distritos. El ideal será preparar el relevo de zonas de armarios en el diseño inicial. En presencia de una muy baja demanda actual, con posibilidad de alto desarrollo futuro, la zona se servirá con un solo armario, previendo las rutas secundarias previsibles, y las subdivisiones futuras en dos o más zonas, con la colocación respectiva los armarios en ellas. Estas nuevas instalaciones se efectuarán en los tiempos convenientes de acuerdo al desarrollo de la demanda.

5. 1. 6. Clasificación funcional de los cables

Hemos clasificado la funcionalidad de los distintas partes constitutiva de la red de acceso, en su categorización de directa, primaria y secundaria y de dispersión. Por otra parte, se practica una clasificación funcional de los cables de acuerdo a su uso, y para los cuales han sido concedidos operativamente. Hemos nombrados algunos de estos usos dentro de tal clasificación, pero ordenemos sus significados para la red de acceso.

Cable subterráneo principal. Podrá ser un cable alimentador o también distribuidor en un ramal considerable, los que recorren una cañería principal, es decir, que discurren entre dos cámaras principales. Son cables iguales o mayores a 600 prs. Desde estos cables principales se derivan los cables subterráneos auxiliares, como ramales subsidiarios y los muñones (Fig. 15).

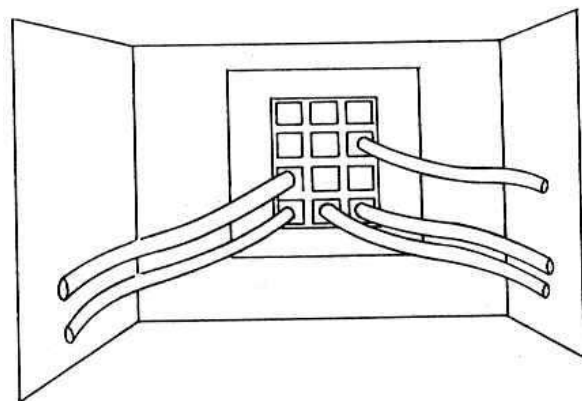


Fig. 15 - Cables en cañerías principales

Muñón. Es un tramo corto de cable, de unos 4 á 6 m, ubicado en una cámara principal. Parte desde un cable principal y en su extremo lleva provisto un empalme, desde el que podrán partir cables auxiliares o estar a la espera de una prolongación futura de cable principal o auxiliar (Fig. 16).

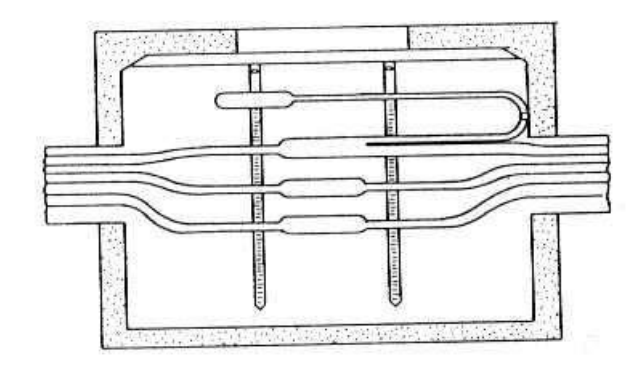


Fig. 16 - Muñón

Generalmente se los diseña en un proyecto, como reserva de pares para un futuro relevo. Su función podrá ser también proveer un punto de apertura para efectuar pruebas, reformas o reenumeraciones de pares, sin tener que abrir el empalme principal contiguo.

Cable auxiliar. Es el tramo subterráneo que vincula un cable principal o un muñón, a un cable de manzana o de ramal aéreo o de edificio. Eventualmente también podrá derivar en un ramal de cable enterrado directo.

Cable de manzana. Es una distribución por fachada o por cables engrampados en las paredes medianeras internas de la manzana.

Esta distribución alimenta cajas terminales, cada una con su área de servicio, o a edificios de departamentos u oficinas, los que disponen de cableados internos (Fig. 17).

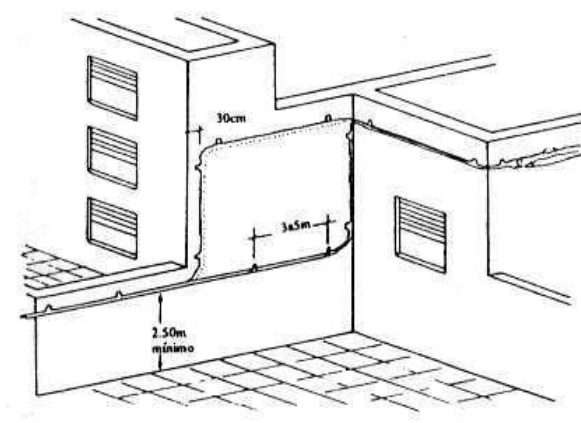


Fig. 17 - Cable de manzana

Cable aéreo. Son cables instalados en rutas de postes en la vía pública, los que alimentan cajas terminales, cada una con su área de servicio (Fig. 18).

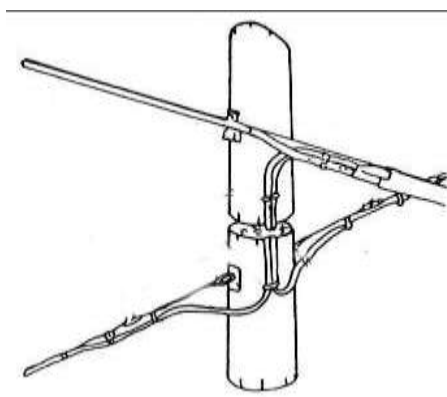


Fig. 18 - Cable aéreo

Cable de edificio interno. Es un cableado de distribución exclusiva para el mismo. Se extiende verticalmente por una cañería montante, alimentando bloques terminales de distribución a las oficinas y/o departamentos particulares de su área de servicio.

Estos bloques están embutidos en cajas metálicas empotradas, desde donde parten las cañerías de distribución. Estas cañerías mantienen toda la instalación del cableado embutida, para su mayor protección y estética del edificio. Un armario interno sirve de unión a la red de plantel exterior.

Se debe tener en cuenta cabalmente lo establecido en el Reglamento de Cableado para Telecomunicaciones en Edificios. Se considerará las necesidades para otros servicios, como ser CATV, servicios inalámbricos, cables estructurados, edificios inteligentes, etc.

Cables entre oficinas. Son los cables que vinculan como enlace, las distintas centrales de un área múltiple. Son cables de fibra óptica, aunque se podrá encontrar cables multipares operando en frecuencia vocal o con sistema múltiple.

5. 2. Ingeniería de Detalle - Obra civil

5. 2. 1 Estructura de la red canalizada

La estructura de la red de canalizaciones está conformada principalmente por cámaras y cañerías subterráneas, aunque se incluye obras complementarias como ser los basamentos de los armarios. Su estructura, traza y capacidad dependerá de los requerimientos demandados por el diseño de las rutas de cables.

Estas rutas podrán ser para dar servicio a la red de acceso local, de enlace entre centrales urbanas o centros interurbanos o de larga distancia internacional. Los diseños de canalizaciones deberán satisfacer las demandas de los cables existentes, los a colocar en el proyecto actual y los requerimientos probables de pares a mediano plazo. Se tendrá en cuenta la colocación tanto de los cables multipares, como los de fibra óptica.

Se define dos grandes grupos, las canalizaciones principales y las canalizaciones auxiliares. Las instalaciones principales acogen a los cables de la red de enlace y a los alimentadores de la red de acceso. Las instalaciones auxiliares acogen a los cables distribuidores de la red de acceso.

En general, las primeras estarán constituidas por los cables primarios o alimentadores de la red directa, mientras que las segundas están constituidas por los laterales hacia rutas aéreas, cajas en fachada, subidas a manzanas por sótanos o fachada.

Las cañerías principales parten desde la central hasta cámaras principales y las cañerías auxiliares salen desde éstas cámaras principales hasta subidas aéreas, de manzana, armarios ó hasta cámaras de distribución o de armarios.

5. 2. 2 Ventajas del plantel subterráneo

La canalización implica la inversión mayor para establecer una red de acceso. A cambio, asegura una mayor flexibilidad de las redes de cables subterráneos. Permite instalar nuevos cables o recuperar cables existentes, por mal estado, obsolescencia de vida útil, etc., sin incurrir cada vez en gastos de excavación y de restauración de calzadas y/o veredas.

También, contribuye a un mayor grado de protección contra daños de origen mecánico, eléctricos o de efectos corrosivos.

Por tal razón es ventajoso que la red de cables primarios se instale totalmente en forma subterránea, salvo existir razones técnico-económicas en su oposición.

- El plantel instalado en cañerías presenta una mejor protección mecánica y eléctrica.
- Mejora la calidad del servicio en relación con el plantel aéreo.
- Disminuye los costos de mantenimiento al aminorar la cantidad de faltas.
- Minimiza los riesgos para el personal en la instalación de la red.
- Disminuye la carga del plantel aéreo.

Debido al elevado costo de la construcción de canalizaciones, se efectuarán cuando las condiciones de inversión, operación y mantenimiento así lo justifiquen. Cuando ello suceda, se debe proceder a diseñarlas de la forma más conveniente, exigiendo la máxima atención y profesionalidad desde su planificación, diseño y durante todas las etapas de la construcción.

Se podrá reducir los costos de material y de mano de obra para la instalación de los conductos necesarios, combinados el uso de zanjas para distintas construcciones, como ser principales y auxiliares. Se recurre a las canalizaciones cuando:

- La densidad demográfica es elevada y se requieren cables de una capacidad superior a los 600 pares.
- Es necesario realizar un incremento en la cantidad de líneas y la construcción aérea adicional no sea factible con las normas adoptadas por la Empresa.
- Las reglamentaciones edilicias no permitan la construcción aérea.
- Los municipios programan pavimentaciones o repavimentaciones que no permitirán efectuar aperturas a "cielo abierto" por un período prolongado.

Las obras serán normalizadas, proyectadas y realizadas de acuerdo con los esquemas e indicaciones establecidas en las Cláusulas Técnicas y Estándar de Valorización para las Obras Civiles, de cada Administración, respetando la calidad y la puesta en obra de los materiales precisados en esos documentos.

5. 2. 3. Pautas directrices para la canalización principal

La estructura de los Planes Fundamentales define el dimensionamiento de las cañerías a un plazo mínimo de 10 años. El Plan de Desarrollo provee los detalles de trazado, a los fines de la confección de los proyectos de la Ingeniería de Detalle.

Cuando se resuelva construir o ampliar una cañería, se debe establecer la cantidad de bocas necesarias en cada ruta. Para ello, se debe considerar el potencial de saturación a 10, 15 o más años, según criterio político de la Administración.

En ese plan y las sucesivas etapas intermedias de relevo, se debe tener en cuenta las trazas y las dimensiones previstas para los cables primarios, los eventualmente secundarios y los de enlace de centrales, ruta por ruta. Se estudiarán las posibilidades de necesidades para otros servicios, como ser CATV, líneas privadas, etc.

Se debe efectuar un estudio de verificación sobre el terreno de las rutas propuestas, respetando precisas recomendaciones:

- a) Es conveniente aprovechar las canalizaciones existentes antes de definir el trazado de una nueva ruta, en todos los casos se deberán efectuar verificaciones en sitio previo a la decisión de la traza a proyectar.
- b) Las canalizaciones se ubicarán sobre la vereda opuesta, más alejada a la central, a fin de que las subidas a manzana o a rutas aéreas se efectúen siempre en el sentido a favor de oficina.
- c) La ruta de cañería será lo más recta, a fin de disminuir la cantidad de cámaras a implementar.
- d) Se preferirá disponer distancias máximas entre ejes de cámaras.
- e) Se tendrá en cuenta orientar las cámaras principales en las direcciones de la ruta principal de canalización.

- f) Se ubican las cámaras principales en la conveniencia de efectuar accesos laterales a una o varias rutas aéreas, de manzana o armarios.
- g) La ruta no debe estar expuesta a inundaciones o desplazamientos de suelo. En presencia de estas condiciones, se tomarán los recaudos necesarios de cambio de traza o en su defecto empleo de métodos técnicos preventivos.
- h) Se evitarán curvas pronunciadas y la presencia de obstáculos.
- i) Evitar efectuar la construcción debajo de pavimentos importantes, las que ocasionan mayor costos de ruptura, excavación y restitución. Se debe preferir en su caso las trazas por las aceras.
- j) Prescindir de avenidas de alto tráfico vehicular, las que acarrearán problemas en el mantenimiento de cables en cámaras. Se debe preferir el acceso a las cámaras por las aceras.
- k) En los casos que se presenten, razones edilicias, dificultades de construcción, pavimentos costosos, accidentes geográficos, etc, es conveniente técnica y económicamente, elegir una ruta cuyo trazado no sea el más directo.
- l) Las capacidades en conductos, de las entradas a la oficina central y sus laterales hasta las esquinas de su manzana, se calcularán al valor final de ocupación del edificio de la central.

5. 2. 4. Diseño de la canalización

La forma normal de diseño de las trazas y ubicación de los elementos constitutivos de una canalización, es aprovechar las bocacalles transversales, aproximándose lo más a las mismas, desde donde se podrá acceder fácilmente a las rutas laterales, subidas de manzanas o extendernos hasta alcanzan los armarios.

Como toda instalación de red es conveniente mantener una alineación ortogonal, es decir, efectuar siempre traza a 90°, con el fin de poder en el futuro ubicar fácilmente las instalaciones subterráneas ocultas. Además, se evitará de esta forma, realizar roturas de pavimentos de mayor longitud.

Las cañerías entre cámaras las podremos dividir en tres secciones, una central que podremos llamar Tipo B y dos laterales que denominaremos Tipo A (Fig. 19).

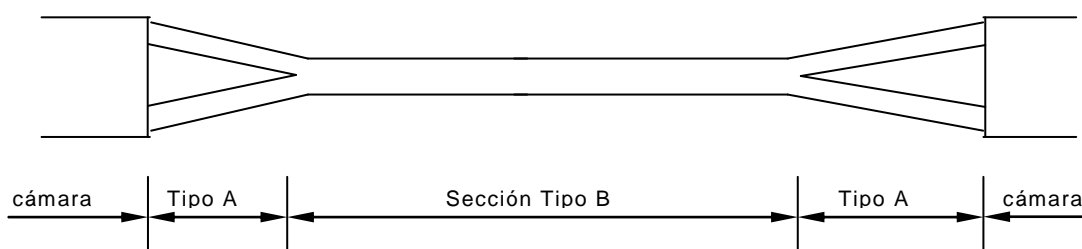


Fig. 19 - Secciones de formación de la cañería principal

La sección Tipo A estarán construidas recubiertas en hormigón, con el fin de logra su impermeabilización (Fig. 20).

La sección central Tipo B se conforma en trebolillo sobre una capa de arena y recubierta de arena (Fig. 21). Esta sección Tipo B, al aproximarse a las cámaras se bifurca dividiendo la formación en dos, tomando entonces la denominación de secciones Tipo A.

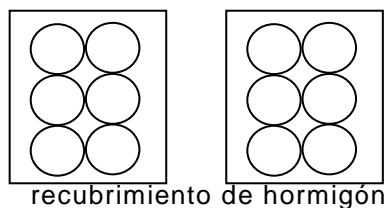
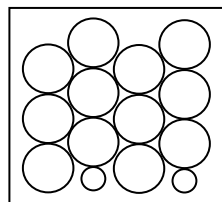


Fig. 20 - Sección Tipo A



recubrimiento de arena

Fig. 21 - Sección Tipo B

Las cañerías Tipo B, construidas en calzada, ya sean calzadas de tierra o pavimentadas, deberán ser conformadas reforzadas para impedir su deformación. Estas cañerías las podremos designar como Tipo C. En ella se dispone los conductos separados mediante peines de concreto o material plástico. Estos espacios se rellenan y recubre la malla de conductos mediante hormigón (Fig. 22).

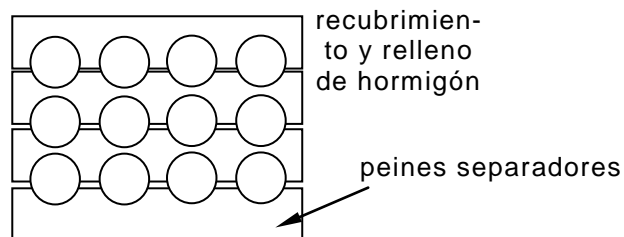


Fig. 22 - Cañería reforzada Tipo C

Es conveniente que se mantenga un valor de pendiente reducido pero efectivo que escorra las posibles filtraciones de agua hacia ambas cámaras, o en su defecto hacia una de las cámaras.

Se estipula esta pendiente en un valor aproximado del 10%, en los tramos próximos a las cámaras. De esta forma también se logra ahorros en la excavación para la cañería, con menores tapadas en la sección central.

La adopción de las longitudes de cañerías máximas admisibles, dará como resultado una inversión en cámaras y empalmes. Pero se debe de tener en cuenta, que las funciones principales de una cámara es la distribución en rutas auxiliares y la instalación y retiro de los cables principales y auxiliares.

Estas distancias máximas admisibles deben considerar la capacidad en pares máxima en cables y el coeficiente de rozamiento de sus cubiertas sobre el material de los conductos adoptados y existentes.

Deben de contemplar las posibilidades y grado de pendiente de las carreteras. Además, las distancias máximas se deberán compatibilizar con la cantidad de curvas admisibles en cañerías a normalizar y su grado de curvatura.

Como dato ilustrativo se podrá indicar, que las distancias máximas para cañerías de PVC podrán estar en el orden de 300 m, mientras que para cañerías de concreto solamente en 100 m. Telecom de Argentina, adopta 297,5 m, como distancia máxima entre ejes de cámaras, sobre una ruta primaria. Asimismo recomienda que en los diseños la distancia entre cámaras se acerque lo máximo posible a esta medida.

Otro factor que influye para las distancias entre cámaras, es el considerar una red total de cables de fibra óptica. Estos cables pesan como el menor de los cables multipares y soportan una tensión de tiro muy superior a ellos. Idealmente se podrá disponer distancias del orden de 600 m o más metros.

Se debe tener en cuenta que estas longitudes máximas están en función del tamaño del carrete que porta al cable. Se adoptan por ello longitudes máximas de 300 m, obteniendo un carrete operable, mayores longitudes obligan a un transporte y operatividad complejo y antieconómico.

El número de conductos a proyectar será resultado de la suma de pares llevados a cantidad de cables según las capacidades y tipos adoptados. Estos cables podrán estar destinados a la red de acceso principal y auxiliar ya la red de enlace.

Para las cañerías principales los conductos de PVC, se permite realizar curvaturas no bruscas, para adaptarse a las trazas de los caminos. En estos caso no se empleará curvas prefabricadas, sino que éstas serán absorbidas con una curvatura natural ejercida sobre los conductos.

En caso contrario de efectuar curva puntuales, si se emplearán curvas prefabricadas en PVC, de distintos ángulos: 30°, 45° y 90° (Fig. 23).

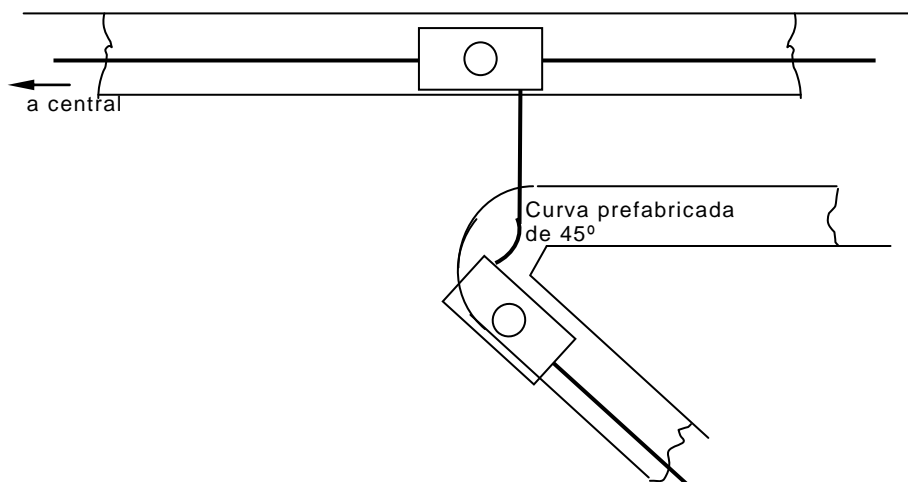


Fig. 23 - Curvas auxiliares de 45°

En los casos de construirse cañerías en varias etapas, se dejarán previstos en las paredes de las cámaras, las entradas correspondientes a los conductos a instalar en relevos posteriores. Estas entradas anticipadas se confeccionarán colocando tramos pequeños de conductos, de 1 m, taponados convenientemente.

5. 2. 5. Superposición de cañerías

Pueden presentarse casos en los que se superponen las cañerías de la red primaria y de la red secundaria, cuando ello sucede, en los planos debe indicarse siempre como referencia, la cañería principal y luego adicionarle las cañerías o conductos suplementarios.

Cuando se construye una cámara para la red secundaria y no es necesario interceptar la cañería principal, esta red secundaria podrá franquear por un lateral o por debajo la cámara principal, reduciendo de esta forma el tamaño de la misma al quedar exclusivamente para el plantel secundario.

Con el fin de optimar las inversiones no es conveniente proyectar en paralelo por la misma arteria rutas de distintas naturalezas, como pueden ser rutas de cables de fibra óptica o multipares subterráneas y aéreas.

Cuando se necesite construir una red aérea y una cañería sobre el mismo recorrido, se deberá estudiar la conveniencia de realizarlas dissociadas o aprovechar la cañería e instalar el cable aéreo en forma subterránea. La ruta aérea podrá tener la función de distribución requiriéndose de cualquier forma el soporte de los postes para librar las acometidas o podrá operar como ruta alimentadora a una zona alejada, por lo que se requiere efectuar su análisis de agregar conductos suplementarios a la canalización, e instalar tal cable de aéreo por esa cañería.

Cuando se deba construir por la misma calle una cañería principal y otra secundaria, estas se deben realizar empleando la misma excavación, colocando conductos auxiliares sobre los conductos principales. Estos casos se producen con frecuencia en zonas de gran densidad edilicia, donde resulta necesario realizar tendidos de cables alimentadores a zonas separadas, y cables distribuidores con entradas directas a edificios de propiedad horizontal o de las cajas de distribución ubicadas en fachadas.

Se debe tener en cuenta que se podrá instalar subconductos en cada conducto de cañería principal, lo que multiplica por tres su capacidad operativa. Esta metodología se aplica principalmente con la red de cables de fibra óptica de diámetros reducidos.

En la ocurrencia de subidas auxiliares, donde empleáramos una cámara de paso, es conveniente ubicar la misma de forma que podamos combinar las subidas a rutas aéreas, con subidas a manzanas, edificios y si fuese posible también a armarios (Fig. 24).

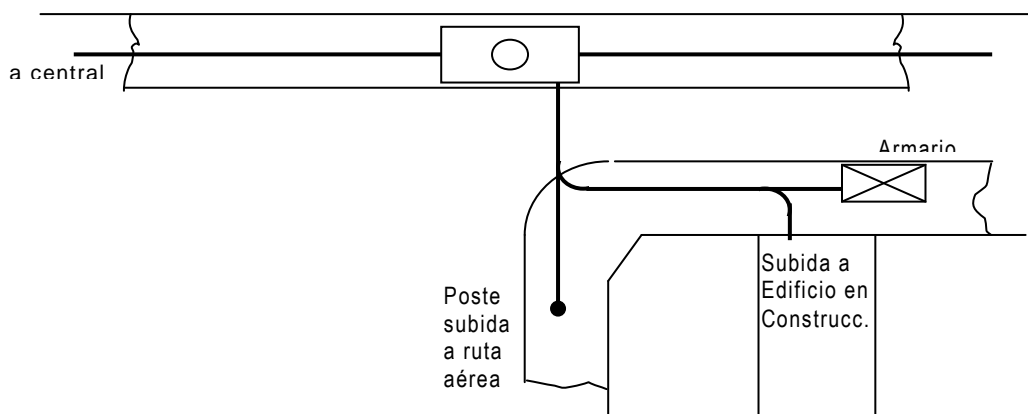


Fig. 24 - Subidas combinada a poste, edificio y armario

5. 2. 6. Cálculo de la cantidad de conductos

El cálculo de la cantidad de conductos deriva de la cantidad de pares requeridos de saturación al período de 10 años, más un número de conductos vacantes para mantenimiento y relevos probables a efectuar.

Debido a que no siempre los conductos son ocupados por cables de máxima capacidad en pares, se debe considerar un valor promedio ponderado, para el mismo. Podremos hacer un ejercicio de aplicación, donde se tiene en cuenta los sucesivos relevos de cables que se deberán efectuar sobre una ruta, en un período de 15 años, según el estudio de prognosis de la demanda efectuado.

Supongamos una demanda estimada a 5, 10 y 15 años, y un valor de ocupación del 90%, con el empleo de 300 prs como cable mínimo:

D5 = 954 abs. $954 / 0.90 = 1060$ prs.

D10 = 1187 abs. $1187 / 0.90 = 1319$ prs.

D15 = 11419 abs. $1419 / 0.90 = 1577$ prs.

El primer relevo se podrá servir colocando un cable de 300 prs y otro de 900 prs.

El segundo relevo se podrá servir colocando un cable de 300 prs.

El tercer relevo se podrá servir colocando un cable de 300 prs.

Se colocaron en los tres relevos de 5 años cada uno y a 15 años, un total de 4 cables con 1800 prs, es decir, un cable promedio calculado de: $1800 \text{ prs} / 4 = 450$ prs. El cable más próximo catalogado es de 600 prs, luego será $1800 \text{ prs} / 600 \text{ prs} = 3$ conductos.

Reservando 2 conductos vacantes, resulta una cañería de 5 conductos, por lo que se podrá adoptar la conformación en Sección 5V5.

Se tomará en cuenta la posibilidad de efectuar relevos retirando los cables de menor capacidad, colocando cables de capacidad que los sustituya, liberando así conductos.

También se podrá considerar en los cálculos efectuar canalizaciones principales de alimentación combinadas con canalizaciones de distribución auxiliares.

La cantidad de conductos vacantes dependerá de la formación de los conductos y de la sección adoptada.

Se debe dejar intercalados distribuidos en la formación, ya asignados como vacantes, los que no se deberán ocupar en los tendidos ordinarios. El valor de reserva según la importancia y total de conductos en su formación, podrá variar entre un 10% hasta un 50% de la conformación total.

CANTIDAD DE CONDUCTOS DE RESERVA

Cantidad de cables	Cantidad de conductos
hasta 15	1
16 á 30	2
31 á 45	3
más de 45	4

Se debe tener en cuenta, que las ampliaciones resultan siempre antieconómicas respecto a la de disponer conductos iniciales en exceso.

Una ampliación de cañería podrá significar la ampliación de las cámaras laterales.

5. 2. 7. Selección de clase y diámetro de los conductos

Lo más gravoso de las obras civiles para una planta externa es la canalización. Dentro de estos costos, las cañerías introducen varios factores incidentes: frecuencia de intervención en las obras, costos de la mano de obra, de los materiales y de los equipos.

En lo referente a la elección del tipo de conducto a emplear, se requiere que su material sea del más bajo costo, de alta resistencia y de fácil manejo. Debe de proveer una protección mecánica e hidráulica a los cables satisfactorios. El método de instalación también introduce similares importante factores incidentes: El terreno que soporta las instalaciones influye en la vida normal de estas, por lo que se requiere un minucioso análisis de las normas constructivas, del método de instalación y de las condiciones económicas que las involucren en cada caso.

Aunque actualmente los conductos de material plásticos son los universalmente utilizados, en circunstancias especiales se podrán emplear otras piezas, como ser en cruces de carreteras o sobre puentes, donde se requiere mayor protección mecánica contra excavadoras o la acción de los rayos infrarrojos del sol.

USO DE LOS CONDUCTOS

TIPO DE CONDUCTO	APLICACIÓN
De concreto	Terrenos secos
De PVC	Terrenos anegadizos
De Hierro	Protecciones en cruces

La elección de los diámetros a utilizar será función de los diámetros máximos de los cables normalizados. La sección del cable a instalar en conducto, no deberá resultar superior al 80% de la sección del mismo.

Es deseable tener la menor variedad de diámetros por lo que las Administraciones adoptan no más de dos posibilidades, por ejemplo para canalizaciones principales diámetros internos de 100 mm y para canalizaciones auxiliares de 80 mm. Se podrán utilizar conductos de PVC reforzado, en espesores de 3 á 4 mm, ó livianos con espesores de 1.5 mm, los que se usarán con recubrimientos de hormigón.

DIÁMETROS DE CABLES vs CONDUCTOS

Diámetro interior del conducto (mm)	Diámetro interior del conducto (pulgada)	Diámetro exterior del cable (mm)
104.2	4	de 67 á 90
80.9	3	de 52 á 66
66	2.5	de 39 á 51
54.4	2	hasta 38

5. 2. 8. Diseño de las cámaras

De la planta externa la canalización es el componente más gravoso, asimismo de las canalizaciones, las cámaras significan ser el constituyente más oneroso. Por ser de construcción especial y mano de obra exclusiva, se le debe prestar un análisis esmerado.

Se podría considerar a las cámaras como construcciones tan grande como una habitación en una casa, que para mayor dificultad se la entierra en una calle, acera o calzada.

Las cámaras deben prestar las funciones de operatividad a la red de cables, estar en concordancia con sus cañerías laterales y, además, debe prescribir cualidades específicas de hermeticidad y resistencia mecánica. Es antieconómico proveer cámaras diferentes a los requerimientos necesarios. Por ello se debe disponer diversos tipos con dimensiones acordes a las necesidades particulares.

Estas dimensiones se basan en el cálculo de capacidad para ubicar los empalmes y los cables sobre las paredes laterales, manteniendo las curvaturas con los radios mínimos recomendados, previendo los espacios reservados a modificaciones y el campo operativo para la realización de instalaciones, operaciones, pruebas y retiros necesarios de cables, empalmes y equipos dentro de la cámara.

Para cámaras especiales de grandes dimensiones para un número elevado de cables y empalme se podrán diseñar herrajes centrales, los que posibilitarán su mejor distribución. El cálculo de las dimensiones se realiza mediante un diagrama de la ocupación del número de cables y empalmes máximo a albergar, sobre las paredes laterales (Fig. 25).

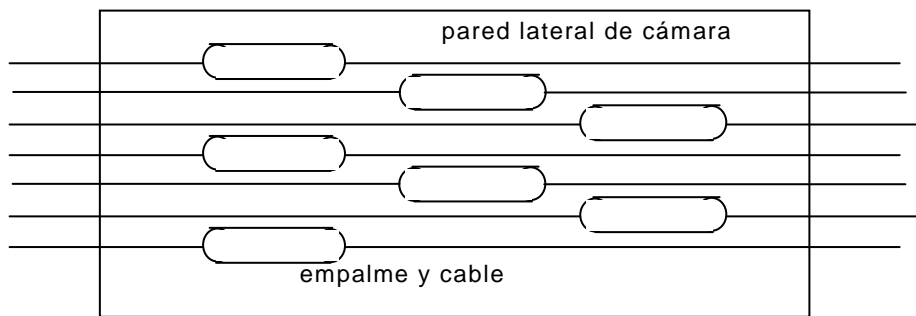


Fig. 25 - Estudio de la distribución de cables y empalmes en una cámara

Los formatos de las cámaras se diseñan de acuerdo a su función de tendido, para cables en dirección recta, de distribuidor lateral en una sola dirección, izquierda o derecha, o de derivación en los dos sentidos. Para las distribuciones laterales es conveniente proveer amplias ventanillas en las salidas de los cables, de forma que guíen a los mismos en una curvatura y recorrido suave.

El ingreso de las cañerías a las cámaras debe de acomodar los recorridos de los cables llevándolos sobre las paredes laterales, sin producirles curvaturas acentuadas. Las curvas de radio pequeño estrangulan internamente a los pares, generando altos valores de capacidad mutua e incluso faltas. Las cañerías podrán ingresar a las cámaras en doble formación donde cada uno de los conjuntos de conductos ingresa pegado a las paredes laterales.

Otra forma de evitar las curvas, es diseñar las cámaras en un formato donde las cañerías ingresan en un solo grupo sobre el centro de la pared cabecera y es la cámara la que se acomoda al recorrido que deberán efectuar los cables, mediante una estructura "tipo ataúd" (Fig. 26).

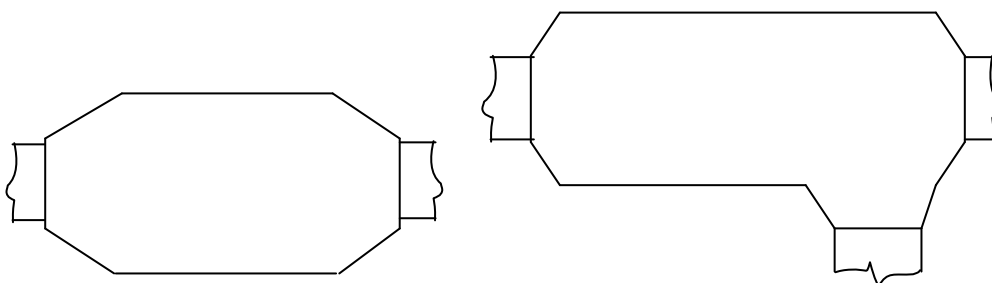


Fig. 26 - Distintos formatos a normalizar

Es conveniente disponer de brocales de acceso amplios y cómodos. Se adopta tapas de cámaras redondas para evitar su caída dentro de la cámara. Se deben proveer pozos sumideros para la evacuación del agua por filtraciones del terreno. Estos sumideros se ubicarán en lugares que no moleste la colocación de escaleras de acceso.

La capacidad de la cámara se determina basándose en el número de conductos proyectados a 10, 15 o más años, según política adoptada por la Administración. No hace mucho tiempo, solamente unos 15 años el criterio era prever antes que rehacer, luego con la revolución informática de acelerada evolución y la política comercial globalizada, los conceptos cambiaron.

Si antes los Planes Fundamentales consideraban para las obras civiles cifras referenciales de 20 y 40 años, ahora las Administraciones con fines comerciales de bajas inversiones, con la más alta rentabilidad, fijan períodos menores de 10 años o 15 años.

El criterio expreso de estas Administraciones, apunta que más allá de los 10 años no se podrá saber que sucederá. Sin embargo, un país como China diseña los servicios de sus nuevas ciudades a 40 años.

Un criterio podrá ser diferenciar las áreas, en urbanas céntricas y suburbanas o rural. Si construimos cañerías con un número de conductos a 15 años, las cámaras deberán albergar el doble de esa cantidad, en zonas céntricas, mientras que en zonas apartadas donde no se espera desarrollo, podrá acoger 1.5 veces ese valor.

Se recuerda que la zona más peligrosa en tomar un alto grado de desarrollo, lo constituye si tiene una gran cantidad de terrenos no edificados. En diseños que se constituye plantel subterráneo, solamente por cuestiones normativas estéticas, el formato y capacidad de las cámaras será función directa de los conductos de distribución, sin adicionar reserva alguna. Si esta situada sobre una autopista con alto tráfico vehicular al ser de difícil reingeniería, deberá disponer de mayor reserva en espacio interior.

Podrá presentarse la circunstancia, de una cañería con una profundidad mayor a las establecidas, en correspondencia a las profundidades de las cámaras. En esta situación, es conveniente disminuir la tapada de la cañería produciendo una pendiente aproximada del 10 % y desplazando la cámara, evitando que esta sea muy profunda. De ser posible el conveniente escurrimiento del agua se podrá practicar en la cámara del otro extremo de la cañería.

5. 2. 9. Ubicación de las cámaras

Es conveniente que las cámaras se encuentren ubicadas en las esquinas, para permitir la construcción de salidas laterales de cañerías en forma recta, evitando la construcción de curvas innecesarias, que complican la obra y dificultan el tendido de los cables.

Se tendrá en cuenta la ubicación de las cámaras. Sus locaciones en el terreno respecto a los cordones y a las calles laterales, debe cumplir ciertos requisitos:

- Alineada a canalizaciones laterales principales y sus bifurcaciones.
- Que facilite el acceso de las cañerías auxiliares laterales.
- Acceso del personal de instalación, pruebas y operación, fácil y segura.
- Estacionamiento practicable de los camiones tiracables.
- No cause problemas de desmoronamiento, derrumbes, evacuación de aguas, etc.
- Reduzca a un mínimo los riesgos por circulación vehicular y peatonal.
- Adoptar sitios donde el costo de reparación de pistas y/o veredas sea mínimo.
- Lugares que menos dificulte el paso a peatones y/o vehículos.
- En caso de pendientes pronunciadas prever la ubicación de los camiones tiracables.

Respecto a las dimensiones internas y formatos a diseñar, son varios los factores a tener en cuenta con relación a satisfacer sus funciones:

- Número de conductos que llegan a la cámara.
- Capacidad máxima en pares de los cables a operar.
- Curvatura admisible de los cables.
- Recorridos de los cables
- Cantidad y volumen de los empalmes a alojar.
- Ubicación de los empalmes.
- Espacio de operatividad de los empalmes.
- Instalación, alojamiento y retiro de equipos (moduladores, repetidores, etc).
- Formato y espacio que facilite instalación y retiro de los cables en cañerías.

5. 2. 10. Canalización de acceso a central

Las salidas de las redes desde una central, se efectúan ordinariamente por cañerías. En circunstancias de una central rural o de muy baja concurrencia de pares, se emplean cables de salida aéreos. En estos casos no se superará la norma de cables máximos en rutas aéreas.

Otra posibilidad la presta una circunstancia contrapuesta, de muy alta demanda de pares, en donde una cañería habitual no podrá dar cabida a un muy alto número de cables de entrada ala central.

En ese caso particular, se prolonga la construcción interna del edificio dedicada a albergar los cables de entrada, comúnmente llamada túnel o galería de cables, extendiéndola hasta una o ambas cámaras ubicadas en las esquinas de la manzana de la central.

Comúnmente, las capacidades en conductos de entrada y de las cámaras frente a la oficina central y sus laterales hasta las esquinas de su manzana, se calcularán al valor final de ocupación del edificio de la central. Por ejemplo de 5.000, 10.000, 20.000, 30.000 y 40.000 líneas.

Estas cámaras, denominadas ordinariamente, "cámara frente a oficina", se podrán, en caso de ser muy alto el número de cables de entrada, unir al túnel de cables de la central, separándolo solo por una puerta reja de entrada, por mayor seguridad del acceso al edificio de la central.

En casos de centrales de mediana capacidad, siempre se preferirá ubicarla en la vereda opuesta a la central, permitiendo así la posibilidad de efectuar fácilmente futuras ampliaciones. Se mantiene de esta manera, la norma de construcción sobre la vereda opuesta más alejada a la central.

Esta norma prevé efectuar a favor de oficina, las subidas a manzanas, a los armarios y las extensiones a rutas aéreas.

Cada cámara tiene un formato acorde a la distribución y ubicación de los cables y empalmes, a su fácil instalación, operación y retiro.

En los casos de las cámaras frente a oficina, su formato corresponde a este criterio, tomando un formato en V, que facilite el tendidos de los cables desde las cámaras ubicadas en las esquinas y penetren fácilmente al túnel de cables de la central (Fig. 27).

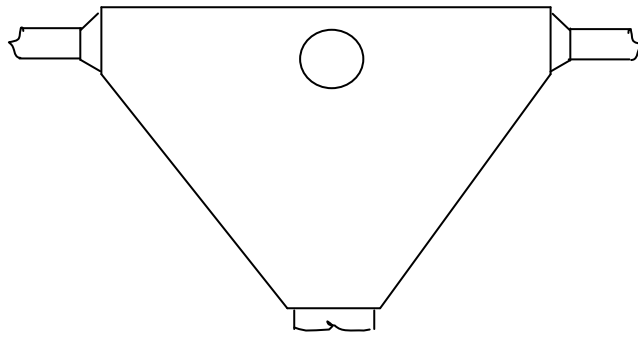


Fig. 27 - Formato en V de una cámara frente a oficina

La numeración de los conductos de una cañería principal se efectúa siempre mirándola manteniendo la espalada hacia la central, desde izquierda a derecha y de arriba hacia abajo. El mismo método se aplica para los conductos de entrada a la central. La asignación del número de cable, se realiza tomando la numeración del conducto que emplea como entrada a la central. El cable que pasa por el conducto de entrada número 10, toma este número y se lo individualizará como cable #10 (Fig. 28).

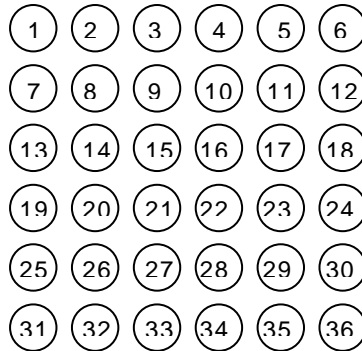


Fig. 28 -Numeración de conductos en ventanilla de entrada a central

Como en el resto de las cañerías de la red subterránea, en la entrada a oficina también se dejan reservados conductos en previsión de reemplazos de cables por mantenimiento, o necesidades de relevos de cables (Fig. 29).

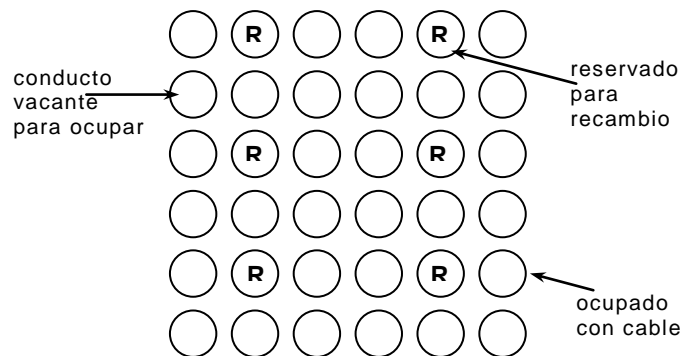


Fig. 29 - Conductos clasificados como ocupados, vacantes y reservados

La secuencia de colocación de cables se realiza según un orden prefijado para su mejor acomodación en el Repartidor General de la central.

Los cables de enlace entre centrales tienen reservados las capas de conductos inferiores, pues suben primeros a los verticales anteriores del repartidor. Tomaran de esta forma en las cámaras, la posición inferior siempre más protegida. En caso de ser cables de fibra óptica, ingresan a la sala de conversión optoeléctrica regresando como multipares ubicándose en ls verticales (Fig. 30).

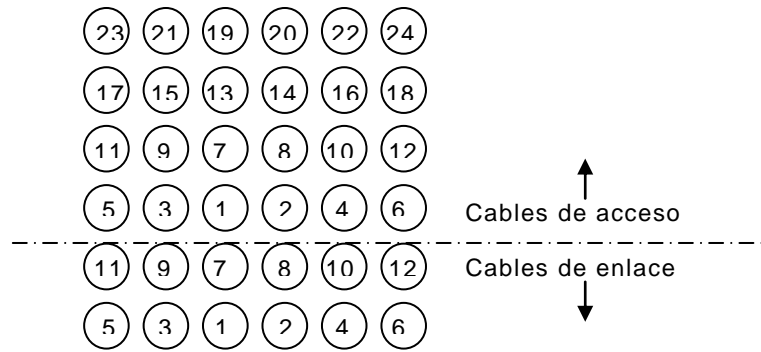


Fig. 30 - Secuencia de instalación de los cables

La cantidad de pares de entrada total a la oficina central, correspondiente a la red de acceso y de enlace, estará en relación con el número de líneas conmutadas y fijas programadas como capacidad final de la central.

5. 2. 11. Acondicionamiento de los cables

Los cables en las cámaras deben estar perfectamente acondicionados en sus respectivos soportes sobre las paredes o en herrajes centrales. Se prestará la máxima atención en respetarse los radios mínimos recomendados a los efectos de mantener y mejorar su operatividad y los valores admisibles de transmisión.

Con el fin de que no se produzcan congestiones a través del tiempo en la cámara por mal acondicionamiento de los cables, se dejarán espacios reservados en los soportes de las cámaras. Estos espacios estarán en correspondencia con los conductos dejados vacantes cada 1 ó 2 filas de la cañería, a los efectos de ser utilizados estos en casos de reemplazo de cables. Se hace notar que en caso de producirse la necesidad de usar estos ductos vacantes, se tendrá en cuenta que una cañería se la considera completa aún cuando reste un solo conducto vacante. En esa ocurrencia se deberá proyectar la ampliación de la cañería.

En las cámaras DV es necesario que el cable dé una vuelta en el interior de la cámara antes de su egreso, facilitando la intervención en el empalme. Estas cámaras DV no deben ser muy profundas para permitir empalmar los cables fuera de la misma. En cámaras mayores se seguirá el criterio de efectuar recorridos de los cables con cierta riqueza y siempre poder realizar el empalme evitando el sentido contra oficina (Fig. 31).

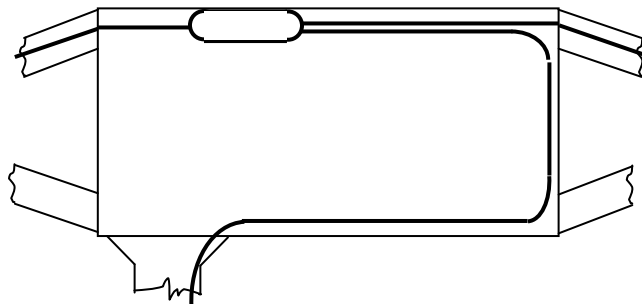


Fig. 31 - Recorrido de cable en cámara

5. 3. Normativa de la Ingeniería de Obra Civil

Complementando lo indicado antes como pautas de diseño, se ilustra como guía, un resumen de las normas aplicadas por Telecom de Argentina.

Esta norma completa en forma práctica lo antedicho, estando ésta en correspondencia con los principios y criterios establecidos precedentemente.

5. 3. 1. Cañería subterránea de acometida

Se adoptarán diferentes alternativas, como caso A y caso B, para optimizar la acometida subterránea en cañería, desde la cámara o armario a la manzana:

En el Caso A, se permite hacer subidas desde la cámara de armario o desde el mismo armario, directamente hasta el punto de distribución en manzana (Fig. 32).

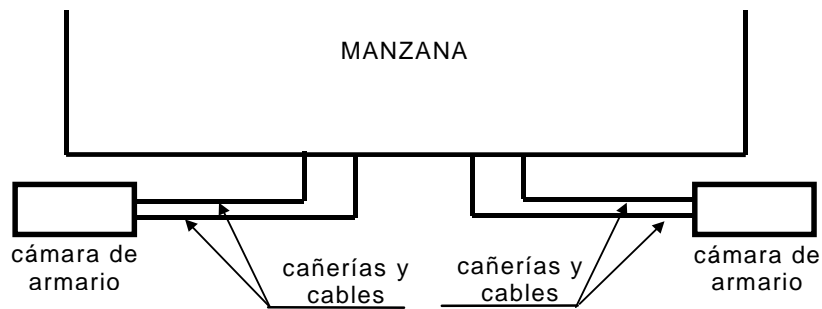


Fig. 32 - Subidas a manzana desde cámaras de armario

El Caso B, se utiliza cuando queda limitada la cantidad de salidas en la cámara de armario y sea necesario colocar nuevas acometidas a manzana. En esta ocurrencia, es conveniente construir una cámara auxiliar y efectuar la acometida desde allí.

También se recurre a esta solución, cuando se demanda que la acometida cubra una distancia excesiva (Fig. 33).

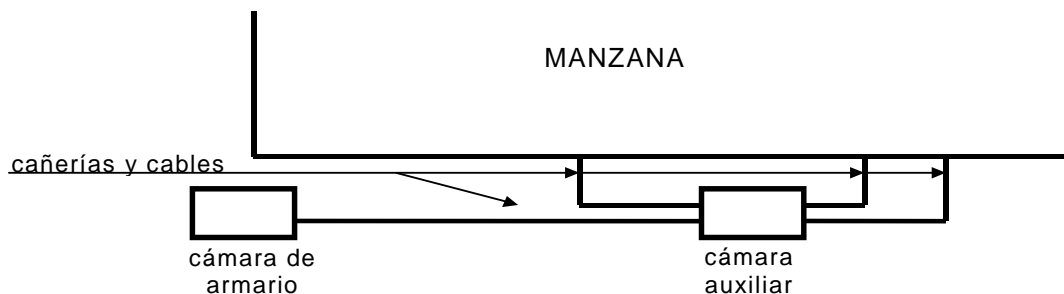


Fig. 33 - Subidas a manzana con cámara auxiliar

Criterios adoptados

Es conveniente colocar como máximo dos subidas directas desde el armario o cámara hacia una misma dirección (Fig. 34).

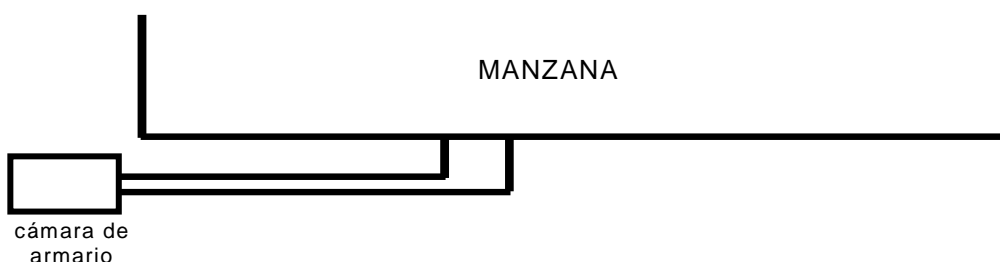


Fig. 34 - Colocar como máximo dos subidas directas

La distancia entre la cámara frente al armario y la cámara auxiliar (o entre cámaras auxiliares) no debe ser inferior a 30 m. Se podrá, según convenga, combinar estas posibilidades (Fig. 35).

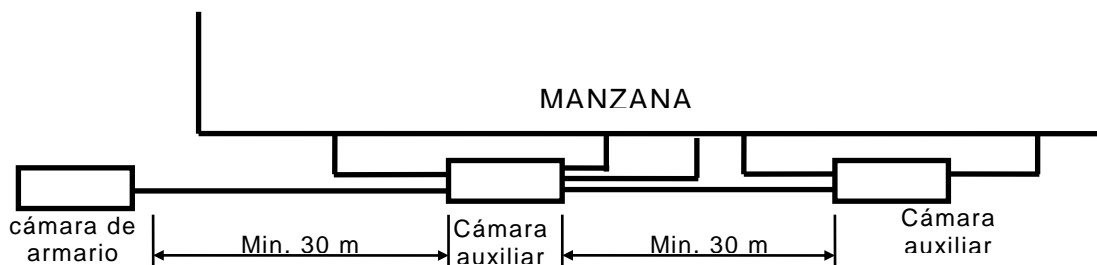


Fig. 35 - Distancias mínimas entre cámaras

Los cables secundarios podrán, en casos particulares, ocupar cámaras y cañerías principales superando la capacidad de 200-0.40 pares. Las cañerías auxiliares que alojarán los cables secundarios, hasta 200-0.40, se construirán con caños de PVC con un diámetro interior de 45.2 mm. En caso de superarse la capacidad citada, se usarán caños de PVC de 87 mm de diámetro interior (Fig. 36).

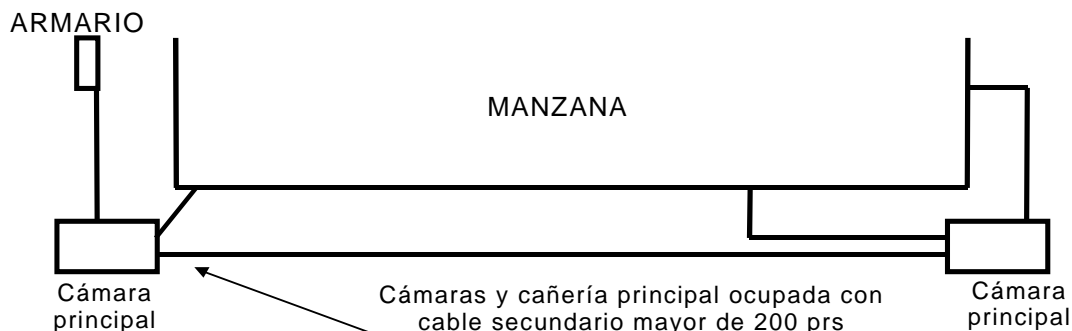


Fig. 36 - Canalización con cables mayores a 200 prs

5. 3. 2. Métodos constructivos de cañerías

Las instalaciones del plantel subterráneo, respecto al método de instalación las podremos diferenciar en dos grupos:

- 1) Colocadas con recubrimiento de arena.
- 2) Colocación con recubrimientos de hormigón.

El primer método, con recubrimiento de arena, se emplea para instalar cables, pantallas, conductos individuales y en formación multitubular.

Este primer método se cataloga en seis tipos constructivos diferentes:

- Tipo CUV - Enterrado directo de un tubo, por medio de máquina subsoladora.
- Tipo TO2 - En trinchera por medio de una máquina zanjadora, un tubo, hasta 20 cm.
- Tipo TO3 - En trincheras por medios manuales, un tubo, de 0.20 cm a 0.30 cm.
- Tipo V - Zanjeo mecánico de 0.20 cm, multitubular, de 45.2 /50 mm.
- Tipo H - Zanjeo manual de 0.30 cm, multitubular, de 45.2 /50 mm y 87/92.
- Tipo F - Zanjeo manual de 0.40 cm, multitubular, de 87/92 mm.

El segundo método, con recubrimientos de hormigón, lo podremos catalogar en tres tipos constructivos diferentes:

Tipo A) Se apilan tubos de PVC de 87/92, en capas superpuestas de 4 Bcs, formando una malla recubierta de hormigón. Se utiliza en la sección de llegadas a las cámaras y cuando los radios de curvatura son iguales o superiores a los 20 m.

Tipo B) Se apilan tubos de PVC de 87/92 mm, efectuando el desplazamiento de las filas verticales por medio de la inserción alternada de tubos de PVC, en la capa inferior, de diámetro exterior de 50 mm. Se recubren las capas de hormigón. Se utiliza en la sección intermedia de la cañería.

Tipo C) Superposición de capas horizontales de tubos montados sobre peines, formando una malla cuadrada, con una separación de 3 cm entre ellas, que se rellena y cubre con hormigón. Se utiliza en calzadas o cruces de calles

5. 3. 3. Enterrado directo con cuchilla (CUV)

Según el método por enterrado directo, se instala las infraestructuras por medio de una máquina subsoladora que consta de una cuchilla, la cuál abre un surco en la tierra y va instalando el cable a medida que avanza.

El método de colocación por enterrado se emplea para la instalación de cables multipares, cables de fibra óptica, con conductor para toma de tierra, pantalla protectora o de aviso, tubo de polietileno o tritubo dispuesto en forma vertical (Fig. 37):

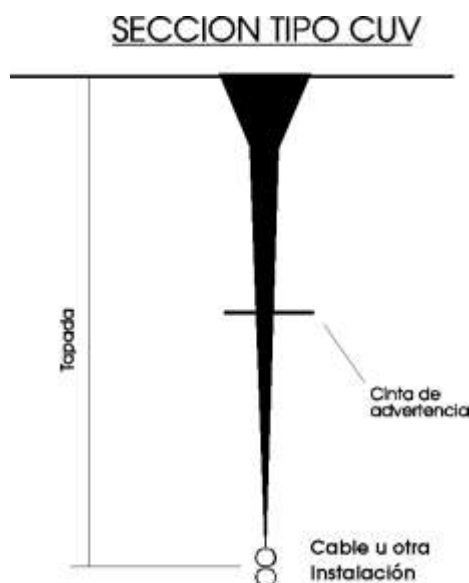


Fig.37 - Instalación por enterrado directo

La colocación por enterrado directo con máquina subsoladora, se utiliza expresamente en zonas rurales y semirurales, donde el suelo se encuentra libre de obstáculos. Se localiza en el Estándar de Valorización, en función a la tapada, con la designación CUV.

5. 3. 4. Colocación en trinchera de hasta 0,20 m (TO2)

El método de colocación en trinchera de hasta 0,20 m, consiste en realizar una zanja de hasta 20 cm de ancho por medio de una retroexcavadora, zanjadora u otro medio mecánico, para luego instalar las infraestructuras directamente enterradas, con recubrimiento de arena, a la profundidad requerida.

Se emplea este método de instalación en zonas rurales, semirurales y suburbanas de baja densidad edilicia, donde el subsuelo se encuentra prácticamente libre o con muy pocos obstáculos y generalmente hay pocas veredas recubiertas con pavimento.

Se encuentra valorizada en el estándar con la designación TO2 (Fig. 38).

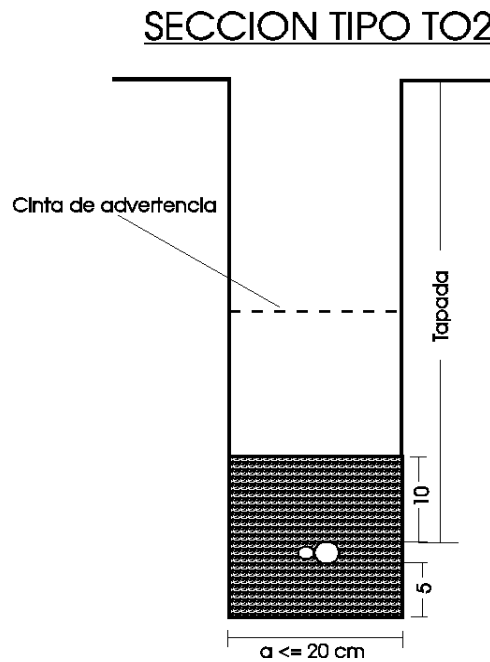


Fig.38 - Trinchera de hasta 0,20 m

5. 3. 5. Colocación en trinchera de 0,20 m a 0,30 m (TO3)

La colocación en trinchera desde 0,20 m a 0,30 m, consiste en realizar una zanja de 20 á 30 cm de ancho, por medios manuales instalando las infraestructuras directamente enterradas y con recubrimiento de arena. Se emplea este método de instalación, en zonas suburbanas o urbanas.

Es importante emplear esta técnica cuando se hayan agotado todas las posibilidades para el empleo de la técnica mecanizada TO2. Se emplea en distancias prudencialmente cortas y debe contar con el aval de una Orden de Servicio.

Se encuentra en el Estándar de Valorización, con la designación TO3 (Fig. 39).

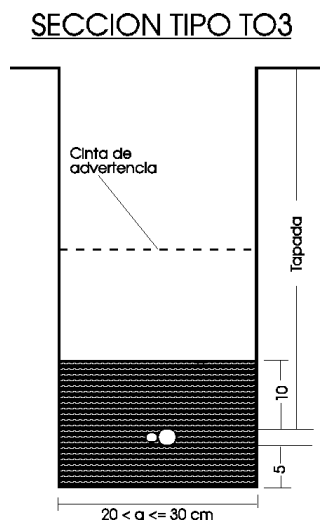


Fig. 39 - Trinchera de 0,20 m a 0,30 m

5. 3. 6. Multitubulares en arena (2V5 á 7V5)

La canalización Tipo V se caracteriza por el ancho estrecho de zanja en 20 cm, y la disposición vertical de los tubos en el interior de la misma.

Consiste en realizar la cañería con caños de PVC de 45.2 /50 mm de diámetro, contenidos en un dado de arena alojado en una zanja de un ancho de 20 cm, realizada por medio de una retroexcavadora, zanjadora u otro medio mecánico.

Este método de instalación se emplea en zonas suburbanas de baja densidad edilicia, donde el subsuelo se encuentra usualmente libre o con muy pocos obstáculos. En ellas generalmente hay pocas veredas recubiertas con pavimento. Están normalizadas de 2 Bcs. hasta 7 Bcs., e identificadas en el Estándar de Valorización como: 2V5 - 3V5 - 5V5 - 7V5 (Fig. 40).

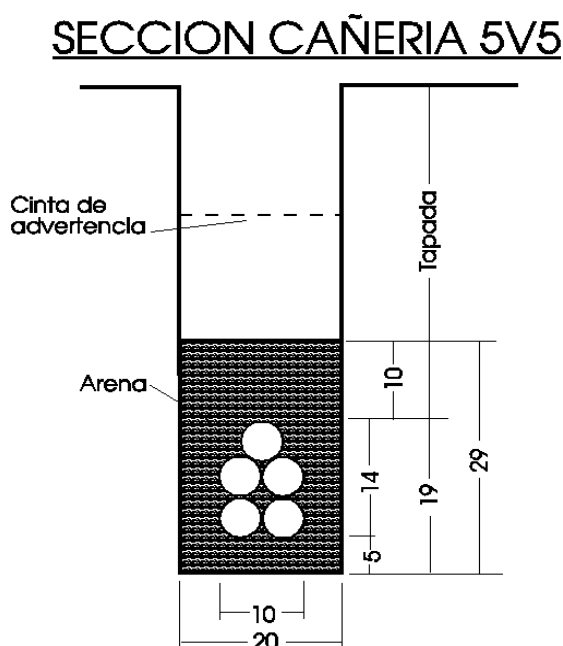


Fig. 40 - Multitubulares (50 mm) en arena, zanja de 20 cm

5. 3. 7. Multitubulares en arena (2H5 á 15H5 y 3H9, 4H9)

Para la canalización tipo H, el ancho de zanja establecido es de 30 cm, en una disposición horizontal de los tubos.

Consiste en realizar la cañería con caños de PVC de 45.2/50 mm de diámetro, contenidos en un dado de arena, alojado en una zanja de un ancho de 30 cm.

Generalmente se realiza por medios manuales, debido a la cantidad de obstáculos que se encuentran en el subsuelo, no permitiendo el empleo de un medio mecánico.

Se emplea este método de instalación en zonas urbanas céntricas y suburbanas, donde el subsuelo suele estar congestionado por otros servicios y la superficie está casi totalmente pavimentada.

Su construcción está normalizada, de 2 Bcs. hasta 15 Bcs. Se identifica en el Estándar de Valorización como: 2H5 - 3H5 - 5H5 - 7H5 - 9H5 - 12H5 - 15H5.

Por otra parte, existen dos tipos de cañerías con diámetros combinados de 45.2 /50 mm y 87 /90 mm, identificadas como: 3H9 - 4H9 (Fig. 41).

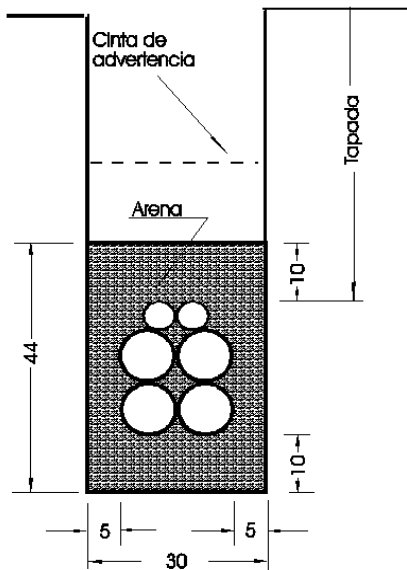
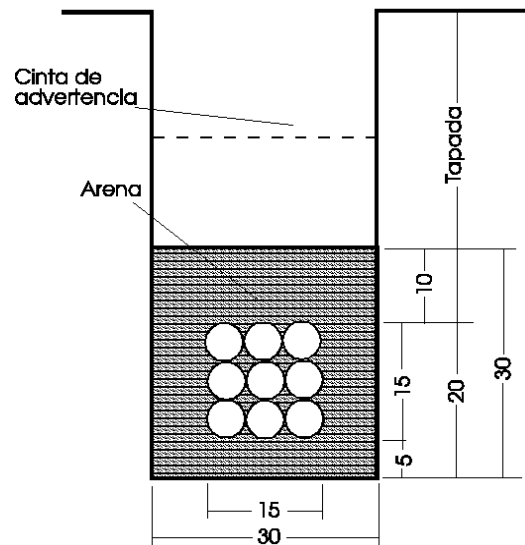
SECCION CAÑERIA 4H9SECCION CAÑERIA 9H5

Fig. 41 - Multitubulares (50 mm) en arena, zanja de 30 cm

5. 3. 8. Multitubulares en arena (2F9, 4F9, 6F9)

La canalización tipo F está constituida por tubos de PVC de diámetro 87/92 mm, limitada a dos capas de tubos con un máximo de 6 Bcs.

Se caracteriza por la forma de apilamiento, la que se constituye mediante superposición de dos capas horizontales de tubos, formando una malla cuadrada.

Esta malla se realiza, sobre un piso de 10 cm de arena, recubiertos los laterales en todo el ancho de zanja y la superficie con un espesor de 10 cm de arena.

Está normalizada en 2 Bcs 4 Bcs y 6 Bcs identificada como 2F9 - 4F9 y 6F9 (Fig. 42).

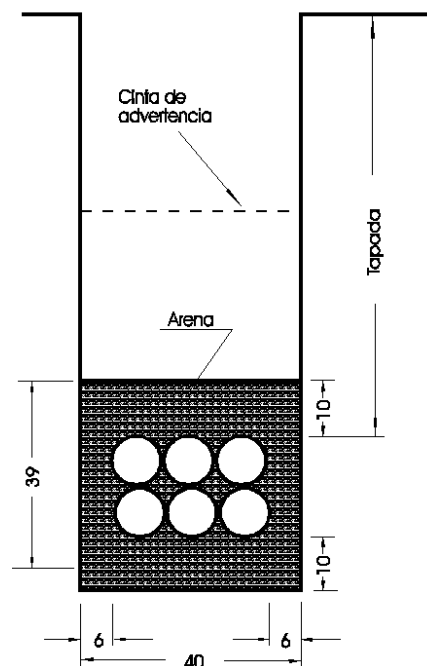
SECCION CAÑERIA 6F9

Fig. 42 - Multitubulares (92 mm) en arena, zanja de 40 cm

5. 3. 9. Multitubulares hormigonada Tipo A

Las canalizaciones Tipo A, se caracterizan por la forma de apilamiento que se constituye mediante superposición de capas horizontales de tubos de diámetro 87/92 mm, que forman una malla cuadrada sin interposición de hormigón entre ellos.

El número de capas está limitado a 3 y cada capa comprende 4 tubos como máximo.

Está normalizada de 4 Bcs a 12 Bcs, identificada como A04 - A06 - A08 - A12 (Fig. 43).

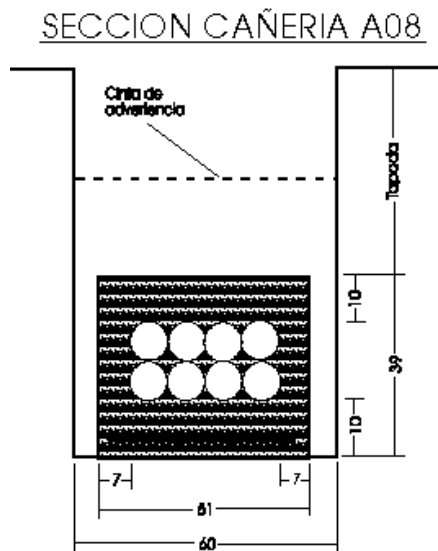


Fig. 43 - Multitubulares hormigonada Tipo A

5. 3. 10. Multitubular hormigonada Tipo B

En la canalización Tipo B, se realiza el apilamiento efectuando el desplazamiento de las filas verticales de tubos de diámetro 87/92 mm, por medio de la inserción alternada de tubos de PVC, de diámetro exterior de 50 mm.

Quedan conformadas así, mallas triangulares, sin hormigón entre ellos. Se emplea para canalizaciones de 16 y 20 Bcs, identificado como B16 - B20 (Fig. 44).

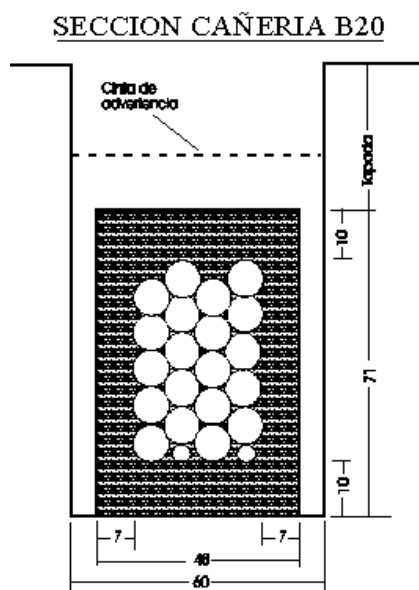


Fig. 44 - Multitubulares hormigonada Tipo B

5. 3. 11. Multitubular hormigonada Tipo C

Se utiliza la cañería Tipo C en las llegadas a las cámaras y cuando los radios de curvatura son inferiores a los 20 m. Consiste en la superposición de capas horizontales de tubos montados sobre peines, manteniendo una separación de 3 cm entre ellos formando una malla cuadrada.

Se recubre y rellena el espacio entre capas con hormigón (Fig. 45).

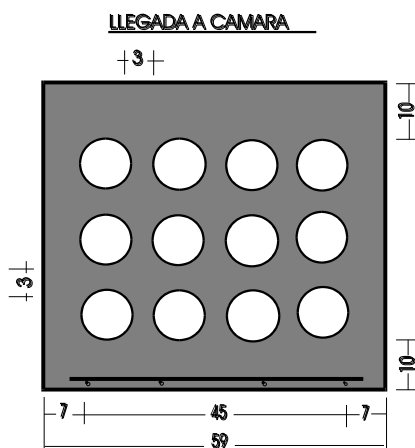


Fig. 45 - Multitubulares hormigonada Tipo C

5. 3. 12. Entubado con tres monoconductos

El entubado con tres monoconductos, consiste en colocar 3 subconductos de un diámetro de aproximadamente 33 mm dentro del tubo existente de 87 mm de diámetro interior.

El entubado se asemeja a la instalación de un cable en cañería. Se proveen en un mismo carrete enrollados en conformaciones de 3 monoconductos (Fig. 46).



Fig. 46 - Subconductos

5. 3. 13. Tritubos adicionales

Se designa como tritubos adicionales el agregado, de uno ó más tritubos durante la ejecución de una obra normalizada de cañería.

Su valorización se los considera suplementarios a la cañería que se construye (Fig. 47).

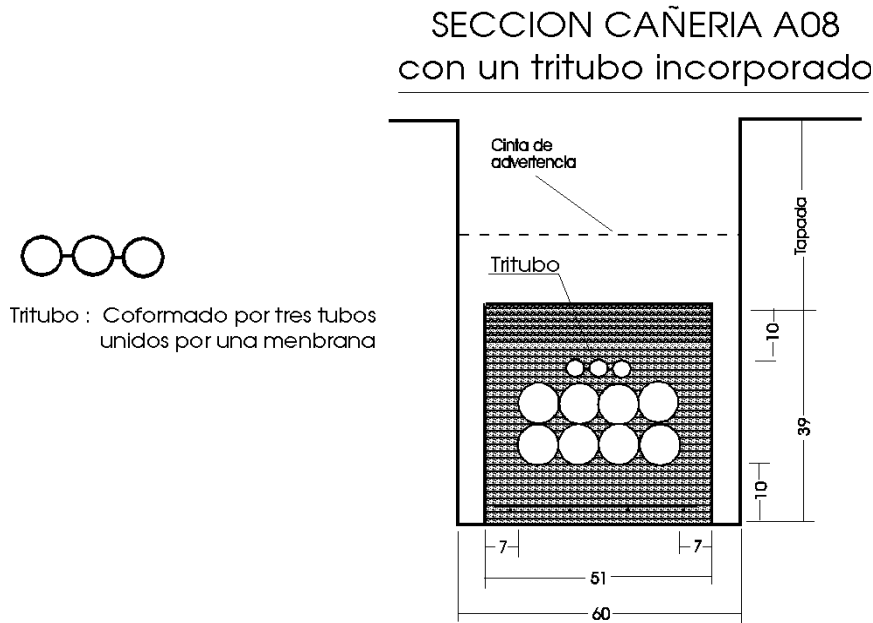


Fig. 47 - Tritubo adicional

5. 3. 14. Tunnelado dirigido

El tunnelado dirigido, o perforación horizontal dirigida HDD (Horizontal Directional Drill), es un sistema utilizado para instalar sin zanjas, nuevas cañerías, minimizando las roturas de veredas o pavimentos, interrupciones molestas y la alteración del ambiente.

Tras el análisis del suelo a atravesar, esta tecnología opera mediante una máquina-tunelera (topo) que perfora el suelo en forma horizontal utilizando barras, desde un pozo de entrada y guiada por un "localizador electrónico" que desde la superficie indica la posición de la perforación.

Veamos la operación practicada con la máquina tunelera: Mediante la combinación de empuje hidráulico, torsión rotacional, correcto caudal y viscosidad de los fluidos de perforación, mas la posible utilización del martillo percutor, producir una perforación piloto, en un proceso suave y altamente eficiente.

Los fluidos de perforación son aditivos utilizados para mantener el túnel, formando una capa que genera la estabilización del suelo evitando el derrumbamiento de la perforación. También facilita el trabajo de perforación, lubricando la instalación de la cañería para evitar que el lodo se pegue a las barras.

Mientras que el empuje hidráulico junto con la rotación constante conduce a una perforación recta, el empuje hidráulico y/o el impacto del martillo percutor sin rotación alguna, conduce a un horadamiento de trayecto curvo siguiendo la superficie angular del cabezal de perforación. El avance del excavado se realiza acoplando barras tiradoras de diferentes longitudes.

Existen distintos cabezales a fin de facilitar la perforación en condiciones de suelo variables. Una sonda transmisora incorporada en el cabezal de perforación, permite la localización constante de dicho cabezal en cuanto a su posición, profundidad e inclinación en el terreno, siendo estos datos la base para cada perforación dirigida.

Todos los datos son registrados en un informe de perforación para referencia futura. Finalizado el cruce "de ida" y alcanzado el pozo de salida en el extremo de las barras, se sujeta un expansor (para ensanchar el túnel) y la tubería a instalar y por fin, al recogerse las barras "de vuelta", el emplazamiento queda colocado bajo tierra.

En el empleo de este método, se debe tener muy en cuenta la flexibilidad del material componente de la cañería a colocarse, ya que la tunelera realiza bajo tierra un trazado necesariamente "sinuoso" para lo cual el polietileno resulta adecuado dado que su flexibilidad le permite realizar curvas y bordear obstáculos. Las máquinas tuneleras poseen una cabeza inteligente que puede ser controlada por medio de un sensor a nivel del piso. Este cabezal envía una señal al sensor, el que actúa una alarma, advirtiendo a los operadores que se detecta una obstrucción (Fig. 48).

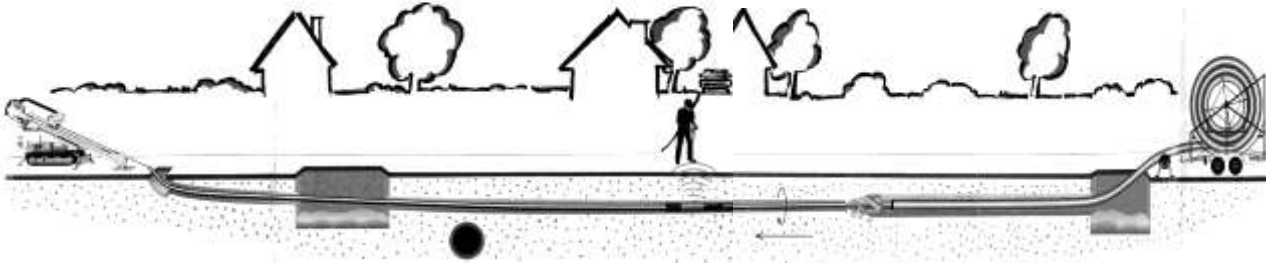


Fig. 48 - Método de tunelado dirigido

VENTAJAS

Este tipo de instalación presenta las siguientes ventajas, respecto del método tradicional:

- Mínima rotura de veredas y menor impacto ambiental.
- Mayor seguridad para el personal interviniente.
- Menor peligro para la seguridad de terceras personas.
- Baja posibilidad de futuros hundimientos por incorrecta compactación de zanjas.
- Velocidad de instalación.
- Aconsejable en cruces de obstáculos como ríos, vías de ferrocarril, autopistas, etc.
- Reducida cantidad de personal.
- Mejora de la imagen de la Compañía.
- Mínima interrupción en el tránsito.
- Inexistencia de ruidos por martillos neumáticos en roturas de veredas y pavimentos.
- Reducción en sus reparaciones, de cambios de tipo y colores de veredas.

DESVENTAJAS

Las desventajas están dadas, por los obstáculos que pueden encontrarse a lo largo del recorrido de la perforación y que pueden ser:

Con obstáculos menores: cuando corresponde a aquellos lugares despoblados de servicios, ya que dichos obstáculos solos se limitarían a características propias del terreno como piedras, raíces de árboles, etc.

Con obstáculos mayores: Si se trata de una zona saturada de prestaciones que obliga al uso de la herramienta de detección como el "Georadar", con el incremento en el costo que ello implica, ya que la Información proveniente de las empresas de servicios resulta poco confiable (planos que no coinciden con la ubicación real de las cañerías).

Por otra parte y aunque se intente minimizar estos últimos riesgos trabajando a una profundidad en la que se estima que no habría interferencias, al tomar la perforación una pendiente en elevación hacia las cámaras, queda expuesta a dichos inconvenientes a lo largo de una distancia que no resulta despreciable.

CRITERIOS

Si bien cada proyecto en pro de la conveniencia de emplear o no la técnica por tunelado dirigido, requiere de un estudio particular, a modo de referencia se indican las siguientes consideraciones generales:

1°) El tunelado dirigido debe aplicarse en todos aquellos lugares en los que por exigencias gubernamentales o particularidades geográficas no se permita o no sea posible la construcción a cielo abierto (cruce de avenidas, aeropuertos, vías férreas, arroyos, etc.).

2°) En condiciones normales con veredas de mosaicos y tapadas de 0.60 m, la técnica que aquí tratamos resulta más económica que la de forma tradicional, aun incluyendo dentro de la misma el empleo del Georadar.

Para decidir la implementación de esta técnica y teniendo en cuenta que en una ruta debe construirse una sola cañería (coexistencia de primario y secundario), es necesario efectuar una evaluación económica entre aquella y el método tradicional, sopesando elementos de juicio tales como:

- Existencia de servicios
- Cantidad de cañerías a colocar
- Tipo de zona (urbana o suburbana)
- Exigencias de organismos gubernamentales
- Profundidad o tapada
- Cantidad de roturas y reparación de veredas
- Zonas anegadizas

5. 3. 15. Excavación localizada para empalmes

La excavación normalizada, se refiere a realizar empalmes derechos o divididos en cables enterrados o tareas en puntos localizados de una ruta subterránea. Esta identificada en el Estándar de Valorización como: EXC (Fig. 49).

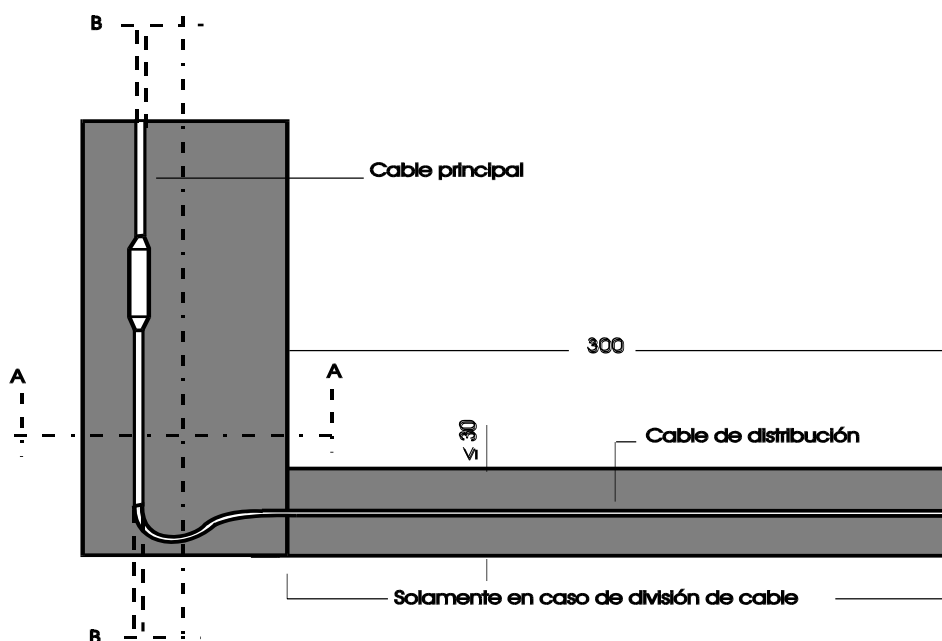


Fig. 49 - Excavación para empalmes

5. 3. 16. Conductos suplementarios

Los conductos suplementarios son aquellos que se emplean para realizar una acometida a manzana, ruta aérea, o edificio. Los mismos salen de la cámara auxiliar o principal, sin llegar a la otra cámara.

También se aplica esta denominación cuando se debe realizar un agregado de bocas a la construcción de una obra normalizada de cañería. Esta se encuentra limitada a un máximo de dos bocas.

5. 3. 17. Cámaras subterráneas

Las cámaras son obras civiles subterráneas, destinadas a permitir la instalación, conexión y retiro de los cables, como de la operación de los empalmes y equipos alojados en ellas. Estas podrán ser del tipo totalmente abiertas o del tipo cerradas con acceso a través de un brocal.

El brocal estará situado sobre la cámara, alineado a los ejes longitudinales de las cañerías, a fin de facilitar el tiro en la instalación de los cables. En casos especiales podrá estar desplazado de la misma.

5. 3. 18. Cámara Tipo con Losa (RP1 á RP4 y LP1 á LP4)

Las cámaras tipo con losa, son cámaras fundamentalmente utilizadas en la red primaria.

Las cámaras normalizadas, son construidas en hormigón armado de dimensiones predefinidas. Cuando las dimensiones no concuerdan con las definidas, se denominan cámaras no normalizadas y se valorizan con la normalizada más próxima.

Cuando las dimensiones son muy superiores con respecto a la cámara normalizada más grande, o cuando la profundidad de la misma supera los 4.20 m, se las considera como cámaras fuera de norma y se las valoriza como tales.

Existen cuatro cámaras normalizadas de este tipo. Están identificadas en el Estándar de Valorización como: RP1 - RP2 - RP3 - RP4 (Fig. 50).

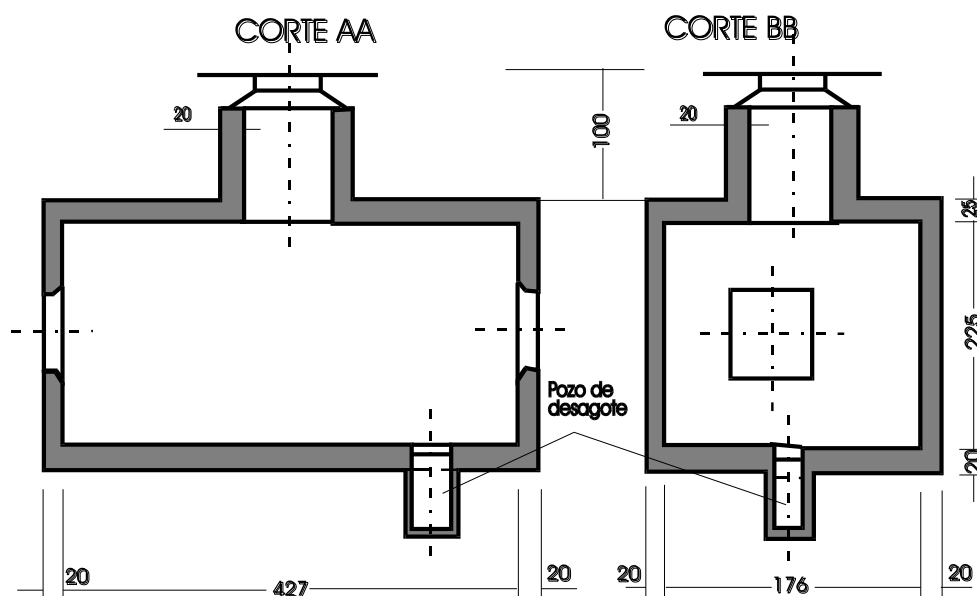


Fig. 50 - Cámara con losa

En casos especiales en que se encuentre la cámara en calzada y no se autorice o no se pueda ubicar el brocal en la calzada, se pueden emplear las cámaras LP1, LP2, LP3, ó LP4; que permiten la ubicación del brocal en vereda quedando la cámara con el acceso lateral.

Las cámaras frente a oficina se encuentran en el Estándar de Valorización con una tabla de equivalencias para su valorización.

5. 3. 19. Cámaras sobre vereda destapables (DV1 á DV7)

Se encuentran normalizadas siete tipos de cámaras para uso en vereda y están identificadas como: DV1 - DV2 - DV3 - DV4 - DV5 - DV6 - DV7 (Fig. 51).

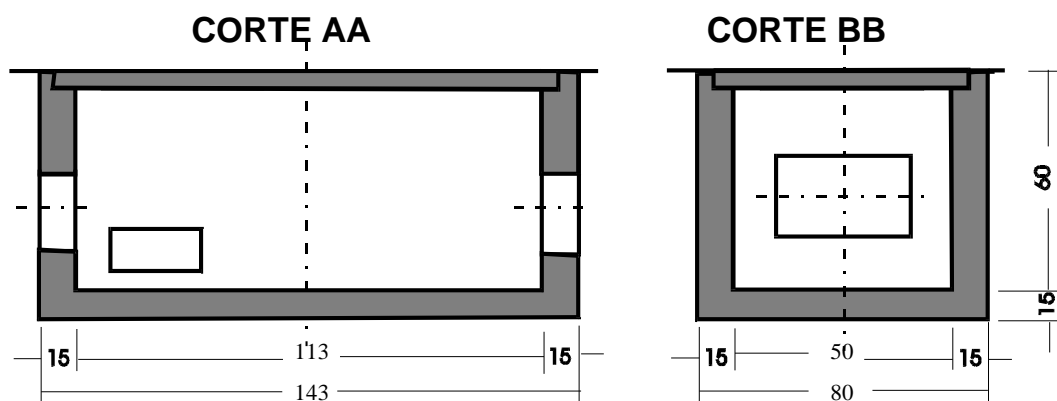


Fig. 51 - Cámaras sobre vereda

Las cámaras DV6 y DV7 se emplean para disminuir la construcción de cámaras RP1, de costo elevado y de esa forma permitir reducir los gastos.

Las cámaras DV1 hasta la cámara DV7, disponen de:

- DV1 y DV2, una tapa compuesta por un módulo.
- DV3, una tapa compuesta por dos módulos.
- DV4, una tapa compuesta por tres módulos.
- DV5, una tapa compuesta por cuatro módulos,
- DV6, de una tapa compuesta por cinco módulos.
- DV7, de una tapa compuesta por seis módulos.

5. 3. 20. Cámaras de acometida (DU4)

Existen cámaras de poliéster reforzado con fibra de vidrio para instalar en vereda (DU4).

Las mismas, pueden ser reemplazadas por las cámaras DV4 pero teniéndose en cuenta que cuando se utilice estas últimas con tubos de polietileno, no se usaran los acoples para tubos a cámaras, sino que se terminará el acceso de las tuberías a las mis-mas de acuerdo a la metodología normal para cámaras DV.

También se cuenta con las cámaras de acceso, las que se instalan en vereda para colocar en su interior las cajas terminales de acceso domiciliario equipadas con un máximo de cinco conectores, del tipo empleado en cajas de distribución usuales.

5. 3. 21. Dimensiones de las cámaras)

Según la función prestada por la cámara, tendrá dimensión y formato apropiado, correspondiente al número y capacidad de los cables y empalmes que podrá albergar, y a la cantidad de conductos que podrán ingresar a la misma.

Las cámaras se han normalizado, estableciendo dimensiones específicas indicadas en la tabla siguiente:

DIMENSIONES INTERNAS DE LAS CÁMARAS

Tipo de Cámaras	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Uso
DV1	0.42	0.25	0.30	Destapable en calzada
DV2	0.52	0.38	0.60	"
DV3	1.16	0.38	0.60	"
DV4	1.38	0.52	0.60	"
DV5	1.87	0.62	0.60	"
DV6	1.79	0.88	1.20	"
DV7	2.42	0.88	1.20	"
DC1	0.75	0.75	0.75	Destapable en vereda
DC2	1.50	0.75	0.75	"
DC3	2.25	0.75	0.75	"
RP1-LP1	2.64	1.27	1.85	Con Brocal
RP2-LP2	3.52	1.40	1.85	"
RP3-LP3	4.27	1.76	2.25	"
RP4-LP4	5.28	2.25	2.25	"

5. 4. Relación de cámaras a cañerías, y a cables

La correspondencia de los tipos y tamaños de cámaras a seleccionar, a las cañerías que ingresan y cables que alberga, se podrá compendiar en tablas como guía para el diseño de las redes de canalizaciones.

Una primera tabla, determina el tipo de cámara, en función de las cañerías que ingresan a la cámara y una segunda tabla, determina el tipo de cámara en función a los tipos de cables y empalmes que se alojan en el interior de la misma.

Tipo de cámara a emplear, en función a las cañerías que ingresan

En esta tabla, se indica en la primera columna los tipos de cañerías, en la segunda columna los tipos de cámaras que pueden corresponder a esas cañerías De la misma se desprende que:

Las cañerías 2V5 á 7V5, las 2H5 á 7H5, y las 2F9 y 4F9 ingresan a cámaras tipo DV1, DV2, ó DV3, cuando son solo de paso, y a las cámaras tipo DV4, ó DV5, cuando es necesario realizar empalmes.

Las cañerías 9H5, 12H5, 15H5, 3H9, 4H9, 2F9 y 4F9, ingresan a cámaras tipo DV5, DV6, ó DV7.

Las cañerías en arena 4F9 y 6F9, y en hormigón tipo A, de 4 a 12 bocas, pueden ingresar en cámaras DV5, DV6, DV7.ó RP1.

Si en ese punto van a coexistir derivaciones de cañerías hacia distintos sentidos ó la cantidad de empalmes será muy numerosa, comprometiendo la operatividad de las cámaras, el proyectista podrá emplear una mayor que se adecue a esa situación, como ser una RP2.

Las cañerías tipo B y C en hormigón, de 16 bocas en adelante, utilizan cámaras RP3 ó RP4 según convenga, teniendo en cuenta los conceptos del punto anterior relacionados con cantidad de empalmes y derivaciones de cañerías. Para este tipo de cañería, en el caso que se requiera una cámara de paso, se podrá optar por la RP2.

TIPO DE CÁMARA EN FUNCIÓN DEL TIPO DE CAÑERÍA EMPLEADA

TIPOS DE CAÑERÍAS	TIPO DE CÁMARAS	
2V5-3V5-5V5-7V5 2H5-3H5-5H5-7H5 2F9-4F9-3H9-4H9	DV1-DV2-DV3 Exclusivamente de paso	DV4-DV5 Incluyen empalmes
2F9-4F9-3H9-4H9 9H5-12H5-15H5	DV5-DV6-DV7	
4F9-6F9 A04-A06-A08-A12	DV5-DV6-DV7 RP1-LP1	RP2-LP2 operatividad comprometida
B16-B20 ó >	RP3-RP4 LP3-LP4	RP2 Exclusivamente de paso

Tipo de cámara a emplear, en función a cables y empalmes a alojar

En esta tabla se indica en la primera columna los tipos de cámaras y en las siguientes columnas los tipos de cables, calibres y empalmes que pueden alojarse en cada cámara sin que se comprometa su operatividad. De la misma se desprende que:

Las cámaras tipo DV1, DV2, y DV3, son para utilizar como cámaras de paso, no siendo aptas para contener empalmes.

Las cámaras tipo DV4, DV5, DV6 o DV7, permiten alojar en su interior, como empalme máximo, en función al tipo de cable y calibre, lo indicado en el cuadro.

Se advierte que solo puede contener un empalme de esas características y puede estar compartido con otros dos empalmes más chicos.

Se debe tener en cuenta que la limitación en la cantidad de empalmes, esta dada por el tamaño de los mismos, la cantidad de cables contenidos y que se mantenga la operatividad de la cámara.

Para las cámaras tipo RP1, RP2, RP3 y RP4 se indican en el cuadro la cantidad de cables que puede contener, habiéndose considerado aproximadamente el 50% de los cables con empalmes y que los mismos prácticamente no tienen derivaciones laterales.

Cuando existan derivaciones de cañerías y de cables hacia distintas direcciones, el proyectista debe decidir según el caso el tipo de cámara más conveniente.

Ejemplos 1:

Para 1 cable (núcleo de aire) de 200 pares (calibre 0.40) + 2 cables (núcleo de aire) de 100 pares (calibre 0.40), se debe utilizar una cámara tipo DV4.

Ejemplos 2:

Para 1 cable (relleno) de 600 pares (calibre 0.40) + 1 cable (relleno) de 300 pares (calibre 0.40) + 1 cable (relleno) de 100 pares (calibre 0.60), utilizar una cámara tipo DV7

TIPO DE CÁMARA EN FUNCIÓN A LOS CABLES ALOJADOS

TIPOS DE CAÑERÍAS				TIPO DE CÁMARAS				Observaciones
Cámaras	Cables con núcleo de aire			Cables rellenos				
	Calibre			Calibre				
	0.40	0.60	0.90	0.40	0.60	0.90		
DV1-DV2-DV3			"	"	"	"	Exclusivamente de paso	
DV4	200	100	50	100	50	"	Alojan hasta un empalme como máximo de la capacidad de los cables indicados ó 2 empalmes mas pequeños.	
DV5	300	100	50	200	100	"		
DV6	600	200	100	300	100	100		
DV7	900	300	100	600	100	100		
RP1-LP1	Cualquier capacidad y calibre hasta un máximo de 10 cables						Aloja derivaciones, donde el proyectista decidirá la más conveniente para su operatividad.	
RP2-LP2	Cualquier capacidad y calibre hasta un máximo de 20 cables							
RP3-LP3	Cualquier capacidad y calibre hasta un máx. de 35 cables							
RP4-LP4	Cualquier capacidad y calibre para mas de 35 cables							

---ooo0ooo---