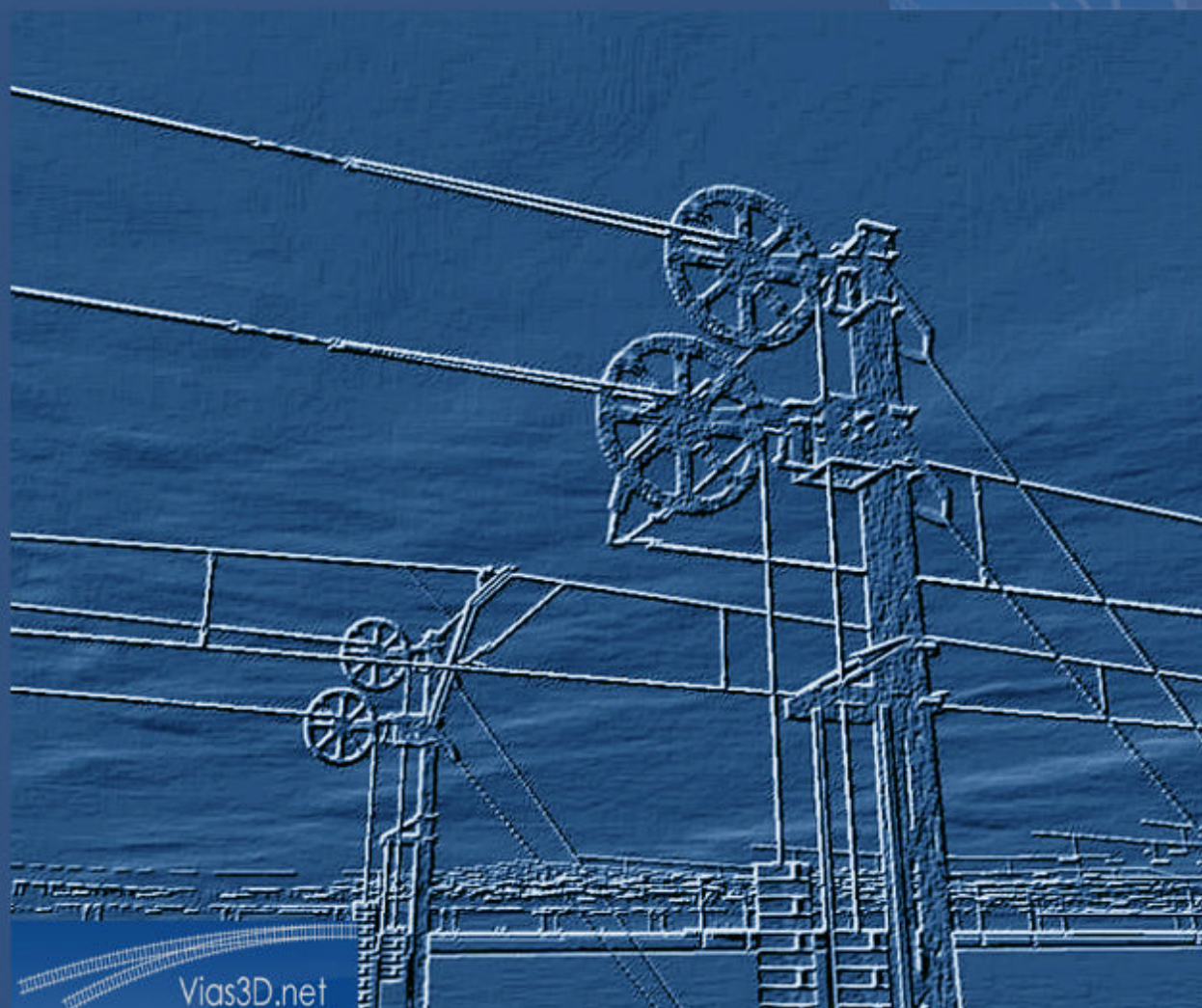


**Modelo 3D de la Catenaria
RENFE CR160
para el Simulador TRS2006
Versión 1.4**



Guía de Instalación



Paco Rodríguez

Diciembre de 2006

Índice

1	Introducción	5
2	Definiciones y conceptos	8
3	Descripción de elementos	10
3.1	Postes	10
3.2	Ménsulas	10
3.3	Cables de catenaria	12
3.4	Cables para seccionamientos en lámina de aire	14
3.5	Cables para seccionamientos de regulación	14
3.6	Colas y cables para punto fijo	15
3.7	Cables para ejes de seccionamiento	16
3.8	Cables para agujas	16
3.9	Cables para túneles	16
3.10	Elementos para la regulación	17
3.11	Cables para la extensión de las colas en pórticos	18
3.12	Colas de anclaje en seccionamientos y agujas sin regulación	19
3.13	Colas directa de agujas	19
3.14	Anclajes de postes	20
3.15	Aisladores de sección	20
3.16	Cables de comunicaciones	20
3.17	Elementos especiales	20
4	Catenaria CR160 en pórticos	22
4.1	Catenaria CR160 en pórticos funiculares	22
4.1.1	Atirantados	22
4.1.2	Elementos de la transversal	24
4.1.3	Elementos del sustentador funicular	25
4.2	Catenaria CR160 en pórticos rígidos	27
4.2.1	Elementos de la transversal rígida	27
4.2.2	Brazos de atirantados	29
5	Alimentación de la catenaria CR160	31
5.1.1	Subestación de tracción	31
5.1.2	Pórticos de maniobras para alimentación de vías principales y generales	32
5.1.3	Pórticos de seccionadores para alimentación de vías secundarias	33
5.1.4	Pórticos de amarres	34
5.1.5	Seccionadores para postes	35
5.1.6	Amarres de feeder para postes	37
5.1.7	Puntos de enganche para cables feeder transversales a playas de vías	37
5.1.8	Conexiones en catenaria	38
5.1.9	Soportes para cable feeder	39
5.1.10	Pararrayos	40
5.1.11	Cables para conexión entre subestación y los pórticos de maniobras	40
5.1.12	Cables para amarres laterales de feeder en pórticos de maniobras	41
5.1.13	Cables feeder para transversales de alimentación en playas de vías	42
5.1.14	Cables para alimentación de la catenaria desde transversales en playas de vías	43
5.1.15	Cables de línea feeder	44
5.1.16	Colas feeder	44
5.1.17	Colas feeder con conexión a equipos adosados a postes	45
5.1.18	Cables para alimentación de la catenaria desde las líneas feeder	46
6	Sistema de montaje	48
6.1	Montaje de postes y ménsulas	48
6.2	Montaje del resto de elementos	49
6.3	Electrificación de vía doble con elementos discretos	51
6.4	Montaje de postes compuestos	51
6.5	Montaje de pórticos funiculares	52
6.5.1	Soluciones en situaciones complejas	54
6.6	Montaje de pórticos rígidos	55
6.7	Seccionamientos, regulación y agujas en pórticos	55
6.8	Montajes de los sistemas de alimentación	55
7	Esquemas de consulta rápida para los montajes más comunes	56
7.1	Montaje de seccionamientos de regulación	56
7.2	Montaje de seccionamientos en lámina de aire con regulación	57
7.3	Montaje de seccionamientos en lámina de aire sin regulación	58
7.4	Montaje de agujas con regulación	59
7.5	Montaje de agujas sin regulación	61
7.6	Montaje de pórticos funiculares	61
7.7	Montaje de la alimentación en estaciones con subestación	62
7.8	Montaje de la alimentación en estaciones sin subestación	63
7.9	Montaje de la alimentación desde subestación en vía general sin feeder	64
7.10	Montaje de la alimentación desde subestación en vía general con feeder	64
7.11	Montaje de la alimentación desde estación en vía general sin feeder	64
7.12	Montaje de la alimentación desde estación en vía general con feeder	64
8	Instalación de señales adosadas a los postes	65
9	Agradecimientos	65
10	Licencia	65

1 Introducción

Esta guía tiene por objeto el describir los elementos constituyentes de la versión 1.4 del modelado 3D de la catenaria RENFE CR160 para el simulador ferroviario TRS2006. Asimismo, se indica la ubicación natural de cada elemento en una instalación ferroviaria en función de los factores que, en la realidad, determinan su uso. Para finalizar se muestra el método de montaje.

El modelado 3D respeta las dimensiones reales de la catenaria tipo RENFE CR160, a excepción de los mínimos reajustes necesarios para hacerla compatible con:

- El ancho de vía normalizado europeo
- La señalización fija y luminosa adosada a los postes de catenaria
- Gran parte del material motor europeo

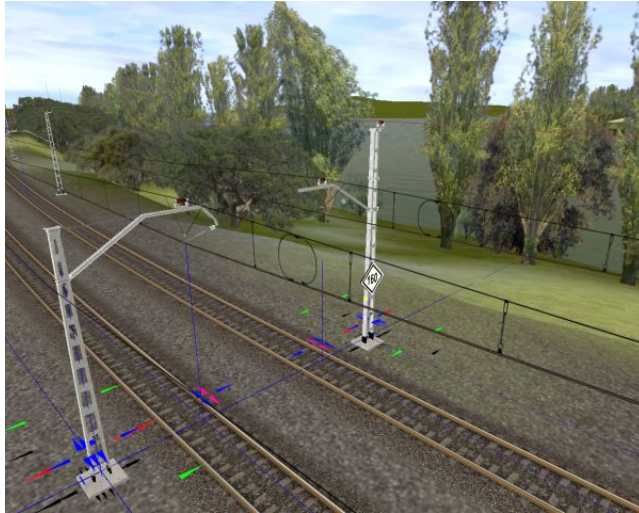


Figura 1.a. Catenaria RENFE CR160.

Como consecuencia de la compatibilidad para el ancho europeo y la señalización adosada, la separación entre el eje vertical de los postes y el eje de la vía se ha fijado en 2,85 m (la separación real es 3 m con ancho de vía ibérico).

En la catenaria real, los descentramientos varían según sea recta o curva. En el caso de la recta el descentramiento es simétrico respecto al eje de la vía (± 20 cm). En curva suele ser asimétrico de 30 cm hacia fuera y 20 cm hacia dentro e influye el peralte de la curva. Debido a que actualmente el simulador no contempla el peraltado en curvas, para simplificar el modelado 3D y minimizar el número de modelos a realizar se ha considerado un descentramiento de ± 25 cm tanto en rectas como en curvas.



Figura 1.b. Equipo de regulación independiente para sustentador e hilos de contacto.

La altura de hilos de contacto utilizada es 5,70 m respecto del plano de rodadura de los carriles (la típica de RENFE es de 5,38 m oscilando entre un mínimo de 4,60 m y un máximo de 6 m). La altura utilizada coincide con el modelo de la catenaria alemana Klaus compatibilizando con un gran número de los modelos de locomotoras europeas.

El montaje de los elementos se basa en un nuevo sistema que aglutina las propiedades de conectividad de los splines simples sobre los "fixedtracks" y los "mocrossing", así como la conectividad entre los dos últimos. Para tal fin, los postes se han configurado como "fixedtracks", las ménsulas como "mocrossing" y el resto de elementos tales como cables, colas de anclajes, tirantes de anclaje, equipos de regulación, aisladores de sección, etc., se han configurado como splines simples.

Está disponible para descarga en [vias3d](#) como una serie de packs con las denominaciones:

- **PostesCatRenfeCR160.cdp** (versión 1.0)
- **CablesCatRenfeCR160.cdp** (versión 1.0)
- **CatenariasRenfeCR160.cdp** (versión 1.0)
- **PorticoFunRENFE_v1_1.cdp** (versión 1.1)
- **Amp_CR160_vias_v1_1.cdp** (versión 1.1)
- **AmpPortFunRENFE_v1_1.cdp** (versión 1.1)
- **CR160_SeccyRegMensulas_v1_1.cdp** (versión 1.1)
- **CR160_SeccyRegCables_v1_1.cdp** (versión 1.1)

- **CR160_vias_v1_2.cdp** (versión 1.2)
- **PortFunRENFE_v1_2.cdp** (versión 1.2)
- **CR160_SeccyReg_v1_2.cdp** (versión 1.2)
- **CatenariaRenfeTunelesV1_2.cdp** (versión 1.2)
- **PorticosRigidosV1_2.cdp** (versión 1.2)
- **CR160_vias_v1_4.cdp** (versión 1.4)
- **CR160_alimentacion_v1_4.cdp** (versión 1.4)

Está disponible para descarga en [vias3d](#) los layouts **TutorialPorticoFun y TutorialPorticoFunMontado**. El primero está pensado con el objeto de que el usuario pueda realizar la electrificación de dicho layout como método pedagógico. El segundo layout es el mismo pero completamente electrificado para comprobación de la correcta electrificación por parte del lector.

Igualmente, está disponible para descarga en [vias3d](#) el pack **TutorialSeccyRegMontado_v1_2.cdp** (versión 1.2) . Dicho pack contiene dos layouts. El primero, denominado **TutorialSeccyReg_v1_2** es un esquema de vías con la electrificación incompleta, es decir, en las zonas objetivo de esta guía sólo están instalados los postes de catenaria. Se trata de que el usuario pueda completar la electrificación utilizando la información de la presente guía como soporte. El segundo layout con el nombre **“TutorialSeccyRegMontado_v_1_2”** está completamente montado para comprobación de la correcta electrificación por parte del lector. Adicionalmente, se actualizado dicho segundo layout con los montajes típicos para la alimentación de la catenaria bajo el título **“TutorialElectrificacion_v1_4”**

La versión 1.4 aporta soporte para la construcción virtual del sistema de alimentación de la catenaria CR160. Para tal cometido se han modelado 32 nuevos objetos rígidos (pórticos de maniobras, seccionadores, etc.) y 45 cables splines. También se ha añadido una actualización de los postes y ménsulas simples. En esta nueva versión se saca partido de las propiedades añadidas a los fixedtracks con TRS2006, permitiendo desplazamientos verticales, además de los horizontales, manteniendo todos los cables y elementos splines en general enganchados a los postes permanentemente.

La versión v1.4 utiliza el sistema LODs que divide por 10 peso poligonal y por 16 el tamaño de las texturas de todos los postes y ménsulas (simples y dobles). Ahora, los postes y las ménsulas simples (lo que más se repite en la distancia) presentan tres niveles de LODs, por lo que son aún más ligeros que en la versión anterior (v1_2). Además, ahora se puede disfrutar de splines con LODs, presentando esta característica la mayoría de los nuevos cables del sistema de alimentación de la catenaria. También son aligerados, pero en menor medida, los atirantados de pórticos funiculares (ya eran poco pesados). Todos los cables (splines), que no están modelados con LODs, están optimizados dividiendo por 4 el tamaño de las texturas pero sin perder la calidad gráfica que presentaban en la versión 1.1. El sistema LOD está configurado para que sólo se visualice con todos los detalles y calidad de texturas el poste y ménsula más cercano a la cámara. Esto aporta una disminución “especialmente grande” del peso gráfico global de la catenaria manteniendo toda la calidad.

Asimismo, la versión 1.4 aporta total flexibilidad de montaje para adaptarse a las distintas situaciones reales:

- Elección a discreción del tipo de poste
- Elección a discreción de ménsulas simples con atirantados para 1 y 2 hilos de contacto y/o de ménsulas dobles
- Elección de todo tipo de pórticos rígidos y funiculares
- Construcción de pórticos de maniobras, a discreción, para alimentación de la catenaria
- Seccionamientos de regulación
- Seccionamientos en lámina de aire, con y sin regulación
- Equipos de regulación común e independiente
- Electrificación de agujas en todo tipo de situaciones (recta y curva) y ubicación de postes (lado vía directa o lado vía desviada)
- Electrificación de túneles.
- Cables con conexiones entre línea entrante y saliente en los seccionamientos de regulación.
- Cables con aislamientos para los seccionamientos en lámina de aire
- Cables con conexiones entre sustentador e hilos de contacto
- Subestaciones de tracción
- Pórticos de maniobras para alimentación de vías principales y generales
- Pórticos de seccionadores
- Pórticos de amarres para alimentar vías secundarias
- Seccionadores y amarres en postes discretos
- Cables feeder de diversos tipos.
- Soportes feeder

- Conexiones entre feeder y catenaria
- Pararrayos
- Cables de comunicaciones
- Colas de anclaje
- Anclaje de postes
- Todos los elementos son enganchables entre sí y mantienen esta propiedad aunque se muevan los postes o estructuras rígidas que los soportan.

Todos los elementos confieren potencialidad total en relación a las posibilidades de montajes para las electrificaciones en vías simples, dobles, túneles y en pórticos tanto rígidos como funiculares, pues permite cualquier combinación de elementos y la posibilidad de modelar, prácticamente, la totalidad de situaciones diferentes que se dan en la realidad (con la CR160) al poder seleccionar separadamente el tipo de poste deseado, el tipo de ménsula simple o doble, el tipo de cables, feeder, pórticos de alimentación, comunicaciones, colas, tirantes, equipos de regulación, etc... según necesidades.

La versión 1.4. de la catenaria RENFE CR160 sólo es compatible con las versiones TRS2006 y superiores. Esto está motivado por el uso de postes definidos como "Scenery fixedtracks" y por el uso de modelos LODs en los cables splines de más peso poligonal.

A continuación, se aportan algunas definiciones y conceptos relativos a la electrificación ferroviaria y posteriormente se describen los elementos constituyentes y la ubicación natural de cada elemento en una instalación ferroviaria en función de los factores que, en la realidad, determinan su uso.

2 Definiciones y conceptos

A continuación se definen algunos conceptos no elementales que serán utilizados a lo largo de la presente guía.

Seccionamiento: Es la instalación de la electrificación dónde se realiza un cambio de conductores eléctricos entre dos tramos de electrificación, de forma, que los pantógrafos no pierdan contacto físico con la catenaria, por lo que durante cierta longitud existirá un contacto simultáneo de los pantógrafos con ambos tramos de electrificación.

Los seccionamientos se caracterizan por disponer en paralelo, durante cierta longitud en uno o más vanos, a los conductores de ambos tramos de electrificación. El tramo común debe estar sustentado mediante el uso de doubles ménsulas:

- A la doble ménsula donde se realiza el cruce entre ambos tramos de catenaria se le denominará, en lo que sigue, **de entrada**
- A la doble ménsula opuesta a la de entrada, del tramo común, se le denominará en lo que sigue **de salida**
- A las ménsulas de entrada y de salida al tramo común se les denomina **semiejes de seccionamiento (S/E)**
- A las doubles ménsulas intermedias que pudiera haber en el tramo común se les denomina **ejes de seccionamiento (E)**.

Los **semiejes** se caracterizan por tener un brazo de atirantado elevado respecto del plano de los hilos de contacto para facilitar el cruzamiento entre conductores de cada tramo. Los **ejes** de seccionamiento, tienen dos brazos de atirantado a la altura normal pero con diferente descentramiento de los conductores de ambos tramos electrificados.

Pueden ser de varios tipos atendiendo a la funcionalidad:

- **Seccionamiento de regulación (o de compensación)** : se utiliza exclusivamente para aplicar la regulación de la tensión mecánica, por lo que no tiene funcionalidad como seccionador o aislador eléctrico entre los tramos electrificados. Se realizan conexiones fijas entre sustentadores y conductores de ambos tramos eléctricos para garantizar la continuidad eléctrica.
- **Seccionamiento en lámina de aire con regulación:** se utiliza como aislador eléctrico entre los tramos electrificados por estar alimentados desde subestaciones eléctricas diferentes, o simplemente para que mediante un seccionador de apertura en carga, tener la posibilidad de dar continuidad o aislamiento entre ambos tramos. Al mismo tiempo, se aprovecha el seccionamiento para aplicar la regulación de la tensión mecánica.
- **Seccionamiento en lámina de aire sin regulación:** se utiliza única y exclusivamente como aislador eléctrico entre los tramos electrificados por estar alimentados desde subestaciones eléctricas diferentes, o simplemente para que mediante un seccionador de apertura en carga, tener la posibilidad de dar continuidad o aislamiento entre ambos tramos. Es un montaje en desuso actualmente (no sé si alguna línea antigua, en algún tramo, permanece sin regulación de la tensión mecánica). No obstante, los modeladores nostálgicos que quieran hacer rutas electrificadas de los años 50 y 60 tienen los elementos necesarios en este pack para simular estos seccionamientos sin regulación.

Los maquinistas de locomotoras eléctricas deberán cerrar totalmente el regulador al paso por el seccionamiento en lámina de aire. En el caso de fuertes rampas y pesados trenes, podrá realizarse un cierre parcial para facilitar la continuidad de la marcha.

Regulación de la tensión mecánica: Es el mecanismo que da la tensión mecánica al sustentador y/o hilos de contacto permitiendo mayores velocidades de tránsito garantizando la adecuadas condiciones eléctricas y dinámicas para la captación de energía eléctrica. En ambos extremos de cada tramo de regulación, comprendido entre dos seccionamientos, se disponen equipos de regulación (compensación con poleas y contrapesos) y los correspondientes tirantes de anclaje. En la instalación debe tener en cuenta que:

- Cada tramo de regulación debe ser como máximo de 1200 m de longitud, por consiguiente los seccionamientos de regulación estarán separados como máximo 1.200 m de longitud en los trayectos entre estaciones
- Es común la existencia de un seccionamiento justo a la entrada y a la salida de las estaciones, siendo en la mayoría de los casos, en **lámina de aire con regulación**
- En el centro de los tramos regulados (a 600 m de cada seccionamiento) se debe anclar a un poste tanto el sustentador como los hilos de contacto. A esta instalación se le denomina **punto fijo**. Esto es así con el fin de repartir las tensiones a cada lado de dicho punto fijo y tener menores márgenes de dilataciones reduciendo la longitud a compensar según la temperatura.
- En la actualidad, se suele utilizar dos tipos de regulación:
 - **Común:** se aplica la compensación tanto al cable sustentador como a los hilos de contacto con un único equipo (conjunto de una polea y un contrapeso)
 - **Independiente:** se aplica la compensación tanto al cable sustentador y a los hilos de contacto independientemente con sendos equipos (dos conjuntos independientes de polea y contrapeso)Aunque antaño se hacía la regulación de los hilos de contacto exclusivamente, es un sistema que tiende al desuso. Esta posibilidad de regulación no se ha considerado en el modelado ya que en su lugar podemos aplicar la regulación común que también dispone de un único equipo de compensación.

- Como norma más o menos realista, se aplicará regulación en:
 - Las vías generales y en vías principales de estaciones que sean susceptibles de ser recorridas a grandes velocidades
 - las vías secundarias desviadas de las generales
 - a las vías de escapes o diagonales
 - a otras vías secundarias o diagonales que se crea conveniente
- El uso de la regulación **independiente** o **común** según tipo de vías depende de la evolución histórica. Aplicar la regulación independiente para las vías generales y principales de estaciones y la regulación común en el resto de los casos es realista en la actualidad.

Agujas: Es la instalación de la electrificación dónde se tiende un tramo de electrificación para la vía desviada, de forma, que los pantógrafos no pierdan contacto físico con la catenaria, al paso por los desvíos tanto por vía directa como por la desviada. Por consiguiente, durante cierta longitud existirá un contacto simultáneo de los pantógrafos tanto con los conductores de la vía desviada, como de la directa. Para tal fin es necesario el uso de dobles ménsulas especiales tanto por el lado de la punta de agujas como por el talón (contraguja) de las mismas.

La doble ménsula en punta de agujas se colocará, aproximadamente, en los 5 m anteriores a la aguja y la doble ménsula de contraguja, se colocará aproximadamente donde estando las dos vías solapadas, los cuatro carriles están equidistantes. Esto proporcionará un vano de unos 20m para desvíos que no sean de velocidad alta y entre 35 y 40 m en desvíos para velocidad alta.

El tramo de electrificación que da servicio a vía desviada es susceptible de ser regulado aprovechando las dobles ménsulas de la instalación. El tendido aéreo de una vía desviada o escape, empieza con una cola de anclaje (o equipo de regulación de la tensión mecánica) y termina en otra opuesta (o equipo de regulación de la tensión mecánica opuesto).

Aislador de sección: Es un aislador eléctrico sustentado en los propios cable de catenaria para aislar tramos de electrificación. Se usan comúnmente en:

- el punto central de agujas de escape en vía doble para mantener el aislamiento entre ambas vías generales
- a la entrada en las vías secundarias desviadas de las generales
- a la entrada en las vías muertas

Los maquinistas de locomotoras eléctricas deberán cerrar totalmente el regulador al paso por el aislador de sección. En el caso de fuertes rampas y pesados trenes, podrá realizarse un cierre parcial para facilitar la continuidad de la marcha.

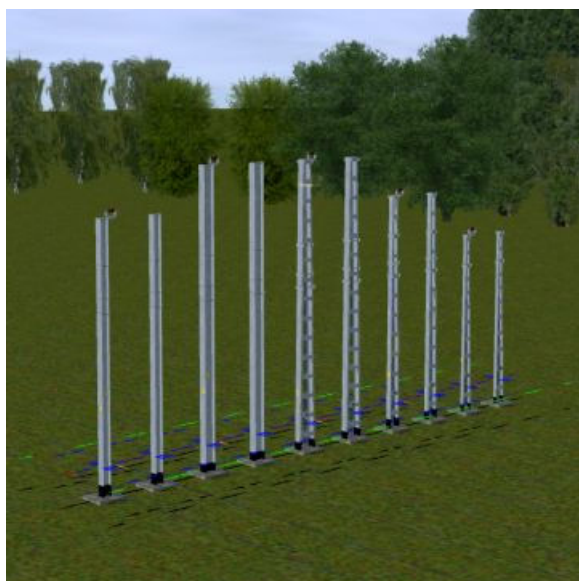
Cable feeder: Es un cable de acompañamiento a la catenaria para alimentación eléctrica adicional.

3 Descripción de elementos

A continuación se describen los elementos constituyentes de la catenaria indicando como identificarlo, encontrarlo y usarlo de acuerdo a su funcionalidad real.

3.1 Postes

Se incluyen 10 tipos de postes (sólo los mástiles). Son modelos de los postes X2, Z4, Z6, HEB280 y HEB400 con y sin soporte para cables feeder. Están preparados para el enganche de pórticos rígidos o funiculares y ménsulas de cualquier tipo por las dos caras del poste paralelas a la vía. Por las otras dos caras perpendiculares, se podrán enganchar tirantes de anclaje, colas de anclaje, equipos de regulación (poleas y contrapesos), cables de comunicaciones y cables feeder.



Los postes (ver figura 3.1) son “fixedtracks” con dos extremos de vía invisible y varios puntos de spline tipo “road” (realmente son parejas de splines interiores muy cortos con dos extremos cada uno).

También se le puede asignar la numeración que se desee a cada poste independientemente.

El resto de elementos splines simples se pueden enganchar de forma exacta y precisa a los puntos de enganche dispuestos en el poste.

Figura 3.1. Los postes X2, Z4, Z6, HEB280 y HEB400.

Estos postes se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_objetos/Spain/fixed tracks** y se pueden filtrar con las keywords: **cr160; catenaria; catenary; postes; pylons; feeder** (sólo en los postes con feeder y para pórtico de maniobras) y se identifican por el nombre.

Los 10 subtipos de postes son:

- **Poste X2** : (7m) para vías simples, dobles, seccionamientos, regulación y agujas
- **Poste X2 feeder**: igual que poste X2 con soporte para cable feeder (alimentador adicional)
- **Poste Z4**: (8,75m) para vías simples, dobles, pórticos (rígidos y funiculares) seccionamientos, regulación y agujas
- **Poste Z4 feeder**: igual que poste Z4 con soporte para cable feeder (alimentador adicional)
- **Poste Z6**: (10,25m) para pórticos (rígidos y funiculares), seccionamientos, regulación y agujas
- **Poste Z6 feeder**: igual que poste Z6 con soporte para cable feeder (alimentador adicional)
- **Poste HEB280**: (8,75m) para los mismos usos que el poste Z4
- **Poste HEB280 feeder**: igual que poste HEB280 con soporte para cable feeder (alimentador adicional)
- **Poste HEB400**: (10,25m) para los mismos usos que el poste Z6
- **Poste HEB400 feeder**: igual que poste HEB400 con soporte para cable feeder (alimentador adicional)

3.2 Ménsulas

Se incluyen 60 tipos diferentes, 12 son ménsulas simples, 46 son dobles y 2 son para interiores de túnel. Cada ménsula incorpora los conjuntos de suspensión y de atirantado.

Las ménsulas se han configurado como “mocrossing” de forma que pueden ser enganchadas a los postes “fixedtracks” y presentar al mismo tiempo puntos de enganche para los cables “splines road”. La ventaja del uso como “mocrossing” en lugar de “fixedtrack” radica en que si se modifica la altura de la ménsula, arrastra en altura a los cables enganchados, cosa que no ocurría en los fixedtrack de TRS2004 ya que al reajustar su altura no arrastra a los

cables a él enganchados. No obstante, esta cuestión ha tenido solución con TRS2006, dado que hoy por hoy, a las vías u objetos definidos como fixedtrack, se le puede modificar la altura, aplicar pendientes, etc...

La utilización de cada tipo de ménsula simple se realizará en función del número de hilos de contacto, de la curvatura del trazado ferroviario y de la posición relativa respecto del mismo para garantizar que los hilos de contacto describan una correcta poligonal.

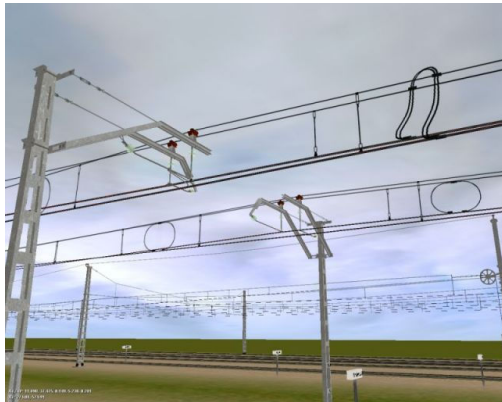


Figura 3.2. Ejemplo de dobles ménsulas

Los dos hilos de contacto se usan en vías generales y vías principales de las estaciones. En cambio, en vías secundarias, apartaderos, playas de maniobras, clasificación, etc..., se usa 1 hilo de contacto.

Dada la diversa variedad de dobles ménsulas, se le ha dado un código identificador a cada una. La utilización de cada tipo de doble ménsula se realizará según su funcionalidad (seccionamientos o agujas), de la curvatura del trazado ferroviario (atirantados normales o flotantes) y de la posición relativa respecto de la vía para garantizar que los hilos de contacto describan una correcta poligonal.

Estas ménsulas han recibido un tratamiento a nivel de malla y de definición de materiales que mejoran significativamente los efectos visuales según el ángulo de incidencia de la luz.

Se ha ubicado en TRS en **Objetos/Modo_objetos/Spain/fixed tracks** y se pueden filtrar con las keywords: **ménsula;** **bracket** y se identifican por el nombre:

Los 6 tipos de ménsulas simples con atirantados para dos hilos de contacto son:

- **Ménsula 2HC fuera recta:** Poste con atirantado -fuera- recta y curva..... $r > 900$ m
- **Ménsula 2HC dentro recta:** Poste con atirantado -dentro- recta y curva..... $r > 900$ m
- **Ménsula 2HC fuera curva:** Poste con atirantado -fuera- curva..... $625 < r < 900$ m
- **Ménsula 2HC dentro curva:** Poste con atirantado -dentro- curva..... $625 < r < 900$ m
- **Ménsula 2HC fuera flotante curva:** Poste con atirantado -fuera flotante- curva..... $r < 625$ m
- **Ménsula 2HC dentro flotante curva:** Poste con atirantado -dentro flotante- curva... $r < 625$ m

Los 6 tipos de ménsulas simples con atirantados para un hilo de contacto son:

- **Ménsula 1HC fuera recta:** Poste con atirantado -fuera- recta y curva..... $r > 900$ m
- **Ménsula 1HC dentro recta:** Poste con atirantado -dentro- recta y curva..... $r > 900$ m
- **Ménsula 1HC fuera curva:** Poste con atirantado -fuera- curva..... $625 < r < 900$ m
- **Ménsula 1HC dentro curva:** Poste con atirantado -dentro- curva..... $625 < r < 900$ m
- **Ménsula 1HC fuera flotante curva:** Poste con atirantado -fuera flotante- curva..... $r < 625$ m
- **Ménsula 1HC dentro flotante curva:** Poste con atirantado -dentro flotante- curva.. $r < 625$ m

Cuatro subtipos para dos hilos de contacto para seccionamientos o punta de agujas en recta o curva de $r > 625$ m:

- **Doble ménsula A0 (Double bracket A0):** atirantado -dentro- semieje de entrada (postes por el exterior de la curva)
- **Doble ménsula B0 (Double bracket B0):** atirantado -dentro- semieje de salida (postes por el exterior de la curva o en recta)
- **Doble ménsula C0 (Double bracket C0):** atirantado -fuera- semieje de entrada (postes por el interior de la curva o en recta)
- **Doble ménsula D0 (Double bracket D0):** atirantado -fuera- semieje de salida (postes por el interior)

Cuatro subtipos para dos hilos de contacto para seccionamientos o punta de agujas en curva de $r < 625$ m (igual que las cuatro anteriores pero con atirantado flotante):

- **Doble ménsula E0 (Double bracket E0)**
- **Doble ménsula F0 (Double bracket F0)**
- **Doble ménsula G0 (Double bracket G0)**
- **Doble ménsula H0 (Double bracket H0)**

Cuatro subtipos para un hilo de contacto y para punta de agujas en recta o curva:

- **Doble ménsula I0 (Double bracket I0)**
- **Doble ménsula J0 (Double bracket J0)**
- **Doble ménsula K0 (Double bracket K0)**
- **Doble ménsula L0 (Double bracket L0)**

Doce ménsulas **reflejadas** de las **A0, B0, hasta la L0** (están intercambiadas las posiciones de sus dos ménsulas) denominadas **A1,B1, hasta L1**. Las ménsulas **A1,B1, hasta L1** se utilizan para puntas de agujas al igual que sus reflejadas **A0, B0, hasta la L0** justo en posiciones relativas de simetría, por ejemplo, como resultado de cambio de uso en un desvío a izquierdas por otro a derechas o viceversa.

Un subtipo para ejes de seccionamientos atirantado -dentro- recta y curva $r > 625$ m:

- **Doble ménsula M22 (Double bracket M22)**: dos hilos de contacto en ménsula derecha y dos en la izquierda (mirando desde el poste hacia la vía).

Un subtipo para ejes de seccionamientos atirantado -fuera- en curva $r > 625$ m:

- **Doble ménsula N22 (Double bracket N22)**: dos hilos de contacto en ménsula derecha y dos en la izquierda.

Cuatro subtipos para ejes de seccionamientos en curva $r < 625$ m o agujas aéreas con atirantado –dentro flotante-:

- **Doble ménsula O22 (Double bracket O22)**: dos hilos de contacto en ménsula derecha y dos en la izquierda.
- **Doble ménsula O21 (Double bracket O21)**: dos hilos de contacto en ménsula derecha y uno en la izquierda.
- **Doble ménsula O12 (Double bracket O12)**: un hilo de contacto en ménsula derecha y dos en la izquierda.
- **Doble ménsula O11 (Double bracket O11)**: un hilo de contacto en ménsula derecha y uno en la izquierda.

Cuatro subtipos para ejes de seccionamientos en curva $r < 625$ m o agujas aéreas con atirantado –fuera flotante-:

- **Doble ménsula P22 (Double bracket P22)**: dos hilos de contacto en ménsula derecha y dos en la izquierda.
- **Doble ménsula P21 (Double bracket P21)**: dos hilos de contacto en ménsula derecha y uno en la izquierda.
- **Doble ménsula P12 (Double bracket P12)**: un hilo de contacto en ménsula derecha y dos en la izquierda.
- **Doble ménsula P11 (Double bracket P11)**: un hilo de contacto en ménsula derecha y uno en la izquierda.

Cuatro subtipos para talón de agujas (contraguías) con atirantado –dentro-fuera-flotante- para recta y curva $r > 625$ m:

- **Doble ménsula R22 (Double bracket R22)**: dos hilos de contacto en ménsula derecha y dos en la izquierda.
- **Doble ménsula R21 (Double bracket R21)**: dos hilos de contacto en ménsula derecha y uno en la izquierda.
- **Doble ménsula R12 (Double bracket R12)**: un hilo de contacto en ménsula derecha y dos en la izquierda.
- **Doble ménsula R11 (Double bracket R11)**: un hilo de contacto en ménsula derecha y uno en la izquierda.

Cuatro subtipos para talón de agujas (contraguías) con atirantado -dentro flotante- para curva $r < 625$ m:

- **Doble ménsula S22 (Double bracket S22)**: dos hilos de contacto en ménsula derecha y dos en la izquierda.
- **Doble ménsula S21 (Double bracket S21)**: dos hilos de contacto en ménsula derecha y uno en la izquierda.
- **Doble ménsula S12 (Double bracket S12)**: un hilo de contacto en ménsula derecha y dos en la izquierda.
- **Doble ménsula S11 (Double bracket S11)**: un hilo de contacto en ménsula derecha y uno en la izquierda.

Cuatro subtipos para talón de agujas (contraguías) con atirantado -fuera flotante- para curva $r < 625$ m:

- **Doble ménsula T22 (Double bracket T22)**: dos hilos de contacto en ménsula derecha y dos en la izquierda.
- **Doble ménsula T21 (Double bracket T21)**: dos hilos de contacto en ménsula derecha y uno en la izquierda.
- **Doble ménsula T12 (Double bracket T12)**: un hilo de contacto en ménsula derecha y dos en la izquierda.
- **Doble ménsula T11 (Double bracket T11)**: un hilo de contacto en ménsula derecha y uno en la izquierda.

Donde:

- **r** es el radio de curvatura.
- **atirantado fuera** significa que se alejan del poste los hilos de contacto más allá del eje de la vía.
- **atirantado dentro** significa que acercan los hilos de contacto hacia el poste desde el eje de la vía.
- **flotante** significa que el conjunto de atirantado no se sustenta desde el propio hilo sustentador.

Para interiores de túnel se puede utilizar dos atirantados especiales. La boca del túnel debe ser de más de 6,5 m de altura respecto del suelo. Se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_objetos/Spain/fixed tracks** y se pueden filtrar con las keywords: **atirantado; bracket; T2R; T2F** y se identifican por el nombre:

- **AtirantadoT2R (Bracket T2R)**: con atirantado –dentro- para rectas y curvas de $r > 625$ m.
- **AtirantadoT2F (Bracket T2F)**: con atirantado –dentro flotante- para curvas de $r < 625$ m.

3.3 Cables de catenaria

Son 30 tipos diferentes, 20 tipos de dos hilos de contacto y los otros 10 tipos de cables restantes son para un hilo de contacto. Son splines de distintas longitudes, pero no se deben replicar. Están configurados para que enganchen con las ménsulas. Se distinguen dos clases según la clase de atirantado: normal (vanos de 50 y 60 m) o flotante (vanos de 40, 30 y 20m). Se conectan entre flechas azules y es indiferente el sentido de montaje.

Existen cables tipo T (transición) que se utilizan en transiciones entre atirantado normal y flotante. También se utilizan para enganchar en dobles ménsulas de las utilizadas en seccionamientos, regulación y agujas. Se conectan entre flechas azules empezando por el lado de atirantado flotante o por la doble ménsula según sea el caso.

También se han incluido cables tipo C (ver figura 3.3) para todos los vanos. Se utilizan para asegurar una buena transmisión de corriente entre sustentador e hilos de contacto, con el objeto de disminuir las resistencias y caídas de tensión ante grandes consumos eléctricos. Como es natural, los consumos eléctricos mayores se dan en líneas de mucho tráfico y en fuertes rampas. Como norma general se colocará una conexión entre sustentador e hilos de contacto en 1 vano de cada cuatro. No obstante, si es una línea de mucho tráfico, se colocarán en uno de cada dos vanos, llegando a ponerse en todos los vanos en fuertes rampas. Esta regla se puede relajar en zonas de vanos muy cortos. Se conectan entre flechas azules empezando por el lado que queremos colocar la conexión entre sustentador e hilos de contacto.



También se incorporan cables de transición tipo TC, es decir, de "transición y conexión" para vanos de 40, 50 y 60m. Estos cables se utilizan en las situaciones que sea necesario utilizar simultáneamente el tipo T y C. Se conectan entre flechas azules empezando por el lado que queremos colocar la conexión entre sustentador e hilos de contacto.

Adicionalmente se han incorporado cables tipo E para 50 y 60 m de vano con atirantados flotantes en sus extremos. Aunque esto no es muy realista son útiles para cablear pórticos funiculares donde se utilicen vanos de 50 y 60 m (no realistas por ser mayores de 45 m) para aliviar el peso poligonal del trazado virtual.

Figura 3.3. Cables del tipo C

Los cables se ha ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/Splines** y se pueden filtrar con las keywords: **cable; wire; T; C; TC; E** y se identifican por el nombre:

Para dos hilos de contacto:

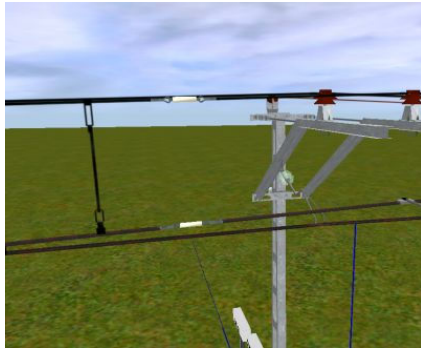
- **Cable 2HC 60m:** Vano de 60 m para rectas y curvas..... $r > 900$ m
- **Cable 2HC 50m:** Vano de 50 m para curvas..... $625 < r < 900$ m
- **Cable 2HC 40m:** Vano de 40 m para atirantado flotante y curvas..... $400 < r < 625$ m
- **Cable 2HC 30m:** Vano de 30 m para atirantado flotante y curvas..... $225 < r < 400$ m
- **Cable 2HC 20m:** Vano de 20 m para atirantado flotante y curvas..... $r < 225$ m
- **Cable 2HC 60m T:** Vano de 60 m para transición entre atirantado flotante y normal.
- **Cable 2HC 50m T:** Vano de 50 m para transición entre atirantado flotante y normal.
- **Cable 2HC 40m T:** Vano de 40 m para transición entre atirantado flotante y normal.
- **Cable 2HC 30m T:** Vano de 30 m para transición entre atirantado flotante y normal.
- **Cable 2HC 20m T:** Vano de 20 m para transición entre atirantado flotante y normal.
- **Cable 2HC 60m C:** Vano de 60 m para conexión entre sustentador e hilos de contacto.
- **Cable 2HC 50m C:** Vano de 50 m para conexión entre sustentador e hilos de contacto.
- **Cable 2HC 40m C:** Vano de 40 m para conexión entre sustentador e hilos de contacto.
- **Cable 2HC 30m C:** Vano de 30 m para conexión entre sustentador e hilos de contacto.
- **Cable 2HC 20m C:** Vano de 20 m para conexión entre sustentador e hilos de contacto.
- **Cable 2HC 60m TC:** Vano de 60 m para transición y conexión en un mismo vano.
- **Cable 2HC 50m TC:** Vano de 50 m para transición y conexión en un mismo vano.
- **Cable 2HC 40m TC:** Vano de 40 m para transición y conexión en un mismo vano.
- **Cable 2HC 30m TC:** Vano de 30 m para transición y conexión en un mismo vano.
- **Cable 2HC 20m TC:** Vano de 20 m para transición y conexión en un mismo vano.

Para un hilo de contacto:

- **Cable 1HC 60m:** Vano de 60 m para rectas y curvas..... $r > 900$ m
- **Cable 1HC 50m:** Vano de 50 m para curvas..... $625 < r < 900$ m
- **Cable 1HC 40m:** Vano de 40 m para atirantado flotante y curvas..... $400 < r < 625$ m
- **Cable 1HC 30m:** Vano de 30 m para atirantado flotante y curvas. $225 < r < 400$ m
- **Cable 1HC 20m:** Vano de 20 m para atirantado flotante y curvas..... $r < 225$ m
- **Cable 1HC 40m T:** Vano de 40 m para transición entre atirantado flotante y normal.
- **Cable 1HC 30m T:** Vano de 30 m para transición entre atirantado flotante y normal.
- **Cable 1HC 20m T:** Vano de 30 m para transición entre atirantado flotante y normal.
- **Cable 1HC 60m E:** Vano de 60 m con atirantado flotante en ambos extremos
- **Cable 1HC 50m E:** Vano de 50 m con atirantado flotante en ambos extremos

3.4 Cables para seccionamientos en lámina de aire

Se corresponden con los tipos **S** (ver figura 3.4) y **SC**. Son cables que por un lado enganchan en los brazos de atirantado elevados y por el otro en atirantados de altura estándar. Sólo se utilizan en seccionamientos en lámina de aire entre semiejes o entre un semieje y un eje. Son todos de 2 hilos de contacto con aislamiento longitudinal en el sustentador y en los hilos de contacto del extremo de hilos de contacto elevados. Se dispone de 4 tipos diferentes de acuerdo a la longitud del vano y a la disponibilidad de conexión entre sustentador e hilos de contacto. Son splines de distintas longitudes, pero no se deben replicar. Están configurados para que enganchen con las dobles ménsulas.



Los cables tipo S y SC se utilizarán exclusivamente en seccionamientos en lámina de aire con o sin regulación.

Estos cables se instalarán siempre desde una flecha magenta hasta otra azul para su correcta orientación.

Figura 3.4. Cables del tipo S

Los cables se ha ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/Splines** y se pueden filtrar con las keywords: **cable; wire; corto; short; largo; long; S; SC** y se identifican por el nombre:

- **Cable 2HC Largo S (Wire 2CW long S)**: Cable con aislamiento longitudinal para vanos de 50 y 60 m
- **Cable 2HC Largo SC (Wire 2CW long SC)**: Cable con aislamiento longitudinal con conexión entre sustentador e hilos de contacto para vanos de 50 y 60 m
- **Cable 2HC Corto S (Wire 2CW short S)**: Cable con aislamiento longitudinal para vanos de 20, 30 y 40 m
- **Cable 2HC Corto SC (Wire 2CW short SC)**: Cable con aislamiento longitudinal con conexión entre sustentador e hilos de contacto para vanos de 20, 30 y 40 m

3.5 Cables para seccionamientos de regulación

Se corresponden con los tipos **RA, AR, R y RC**. Son cables que por un lado enganchan en los brazos de atirantado elevados y por el otro en atirantados de altura estándar. Se dispone de 2 tipos diferentes para cada uno de ellos de acuerdo a la longitud del vano. Son splines de distintas longitudes, pero no se deben replicar. Están configurados para que enganchen con las dobles ménsulas.

Los cables tipo RA y AR contienen los conductores de conexión entre tramos (ver figura 3.5), se utilizarán exclusivamente en seccionamientos de regulación. en cambio, los cables tipo R y RC se podrán utilizar en seccionamientos de regulación y en agujas para vías desviadas de 2 hilos de contacto.

En los seccionamientos de regulación hay que asegurar la continuidad eléctrica entre los dos tramos de catenaria puestos en común. Para tal fin se usará necesariamente un cable tipo RA o AR entre la doble ménsula de un semieje y la doble ménsula siguiente (semieje o eje). Si los conductores paralelos con los que hay que conectar quedan a la derecha en el sentido de extensión del spline, se utilizará el cable del tipo RA, no obstante, si quedan a la izquierda se utilizará del tipo AR.



Posteriormente se instalarán los cables que convengan en el resto del seccionamiento. Estos cables se instalarán siempre desde una flecha magenta hasta otra azul para su correcta orientación.

Figura 3.5. Cable RA (contiene los conductores de conexión) y Cable R

Los cables se ha ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/Splines** y se pueden filtrar con las keywords: **cable; wire; corto; short; largo; long; R; AR; RA; RC** y se identifican por el nombre:

- **Cable 2HC Largo R (Wire 2CW long R)**: Cable para vanos de 50 y 60 m
- **Cable 2HC Largo RA (Wire 2CW long RA)**: Cable con conductores de conexión (a la derecha según se extienden) entre tramos para vanos de 50 y 60 m
- **Cable 2HC Largo AR (Wire 2CW long AR)**: Cable con conductores de conexión (a la izquierda según se extienden) entre tramos para vanos de 50 y 60 m
- **Cable 2HC Largo RC (Wire 2CW long RC)**: Cable con conexión entre sustentador e hilos de contacto para vanos de 50 y 60 m
- **Cable 2HC Corto R (Wire 2CW short R)**: Cable para vanos de 20, 30 y 40 m
- **Cable 2HC Corto RA (Wire 2CW short RA)**: Cable con conductores de conexión (a la derecha según se extienden) entre tramos para vanos de 20, 30 y 40 m
- **Cable 2HC Corto AR (Wire 2CW short AR)**: Cable con conductores de conexión (a la izquierda según se extienden) entre tramos para vanos de 20, 30 y 40 m
- **Cable 2HC Corto RC (Wire 2CW short RC)**: Cable con aislamiento longitudinal con conexión entre sustentador e hilos de contacto para vanos de 20, 30 y 40 m
- **Cable 1HC Largo R (Wire 1CW long R)**: Cable para vanos de 50 y 60 m
- **Cable 1HC Largo RA (Wire 1CW long RA)**: Cable con conductores de conexión (a la derecha según se extienden) entre tramos para vanos de 50 y 60 m
- **Cable 1HC Largo AR (Wire 1CW long AR)**: Cable con conductores de conexión (a la izquierda según se extienden) entre tramos para vanos de 50 y 60 m
- **Cable 1HC Corto R (Wire 1CW short R)**: Cable para vanos de 20, 30 y 40 m
- **Cable 1HC Corto RA (Wire 1CW short RA)**: Cable con conductores de conexión (a la derecha según se extienden) entre tramos para vanos de 20, 30 y 40 m
- **Cable 1HC Corto AR (Wire 1CW short AR)**: Cable con conductores de conexión (a la izquierda según se extienden) entre tramos para vanos de 20, 30 y 40 m

3.6 Colas y cables para punto fijo

Los cables para punto fijo, se corresponden con el tipo **F** y contienen los **latiguillos del punto fijo** (ver figura 3.6). Son cables que sujetan a los hilos de contacto respecto del sustentador (fijado en un poste).



Son splines que no se deben replicar. Se instalan en el vano anterior y posterior al poste donde se ha realizado la fijación del sustentador. Primero se enganchan en la ménsula anterior o posterior a la ménsula de fijación para finalizar la extensión del spline en esta última. Se dispone de 2 tipos diferentes según la longitud del vano.

Los cables F se extienden siempre desde la flecha azul de la ménsula anterior o posterior a la del punto fijo, hasta la flecha azul de ésta última.

Figura 3.6. Latiguillos de punto fijo

Las colas de punto fijo tienen por misión fijar el cable sustentador en la ménsula de un poste intermedio del tramo regulado. Para tal misión, se utilizan dos colas ancladas en los postes de los tramos anterior y posterior hasta conectar con el sustentador en la ménsula donde se hace la fijación. Son splines de que no se deben replicar. Se dispone de 6 tipos diferentes según el tipo de poste para el anclaje y la ubicación del mismo respecto de la vía.

Las colas de punto fijo se instalan extendiéndolas desde el poste de anclaje (flecha azul para las colas de anclaje) hasta la flecha magenta de la ménsula elegida para la fijación. En este proceso hay que distinguir entre cola izquierda o derecha según el poste de anclaje quede a la derecha o a la izquierda de la vía en una vista en el sentido contrario al de la extensión del spline (recomiendo la experimentación para entender este asunto). Así, para la misma vía hay que utilizar una cola izquierda en un vano y otra derecha en el opuesto a la ménsula de fijación.

Los cables se ha ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/Splines** y se pueden filtrar con las keywords: **cable; wire; corto; short; largo; long; cola; anchor; fijo; fixed** y se identifican por el nombre:

- **Cable 2HC Largo F (Wire 2CW long F)**: Cable para vanos de 50 y 60 m
- **Cable 2HC Corto F (Wire 2CW short F)**: Cable para vanos de 20, 30 y 40 m

- **Cola punto fijo X2 izquierdo (Wire anchor fixed point left):** Cable para poste X2 izquierdo
- **Cola punto fijo X2 derecho (Wire anchor fixed point right):** Cable para poste X2 derecho
- **Cola punto fijo Z4 izquierdo (Wire anchor fixed point left):** Cable para poste Z4 izquierdo
- **Cola punto fijo Z4 derecho (Wire anchor fixed point right):** Cable para poste Z4 derecho
- **Cola punto fijo Z6 izquierdo (Wire anchor fixed point left):** Cable para poste Z6 izquierdo
- **Cola punto fijo Z6 derecho (Wire anchor fixed point right):** Cable para poste Z6 derecho

Los postes dónde se anclan las colas de punto fijo, deben disponer de tirantes de anclaje **“Tirante de anclaje de poste...” (Anchor tense of pylon...) ubicados en TRS en “Objetos/Modo_splines/Spain/Splines”**

3.7 Cables para ejes de seccionamiento

Los ejes de seccionamiento se utilizan básicamente en los seccionamientos en lámina de aire sin regulación de la tensión mecánica y en el resto de seccionamientos en el caso de curvas de poco radio (en vanos de 20 y 30 m).

Los cables para ejes de seccionamiento serán de altura estándar en ambos extremos, por consiguiente, se pueden utilizar los cables de 20, 30 y 40 m en su versión normal o tipo C **“Cable 2HC X0m o Cable 2HC X0m C” (Wire 2CW X0m or Wire 2CW X0m C)** para atirantados flotantes) ubicados en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/Cat. CR160 – Cables**. No obstante, para vanos de 50 y 60 m los cables normales o de tipo C no sirven al disponer de la típica suspensión en V desde los propios sustentadores. Por tal motivo, se han introducido los cables **E** y **EC** para ejes de seccionamiento en vanos de 50 y 60 m. Se instalan siempre entre flechas azules.

Los cables se ha ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/Splines** y se pueden filtrar con las keywords: **cabale; wire; E; EC** y se identifican por el nombre:

- **Cable 2HC 60m E (Wire 2CW 60m E):** Cable para vanos de 60 m
- **Cable 2HC 60m EC (Wire 2CW 60m EC):** Cable con conexión sustentador-hilos de contacto para vanos de 60 m
- **Cable 2HC 50m E (Wire 2CW 50m E):** Cable para vanos de 50 m
- **Cable 2HC 50m EC (Wire 2CW 50m EC):** Cable con conexión sustentador-hilos de contacto para vanos de 50 m

3.8 Cables para agujas

Para la electrificación de agujas entre la doble ménsula de punta de agujas y la de talón contraguas, se utilizan:

- **Para la vía directa:** cables de altura estándar en ambos extremos, por consiguiente, se pueden utilizar los cables de 20, 30 y 40 m en su versión normal o tipo C **“Cable 2HC X0m o Cable 2HC X0m C” (Wire 2CW X0m or Wire 2CW X0m C)** para atirantados flotantes ubicados en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/Splines**. No obstante, para vanos de 50 y 60 m los cables normales o de tipo C no sirven al disponer de la típica suspensión en V desde los propios sustentadores. En tal caso, se pueden utilizar los cables **E** y **EC** para ejes de seccionamiento en vanos de 50 y 60 m vistos en el apartado anterior. En todos los casos se instalan siempre entre flechas azules.
- **Para la vía desviada:** cables con conductores elevados por un extremo. Por consiguiente, se pueden utilizar los cables **R** o **RC** según necesidades. No obstante, los cables R y RC son para 2 hilos de contacto, por lo que se han modelado expresamente unos cables de 1 hilo de contacto para vías desviadas entre punta de agujas y contraguas. Estos cables se han denominado como tipo **D**. Están configurados para que enganchen con las dobles ménsulas. Se conectan en ellas en los puntos de enganche dispuesto al efecto. Estos cables se instalarán siempre desde una flecha magenta hasta otra azul para su correcta orientación.

Los cables tipo **D** se ha ubicado en TRS Los cables se ha ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/Splines** y se pueden filtrar con las keywords: **cabale; wire; corto; short; largo; long; D** y se identifican por el nombre:

- **Cable 1HC Largo D (Wire 2CW long D):** para vanos de 50 y 60 m
- **Cable 1HC Corto D (Wire 2CW short D):** para vanos de 20, 30 y 40 m

3.9 Cables para túneles

Para la electrificación en túneles se utilizan unos cables (splines) que menor altura de catenaria (altura entre conductores e hilo sustentador en los puntos de apoyo en ménsulas) por un extremo para permitir la entrada en las túneles ya que suelen tener gálibos más reducidos, no obstante, con la condición de tener, como mínimo, 6,5 m de altura de boca respecto del suelo (recordad que los hilos de contacto se simulan a 6 m del suelo ó 5,70 del plano de rodadura) sino los cables parecerán que atraviesan la bóveda engullidos por el techo. En la realidad, altura de los hilos de contacto respecto del suelo, suele bajar, pero en la simulación virtual los pantógrafos no bajan. Dichos cables para

la embocadura son **Cables 2HC NT (Wires 2CW NT)** para los casos que la catenaria exterior llegue al túnel con atirantado normal o **Cables 2HC FT (Wires 2CW FT)** cuando la catenaria externa es con atirantado flotante.



Para túneles sin electrificación pre-incorporada, se aporta un cable para interiores utilizable entre los atirantados de túnel **AtirantadoT2R (Bracket T2R)** y/o **AtirantadoT2F (Bracket T2F)**.

También se puede utilizar unos splines de catenaria completa, que incorpora los cales y sus atirantados para interiores de túnel, de montaje rápido (que no inexacto ya que simula el zig-zag de forma precisa en recta). Para su instalación utilizar la vista del terreno sin texturas (transparente F9). Dichos splines son para 20 m de vano. Se aporta un tipo para rectas denominado **Catenaria 2HC TR (Catenary 2CW TR)** y dos para curvas, uno para atirantados normales y otro para atirantados flotantes, denominados **Catenaria 2HC TC (Catenary 2CW TC)** y **Catenaria 2HC TF (Catenary 2CW TF)** respectivamente.

Figura 3.9. Cables de embocadura a túnel y de interior

Los cables se ha ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/Splines** y se pueden filtrar con las keywords: **cabale; wire; catenaria; catenary; tunel; túnel; NT; FT; TR; TC; TF; short; largo; long** y se identifican por el nombre:

- **Cables 2HC NT (Wires 2CW NT)**: Un cable de 30 m de vano para transición entre catenaria de atirantado normal a atirantado en túnel y viceversa (embocaduras de túnel)
- **Cables 2HC FT (Wires 2CW FT)**: Un cable de 30 m de vano para transición entre catenaria de atirantado flotante a atirantado en túnel y viceversa (embocaduras de túnel)
- **Cables 2HC Túnel (Wires 2CW Tunnel)**: Cable de 20 m de vano para interiores de túnel
- **Catenaria 2HC TR (Catenary 2CW TR)**: catenaria-spline completa tipo R de 20 m de vano para túneles en rectas
- **Catenaria 2HC TC (Catenary 2CW TC)**: catenaria-spline completa tipo C de 20 m de vano para túneles en curvas con atirantado normal ($r > 625m$)
- **Catenaria 2HC TF (Catenary 2CW TF)**: catenaria-spline completa tipo F de 20 m de vano para túneles en curvas con atirantado flotante ($r < 625m$)

3.10 Elementos para la regulación

Los elementos necesarios para dotar de regulación (compensación) a un tramo de catenaria son los splines siguientes:

- Equipos de regulación (conjuntos poleas-contrapesos)
- Tirantes de anclaje para regulación con soportes para los equipos de regulación
- Colas especiales para los equipos de regulación



Figura 3.10. Equipo de regulación independiente

Los equipos de regulación se extenderán desde el punto de enganche al efecto en los postes hasta el punto que se repliquen, pero dejándolos sin replicar. De esta forma se garantiza la longitud y relación de aspecto correcto. Son independientes de la longitud del vano y del tipo de poste donde se coloquen.

Los tirantes de anclaje para los equipos de regulación dependen del tipo de poste y del tipo de regulación elegida. Se extenderán desde el punto de enganche al efecto en los postes hasta una longitud de 6 m (el macizo de hormigón adquiere forma cuadrada).

Las colas a equipos de regulación dependen del tipo de regulación elegida, de la longitud del vano y del número de hilos de contacto y enganchan en brazos de atirantados elevados. Se extienden desde el punto de spline libre del equipo de regulación hasta la flecha magenta de las dobles ménsulas semiejes de seccionamiento.

En el caso de finales de línea electrificada en un equipo de compensación, se puede utilizar colas que enganchan en brazos de atirantado de altura normal y en lo que sigue se les denominará colas directas. Las colas directas a equipos de regulación dependen del tipo de regulación elegida, de la longitud del vano y del número de hilos de contacto. Se extienden desde el punto de spline libre del equipo de regulación hasta la flecha azul del brazo de atirantado.

Los elementos necesarios para dotar de regulación se ha ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/Splines** y se pueden filtrar con las keywords: **regulación; tensioning; tirante; tense; cola; regulation; corta; short; larga; long** y se identifican por el nombre:

- **Equipo regulación independiente (Tensioning assembly I):** Sistema de poleas doble
- **Equipo regulación común (Tensioning assembly C):** Sistema de poleas simple
- **Tirante de anclaje RI X2 (Anchor tense RI X2):** para regulación indep. y poste X2
- **Tirante de anclaje RI Z4 (Anchor tense RI Z4):** Para regulación indep. y poste Z4
- **Tirante de anclaje RI Z6 (Anchor tense RI Z6):** Para regulación indep. y poste Z6
- **Tirante de anclaje RI HEB280 (Anchor tense RI HEB280):** Para regulación indep. y poste HEB280
- **Tirante de anclaje RI HEB400 (Anchor tense RI HEB400):** Para regulación indep. y poste HEB400
- **Tirante de anclaje RC X2 (Anchor tense RC X2):** Para regulación común y poste X2
- **Tirante de anclaje RC Z4 (Anchor tense RC Z4):** Para regulación común y poste Z4
- **Tirante de anclaje RC Z6 (Anchor tense RC Z6):** Para regulación común y poste Z6
- **Tirante de anclaje RC HEB280 (Anchor tense RC HEB280):** Para regulación común y poste HEB280
- **Tirante de anclaje RC HEB400 (Anchor tense RC HEB400):** Para regulación común y poste HEB400
- **Cola reg I 2HC larga (Wire regulation I 2CW long):** Cola de 2 hilos de contacto para regulación independiente en vanos de 50 y 60 m
- **Cola reg I 2HC corta (Wire regulation I 2CW short):** Cola de 2 hilos de contacto para regulación independiente en vanos de 20, 30 y 40 m
- **Cola reg C 2HC larga (Wire regulation C 2CW long):** Cola de 2 hilos de contacto para regulación común en vanos de 50 y 60 m
- **Cola reg C 2HC corta (Wire regulation C 2CW short):** Cola de 2 hilos de contacto para regulación común en vanos de 20, 30 y 40 m
- **Cola reg C 1HC larga (Wire regulation I 1CW long):** Cola de 1 hilo de contacto para regulación común en vanos de 50 y 60 m
- **Cola reg C 1HC corta (Wire regulation I 1CW short):** Cola de 1 hilo de contacto para regulación común en vanos de 20, 30 y 40 m
- **Cola directa reg I 2HC larga (Wire regulation I 2CW long):** Cola directa de 2 hilos de contacto para regulación independiente en vanos de 50 y 60 m
- **Cola directa reg I 2HC corta (Wire regulation I 2CW short):** Cola directa de 2 hilos de contacto para regulación independiente en vanos de 20, 30 y 40 m
- **Cola directa reg C 2HC larga (Wire regulation C 2CW long):** Cola directa de 2 hilos de contacto para regulación común en vanos de 50 y 60 m
- **Cola directa reg C 2HC corta (Wire regulation C 2CW short):** Cola directa de 2 hilos de contacto para regulación común en vanos de 20, 30 y 40 m
- **Cola directa reg C 1HC larga (Wire regulation I 1CW long):** Cola directa de 1 hilo de contacto para regulación común en vanos de 50 y 60 m
- **Cola directa reg C 1HC corta (Wire regulation I 1CW short):** Cola directa de 1 hilo de contacto para regulación común en vanos de 20, 30 y 40 m

3.11 Cables para la extensión de las colas en pórticos

Se corresponden con los tipos **SS**. Son cables que enganchan en brazos de atirantado elevados por ambos extremos. Se utilizan en pórticos hacer llegar las colas de anclaje en seccionamientos o agujas en vías interiores. Son todos con aislamiento longitudinal en el sustentador y en los hilos de contacto por uno de los extremos. Se dispone de 4 tipos diferentes de acuerdo a la longitud del vano y al número de hilos de contacto. Son splines de distintas longitudes, pero no se deben replicar. Están configurados para que enganchen con las dobles ménsulas. Estos cables se instalarán siempre entre dos flechas magenta.

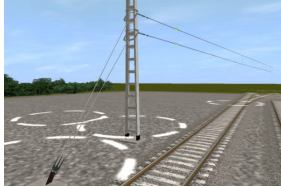
Los cables se ha ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/Splines** y se pueden filtrar con las keywords: **cable; wire; corto; short; largo; long; SS** y se identifican por el nombre:

- **Cable 1HC Largo SS (Wire 2CW long SS):** Cable de 1 hilo de contacto elevado con aislamiento longitudinal para vanos de 50 y 60 m
- **Cable 2HC Largo SS (Wire 2CW long SS):** Cable de 2 hilos de contacto elevados con aislamiento longitudinal para vanos de 50 y 60 m
- **Cable 1HC Corto SS (Wire 2CW short SS):** Cable de 1 hilo de contacto elevado con aislamiento longitudinal para vanos de 20, 30 y 40 m

- **Cable 2HC Corto SS (Wire 2CW short SS):** Cable de 2 hilos de contacto elevados con aislamiento longitudinal para vanos de 20, 30 y 40 m

3.12 Colas de anclaje en seccionamientos y agujas sin regulación

Se han incluido 12 tipos diferentes de colas de anclaje para seccionamientos y agujas sin regulación. En tales casos, los tramos de catenaria se anclan directamente a los postes. Los tipos difieren entre sí en función del número de hilos de contacto, de la longitud del vano y del poste donde ancla. Están configurados para que enganchen con cualquiera de los postes. Se conectan en los postes en los puntos de enganche dispuesto al efecto.



Las colas de anclaje son splines que están preparados para enganchar en atirantados elevados de la doble ménsula. Se instalan extendiéndolas desde el poste de anclaje (flecha azul para las colas de anclaje) hasta la flecha magenta de la doble ménsula semieje o de punta de agujas.

Los postes donde se anclan las colas de anclaje, deben disponer de tirantes de anclaje “**Tirante de anclaje de poste...**” (**Anchor tense of pylon...**) ubicados en TRS en “**Objetos/Modo_splines/Spain/Splines**”

Figura 3.12. Cola de anclaje y tirante de anclaje

Las colas de anclaje se ha ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/Splines** y se pueden filtrar con las keywords: **cola; anchor; corta; short; larga; long** y se identifican por el nombre:

- **Cola secc. 2HC X2 larga (Wire anchor 2CW X2 long):** Cola de anclaje de 2 hilos de contacto para poste X2 en vanos de 50 y 60 m
- **Cola secc. 2HC X2 corta (Wire anchor 2CW X2 short):** Cola de anclaje de 2 hilos de contacto para poste X2 en vanos de 20, 30 y 40 m
- **Cola secc. 2HC Z4 larga (Wire anchor 2CW Z4 long):** Cola de anclaje de 2 hilos de contacto para poste Z4 ó HEB280 en vanos de 50 y 60 m
- **Cola secc. 2HC Z4 corta (Wire anchor 2CW Z4 short):** Cola de anclaje de 2 hilos de contacto para poste Z4 ó HEB280 en vanos de 20, 30 y 40 m
- **Cola secc. 2HC Z6 larga (Wire anchor 2CW Z6 long):** Cola de anclaje de 2 hilos de contacto para poste Z6 ó HEB400 en vanos de 50 y 60 m
- **Cola secc. 2HC Z6 corta (Wire anchor 2CW Z6 short):** Cola de anclaje de 2 hilos de contacto para poste Z6 ó HEB400 en vanos de 20, 30 y 40 m
- **Cola secc. 1HC X2 larga (Wire anchor 1CW X2 long):** Cola de anclaje de 1 hilo de contacto para poste X2 en vanos de 50 y 60 m
- **Cola secc. 1HC X2 corta (Wire anchor 1CW X2 short):** Cola de anclaje de 1 hilo de contacto para poste X2 en vanos de 20, 30 y 40 m
- **Cola secc. 1HC Z4 larga (Wire anchor 1CW Z4 long):** Cola de anclaje de 1 hilo de contacto para poste Z4 ó HEB280 en vanos de 50 y 60 m
- **Cola secc. 1HC Z4 corta (Wire anchor 1CW Z4 short):** Cola de anclaje de 1 hilo de contacto para poste Z4 ó HEB280 en vanos de 20, 30 y 40 m
- **Cola secc. 1HC Z6 larga (Wire anchor 1CW Z6 long):** Cola de anclaje de 1 hilo de contacto para poste Z6 ó HEB400 en vanos de 50 y 60 m
- **Cola secc. 1HC Z6 corta (Wire anchor 1CW Z6 short):** Cola de anclaje de 1 hilo de contacto para poste Z6 ó HEB400 en vanos de 20, 30 y 40 m

3.13 Colas directa de agujas

En ocasiones, si se trata de vías secundarias, apartaderos, playas de maniobras, clasificación, etc..., dependiendo de la distancia desde el vértice de la aguja al siguiente atirantado en el talón de agujas, de la tangente del desvío y de la separación de los postes respecto del eje de la vía, el anclaje a poste de los cables de catenaria de la vía desviada se puede hacer directamente desde el atirantado del talón de agujas o desde el atirantado de la transversal (en caso de pórtico funicular).

El uso de esta opción será motivo de decisión en pie de obra (durante el montaje). Existen tres modelos:

- **Cola directa agujas Z6:** Cola de anclaje en poste Z6 ó HEB400 para agujas
- **Cola directa agujas Z4:** Cola de anclaje en poste Z4 ó HEB280 para agujas
- **Cola directa agujas X2:** Cola de anclaje en poste X2 para agujas

Dichas colas se ha ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/Splines** y se pueden filtrar con las keywords: **cola; anchor; directa; direct** y se identifican por el nombre:

Si con el anclaje directo a poste, se pierden las correctas condiciones de contacto del pantógrafo en la vía desviada, no se debe usar esta opción.

3.14 Anclajes de postes

Los postes en los que estén ancladas las colas de anclaje o las colas directas de agujas, deberán anclarse a su vez para aplicar tensión contraria y otorgar estabilidad vertical al poste (ver figura 3.10).

Dichos tirantes se ha ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/Splines** y se pueden filtrar con las keywords: **tirante; tense; anclaje; anchor; poste; pylon** y se identifican por el nombre:

- **Tirante de anclaje poste Z6:** Tirante de anclaje en poste Z6 ó HEB400
- **Tirante de anclaje poste Z4:** Tirante de anclaje en poste Z4 ó HEB280
- **Tirante de anclaje poste X2:** Tirante de anclaje en poste X2

3.15 Aisladores de sección

Los aisladores de sección (ver figura 3.14) se han modelado incluidos en el spline correspondiente del cable de catenaria.



De esta forma, se tienen 4 tipos diferentes en función de la longitud del vano y del número de hilos de contacto. Los extremos de dichos cables son de altura estándar, por lo tanto se extienden entre flechas azules siendo indiferente el sentido de montaje.

Figura 3.15. Aislador de sección

Los cables se ha ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/Splines** y se pueden filtrar con las keywords: **cable; wire; corto; short; largo; long; AS** y se identifican por el nombre:

- **Cable 2HC Largo AS (Wire 2CW long AS):** Aislador de sección de 2 hilos de contacto en vanos de 50 y 60 m
- **Cable 2HC Corto AS (Wire 2CW short AS):** Aislador de sección de 2 hilos de contacto en vanos de 20, 30 y 40 m
- **Cable 1HC Largo AS (Wire 1CW long AS):** Aislador de sección de 1 hilos de contacto en vanos de 50 y 60 m
- **Cable 1HC Corto AS (Wire 1CW short AS):** Aislador de sección de 1 hilos de contacto en vanos de 20, 30 y 40 m

3.16 Cables de comunicaciones

Se han incluido 2 tipos diferentes. Los tipos difieren entre sí en función de la longitud del vano. Están configurados para que enganchen con cualquiera de los postes. Se conectan en los postes en los puntos de enganche dispuesto al efecto.

Dichos cables se ha ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/Splines** y se pueden filtrar con las keywords: **cr160; catenaria; catenary; cable; com** y se identifican por el nombre:

- **Cable com. corto:** Para vanos de 20, 30 y 40 m.
- **Cable com. largo:** Para vanos de 50 y 60 m.

3.17 Elementos especiales

El paquete incluye un elemento denominado **tramo invisible** <kuid:82100:23280> y puede ser utilizado como spline invisible e independiente para otros fines. En TRS se encuentra en **Objetos/Modo_splines/Spain/Cat. CR160 – Pórtico funicular**.

Asimismo, se ha incluido un elemento denominado **vía invisible <kuid:82100:23990>** y puede ser utilizado como vía invisible e independiente para otros fines. Dentro de TRS se encuentra en **Vías/Modo_vías/Spain/vías**.

Ambos elementos invisibles (tramo y vía) pueden ser utilizados por desarrolladores de puentes para que no presente vías o carreteras visibles. De esta manera, aumenta su flexibilidad de uso, pudiendo utilizar el usuario el tipo de vía o carretera que quiera (incluso combinaciones de vías y/o carreteras) desde el "Ingeniero" del TRS sin necesidad de modificar el fichero "config.txt".

Adicionalmente, se incorpora elementos tipo "MESH" (**Situador, Situador neutro, Situador fuera, Situador extra fuera, Situador extra dentro, Flecha, Flecha magenta, Flechas roja, Flecha verde y Flecha naranja**) sólo visibles desde el "Surveyor" y no seleccionables por el usuario.

4 Catenaria CR160 en pórticos

El modelado de la catenaria CR160 aporta soporte tanto para pórticos funiculares como rígidos.

4.1 Catenaria CR160 en pórticos funiculares

Los elementos constituyentes de un pórtico funicular son:

- Postes
- Elementos de la transversal
- Elementos del sustentador funicular
- Atirantados

Los elementos constituyentes del pórtico están identificados en la figura 4.1.

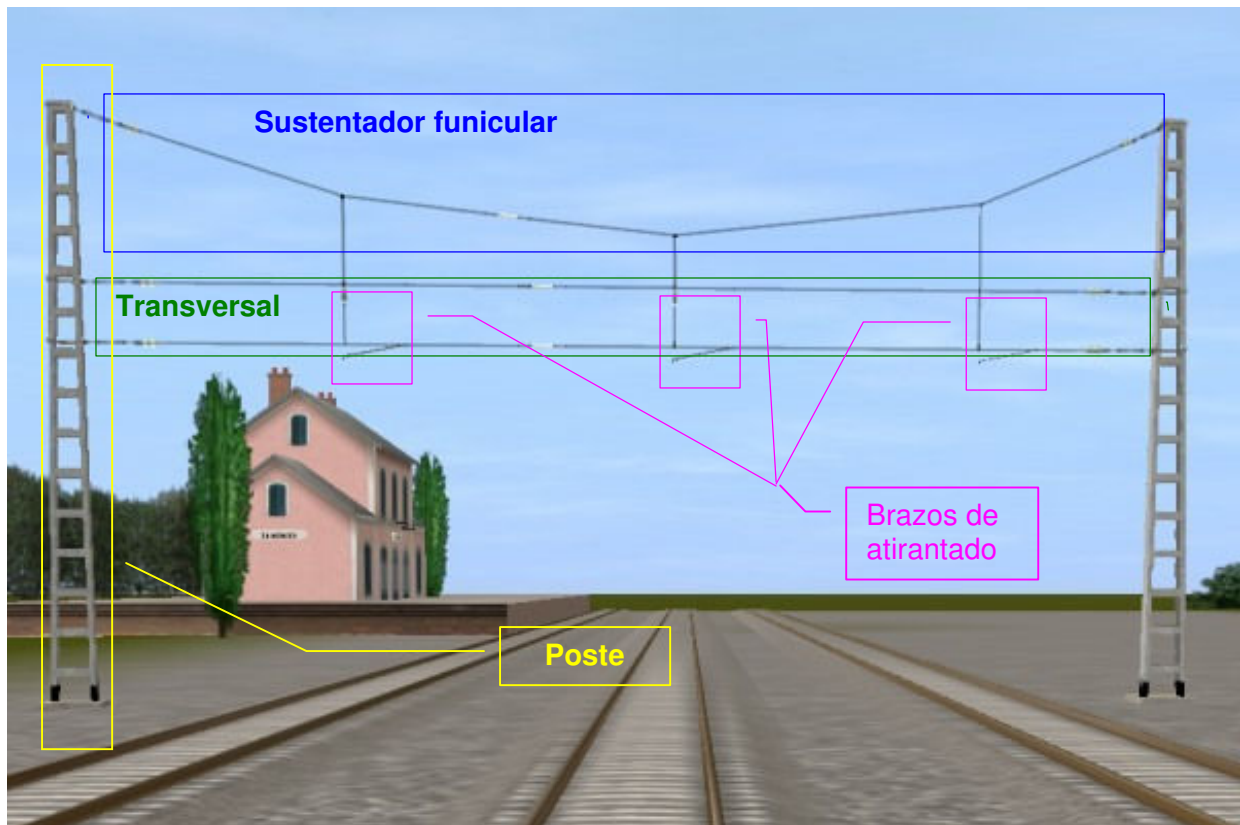


Figura 4.1. Elementos constituyentes de un pórtico funicular.

4.1.1 Atirantados

Son los elementos que permiten ajustar la componente horizontal de la posición de los hilos de contacto con respecto de la vía de manera que se conforme la correcta poligonal.

Están configurados como “fixedtracks” (igual que los postes), por consiguiente, se montan igual que los postes (sólo tienes que pensar en un atirantado como si fuera un poste de mástil y ménsula invisibles). Para su instalación basta con situarlo encima de la vía en la posición correcta.

Todos estos atirantados disponen de una guía sólo visible en el modo Ingeniero (Surveyor). Dicha guía dispone de una pequeña traza transversal para la correcta colocación respecto del eje de la vía con el propósito de obtener una correcta formación de la poligonal de los hilos de contacto. La posición correcta se alcanza cuando se esconde la pequeña traza transversal en la cabeza del carril del mismo lado hacia el que se está atirantando.

Estos elementos se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_objetos/Spain/Cat. CR160 –Funicular**.

Dependiendo del sentido en el que se orienta el atirantado, se consiguen atirantados a la derecha o la izquierda, es decir, basta rotarlo 180º.

Los 9 tipos de brazos de atirantado son:

- **Atirantado PF1:** Brazo con atirantado para 1 hilo de contacto en recta o curvas de $r > 600\text{m}$
- **Atirantado PF2:** Brazo con atirantado para 2 hilos de contacto en recta o curvas de $r > 600\text{m}$
- **Atirantado PF2R:** Brazo con atirantado para 2 hilos de contacto con sistema de regulación de la tensión mecánica en recta o curvas de $r > 600\text{m}$
- **Atirantado PF1C:** Brazo con atirantado para 1 hilo de contacto en curvas de $r < 600\text{m}$
- **Atirantado PF2C:** Brazo con atirantado para 2 hilos de contacto en curvas de $r < 600\text{m}$
- **Atirantado PF2RC:** Brazo con atirantado para 2 hilos de contacto con sistema de regulación de la tensión mecánica en curvas de $r < 600\text{m}$
- **Atirantado PF1D:** Apoyo sobre la transversal para colas de anclaje en agujas con 1HC.
- **Atirantado PF2D:** Apoyo sobre la transversal para colas de anclaje en agujas con 2HC.
- **Amarre FT:** Enlace entre sustentador funicular y la transversal

En recta, la separación máxima entre pórticos suele ser de 45 m. Es común ir alternado pórticos con todos los atirantados alternos, es decir, un pórtico todos a la izquierda, el siguiente todos a la derecha y así sucesivamente.

En curva, acortaremos la separación entre pórticos de acuerdo al radio de curvatura. En general, será correcto aplicar la separación y tipo de atirantado indicados para vías simples. En curva, los pórticos se instalan perpendiculares a las vías, por lo tanto, no serán paralelos.

En el caso atirantados de vías desviadas, se atirantará hacia el exterior de la curvatura de la vía desviada.

El atirantado “Amarre FT” sólo tendrá utilidad para enlazar el sustentador funicular y la transversal en aquellos puntos donde no se coloquen atirantados para hilos de contacto.

En la siguiente figura se ven los tres tipos de atirantado en recta (a izquierda) y el amarre FT:

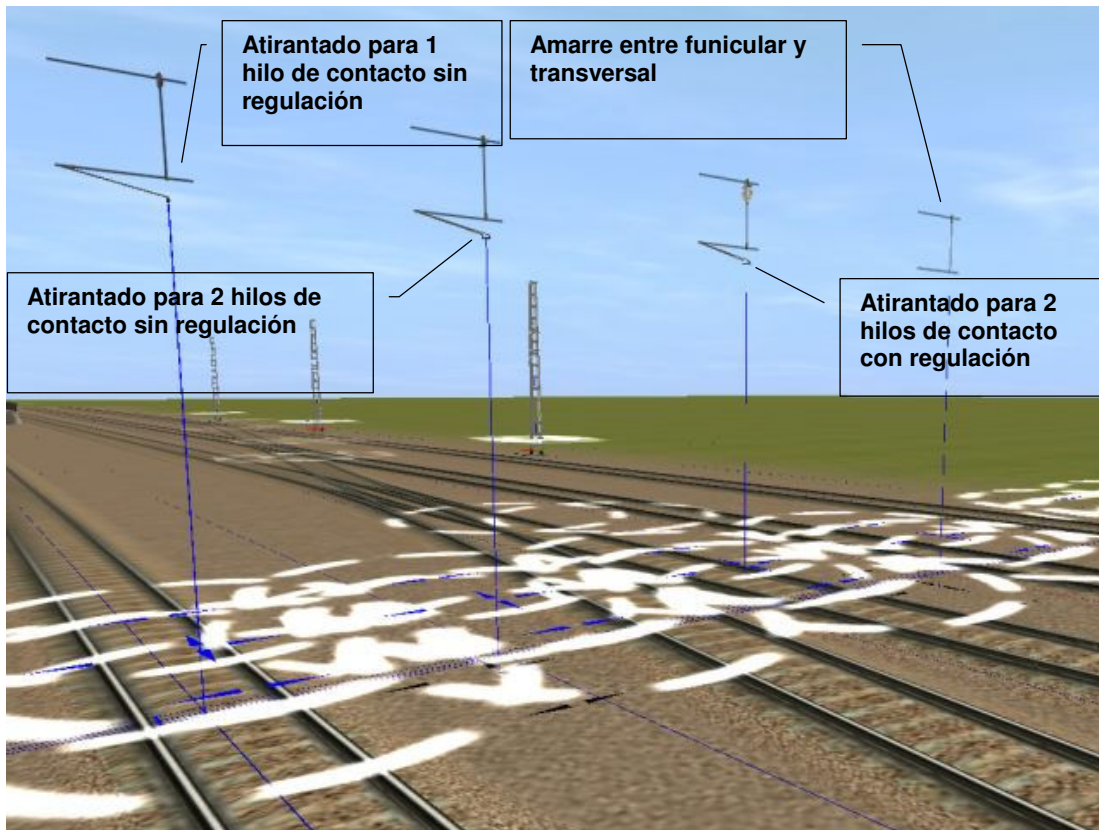


Figura 4.1.1.a Tipos de atirantados en recta y amarre FT en pórticos funiculares.

En la siguiente figura se ven los tres tipos de atirantado en curva (a izquierda) y de colas de agujas:

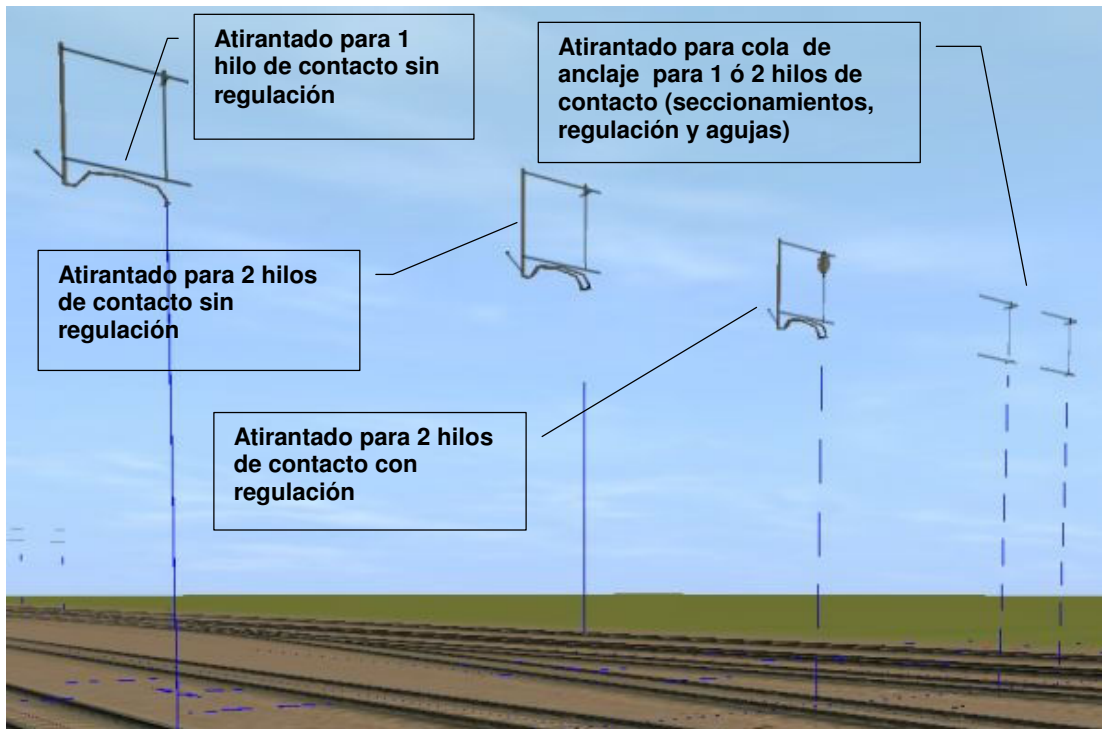


Figura 4.1.1.b. Tipos de atirantados en curva y de colas de anclaje en pórticos funiculares.

4.1.2 Elementos de la transversal

Los 4 elementos para la constitución de la transversal son:

- **Transversal de anclaje I pórtico funicular** (anclaje a poste izquierdo)
- **Transversal de anclaje D pórtico funicular** (anclaje a poste derecho)
- **Transversal aislada de pórtico funicular**
- **Transversal no aislada de pórtico funicular**

Estos elementos se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/Cat. CR160 –Funicular**.

Las transversales de anclaje, tanto a la izquierda (I) como a la derecha (D), aún siendo splines no deben replicarse para que conserven su morfología y dimensiones reales. No obstante, se han diseñado y configurado para que se repliquen cuando alcanzan la longitud que les corresponden. Por consiguiente, para su instalación bastará con extender el spline justo hasta su replicación y retroceder lo estrictamente necesario para que desaparezca la replicación. **Atención, este no es el comportamiento normal de los splines en TRS**, ya que en condiciones normales, la replicación ocurre en el doble de la longitud de definición. El spline **Transversal de anclaje I** se extiende, desde la flecha azul al efecto del poste izquierdo hacia la derecha. El spline **Transversal de anclaje D** se extiende desde otro elemento de la transversal hacia la flecha azul al efecto del poste derecho.

Los otros dos elementos para conformar la transversal son el tramo aislado y el no aislado. Están configurados como splines normales y definidos para 5 m de longitud. El tramo no aislado se puede encoger y estirar a discreción, no obstante el tramo aislado no debe estirarse ni encogerse demasiado respecto de su longitud de definición (5 m) ya que se deforma longitudinalmente el aislador modelado en el centro. Si se necesitase extender una transversal aislada más de 5 m puede añadirse la longitud necesaria de tramo no aislado a uno o a ambos extremos del tramo aislado.

Estos elementos pueden verse en la figura 4.1.2.

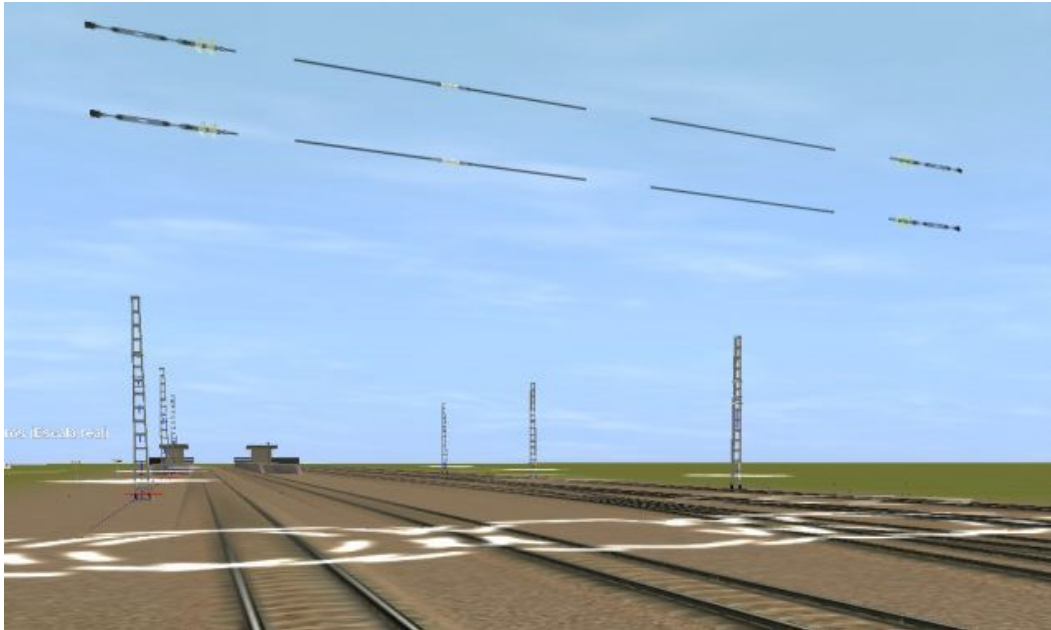


Figura 4.1.2. Elementos constituyentes de la transversal en pórticos funiculares.

4.1.3 Elementos del sustentador funicular

Son los tramos del cable sustentador funicular. Dichos tramos están configurados como splines simples y se extienden desde el poste izquierdo hacia el poste derecho.

Estos elementos se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/Cat. CR160 – Funicular**.

Los 4 elementos para anclaje del sustentador funicular son:

- **Funicular AZ6:** primer tramo de 5 m de longitud para anclaje a poste Z6 izquierdo (ver figura 4.1.3.a)
- **Funicular ALZ6:** primer tramo largo de 10 m de longitud para anclaje a poste Z6 izquierdo, a muros u otros elementos (ver figura 4.3.a).
- **Funicular AZ4:** primer tramo de 5 m de longitud para anclaje a poste Z4 izquierdo (ver figura 4.1.3.a)
- **Funicular GZ6:** último tramo de 5 m de longitud para anclaje a poste Z6 derecho (ver figura 4.1.3.a)
- **Funicular GLZ6:** último tramo largo de 10 m de longitud para anclaje a poste Z6 derecho, a muros u otros elementos (ver figura 4.3.a).
- **Funicular GZ4:** último tramo de 5 m de longitud para anclaje a poste Z4 derecho (ver figura 4.1.3.a)

Estos tramos pueden alargarse o encogerse para adaptarse a las medidas requeridas por el usuario, no obstante, se evitará grandes estiramientos (o encogimientos) porque los aisladores pueden deformarse. Por consiguiente, el usuario escogerá el elemento de anclaje de la longitud más adecuada a las necesidades.

Los 7 elementos sin aislamiento eléctrico son:

- **Funicular B:** segundo tramo inclinado sin aislamiento (ver figura 4.1.3.a)
- **Funicular BH:** tramo horizontal sin aislamiento con la altura inicial del **B** (ver figura 4.1.3.a)
- **Funicular C:** tercer tramo inclinado sin aislamiento (ver figura 4.1.3.a)
- **Funicular CH:** tramo horizontal sin aislamiento con la altura inicial del **C** (ver figura 4.1.3.a)
- **Funicular D:** cuarto tramo (siempre horizontal) sin aislamiento (ver figura 4.1.3.a)
- **Funicular E:** quinto tramo inclinado sin aislamiento (ver figura 4.1.3.a)
- **Funicular F:** sexto tramo inclinado sin aislamiento (ver figura 4.1.3.a)

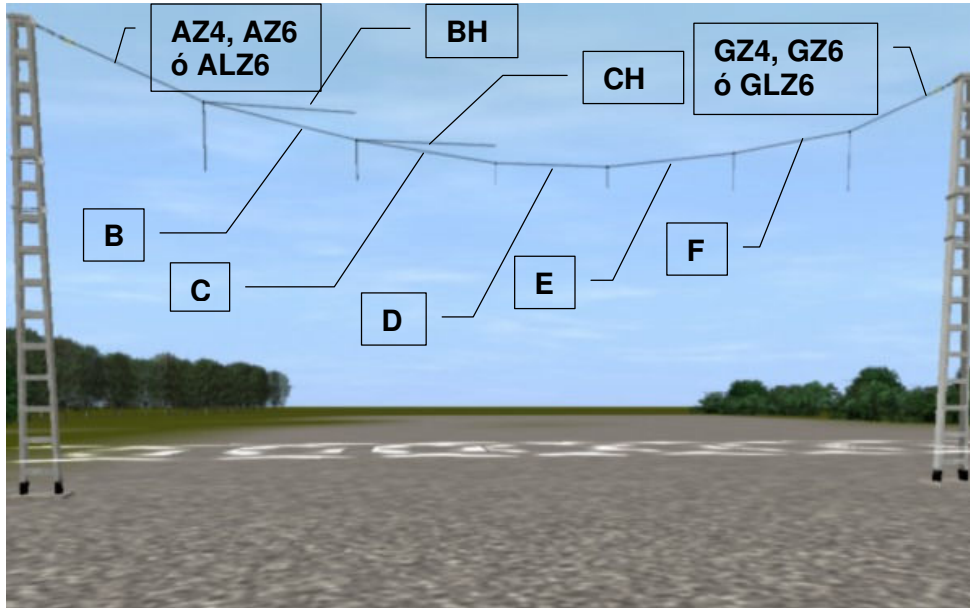


Figura 4.1.3.a. Elementos sin aislamiento eléctrico y de anclaje del sustentador funicular.

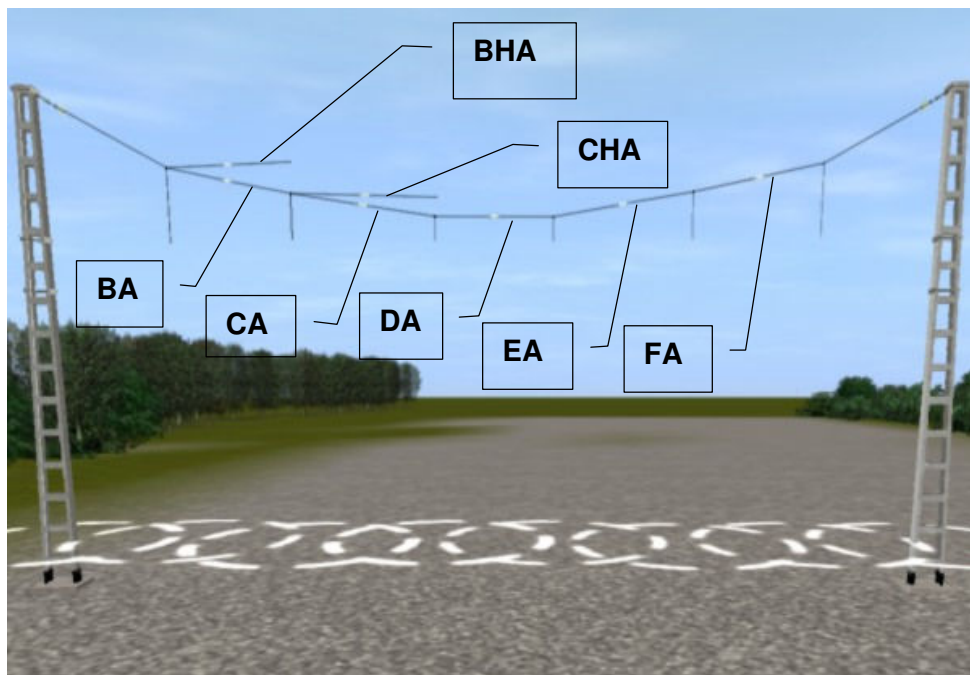


Figura 4.1.3.b. Elementos con aislamiento eléctrico del sustentador funicular.

De la misma forma, los 7 elementos con aislamiento eléctrico son:

- **Funicular BA:** segundo tramo inclinado con aislamiento (ver figura 4.1.3.b)
- **Funicular BHA:** tramo horizontal con aislamiento con la altura inicial del **B** (ver figura 4.1.3.b)
- **Funicular CA:** tercer tramo inclinado con aislamiento (ver figura 4.1.3.b)
- **Funicular CHA:** tramo horizontal con aislamiento con la altura inicial del **C** (ver figura 4.1.3.b)
- **Funicular DA:** cuarto tramo (siempre horizontal) con aislamiento (ver figura 4.1.3.b)
- **Funicular EA:** quinto tramo inclinado con aislamiento (ver figura 4.1.3.b)
- **Funicular FA:** sexto tramo inclinado con aislamiento (ver figura 4.1.3.b)

El extremo final del elemento **AZ4** para anclaje en postes Z4 concatena con los elementos C, CA, CH o CHA.
El extremo inicial del elemento **GZ4** para anclaje en postes Z4 concatena con los elementos E, EA, CH o CHA.

4.2 Catenaria CR160 en pórticos rígidos

Los elementos constituyentes de un pórtico o semipórtico rígido son:

- Postes
- Elementos de la transversal rígida
- Columnas soporte de ménsulas
- Brazos de atirantados

Los elementos constituyentes del pórtico rígido están identificados en la figura 4.2.:

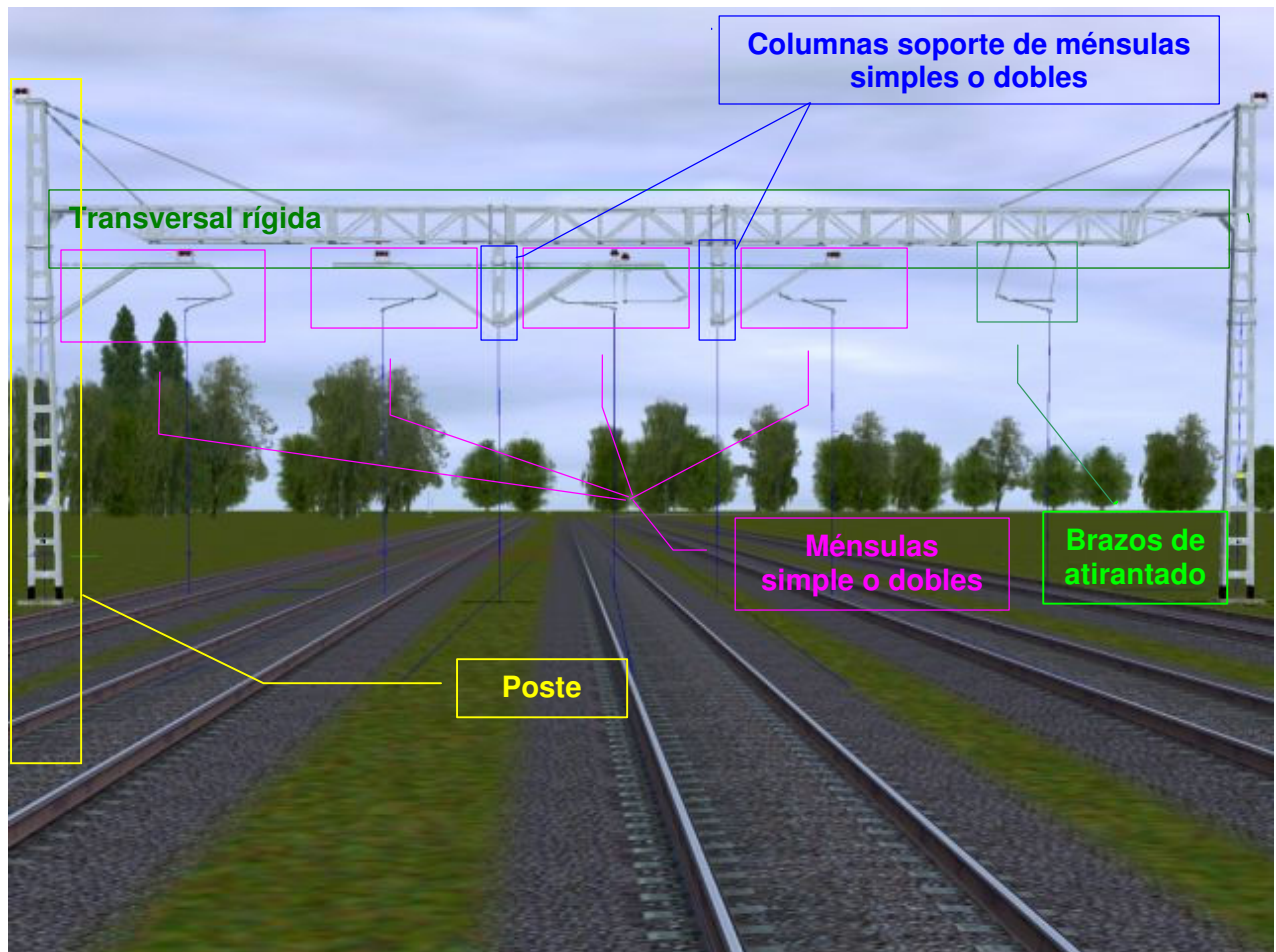


Figura 4.2. Elementos constituyentes de un pórtico rígido.

4.2.1 Elementos de la transversal rígida

Los elementos para la constitución dependen del tipo de pórtico a montar. Estos elementos se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/Cat. CR160 –Pórticos**:

- **Pórtico tipo A** (más clásico y antiguo):
 - **Lateral A (Lateral A)**: Lateral de pórtico rígido diseñado para postes Z4 y Heb280 pero utilizable también en Z6 y Heb400
 - **Tramo 2m A (Section 2m A)**: Tramo de 2m para extensión transversal del pórtico
 - **Tramo 4m A(Section 4m A)**: Tramo de 2m para extensión transversal del pórtico

- **Pórtico tipo B** (conocido como de dintel B):
 - **Lateral B (Lateral B)**: Lateral de pórtico rígido diseñado para Z4 y Heb280 pero utilizable también en Z6 y Heb400
 - **Tramo 2m B (Section 2m B)**: Tramo de 2m para extensión transversal del pórtico
 - **Tramo 4m B (Section 4m B)**: Tramo de 4m para extensión transversal del pórtico
 - **Soporte ménsula B (Bracket support B)**: columna soporte para adosar hasta dos ménsulas en oposición (simples o dobles)
- **Pórtico tipo C Z4** (de celosía delgada):
 - **Lateral de celosía Z4 (Lattice lateral Z4)**: Lateral de pórtico rígido diseñado para poste Z4 y Heb280 pero utilizable también en Z6 y Heb400.
 - **Tramo de celosía 2m Z4 (Lattice section 2m Z4)**: Tramo de 2m para extensión transversal del pórtico
 - **Tramo de celosía 4m Z4 (Lattice section 4m Z4)**: Tramo de 4m para extensión transversal del pórtico
 - **Soporte ménsula C delgado (Bracket support C thin)**: columna soporte para adosar hasta dos ménsulas en oposición (simples o dobles)
- **Pórtico tipo C Z6** (de celosía gruesa):
 - **Lateral de celosía Z6 (Lattice section lateral Z6)**: Lateral de pórtico rígido diseñado para postes Z6 y Heb400 exclusivamente
 - **Tramo de celosía 2m Z6 (Lattice section 2m Z6)**: Tramo de 2m para extensión transversal del pórtico
 - **Tramo de celosía 4m Z6 (Lattice section 4m Z6)**: Tramo de 4m para extensión transversal del pórtico
 - **Soporte ménsula C grueso (Bracket support C thickness)**: columna soporte para adosar hasta dos ménsulas en oposición (simples o dobles)

Con los laterales de pórtico rígido se pueden construir semipórticos, es decir, utilizando los laterales de pórticos rígidos adosados a un único poste como si de una gran ménsula se tratara. No obstante, adicionalmente se incluyen para utilizar como semipórticos las siguientes **ménsulas largas**:

- **Ménsula Larga de una vía**
- **Ménsula Larga de dos vías**

Todos los elementos de la transversal rígida, descritos arriba, son “fixedtracks” y se pueden concatenar unos con otros para formar cualquier estructura imaginable e inimaginable. Los laterales se conectan a los postes por las flechas verdes de la derecha (mirando desde el lateral hacia el poste)
El resto de elementos de se unen entre sí por las flechas rojas.

Estos elementos pueden verse en la figura 4.2.1.:

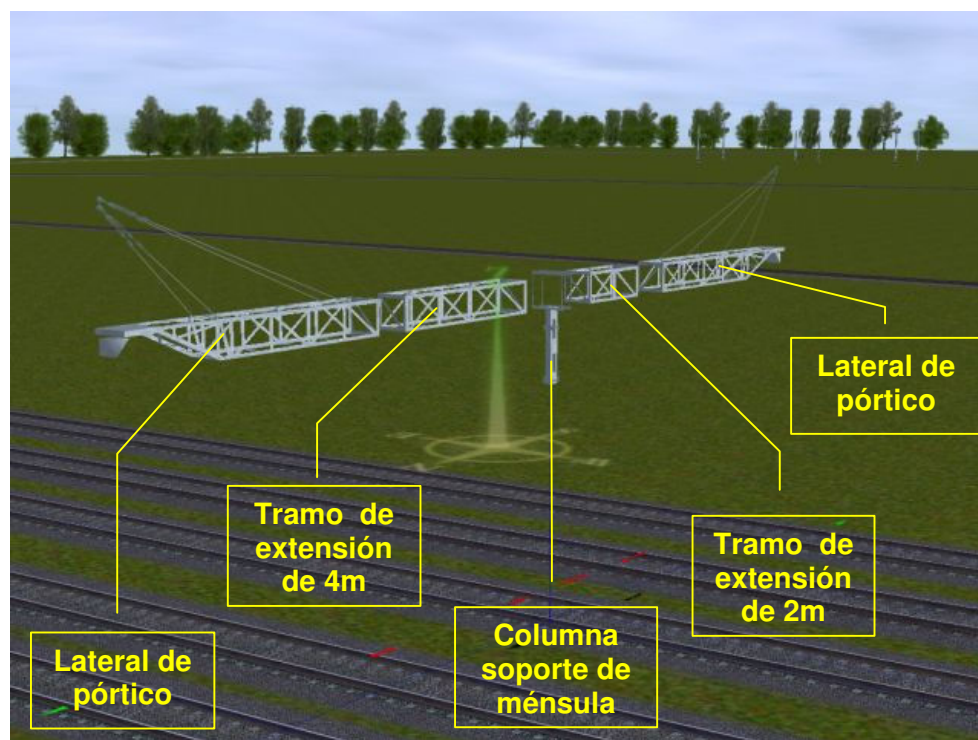


Figura 4.2.1. Elementos constituyentes de una transversal rígida.

4.2.2 Brazos de atirantados

Son los elementos que permiten ajustar la componente horizontal de la posición de los hilos de contacto con respecto de la vía de manera que se conforme la correcta poligonal.

Están configurados como “fixedtracks” (igual que los postes), por consiguiente, se montan igual que los postes (sólo tienes que pensar en un atirantado como si fuera un poste de mástil y ménsula invisibles). Para su instalación basta con situarlo encima de la vía en la posición correcta.

Todos estos atirantados disponen de una guía sólo visible en el modo Ingeniero (Surveyor). Dicha guía dispone de una pequeña traza transversal para la correcta colocación respecto del eje de la vía con el propósito de obtener una correcta formación de la poligonal de los hilos de contacto. La posición correcta se alcanza cuando se esconde la pequeña traza transversal en la cabeza del carril del mismo lado hacia el que se está atirantando.

Estos elementos se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_objetos/Spain/Cat. CR160 – Pórticos**.

Dependiendo del sentido en el que se orienta el atirantado, se consiguen atirantados a la derecha o la izquierda, es decir, basta rotarlo 180°.

Equipos de atirantado (sólo enganchan cables de catenaria):

- **8 tipos de equipos de atirantado A** para ménsulas largas y pórticos A (bajando el pórtico 50 cm):
 - **Atirantado PRA1 (Arm PRA1):** Brazo con atirantado para 1 hilo de contacto en recta o curvas de $r > 600\text{m}$
 - **Atirantado PRA2 (Arm PRA2):** Brazo con atirantado para 2 hilos de contacto en recta o curvas de $r > 600\text{m}$
 - **Atirantado PRA1C (Arm PRA1C):** Brazo con atirantado para 1 hilo de contacto en curvas de $r < 600\text{m}$
 - **Atirantado PRA2C (Arm PRA2C):** Brazo con atirantado para 2 hilos de contacto en curvas de $r < 600\text{m}$
 - **Atirantado PRA1D (Arm PRA1D):** Brazo con atirantado de 1 hilo de contacto en recta o curvas de $r > 600\text{m}$ para seccionamientos o agujas
 - **Atirantado PRA2D (Arm PRA2D):** Brazo con atirantado de 2 hilos de contacto en recta o curvas de $r > 600\text{m}$ para seccionamientos o agujas
 - **Atirantado PRADI (Arm PRADI):** Brazo con atirantado interior para cables elevados en seccionamientos o agujas.
 - **Atirantado PRADE (Arm PRADE):** Brazo con atirantado exterior para cables elevados en seccionamientos o agujas.
- **10 tipos de equipos de atirantado B** para todos los pórticos incluso en ménsulas largas (subiendo la ménsula larga 50 cm):
 - **Atirantado PRB1 (Arm PRB1):** Brazo con atirantado para 1 hilo de contacto en recta o curvas de $r > 600\text{m}$
 - **Atirantado PRB2 (Arm PRB2):** Brazo con atirantado para 2 hilos de contacto en recta o curvas de $r > 600\text{m}$
 - **Atirantado PRB2R (Arm PRB2R):** Brazo con atirantado para 2 hilos de contacto con regulación en recta o curvas de $r > 600\text{m}$
 - **Atirantado PRB1C (Arm PRA1C):** Brazo con atirantado para 1 hilo de contacto en curvas de $r < 600\text{m}$
 - **Atirantado PRB2C (Arm PRA2C):** Brazo con atirantado para 2 hilos de contacto en curvas de $r < 600\text{m}$
 - **Atirantado PRB2RC (Arm PRB2RC):** Brazo con atirantado para 2 hilos de contacto con regulación en curvas de $r < 600\text{m}$
 - **Atirantado PRB1D (Arm PRB1D):** Brazo con atirantado de 1 hilo de contacto en recta o curvas de $r > 600\text{m}$ para seccionamientos o agujas
 - **Atirantado PRB2D (Arm PRB2D):** Brazo con atirantado de 2 hilos de contacto en recta o curvas de $r > 600\text{m}$ para seccionamientos o agujas
 - **Atirantado PRBDI (Arm PRBDI):** Brazo con atirantado interior para cables elevados en seccionamientos o agujas.
 - **Atirantado PRBDE (Arm PRBDE):** Brazo con atirantado exterior para cables elevados en seccionamientos o agujas.

En recta, la separación máxima entre pórticos rígidos puede llegar a ser de 60 m. Es común ir alternado pórticos con todos los atirantados alternos, es decir, un pórtico todos a la izquierda, el siguiente todos a la derecha y así sucesivamente.

En curva, acortaremos la separación entre pórticos de acuerdo al radio de curvatura. En general, será correcto aplicar la separación y tipo de atirantado indicados para vías simples. En curva, los pórticos se instalan perpendiculares a las vías, por lo tanto, no serán paralelos.

En el caso atirantados de vías desviadas, se atirantarán hacia el exterior de la curvatura de la vía desviada.

5 Alimentación de la catenaria CR160

El modelado de la catenaria CR160 aporta soporte para el montaje de los sistemas de alimentación de la catenaria.

Los elementos constituyentes son:

- Subestaciones de tracción
- Pórticos de maniobras para alimentación de vías principales y generales
- Pórticos de seccionadores
- Pórticos de amarres para alimentar vías secundarias
- Seccionadores y amarres en postes discretos
- Cables feeder de diversos tipos.
- Soportes feeder
- Conexiones entre feeder y catenaria
- Pararrayos

5.1.1 Subestación de tracción

Es la infraestructura que contiene los equipos eléctricos, a la intemperie y/o en edificio cerrado, necesarios para obtener la fuente de alimentación de 3 kV en corriente continua necesaria para alimentar las locomotoras eléctricas. Es bastante común que los equipos de acometida de la red de eléctrica de distribución así como la primera etapa de transformación en alterna se encuentren a la intemperie. Por regla general, los equipos de rectificación a 3 kV de corriente continua se encuentra en el interior del edificio de la subestación.

Para el simulador, se ha modelado una antigua subestación típica de la línea Madrid a Andalucía por Despeñaperros y que se encuentra distribuida por diferentes estaciones de la línea. Está configurada como "fixedtracks" para poder disfrutar de puntos de enganche para los cables (attached points). De esta forma, será posible conectar la línea eléctrica de distribución a la subestación y las salidas de corriente continua a los pórticos de maniobras. Dicha subestación tiene modelados todos los equipos reales de intemperie de que dispone.

Si se trata de alimentar líneas de vía única, entonces, de la subestación saldrán 3 líneas feeder de corriente continua. Las tres líneas van directamente al pórtico de maniobras. Si la subestación está en una línea férrea de vía doble, se considerará, a los efectos de la alimentación, como si se tratara de dos líneas de vía única independientes. Así, de la subestación saldrán seis líneas feeder, es decir, 3 para cada vía de la línea de vía doble.

Se ha ubicado en TRS en **Objetos/Modo_objetos/Spain/Fixed track** y se pueden filtrar con las keywords: **cr160; catenaria; catenary; alimentación; feeder; subestaciones; substations** y se identifican como **"Subestación A (Substation A)"**

En el simulador, la subestación se podrá conectar a las líneas eléctricas aéreas de distribución y se conecta a los pórticos de maniobras con los cables feeder SE->PM. En la actualidad, se encuentra en un estado de trabajos muy avanzados el futuro pack sobre líneas eléctricas de distribución.



Figura 5.1.1. Subestación eléctrica de tracción.

5.1.2 Pórticos de maniobras para alimentación de vías principales y generales

Los pórticos de maniobras son estructuras rígidas que contienen seccionadores de puesta a tierra y su función es dar soporte para distribuir los diferentes cables feeder de alimentación a la catenaria. Por lo general, constan de dos postes laterales unidos por estructuras transversales que proporcionan, además de la debida rigidez estructural para el anclaje o amarre de los cables feeder, soporte para los seccionadores y equipos de accionamiento de los mismos.

Disponen de un seccionador de línea y otro de puesta a tierra por cada línea feeder. Los de puesta a tierra se distinguen por la barra de tierra (naranja oscuro) que los une transversalmente. El pórtico se situará paralelamente a la vía de modo que la barra de tierra quede del lado de las vías. Los cables feeder SE->PM unirán la salida de la subestación con los seccionadores de línea del pórtico de maniobras (lado opuesto a la vía). Las líneas feeder salientes del pórtico de maniobras se conectarán por los laterales del mismo y/o perpendicularmente a las vías según la configuración del mismo. En el caso de líneas que salen por el lateral se utilizarán cables feeder PM y si la línea sale perpendicularmente a las vías se utilizarán cables feeder del tipo AA. Todos los tipos de cables feeder se describen detalladamente en los correspondientes apartados de esta guía.

Los pórticos de maniobras se sitúan paralelamente a las vías y, desde ellos, se distribuirán las alimentaciones tras pasar por seccionadores con puesta a tierra. De este modo, se alimentará una vía principal y saldrán las otras dos líneas feeder, apoyándose en los sustentadores feeder de los postes, hacia las vías generales de cada lado de la estación correspondientes con la vía principal de la estación, de forma que se alimentarán las vías generales en el primer semieje del seccionamiento en lámina de aire. Se considera como vía principal de una estación a aquella que conecta la vía general de entrante de un lateral de la estación con la respectiva vía general del otro lateral.

Las líneas feeder que salen perpendicularmente a las vías, se apoyarán en un pórtico de amarres o poste para amarres enfrentado en la otra orilla de la playa de vías.

Dependiendo de la distribución de vías de la estación, de la ubicación de la subestación y de las líneas férreas entrantes y salientes se podrían dar muchas configuraciones diferentes de pórticos de maniobras. Se han modelado, por un lado, pórticos para dar servicio únicamente a tres líneas feeder (caso de estación en vía única), y por otro lado, se han modelado pórticos abiertos, es decir, sin uno o ninguno de los postes laterales, de forma que mediante acoplamiento entre ellos podamos construir cualquier pórtico de cualquier tamaño o configuración de posiciones de línea feeder que se nos ocurra.

En las siguientes figuras se ven los diferentes tipos de pórticos de maniobras modelados:

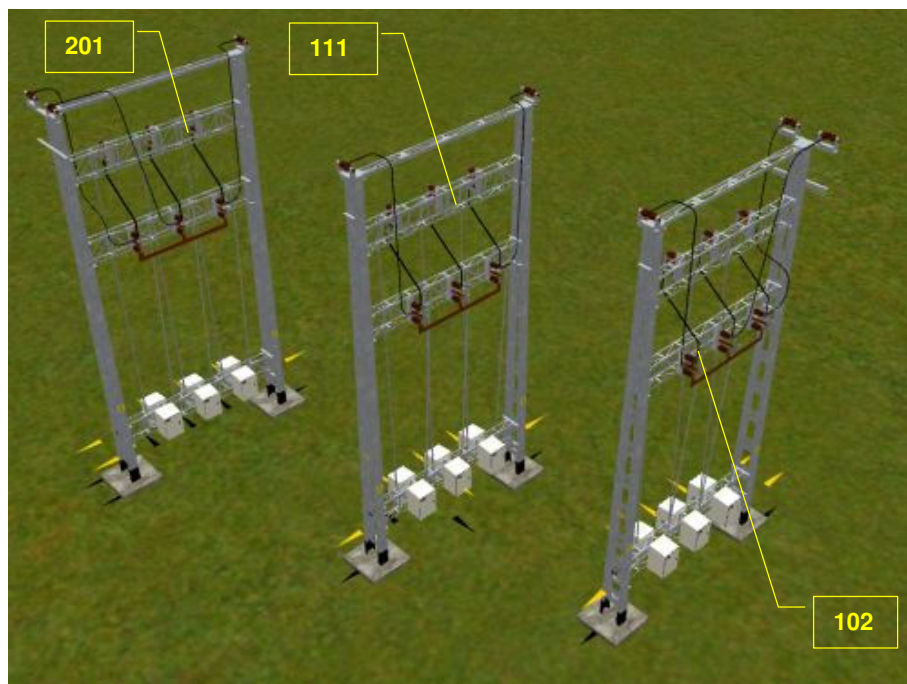


Figura 4.1.2.a Diferentes tipos de pórticos de maniobras cerrados.

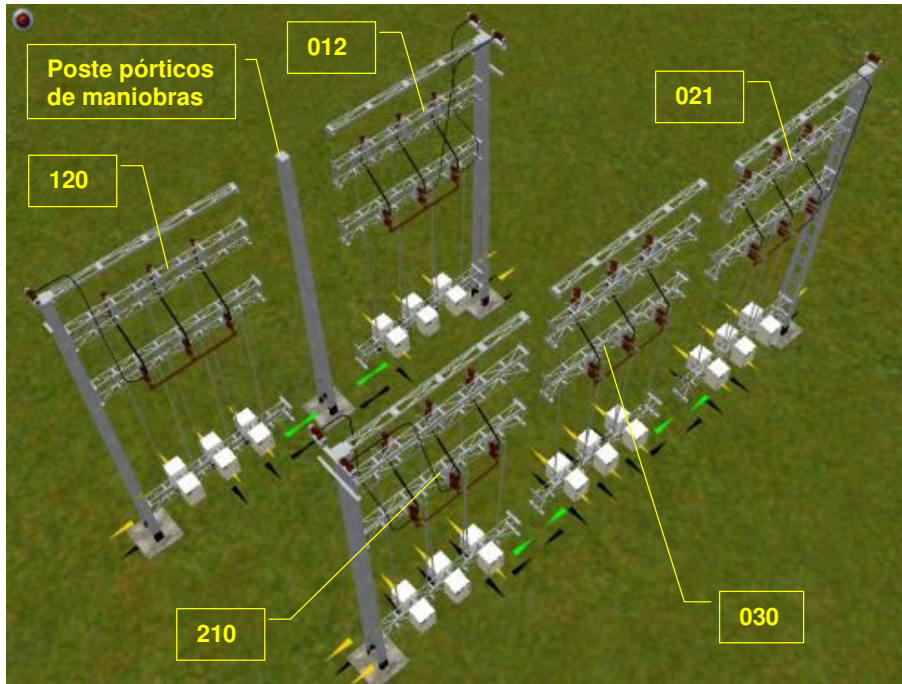


Figura 4.1.2.b Diferentes tipos de pórticos de maniobras abiertos.

Estos elementos se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_objetos/Spain/Fixed track** y se pueden filtrar con las keywords: **cr160; catenaria; catenary; alimentación; feeder; subestaciones; substations** y se identifican por un código numérico de tres dígitos **ICD**. El número del lado izquierdo "I" (mirando desde el lado de las vías) representa el número de líneas feeder que salen por la izquierda del pórtico (paralelamente a la vía). Del mismo modo, el número de la derecha, "D", representa el número de líneas feeder que salen por la derecha del pórtico. Por último, el número central "C" representa el número de líneas feeder que se pueden sacar perpendicularmente a las vías, bien para alimentar vías principales, o bien para alcanzar la orilla opuesta de la playa de vías y desde allí redistribuirlas. Los tipos de pórticos de maniobras para alimentar vías principales y generales que se han modelado se describen a continuación:

- 3 tipos de pórticos de maniobras cerrados:
 - **PorticoManiobras 111 (Subestation span 111).**
 - **PorticoManiobras 102 (Subestation span 102).**
 - **PorticoManiobras 201 (Subestation span 201).**
- 5 tipos de pórticos de maniobras abiertos:
 - **PorticoManiobras 012 (Subestation span 012).**
 - **PorticoManiobras 021 (Subestation span 021).**
 - **PorticoManiobras 030 (Subestation span 030).**
 - **PorticoManiobras 120 (Subestation span 120).**
 - **PorticoManiobras 210 (Subestation span 210).**
- 1 poste para cerrar los laterales de pórticos de maniobras abiertos:
 - **Poste para pórtico maniobras (Pylon for subestation span).**

5.1.3 Pórticos de seccionadores para alimentación de vías secundarias

Al igual que los pórticos de maniobras son estructuras rígidas que contienen seccionadores, no obstante, su función es la de dar, exclusivamente, soporte para la alimentación a las vías secundarias. A dichos pórtico no llegan líneas feeder desde la subestación. Se toma la tensión de la vía principal (alimentada desde un pórtico de maniobras) y se alimenta la vía secundaria respectiva pasando por un seccionador con puesta a tierra.

Los pórticos de maniobras se sitúan paralelamente a las vías de modo que los seccionadores queden del lado de las vías. En este caso todas las líneas feeder entran y salen perpendicularmente a las vías. Al pórtico se conectarán cables feeder tipo AA para la línea que toma tensión de una vía principal conectando en un punto de enganche que tenga seccionador. La alimentación a la vía secundaria respectiva se realizará desde el punto de enganche a la

izquierda (mirando desde el lado la vía) del utilizado para la toma de tensión (con seccionador) mediante el uso de cables feeder tipo AS. También se pueden enganchar, a estos pórticos, terminales de línea feeder (cable feeder tipo AT). Todos los tipos de cables feeder se describen detalladamente en los correspondientes apartados de esta guía.

Estos pórticos están abiertos por ambos laterales, por lo que se les debe adosar sendos “postes de pórtico de maniobras” para cerrar la estructura.

Están modelados como fixedtacks. Por lo tanto, presenta puntos de enganche de color verde para adosar otros pórticos y/o postes de cierre de la estructura. Además dispone de puntos de enganche para cables feeder, de forma que los puntos de enganche de color amarillo corresponden a la posición de un seccionador, siendo de color azul el resto de puntos de enganche.

En la siguiente figura se ven los diferentes tipos de pórticos de seccionadores modelados:

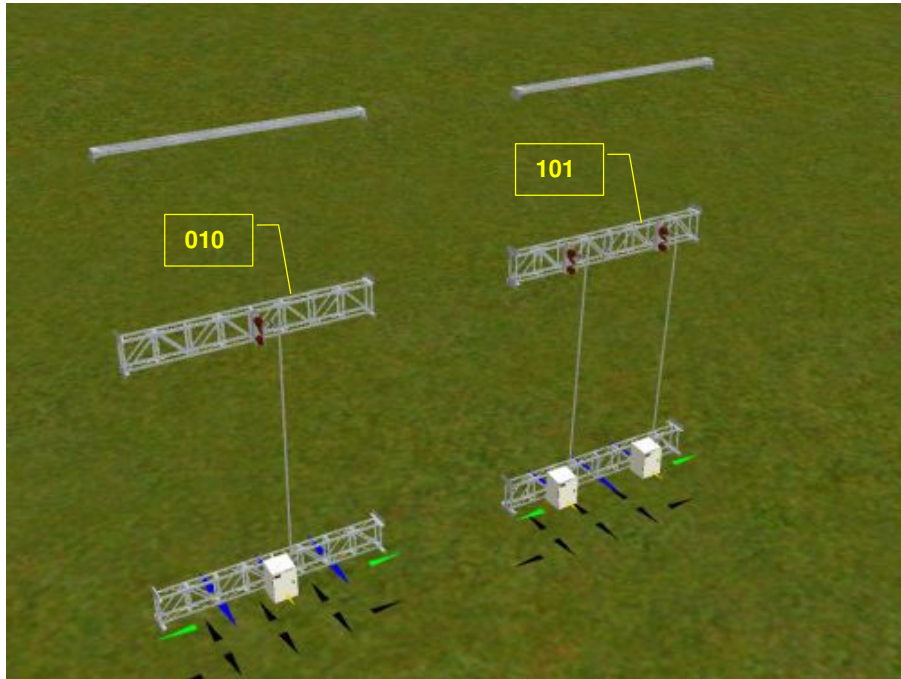


Figura 5.1.3. Diferentes tipos de pórticos de seccionadores para alimentación de vías secundarias.

Estos elementos se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_objetos/Spain/Fixed track** y se pueden filtrar con las keywords: **cr160; catenaria; catenary; alimentación; feeder; subestaciones; substations** y se identifican por un código numérico de tres dígitos **ICD**. Cada dígito **I, C** ó **D** puede tomar el valor **0** ó **1**. Si es **1** significa que en dicha posición de línea feeder hay un seccionador, en caso de ser **0** sólo habrá un punto de amarre sin seccionador. Los tipos de pórticos de seccionadores para alimentar vías secundarias que se han modelado se describen a continuación:

- 2 tipos de pórticos de maniobras abiertos por ambos laterales:
 - **Portico 010 vías secundarias (Substation span 010 secondary tracks).**
 - **Portico 101 vías secundarias (Substation span 101 secondary tracks).**

5.1.4 Pórticos de amarres

Al igual que los pórticos de maniobras son estructuras rígidas, no obstante, en este caso contienen simplemente puntos de amarres con o sin aislador. Su función es la de dar, exclusivamente, soporte para el amarre de las líneas feeder lanzadas perpendicularmente a las vías desde otros pórticos o para redistribuir líneas feeder hacia otras direcciones apoyándose en un aislador. A dichos pórtico no llegan líneas feeder desde la subestación.

Los pórticos de amarres se sitúan paralelamente a las vías de modo que si presenta alguna posición de amarre con aislador, éste quede del lado de las vías. En el caso de uso de un pórtico de amarre sin posiciones de amarre con aislador es indiferente la cara del pórtico que quede del lado de las vías. Todas las líneas feeder entran y salen perpendicularmente a las vías. Al pórtico se conectarán cables feeder tipo AT para la línea que termina en el punto de amarre sin aislador. Se usarán cables feeder tipo AC si se pretende continuar la línea feeder para lanzarla sobre otra

playa de vías. Se utilizarán cables feeder tipo AA en puntos de amarre con aislador cuando la línea feeder debe girar 90° para continuar paralelamente a las vías. Todos los tipos de cables feeder se describen detalladamente en los correspondientes apartados de esta guía.

Estos pórticos están abiertos por uno o ambos laterales, por lo que se les debe adosar “postes de pórtico de maniobras” para cerrar la estructura.

Están modelados como fixedtracks. Por lo tanto, presenta puntos de enganche de color verde para adosar otros pórticos y/o postes de cierre de la estructura. Además dispone de puntos de enganche para cables feeder, de forma que los puntos de enganche de color amarillo corresponden a la posición del aislador y a la de salida con giro de 90°, siendo de color azul el resto de puntos de enganche. Los hay para dos y tres líneas feeder.

En la siguiente figura se ven los diferentes tipos de pórticos de amarres modelados:

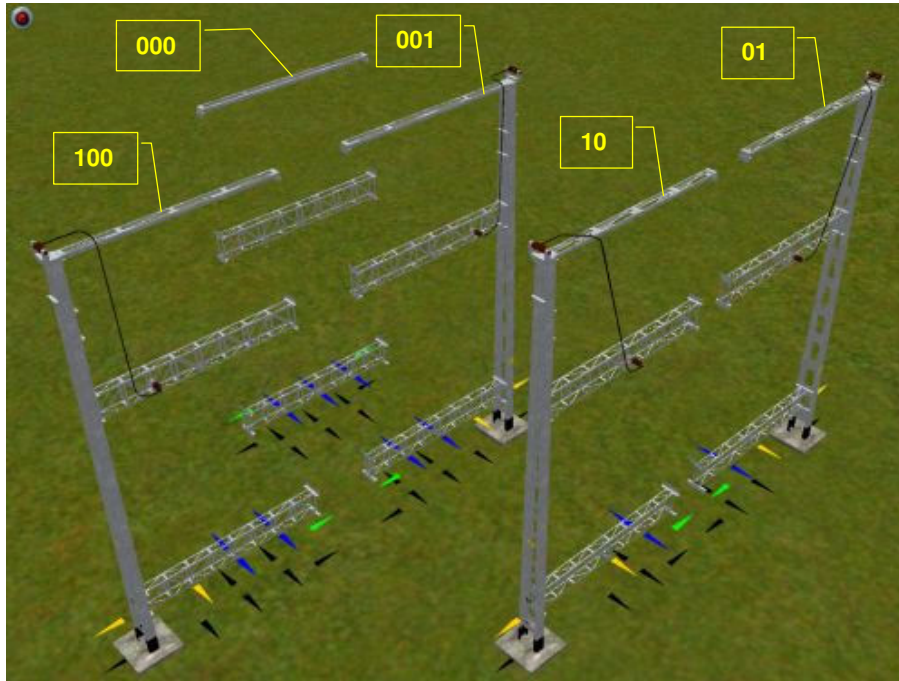


Figura 5.1.4. Diferentes tipos de pórticos de amarres.

Estos elementos se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_objetos/Spain/Fixed track** y se pueden filtrar con las keywords: **cr160; catenaria; catenary; alimentación; feeder; subestaciones; substations** y se identifican por un código numérico de tres dígitos **ICD**. Cada dígito (**I**)zquierda, (**C**)entro ó (**D**)erecha identifica una posición de línea feeder y puede tomar el valor **0** ó **1**. Si es **1** significa que en la correspondiente posición de línea feeder hay un aislador para apoyo para un giro de 90° en una línea feeder y permitir su salida paralela a las vías. En caso de ser **0**, sólo habrá un punto de amarre sin aislador. Un lateral será abierto si presenta el dígito **0**. Los tipos de pórticos de amarres que se han modelado se describen a continuación:

- 3 tipos de pórticos de amarres con tres posiciones de línea feeder:
 - **Portico amarres 000 (Mooring span 000).**
 - **Portico amarres 001 (Mooring span 001).**
 - **Portico amarres 100 (Mooring span 100).**
- 2 tipos de pórticos de amarres con dos posiciones de línea feeder:
 - **Portico amarres 01 (Mooring span 01).**
 - **Portico amarres 10 (Mooring span 10).**

5.1.5 Seccionadores para postes

Corresponden al equipo necesario para dotar a un poste de catenaria de un seccionador y de los puntos de enganche y amarre para posiciones de línea feeder.

Son “fixedtracks” que se pueden adosar a los postes por las flechas rojas como si de una ménsula se tratara. Presenta puntos de enganche (flechas amarillas) para líneas feeder y cables de alimentación a la catenaria.

En el caso de que se utilice el modelo para adosar a postes Z4, servirá para dar soporte para lanzar los cables feeder transversales de alimentación a las vías secundarias. Desde ambos contactos del seccionador, se lanzan dos feeder transversales a las vías, de forma que desde uno se toma la tensión de la vía principal y desde el otro cable transversal se alimenta la vía secundaria. Los extremos opuestos de ambos cables feeder transversales se amarran en otro poste Z4 al otro lado de la playa de vías "Amarres Z4" (ver más adelante). Las líneas feeder transversales a las vías se conectan a las bornas de seccionador o a los amarres enfrentados mediante el uso de cables feeder tipo AP.

En el caso de que se utilice el modelo para adosar a postes X2, entonces servirá para dar soporte para la alimentación a las vías generales en semiejes de los seccionamientos en lámina de aire.

En ambos modelos (para X2 y Z4) pueden conectarse líneas feeder que vienen desde los pórticos de maniobras mediante el uso de cables feeder tipo C paralelamente a la vía por ambos laterales.

En la siguientes figuras se ven ambos tipos de seccionadores de acuerdo a su uso:



Figura 5.1.5a. Seccionador Z4 para alimentación de vías secundarias.

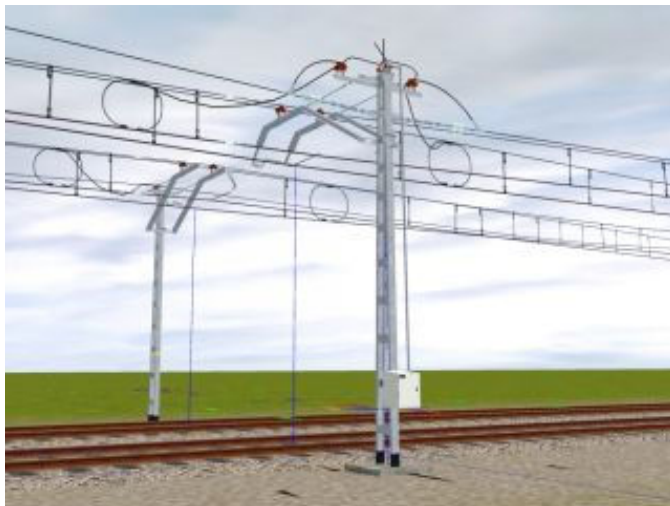


Figura 5.1.5b. Seccionador X2 para seccionamientos en lámina de aire.

Estos elementos se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_objetos/Spain/Fixed track** y se pueden filtrar con las keywords: **cr160; catenaria; catenary; alimentación; feeder; subestaciones; substations**. Se identifican por el nombre:

- 2 tipos de seccionadores adosables a postes:
 - **Seccionador Z4 (Switch Z4).**
 - **Seccionador X2 (Switch X2).**

5.1.6 Amarres de feeder para postes

Corresponden al equipo necesario para dotar a un poste de puntos de enganche con aisladores y puntos de amarre para posiciones de línea feeder.

Son fixedtracks que se pueden adosar a los postes por las flechas rojas como si de una ménsula se tratara. Presenta puntos de enganche (flechas amarillas) para líneas feeder y cables de alimentación a la catenaria. Este modelo está pensado para adosar exclusivamente a postes Z4.

Se suelen utilizar para amarrar las líneas feeder transversales lanzadas desde postes Z4 con seccionador mediante el uso de cables feeder tipo AP.

Enfrentar dos de estos elementos a cada lado de una playa de vías, puede ser útil para que las líneas feeder procedentes de pórtilos de maniobras paralelamente a las vías, puedan atravesar, transversalmente, la playa de vías para continuar paralelamente por la otra orilla de la playa hasta, por ejemplo, una alimentación de vías generales en el exterior de la estación. Para tal fin, se utilizarán cables feeder tipo C para los enganches paralelos a la vía y cables feeder AP para los enganches perpendiculares a la vía.

En la siguiente figura se ve un amarre Z4 en una alimentación de vía desviada desde la correspondiente vía principal:



Figura 5.1.6. Amarres Z4.

Este elemento se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_objetos/Spain/Fixed track** y se pueden filtrar con las keywords: **cr160; catenaria; catenary; alimentación; feeder; subestaciones; substations**. Se identifica por su nombre:

- **Amarres Z4 (Moorings Z4).**

5.1.7 Puntos de enganche para cables feeder transversales a playas de vías

Son elementos invisibles que sirven para enganchar los diferentes tramos de cables feeder transversales a las playas de vías (AA, AS, AC, AP, AT, B, BH y CH). Adicionalmente, incorpora una referencia elevada para poder enganchar, en su caso, el tramo de cable "feeder P" que baja para conectar con el hilo sustentador de la catenaria.

En la siguiente figura se ven los puntos de enganches:



Figura 5.1.7. Puntos de enganche.

Estos elementos se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_objetos/Spain/Fixed track** y se pueden filtrar con las keywords: **cr160; catenaria; catenary; alimentación; feeder** y se identifican por el nombre:

- 2 tipos de puntos de enganche según la altura del enganche :
 - **Enganche alimentación PA (Feeder attach point PA):** Punto de enganche alto
 - **Enganche alimentación PB (Feeder attach point PB):** Punto de enganche bajo

Adicionalmente, se incorpora el elemento tipo “MESH” **Referencia elevada de enganche de cable feeder (Elevated snap reference of feeder cable)** sólo visible desde el modo “Ingeniero o Surveyor” y no seleccionable por el usuario.

5.1.8 Conexiones en catenaria

Corresponden a los conductores que se utilizan para conectar adecuadamente el hilo sustentador con el o los hilos de contacto en un punto de alimentación de la catenaria. Están pensados para modelar los puntos de alimentación a la catenaria en estaciones o playas de vías.

Tienen dos flechas amarillas elevadas para conectar el cable “feeder P” procedente de cable feeder transversal. Se puede conectar en cualquiera de ambas flechas dependiendo de la orientación. Las líneas guías sirven para alinear con la vía y los cables de catenaria existentes.

Existen conexiones para dos y un hilo de contacto, además se han modelado para diferentes alturas de hilo sustentador ya que, como es sabido, el hilo sustentador no está a altura constante ya que describe una curva “catenaria”.

En la siguiente figura se ve una conexión para dos hilos de contacto:

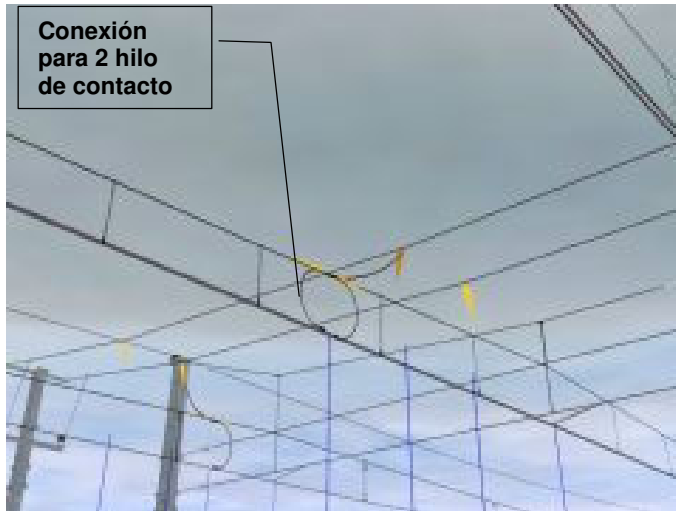


Figura 5.1.8. Conexión para 2 hilo de contacto.

Estos elementos se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_objetos/Spain/Fixed track** y se pueden filtrar con las keywords: **cr160; catenaria; catenary; alimentación; feeder** y se identifican por el nombre:

- 6 tipos de conexiones según hilos de contacto y altura:
 - **Conexión 2 HC alta (Connection 2CW high).**
 - **Conexión 2 HC media (Connection 2CW medium).**
 - **Conexión 2 HC baja (Connection 2CW low).**
 - **Conexión 1 HC alta (Connection 1CW high).**
 - **Conexión 1 HC media (Connection 1CW medium).**
 - **Conexión 1 HC baja (Connection 1CW low).**

5.1.9 Soportes para cable feeder

Corresponden al equipo necesario para dotar a un poste de un soporte para cable feeder adicional con sus correspondientes puntos de enganche para los cables feeder.

Son fixedtracks que se pueden adosar a los postes por las flechas rojas como si de una ménsula se tratara. Presenta puntos de enganche (flechas amarillas) para líneas feeder.

Aunque es utilizable con cualquier poste, se adosará a la altura de un poste X2. Por lo tanto debe utilizarse en conjunción de "cables feeder X2"

En la siguiente figura se ve un soporte para cable feeder:



Figura 5.1.9 Soporte para cable feeder.

Este elemento se ha ubicado en TRS en **Objetos/Modo_objetos/Spain/Fixed track** y se puede filtrar con las keywords: **cr160; catenaria; catenary; alimentación; feeder; subestaciones; substations**. Se identifica por su nombre:

- **Soporte feeder (Feeder support).**

5.1.10 Pararrayos

Los pararrayos están modelados como “fixedtracks” que se pueden adosar a las ménsulas por las flechas rojas.

Se han modelado dos pararrayos en función de que la ménsula sea para atirantado “dentro” o “fuera”.

Se suele utilizar cobre ménsulas simples.

En la siguiente figura se ve un pararrayos:

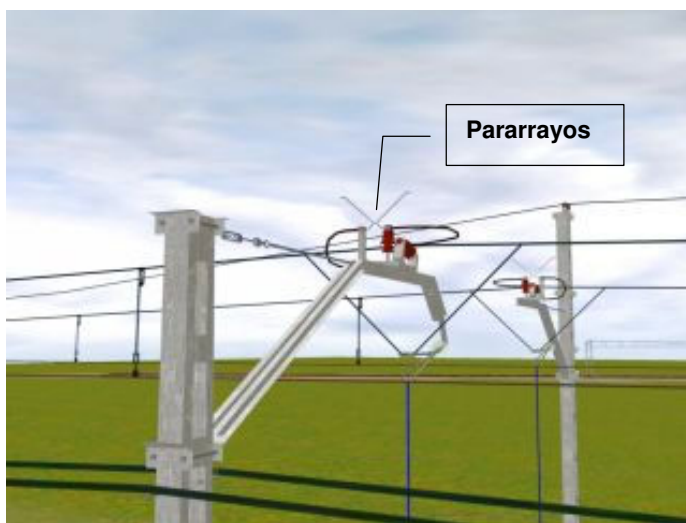


Figura 5.1.10. Pararrayos.

Estos elementos se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_objetos/Spain/Fixed track** y se pueden filtrar con las keywords: **catenaria;catenary;cr160;alimentacion;feeder;mensulas;brackets** y se identifican por el nombre:

- 2 tipos de pararrayos:
 - **Pararrayos dentro (Lightning rods inner).**
 - **Pararrayos fuera (Lightning rods outer).**

5.1.11 Cables para conexión entre subestación y los pórticos de maniobras

Se han incluido 3 tipos diferentes de cables para la conexión entre la subestación y los pórticos de maniobras (SE->PM). Los tipos difieren entre sí en función de la longitud del vano a salvar entre la subestación y el pórtico de maniobras y la altura del extremo del lado de la subestación.

Se extienden desde la subestación al pórtico de maniobras, conectando en una posición de seccionador de línea (ver figura siguiente).



Figura 5.1.11. Cables SE->PM.

Estos elementos se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/splines** y se pueden filtrar con las keywords: **catenaria;catenary;cr160;cables;wires;alimentacion;feeder;subestacion;substation** y se identifican por el nombre:

- 3 tipos según longitud de vano y disposición de terminales:
 - **Cable SE->PM largo (Wire SE->PM long)**: de 15 m de longitud con terminales por ambos extremos.
 - **Cable SE->PM corto (Wire SE->PM short)**: de 7,5 m de longitud con terminales por ambos extremos.
 - **Cable SE->PM H (Wire SE->PM H)**: horizontal de 7,5 m de longitud con terminales por ambos extremos.

5.1.12 Cables para amarres laterales de feeder en pórticos de maniobras

Se han incluido 6 tipos diferentes de cables para el inicio de líneas feeder desde pórticos de maniobras paralelamente a las vías (cables feeder PM). Los tipos difieren entre sí en función de la longitud del vano a salvar y el tipo de poste sobre el que se apoya el extremo opuesto al pórtico de maniobras.

Están configurados para que enganchen en los postes con sustentador feeder.

Se extienden conectando en una flecha amarilla paralela a la vía en un extremo del pórtico hasta la flecha amarilla del sustentador feeder de un poste de catenaria.

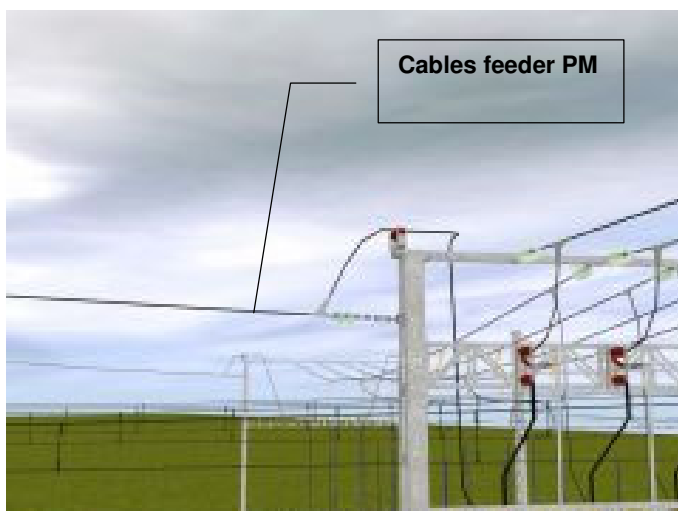


Figura 5.1.12. Cables feeder PM

Estos elementos se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/splines** y se pueden filtrar con las keywords: **catenaria;catenary;cr160;cables;wires;alimentacion;feeder;subestacion;substation** y se identifican por el nombre:

- 6 tipos según longitud de vano y la altura del extremo final:
- **Cable feeder anclaje PM X2 corto (Feeder anchorage PM X2 short)**: Para poste X2 y vanos de 20, 30 y 40 m.
- **Cable feeder anclaje PM X2 largo (Feeder anchorage PM X2 long)**: Para poste X2 y vanos de 50 y 60 m.
- **Cable feeder anclaje PM Z4 corto (Feeder anchorage PM Z4 short)**: Para poste Z4 y vanos de 20, 30 y 40 m.
- **Cable feeder anclaje PM Z4 largo (Feeder anchorage PM Z4 long)**: Para poste Z4 y vanos de 50 y 60 m.
- **Cable feeder anclaje PM Z6 corto (Feeder anchorage PM Z6 short)**: Para poste Z6 y vanos de 20, 30 y 40 m.
- **Cable feeder anclaje PM Z6 largo (Feeder anchorage PM Z6 long)**: Para poste Z6 y vanos de 50 y 60 m.

5.1.13 Cables feeder para transversales de alimentación en playas de vías

Son tramos enganchables para modelar los cables feeder transversales en playas de vías. Dichos tramos están configurados como splines simples y se extienden bien desde un pórtico de maniobras, de seccionadores o de amarres o bien desde un poste de seccionadores o de amarres del lado izquierdo de las vías hacia pórticos o postes similares en el lado derecho.

La instalación es similar a los cables del sustentador funicular en pórticos funiculares, no obstante, aquí hay que apoyarse en "puntos de enganche A o B" para la concatenación de los diferentes tramos.

Estos elementos se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/splines** y se pueden filtrar con las keywords: **catenaria;catenary;cr160;cables;wires;alimentacion;feeder** y se identifican por el nombre:

- 10 tipos para amarre lateral según su funcionalidad y longitud:
 - **Alimentación AA 5m (Feeder AA 5m)**: Tramo para amarre a posición alimentación desde seccionador
 - **Alimentación AA 10m (Feeder AA 10m)**: Tramo para amarre a posición alimentación desde seccionador
 - **Alimentación AS 5m (Feeder AS 5m)**: Tramo de 5 m para amarre a posición contigua a un seccionador
 - **Alimentación AS 10m (Feeder AS 10m)**: Tramo de 10 m para amarre a posición contigua a un seccionador
 - **Alimentación AC 5m (Feeder AC 5m)**: Tramo de 5 m para amarre a posición de continuación
 - **Alimentación AC 10m (Feeder AC 10m)**: Tramo de 10 m para amarre a posición de continuación
 - **Alimentación AP 5m (Feeder AP 5m)**: Tramo de 5 m para amarre a posición en poste
 - **Alimentación AP 10m (Feeder AP 10m)**: Tramo de 10 m para amarre a posición en poste
 - **Alimentación AT 5m (Feeder AT 5m)**: Tramo de 5 m para amarre a posición de alimentación
 - **Alimentación AT 10m (Feeder AT 10m)**: Tramo de 10 m para amarre a posición de alimentación
- 3 tipos para concatenación intermedia según su inclinación y altura:
 - **Alimentación B (Feeder B)**: Tramo inclinado entre puntos de enganche A y B
 - **Alimentación BH (Feeder BH)**: Tramo horizontal entre puntos de enganche A
 - **Alimentación CH (Feeder CH)**: Tramo horizontal entre puntos de enganche B

Estos tramos pueden alargarse o encogerse para adaptarse a las medidas requeridas por el usuario, no obstante, se evitará grandes estiramientos (o encogimientos) en los tramos laterales de anclaje porque los aisladores pueden deformarse. Por consiguiente, el usuario escogerá el elemento de anclaje de la longitud más adecuada a las necesidades.

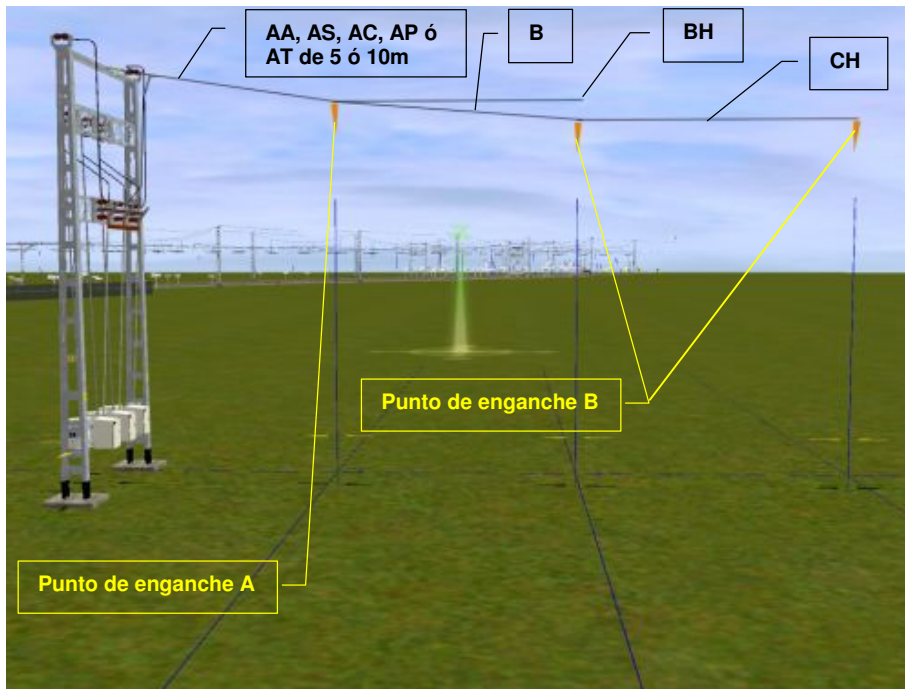


Figura 5.1.13 Tramos para transversales de alimentación en playas de vías.

5.1.14 Cables para alimentación de la catenaria desde transversales en playas de vías

Es un cable para conectar directamente el cable feeder transversal con el hilo sustentador de la catenaria y se le denomina Alimentación P. Se utiliza en los pórticos de alimentación en playas de vías.

Se instala enganchando en la flecha amarilla elevada e inclinada de un “punto de enganche PA o PB” hasta otra flecha amarilla elevada y horizontal de los conductores de conexión a la catenaria (ver figura siguiente). El enganche inicial sobre la flecha inclinada debe ser muy preciso y con vista cenital inicial. Para evitar que se produzcan enganches no deseados sobre las flechas de conexión de los cables transversales de los puntos de enganche (PA o PB) es muy conveniente que estén conectados previamente los cables de las transversales.

Están configurados para que adopten una curvatura lo más realista posible.

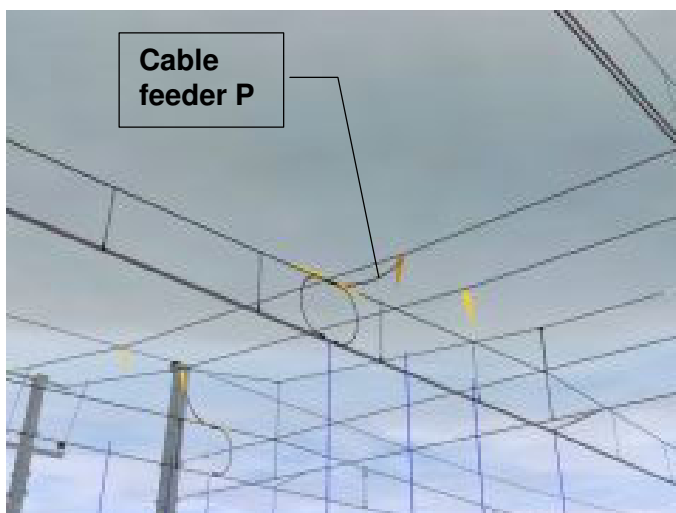


Figura 5.1.14 Alimentación desde cables feeder transversales

Este elemento se ha ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/splines** y se pueden filtrar con las keywords: **catenaria;catenary;cr160;cables;wires;alimentacion;feeder** y se identifican por el nombre:

- **Alimentación P (Feeder P)**

5.1.15 Cables de línea feeder

Son cables para aumentar la sección efectiva de los conductores de la catenaria, reducir la resistencia eléctrica y minimizar los efectos de la caída de tensión, sobre todo en tramos largos de fuerte tráfico con tracción eléctrica y duras rampas. Es decir, para realizar alimentaciones adicionales.

Se han incluido 12 tipos diferentes. Los tipos difieren entre sí en función de la longitud del vano y los tipos de postes entre los que queremos engancharlos (Z6 feeder, Z4 feeder o X2 feeder).

Están configurados para que enganchen con los postes con sustentador feeder y se extienden entre las flechas amarillas de los mismos.

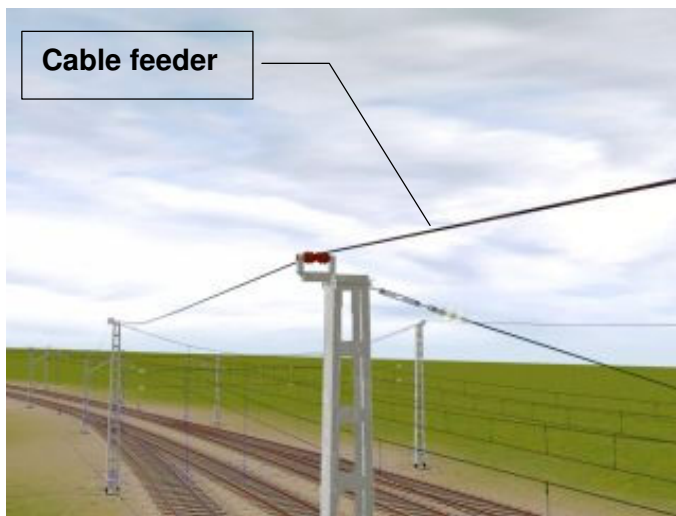


Figura 3.16. Cables de línea feeder

Estos elementos se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/splines** y se pueden filtrar con las keywords: **catenaria;catenary;cr160;cables;wires;alimentacion;feeder** y se identifican por el nombre:

- **12 tipos según longitud de vano y la altura de los extremos:**
- **Cable feeder X2 corto (Feeder wire X2 short):** Para postes X2 y vanos de 20, 30 y 40 m.
- **Cable feeder X2 largo (Feeder wire X2 long):** Para postes X2 y vanos de 50 y 60 m.
- **Cable feeder Z4 corto (Feeder wire Z4 short):** Para postes Z4 ó HEB280 y vanos de 20, 30 y 40 m.
- **Cable feeder Z4 largo (Feeder wire Z4 long):** Para postes Z4 ó HEB280 y vanos de 50 y 60 m.
- **Cable feeder Z6 corto (Feeder wire Z6 short):** Para postes Z6 ó HEB400 y vanos de 20, 30 y 40 m.
- **Cable feeder Z6 largo (Feeder wire Z6 long):** Para postes Z6 ó HEB400 y vanos de 50 y 60 m.
- **Cable feeder X2->Z4 corto (Feeder wire X2->Z4 short):** Entre postes X2 y Z4 para vanos de 20, 30 y 40 m.
- **Cable feeder X2->Z4 largo (Feeder wire X2->Z4 long):** Entre postes X2 y Z4 para vanos de 50 y 60 m.
- **Cable feeder X2->Z6 corto (Feeder wire X2->Z6 short):** Entre postes X2 y Z6 para vanos de 20, 30 y 40 m.
- **Cable feeder X2->Z6 largo (Feeder wire X2->Z6 long):** Entre postes X2 y Z6 para vanos de 50 y 60 m.
- **Cable feeder Z4->Z6 corto (Feeder wire Z4->Z6 short):** Entre postes Z4 y Z6 para vanos de 20, 30 y 40 m.
- **Cable feeder Z4->Z6 largo (Feeder wire Z4->Z6 long):** Entre postes Z4 y Z6 para vanos de 50 y 60 m.

5.1.16 Colas feeder

Son terminales de línea feeder. Se deben utilizar en conjunción con un tirante de anclaje. Se han incluido 2 tipos diferentes en función de la longitud del vano.

Están configurados para que enganchen en su origen en una flecha amarilla de los postes con sustentador feeder y en su final se deben enganchar en la flecha azul central de otro poste.



Figura 5.1.16. Cola feeder

Estos elementos se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/splines** y se pueden filtrar con las keywords: **catenaria;catenary;cr160;cables;wires;alimentacion;feeder** y se identifican por el nombre:

- 2 tipos según longitud de vano:
 - **Cola feeder corta (Feeder anchor short)**: Para vanos de 20, 30 y 40 m.
 - **Cola feeder larga (Feeder anchor long)**: Para vanos de 50 y 60 m.

5.1.17 Colas feeder con conexión a equipos adosados a postes

Son terminales de línea feeder para alimentación a equipos adosados a postes como seccionadores. Se han modelado pensando en que, adicionalmente, sirvan para conectar una línea feeder con las transversales feeder lanzadas desde postes Z4 con seccionadores o simples aisladores . Se deben utilizar en conjunción con un tirante de anclaje. El tirante de anclaje no sería necesario si en el poste se amarran a dos colas feeder en oposición.

Se han incluido 4 tipos diferentes. Los tipos difieren entre sí en función de la longitud del vano y de la dirección (izquierda y derecha) hacia la que se hace la derivación a conexión según el sentido de la extensión del spline.

Están configurados para que enganchen en su origen en una flecha amarilla de los postes con sustentador feeder y en su final se deben enganchar en la flecha azul central de otro poste.

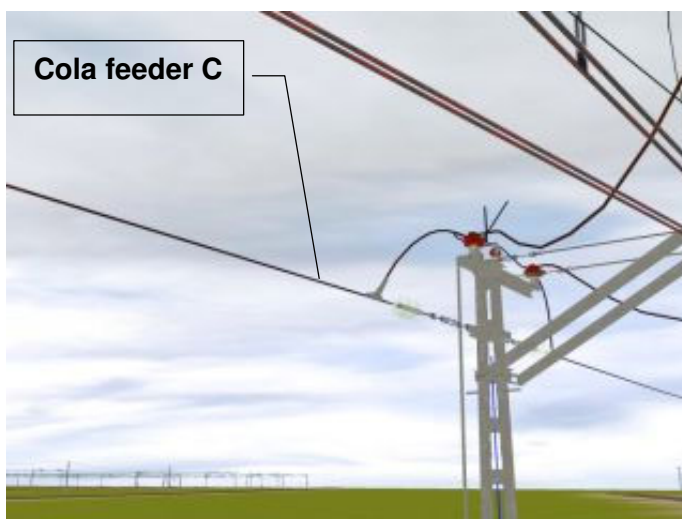


Figura 5.1.17. Cola feeder con conexión

Estos elementos se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/splines** y se pueden filtrar con las keywords: **catenaria;catenary;cr160;cables;wires;alimentacion;feeder** y se identifican por el nombre:

- 4 tipos según lado de la conexión y longitud de vano:
 - **Cola feeder C dcha corta (Feeder anchor C right short)**: Conexión a la derecha en vanos de 20, 30 y 40 m.
 - **Cola feeder C dcha larga (Feeder anchor C right long)**: Conexión a la derecha vanos de 50 y 60 m.
 - **Cola feeder C izda corta (Feeder anchor C left short)**: Conexión a la izquierda en vanos de 20, 30 y 40 m.
 - **Cola feeder C izda larga (Feeder anchor C left long)**: Conexión a izquierda vanos de 50 y 60 m.

5.1.18 Cables para alimentación de la catenaria desde las líneas feeder

Son cables para alimentar conectar la catenaria desde las líneas feeder. En función de su uso, se han modelado dos tipos: el cable feeder G y el cable feeder SLA.

El cable feeder G está pensado para realizar la alimentación directa desde la línea feeder hasta el hilo sustentador de la catenaria. La catenaria debe ser alimentada periódicamente desde la línea feeder para evitar caídas de tensión. También se utiliza el cable feeder G para alimentar directamente desde la línea feeder en semiejes de seccionamientos.

El cable feeder SLA está pensado para realizar la alimentación a la catenaria desde las bornas de un seccionador en un semieje de un seccionamiento en lámina de aire.

Ambos cables feeder (G y SLA) presentan dos variantes según se conecten sobre el hilo sustentador del vano derecho o izquierdo mirando desde el lado de la vía hacia el poste.

Antes de instalar los cables feeder G deberían estar instalados los cables de la línea feeder y los cables de catenaria con conexiones (tipo C) sobre los cuales pretendemos realizar la conexión de alimentación. Por limitaciones del simulador, no se puede enganchar un cable spline sobre el interior de otro sin que se replique la malla del spline donde se pretende enganchar, por consiguiente, el cable G no se debe enganchar por ninguno de sus extremos en ninguna flecha amarilla. Se debe extender (manteniendo la tecla mayúsculas pulsada para que no se produzcan enganches de splines no deseados) desde la posición del sustentador feeder (a ojo y con vista cenital) hasta el hilo sustentador de la catenaria justo sobre la conexión de un cable tipo C.

Antes de instalar los cables feeder SLA deberían estar instalados los cables de catenaria con conexiones (tipo C) sobre los cuales pretendemos realizar la conexión de alimentación. Por las limitaciones del simulador indicadas anteriormente, el cable feeder SLA no se debe enganchar por el extremo final en ninguna flecha amarilla. Se debe instalar enganchando inicialmente sobre una flecha amarilla de las bornas del seccionador y extendiéndolo (a ojo con vista cenital y con la tecla mayúsculas pulsada) hasta el hilo sustentador de la catenaria justo sobre la conexión de un cable tipo C.

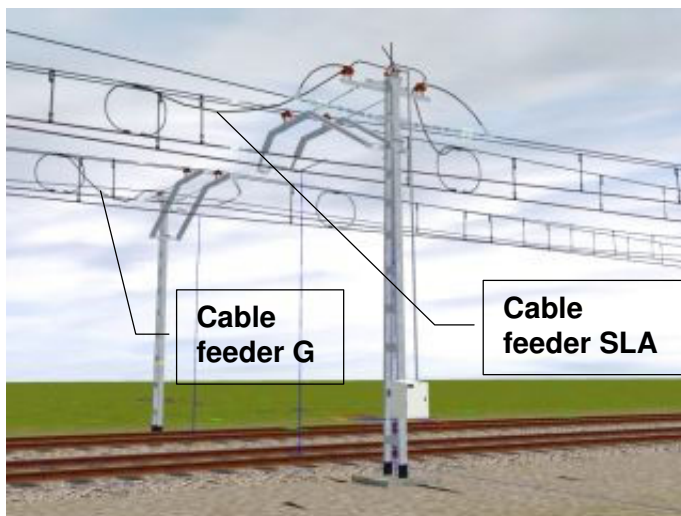


Figura 5.1.18. Cables feeder G y SLA

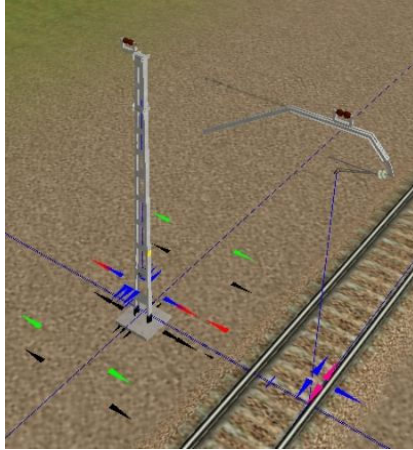
Estos elementos se han ubicado en TRS en **Objetos/Modo_splines/Spain/splines** y se pueden filtrar con las keywords: **catenaria;catenary;cr160;cables;wires;alimentacion;feeder** y se identifican por el nombre:

- **4 tipos según lado de la conexión y longitud de vano:**
 - **Alimentacion G Izquierda (Feeder G left):** Alimentación directa por la izquierda.
 - **Alimentacion G derecha (Feeder G right):** Alimentación directa por la derecha.
 - **Alimentacion SLA Izquierda (Feeder SLA left):** Alimentación desde seccionador de poste por la izquierda.
 - **Alimentacion SLA derecha (Feeder SLA right):** Alimentación desde seccionador de poste por la derecha.

6 Sistema de montaje

6.1 Montaje de postes y ménsulas

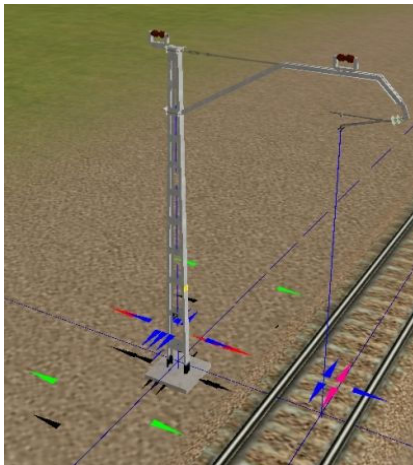
Es conveniente habilitar la opción “información contextual” en las opciones del ingeniero para que no se vean los infantiles y enormes círculos de spline mientras se colocan los postes y ménsulas (ver figuras 5.1).



El poste (mástil) se coloca como cualquier objeto: moverlo y rotarlo hasta alinearlos con la vía ayudándonos de las guías azules (sólo visibles en modo Ingeniero). La separación con respecto a la vía no importa a priori. Debe quedar alejada de la vía la mitad de poste que contiene el “peine” de flechas azules paralelas (observa la figura 5.1.a). Aunque actualmente no es posible, lo ideal sería que TRS habilitara objetos trackside que permitiera disponer de puntos de enganche para splines y otros objetos, de esta forma la colocación en relación a la vía sería automática y precisa, pudiéndose hacer crecer la estructura hasta conseguir pórticos rígidos con más puntos de enganche para splines. Esperemos que el futuro vaya por el buen camino.

La ménsula elegida, se coloca de la misma forma que el poste. Se orientará con un error menor de 30° respecto de la alineación con el poste y se moverá hasta hacer coincidir las flechas rojas. El acoplamiento será automático. Algunas veces, TRS se vuelve insensible y no engancha los elementos. En tal caso, basta deshacer y rehacer una vez para que vuelva la conectividad.

Figura 5.1.a. Ubicación de poste y ménsula antes del enganche.



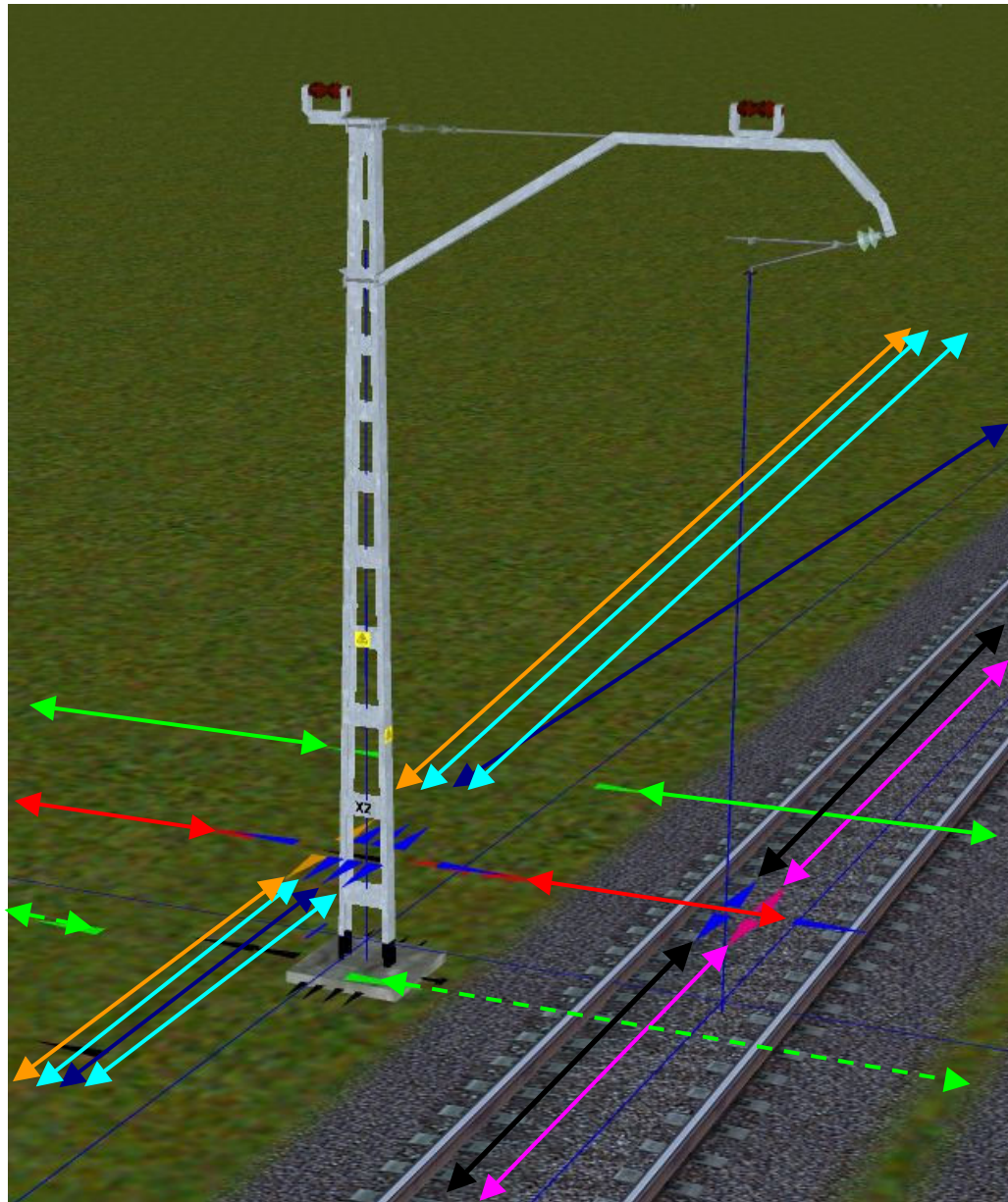
Una vez enganchada la ménsula, la posición precisa respecto de la vía se alcanza cuando **el pequeño segmento azul de la guía de la ménsula se oculta en la cabeza del carril más próximo** tal como se puede ver en la figura 5.1.b.

Para la instalación de los atirantados especiales de interior de túnel, se recomienda la utilización del botón “Wireframe” (“Vista alámbrica”) o la tecla “F9” en conjunción con la vista cenital para hacer descender el atirantado hasta el nivel de la vía justo hasta el punto donde **el pequeño segmento azul de la guía se oculta en la cabeza del carril más próximo**. Dichos atirantados son siempre “dentro”, es decir, que se instalarán en curva por el exterior de la misma. En cambio, en recta, se alternan del exterior al interior para simular el zig-zag. Los atirantados de túnel se espaciarán para obtener vanos de 20 m en cualquier situación de recta o curva de cualquier radio.

Figura 5.1.b. Ubicación de poste y ménsula enganchados.

6.2 Montaje del resto de elementos

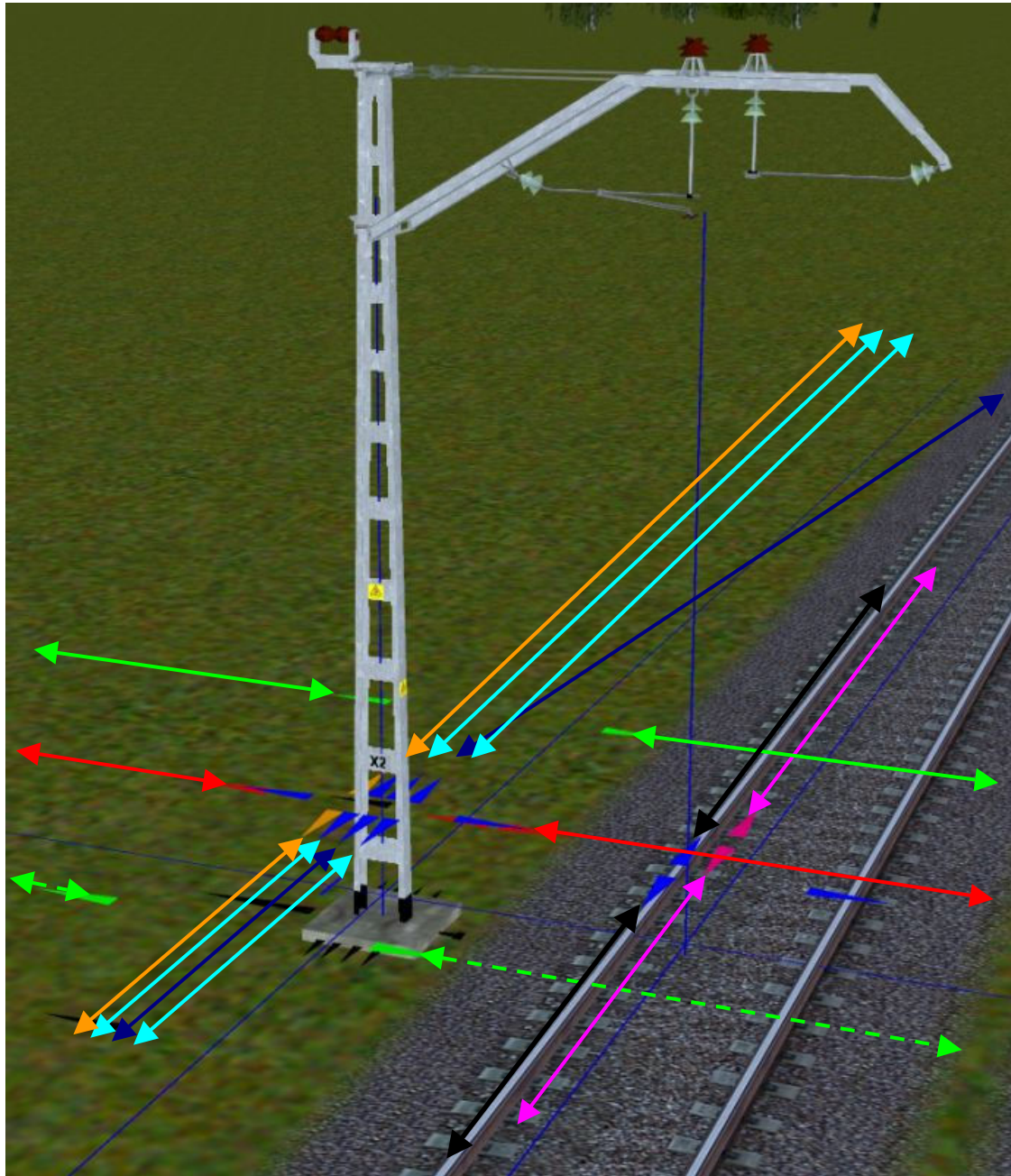
Llegado a este punto el resto es coser y cantar. Se trata de “coser” todos los puntos de enganche de los postes y ménsulas con el resto de elementos splines simples. Las líneas de montaje del resto de elementos en postes X2 y Z4 con ménsulas simples se pueden ver en la figura 5.2.a:



- Línea de montaje de las ménsulas.
- Línea de montaje de los cables de catenaria.
- Línea de montaje de cables de punto fijo (regulación).
- Línea de montaje de los tirantes de anclaje, colas y equipos de regulación.
- Línea de montaje de los cables de comunicaciones.
- Línea de montaje de los cables feeder (alimentación eléctrica adicional).
- Línea de montaje de pórticos rígidos. (— — — funcionales con rotación de 180°).

Figura 5.2.a. Identificación de las diferentes puntos de enganche en poste y ménsulas.

Las líneas de montaje del resto de elementos en postes X2 y Z4 con ménsulas dobles se pueden ver en la figura 5.2.b:



- Línea de montaje de las ménsulas.
- Línea de montaje de los cables de catenaria.
- Línea de montaje de cables elevados (de regulación, de seccionamientos, de agujas y colas de anclaje).
- Línea de montaje de los tirantes de anclaje, colas y equipos de regulación.
- Línea de montaje de los cables de comunicaciones.
- Línea de montaje de los cables feeder (alimentación eléctrica adicional).
- Línea de montaje de pórticos rígidos. (— — — funcionales con rotación de 180°).

Figura 5.2.b. Identificación de las diferentes puntos de enganche en poste y dobles ménsulas.

Para enganchar un spline simple basta con extenderlo entre dos flechas negras enfrentadas (puntos de enganche) atacándolas en alineación con las flechas. Hay que hacer clic con el BIR (Botón Izquierdo del Ratón) en la flecha negra y extender hasta la otra flecha negra opuesta haciendo clic con el BIR en ella. Si la flecha negra no está visible (las flechas negras están al nivel del suelo) utilizar la flecha azul (1 m de altura respecto de la negra) con vista cenital para evitar errores de paralaje. Con la práctica, no hace falta la vista cenital ya que se puede imaginar donde está la flecha negra (es como la sombra de la correspondiente azul) y se puede pinchar en ella aunque no se vea (no está visible pero está activa).

Para una mejor visión de las marcas azules o negras puede resultar muy útil, en aquellos casos de layouts en los que ya se hayan aplicado las texturas del terreno, la utilización del botón "Wireframe" ("Vista alámbrica") o la tecla "F9".

Por favor, intenta olvidarte y aislarte de los gigantescos, no necesarios e infantiles círculos de spline. Ahora no sirven para nada, sólo sirven para entorpecer la visibilidad de las flechas negras, no obstante, las azules te favorecen de modo que siempre están visibles por encima de la maraña de círculos de splines. Sería interesante que TRS permitiera sustituir estos círculos por cualquier otro MESH, ya que si los círculos de spline son útiles en vías y carreteras, no lo son para otros elementos.

El orden de montaje de los cables splines no es importante.

Con este sistema no habrá problemas de sobre-extensiones en los cables (deformación del vértice del spline).

6.3 Electrificación de vía doble con elementos discretos

Para electrificar una vía doble en recta, una vez seleccionado el tramo donde se colocará la catenaria, por ejemplo, se colocarán de forma precisa los postes de una vía por el método ya conocido, con alternancia de ménsulas con atirantado dentro y fuera. Los postes de la otra vía se colocarán alternado el tipo de atirantado fuera y dentro con respecto al poste enfrentado.

Si se trata de una vía doble en curva, se puede aplicar el mismo procedimiento que en caso de la recta. No obstante, ahora las ménsulas de la curva interior serán todos con atirantado "fuera" y las ménsulas de la curva exterior serán con atirantado "dentro". Hay que recordar que en los cambios entre atirantado flotante a no flotante, de acuerdo al radio de la curva, hay que utilizar los cables de transición correspondientes.

6.4 Montaje de postes compuestos

Se podrán generar postes compuestos de dos ménsulas con gran facilidad. Basta escoger uno de los 6 postes (mástiles) y adosar las ménsulas deseadas por cada lateral del poste (simples o dobles). Recuerda enganchar con las flechas rojas.



Figura 5.4. Poste compuesto

Hay que reseñar que si se utiliza estos tipos de postes compuestos, la distancia de entrevías está prefijada. En este caso habrá que mover al menos una de las vías paralelas para ocultar el segmento azul. Asimismo seguirán siendo compatibles con la señalización adosada.

6.5 Montaje de pórticos funiculares

El poste (mástil) se coloca como cualquier objeto: moverlo y rotarlo hasta alinearlos con la vía ayudándonos de las guías azules (sólo visibles en modo Ingeniero). La separación será según necesidades. Si el usuario no tiene unas restricciones especiales, 5 m es una buena medida. Debe quedar alejada de la vía la mitad de poste que contiene el “peine” de flechas azules paralelas (observa la figure 5.5.a)

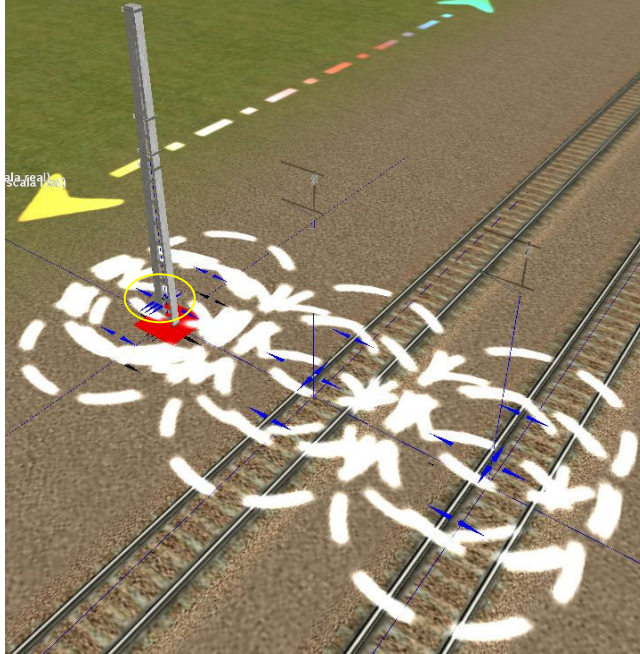


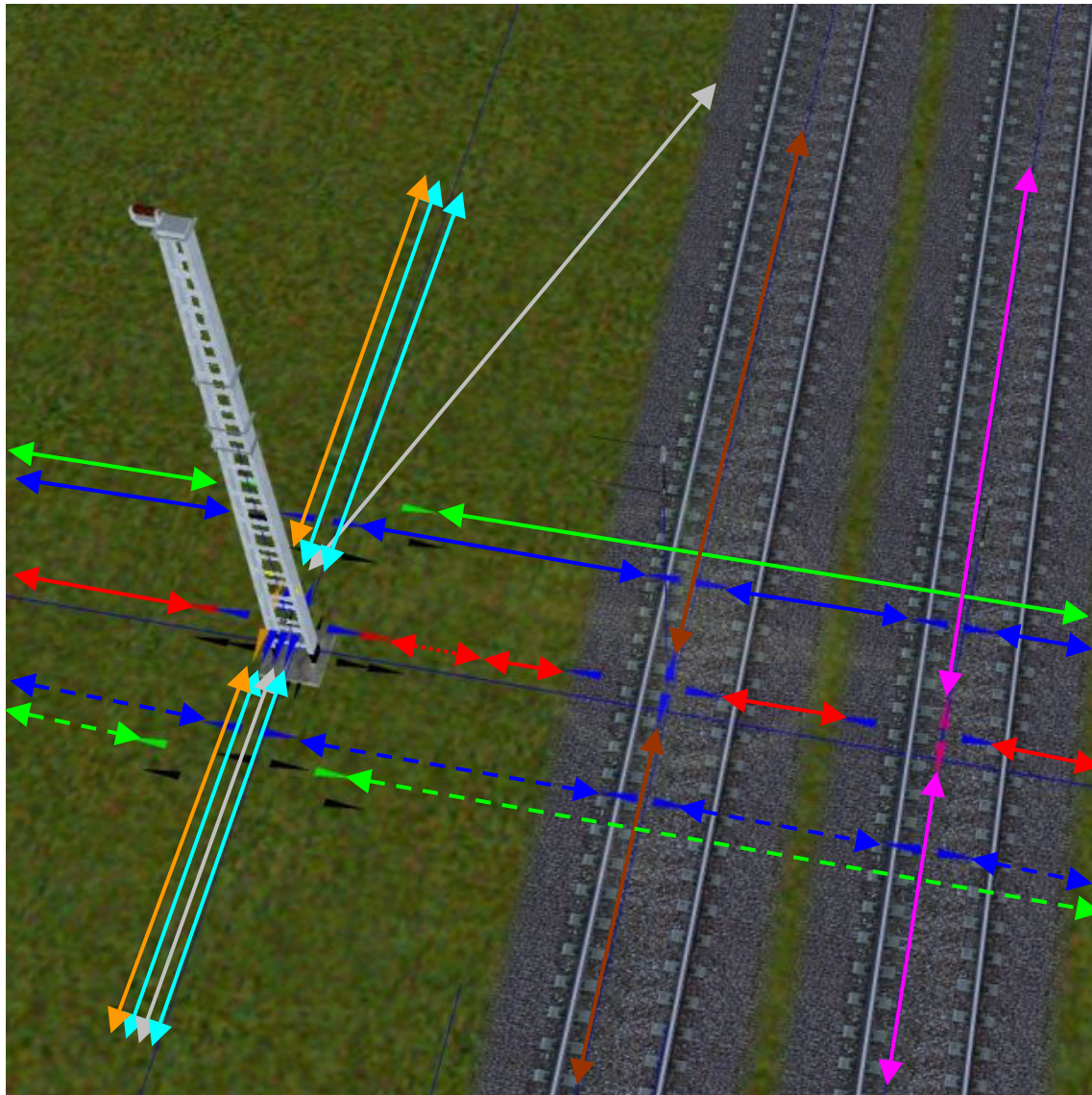
Figure 5.5.a. Detalle de la colocación y alineación del poste y atirantados.

Los atirantados se colocan al principio junto con los postes (pensar en ellos como postes con mástil y ménsulas invisibles). Hay que alinearlos con las guías del poste y la de otros atirantados de forma que se asegure la perfecta alineación (recordar el ángulo en grados que se haya rotado el poste, pues será el mismo para los atirantados). Es relativamente fácil hacer esto seleccionando una vista adecuada. Se recuerda que la pequeña línea transversal de la guía de los atirantados se ocultará en la cabeza del carril tal como se ve en la figure 5.5.a. Si se desea que el atirantado pase de izquierda a derecha o viceversa, rotarlo 180 °.

Para escoger adecuadamente el tipo de atirantado que hay que poner en cada caso tener en cuenta los siguientes puntos:

1. Selecciona el elemento de atirantado según se trate de un hilo de contacto (PF1) o dos hilos de contacto con regulación (PF2R) o sin regulación (PF2).
2. Monta los atirantados alternando el sentido en cada pórtico ajustando la posición definitiva (rotación de 180°).
3. En el caso de vías desviadas con curvatura, el atirantado se hará hacia el exterior de la curva. No tiene por qué respetarse el sentido de atirantado de todo el pórtico.
4. En los puntos donde hay demasiada separación de entrevías se colocará un **Amarre FT** para realizar un enganche adicional de tramos de la transversal y del sustentador funicular aunque no haya vías debajo.

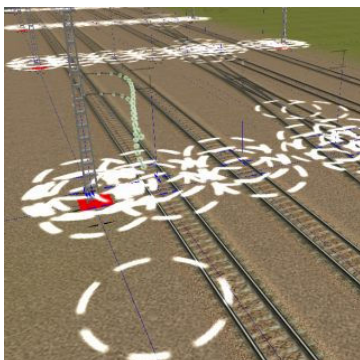
Llegado a este punto el resto es coser y cantar. Se trata de “coser” todos los puntos de enganche de los postes y atirantados con el resto de elementos splines simples. Las líneas de montaje del resto de elementos en un poste Z6, Z4 y atirantados de pórticos funiculares se pueden ver en la figure 5.5.b:



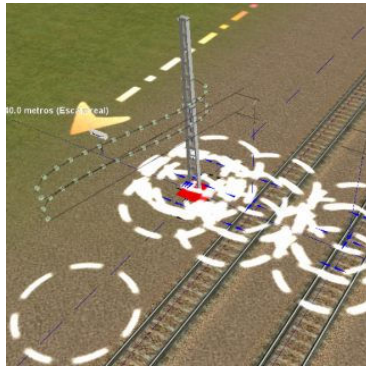
- Línea de montaje de los cables de catenaria.
- Línea de montaje de cables elevados en flechas rosas (agujas, secc. y regulación).
- Línea de montaje de los tirantes de anclaje, colas y equipos de regulación.
- Línea de montaje de los cables de comunicaciones.
- Línea de montaje de los cables feeder (alimentación eléctrica adicional).
- Línea de montaje de los splines de la transversal (transversal de anclaje) o ménsulas
- Línea de montaje de los splines del sustentador funicular.
- Línea de montaje no utilizada. Los puntos de enganche de esta línea se hacen funcionales cuando se rotan 180° los atirantados de izquierda a derecha o viceversa.
- Línea de montaje de pórticos rígidos. (funcionales con rotación de 180°).

Figure 5.5.b. Identificación de las diferentes puntos de enganche en poste y atirantados.

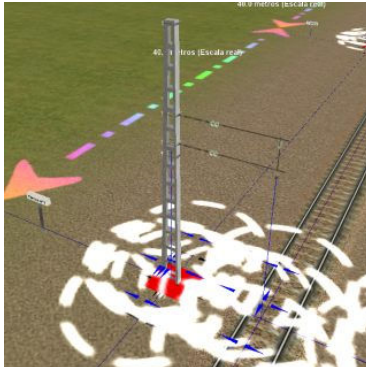
El orden de montaje es indiferente, no obstante el orden siempre es deseable porque se adquiere destreza en el montaje.



1. Extender el elemento **Transversal de anclaje I** desde ubicación el poste izquierdo hasta cualquier punto fuera del eje del pórtico y alejado unos 10m del poste.



2. Extender el elemento **Transversal no aislado** enganchando en el punto de spline final anterior y correspondiente punto de enganche del atirantado de la primera vía.



3. Mueve (con mayúsculas pulsada) el punto de spline intermedio (que se ha dejado desplazado a propósito) justo hasta el preciso lugar en que se queda un único aislador (no debe haber replicación) y esté en el eje de la transversal (utiliza la vista cenital preferentemente).

4. Enganchar de forma secuencial todos los elementos transversales (sin pulsar mayúsculas para que enganchen) de acuerdo al orden establecido previamente entre los diferentes puntos de enganche de los atirantados.
5. Para finalizar el último tramo de **Transversal no aislado** más **Transversal de anclaje D** se montarán consecutivamente aplicando la misma técnica descrita en los puntos 1, 2 y 3. Ahora hay que empezar en el punto de enganche del atirantado y finalizar en el correspondiente punto de anclaje del poste derecho.

Continúa hasta montar todas las transversales de todos los pórticos. En el apartado 6.7 se puede observar gráficamente la ubicación de cada tipo de estos elementos sobre el layout de ejemplo.

Poner los elementos del sustentador funicular de izquierda a derecha en cada pórtico sucesivamente. Estos elementos se han modelado desplazados, a propósito, 2m su eje longitudinal. Así es suficientemente cómodo alcanzar los puntos de spline con el ratón. Esto a sido posible gracias a la perfecta alineación que ahora se alcanza con suma facilidad. En el apartado 6.7 se puede observar gráficamente la ubicación de cada tipo de estos elementos sobre el layout de ejemplo.

Monta los cables de catenaria enganchándolos con el mismo método, aquí descrito, para el resto de splines simples escogiendo la longitud según el vano, el número de hilos de contacto según la vía y el tipo de acuerdo a la funcionalidad perseguida.

6.5.1 Soluciones en situaciones complejas

En general se procurará separar los pórticos que queden muy próximos a intersecciones de vías o agujas lo cual hace un poco confusa y dificulta la disposición de atirantados y transversales sobre la intersección o agujas.

En estos casos, si no se resulta aceptable mover el pórtico completo desplazando postes y atirantados, se obtienen muy buenos resultados colocando los atirantados más separados. Esto facilita el enganche de los elementos splines. Una vez enganchados los transversales, los sustentadores funiculares e incluso los hilos de contacto, es muy fácil mover los atirantados a su disposición correcta y definitiva sobre cada vía (con la ayuda de las líneas azules). Es una fantástica posibilidad que nos ofrece este nuevo sistema de montaje, al ser todo splines. Cuando se mueve un atirantado o un poste se mantiene inalterable la coherencia del conjunto.

Asimismo, en estos casos próximos a intersecciones y además cuando la vía de travesía se aparta de los tramos centrales del pórtico, hay una tendencia a aumentar la pendiente del cable sustentador funicular, fenómeno que aumenta desmedidamente cuando el tramo funicular es de muy corta longitud, perdiéndose toda sensación de realismo. En dichos casos, es mejor no enganchar el funicular en los atirantados de la vía de travesía, es decir, el cable sustentador funicular se

extenderá, exclusivamente, entre los atirantados las vías directas. Esta solución se ha aplicado en los pórticos segundo y tercero del layout de ejemplo del apartado 6.7.

6.6 Montaje de pórticos rígidos

La construcción de un pórtico rígido es muy sencilla e intuitiva. Una vez colocados los postes, se adosará el lateral de pórtico conectándolo al postes por las flechas verdes de la derecha (mirando desde el lateral hacia el poste)

Los tramos de extensión de se pegan entre sí y a los laterales por las flechas rojas.

Una vez colocada la transversal, se adosan las ménsulas a las columnas soporte fuera del pórtico y, posteriormente se desplazan y alinean con el pórtico dejando las ménsulas en su posición correcta respecto de la vía.

Si es necesario, las ménsulas de las vías más cercanas a los postes, se pueden adosar a estos últimos.

Si se ha optado por el uso de brazos de atirantado, se rotarán dependiendo del lado de atirantado y se alinearán con el resto del pórtico situándolos en sus posiciones correctas respecto de la vía.

Para finalizar se tenderán los cables de catenaria de la forma habitual.

6.7 Seccionamientos, regulación y agujas en pórticos

Todos los montajes de este tipo se pueden realizar en pórticos funiculares mediante el uso de los atirantados PF1D y PF2D para uno y dos hilos de contacto respectivamente. Ambos atirantados está preparado para cables elevados, de forma que se pueden realizar todos las combinaciones de descentramientos necesarios (como los de las dobles ménsulas). En tales atirantados se podrán utilizar, a conveniencia, todos los cables con extremos elevados descritos en los apartados anteriores. Ni que decir tiene, que para los equipos de regulación, las colas y tirantes de anclaje se utilizarán los que convengan para los postes Z6, Z4, HEB280 ó HEB400.

Tanto en el layout TutorialSeccyReg como en el ampliado con la alimentación de catenaria (TutorialElectrificacion_v1_4) hay un ejemplo de aguja con regulación en pórtico funicular.

En pórticos rígidos, del mismo modo que en pórticos funiculares, mediante el uso de los brazos de atirantado de altura normal PRA1D, PRA2D, PRB1D o PRB2D y los brazos de atirantado elevados PRADI, PRADE, PRBDI o PRBDE, junto con los cables convenientes, se puede realizar cualquier seccionamiento o aguja aérea. Adicionalmente, en los pórticos rígidos tipo B o C, mediante el uso de las columnas soporte se pueden adosar las ménsulas dobles que nos vengan bien para el montaje de cualquier seccionamiento o aguja aérea que se quiera.

Para finalizar, si las colas de anclaje del seccionamiento o aguja tienen que atravesar alguna vía paralela hasta el equipo de regulación o poste, será necesario hacer uso de cables tipo SS junto con atirantados elevados en tantos vanos como vías paralelas se quieran atravesar.

6.8 Montajes de los sistemas de alimentación

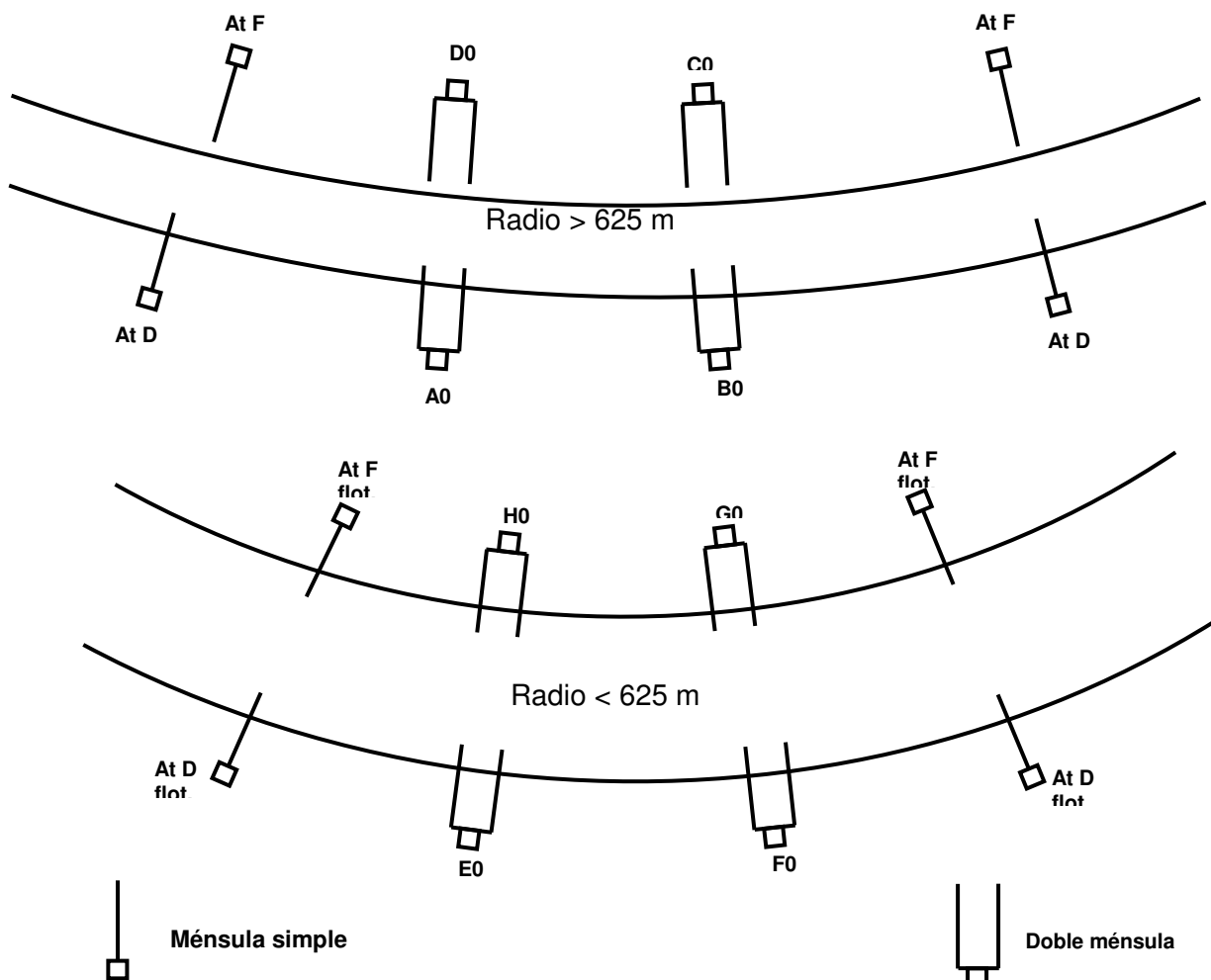
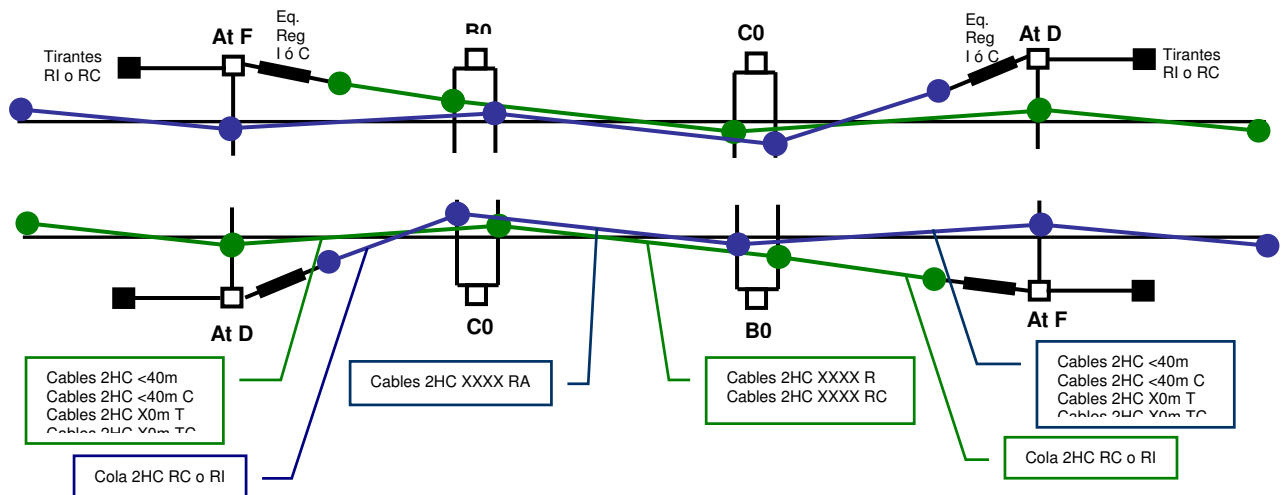
Para realizar este tipo de montajes hay que seguir las reglas generales de uso de los objetos y los splines realizándose las conexiones entre cables (splines) y las estructuras rígidas (objetos) del modo habitual mediante el apoyo de las flechas de conexión.

Para conocer cómo hacer montajes realistas se deben seguir los esquemas incluidos en el apartado 7.7 y siguientes. Adicionalmente, en el layout TutorialElectrificacion_v1_4 se puede ver cómo se utilizan de forma realista los elementos constituyentes del sistema de alimentación de la catenaria.

7 Esquemas de consulta rápida para los montajes más comunes

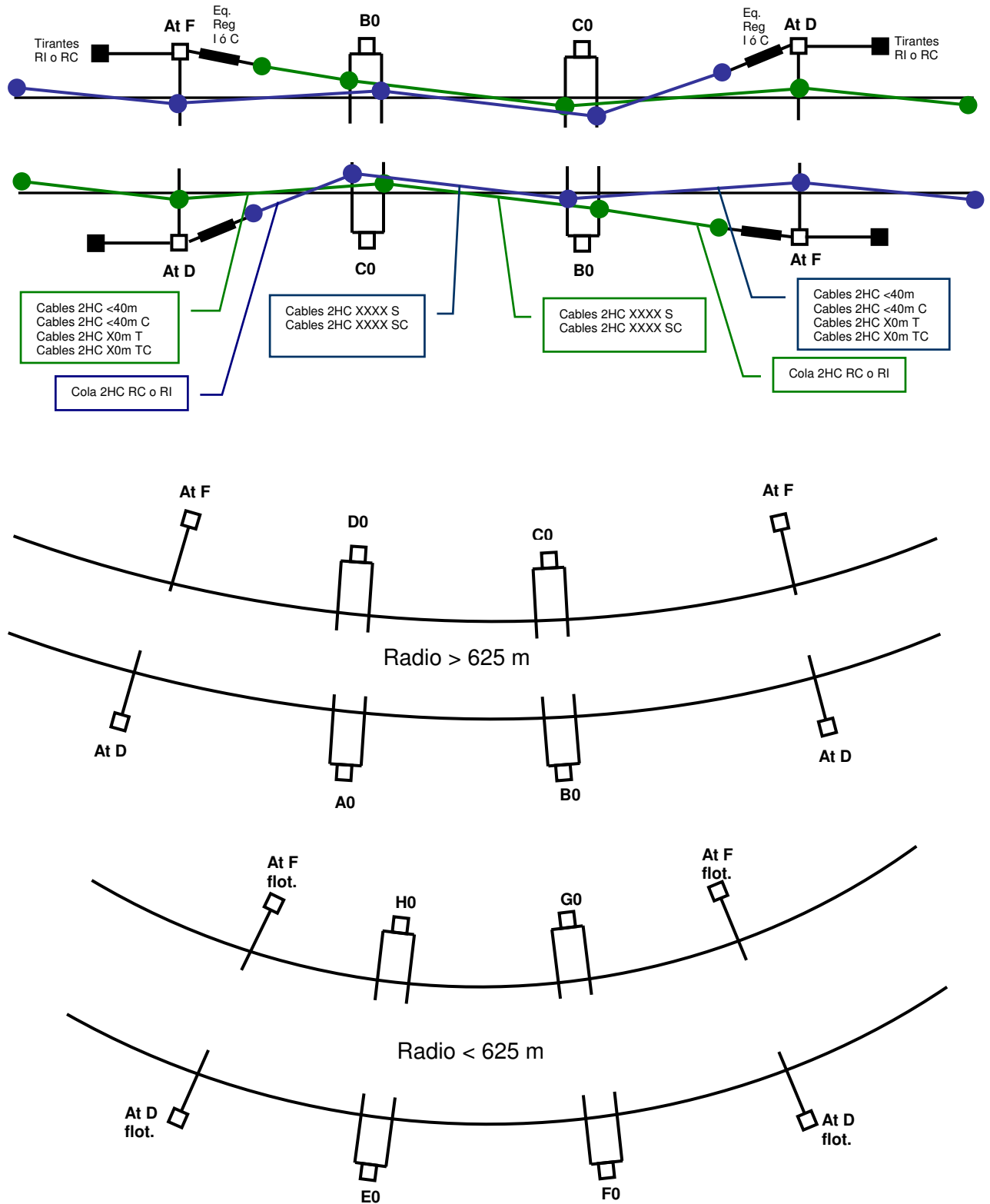
7.1 Montaje de seccionamientos de regulación

Los postes estarán espaciados según los vanos establecidos para vías simples y dobles de acuerdo al radio de la vía. Las ménsulas dobles, cables, equipos de regulación, colas y tirantes de anclaje se colocarán según el esquema siguiente:



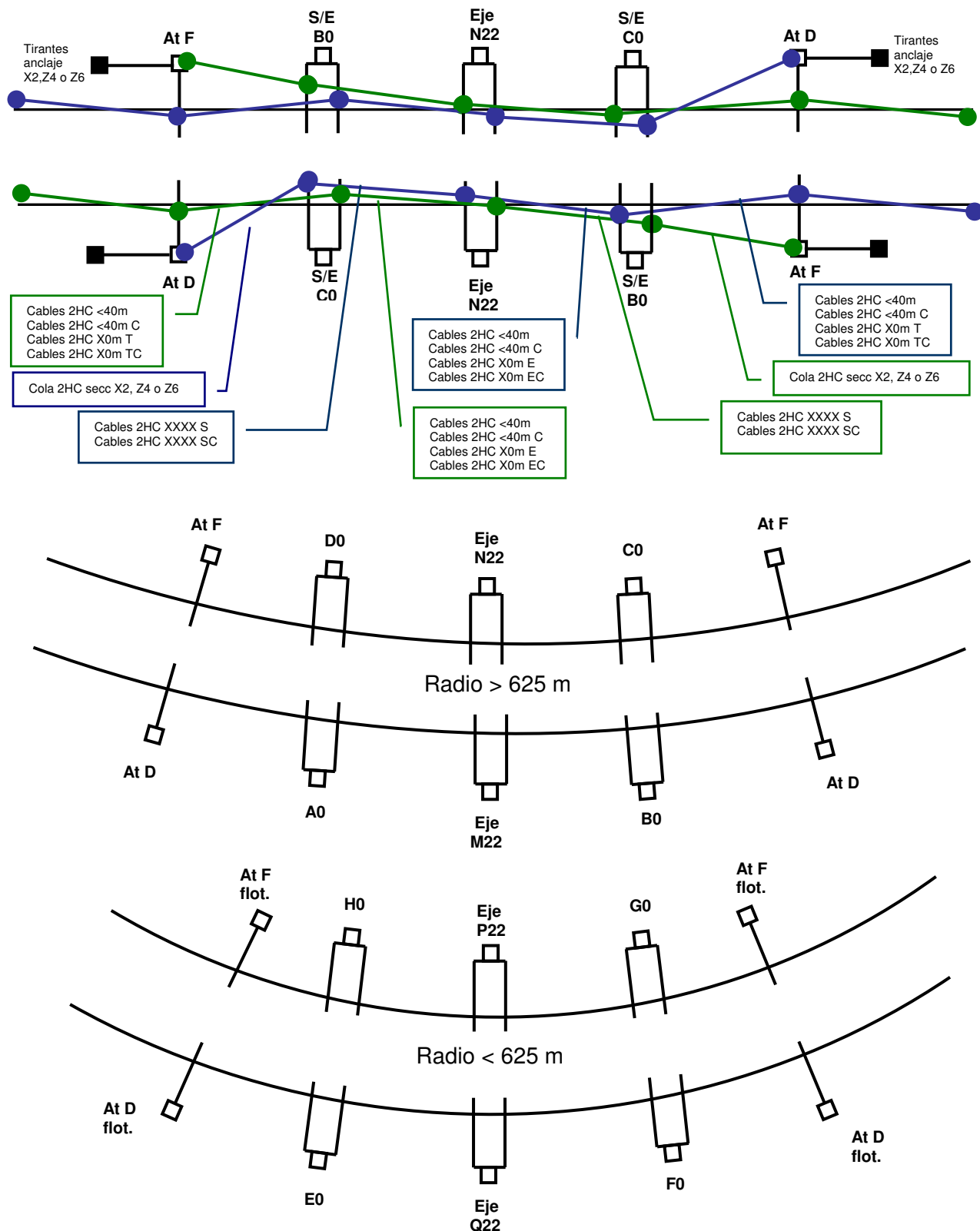
7.2 Montaje de seccionamientos en lámina de aire con regulación

Los postes estarán espaciados según los vanos establecidos para vías simples y dobles de acuerdo al radio de la vía. El montaje es exactamente igual al del seccionamiento de regulación (apartado 5.2) excepto que se utilizan cables para seccionamientos en lámina de aire S o SC en lugar de los R, RC y RA. La disposición de elementos se describe en el esquema siguiente:



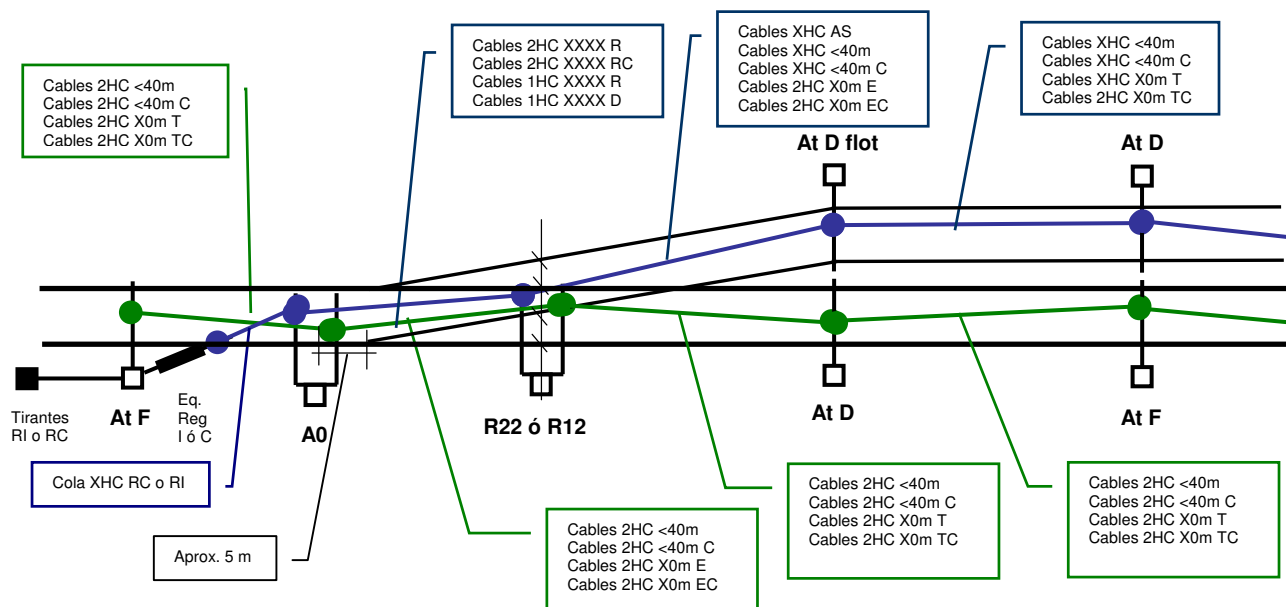
7.3 Montaje de seccionamientos en lámina de aire sin regulación

Los postes estarán espaciados según los vanos establecidos para vías simples y dobles de acuerdo al radio de la vía pero restringiendo al vano máximo de 50 m. El montaje es diferente al anterior (apartado 5.3). Se necesitan ejes de seccionamiento y se utilizan colas de anclaje a postes y tirantes de anclaje a postes en lugar de las colas RC o RI, tirantes RC o RI y equipos de regulación RC o RI. La disposición de elementos se describe en el esquema siguiente:

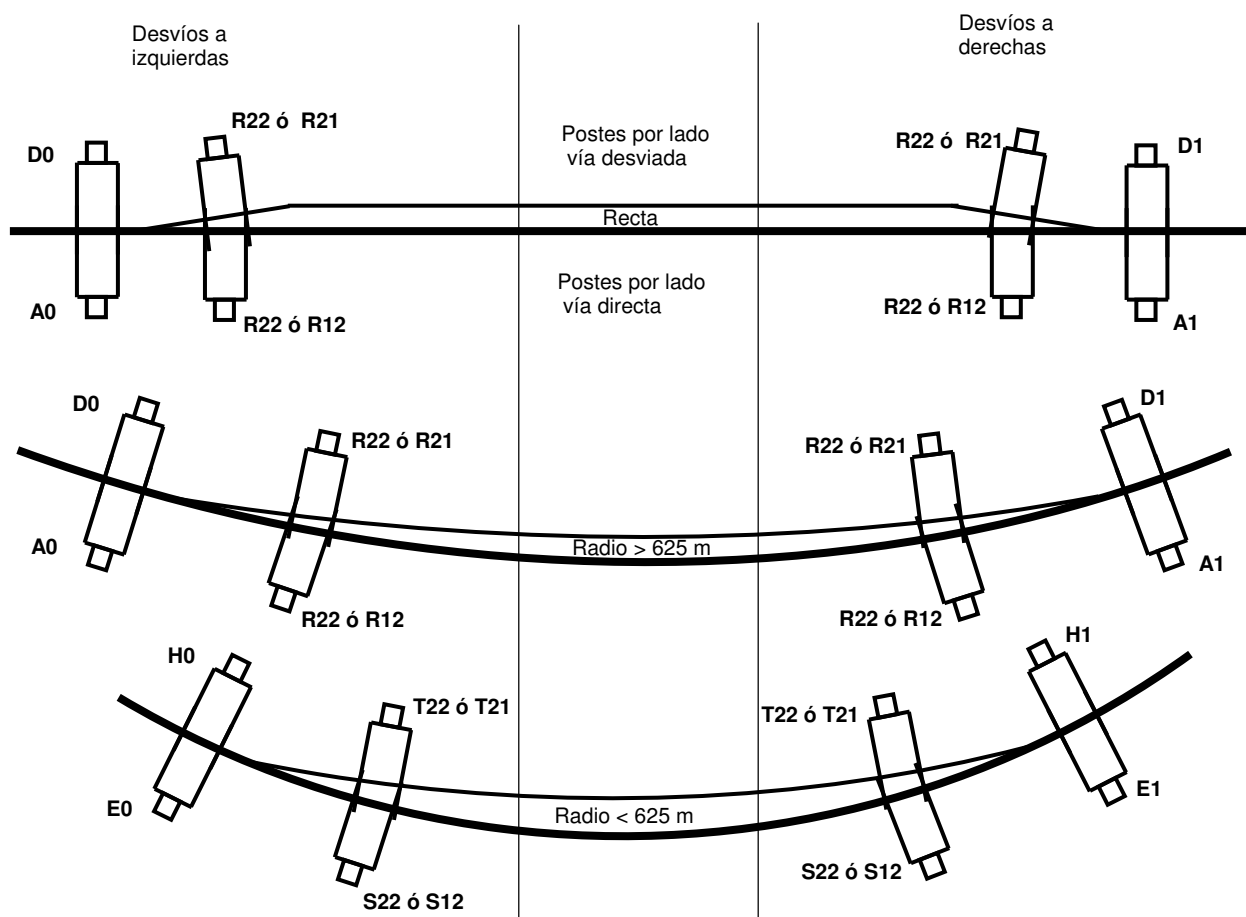


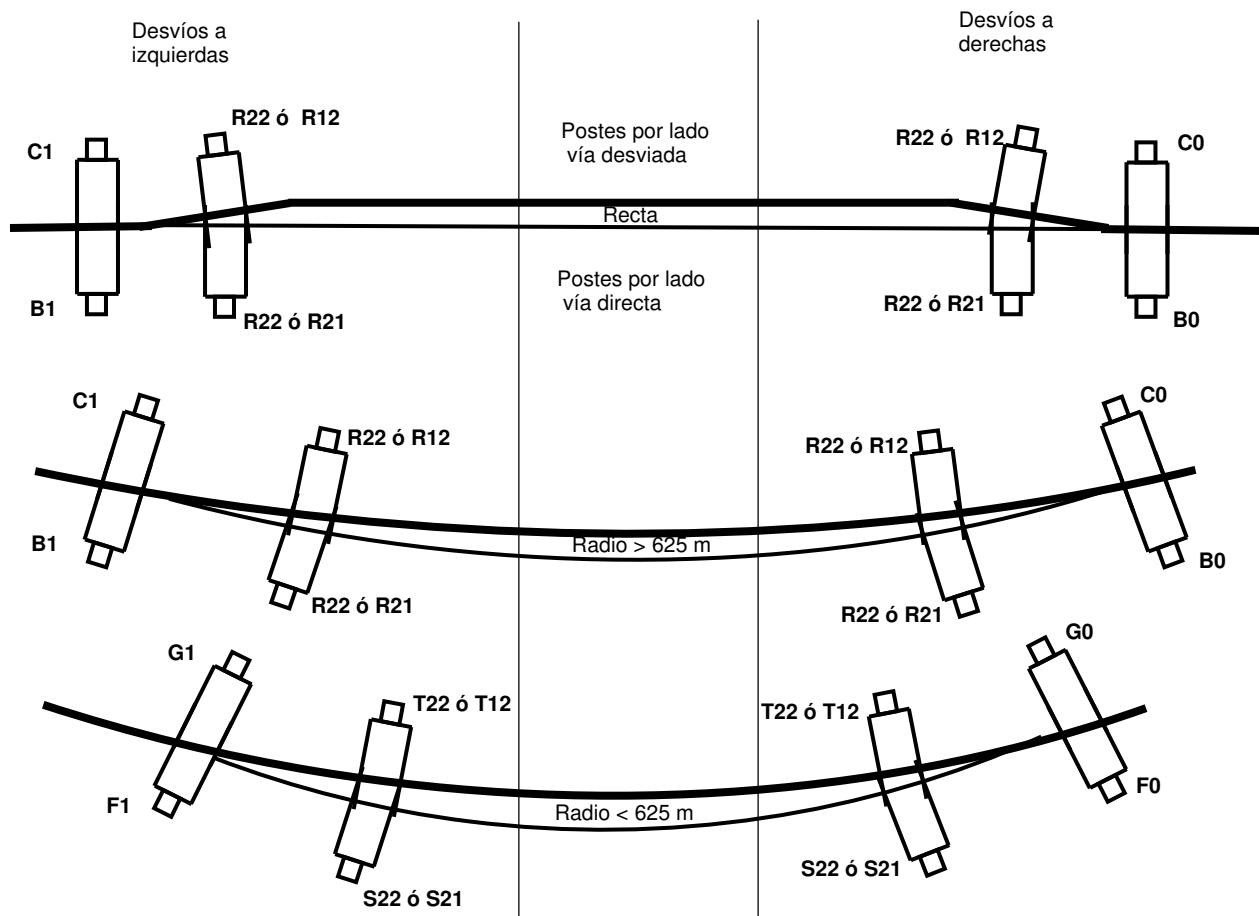
7.4 Montaje de agujas con regulación

Los postes estarán espaciados según los vanos establecidos para vías simples y dobles de acuerdo al radio de la vía. Los cables, equipos de regulación, colas de anclaje y tirantes de anclaje se colocarán según el esquema siguiente (las mánsulas corresponden al desvío izquierdo con postes por la derecha):

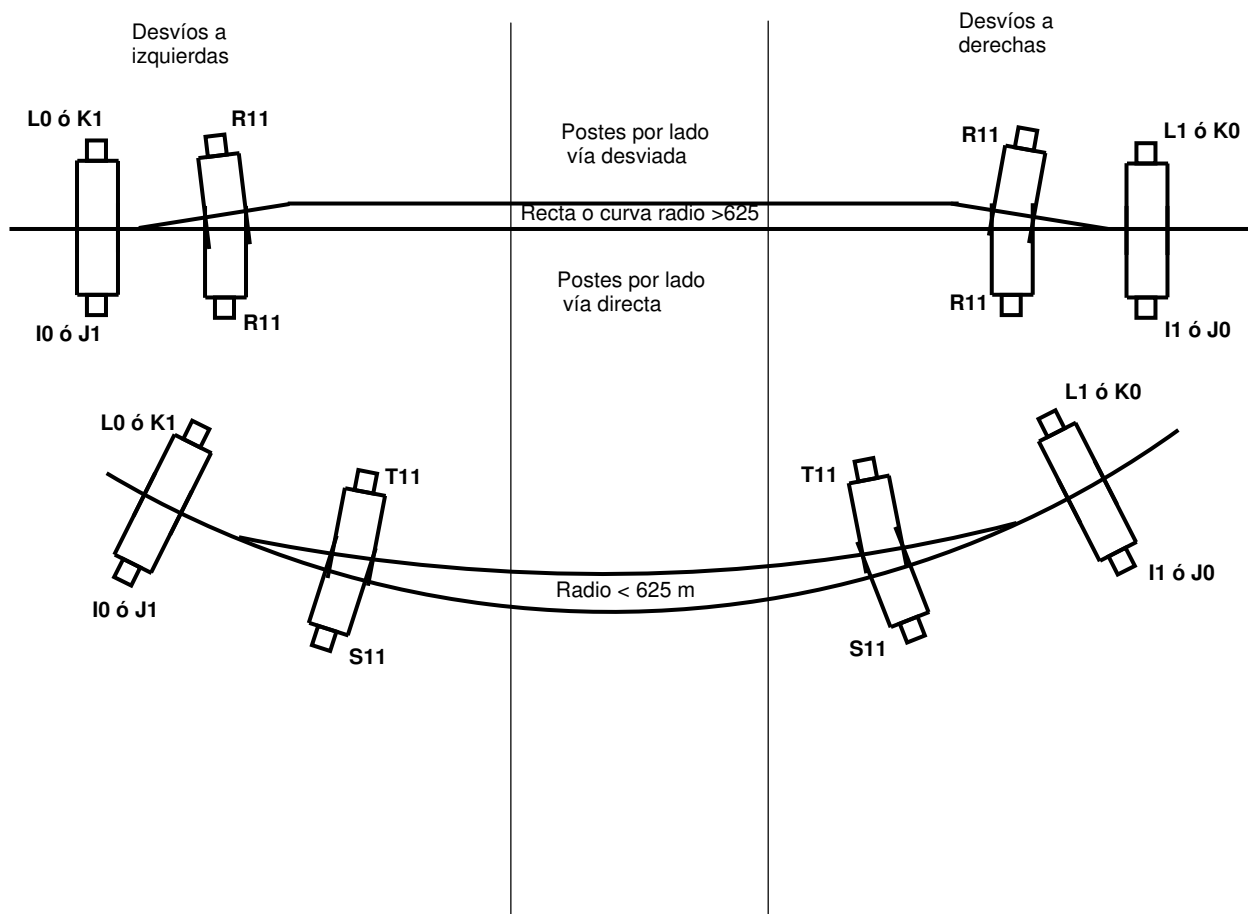


Esquemas generales para determinación de dobles mánsulas en función del tipo de desvío y lado de ubicación de los postes para desvíos con 2 hilos de contacto en vía general (trazada en negrita) y 2 ó 1 hilo de contacto en vía desviada:





Esquemas generales para determinación de dobles ménsulas en función del tipo de desvío y lado de ubicación de los postes para desvíos con 1 hilo de contacto tanto en vía directa como en vía desviada:

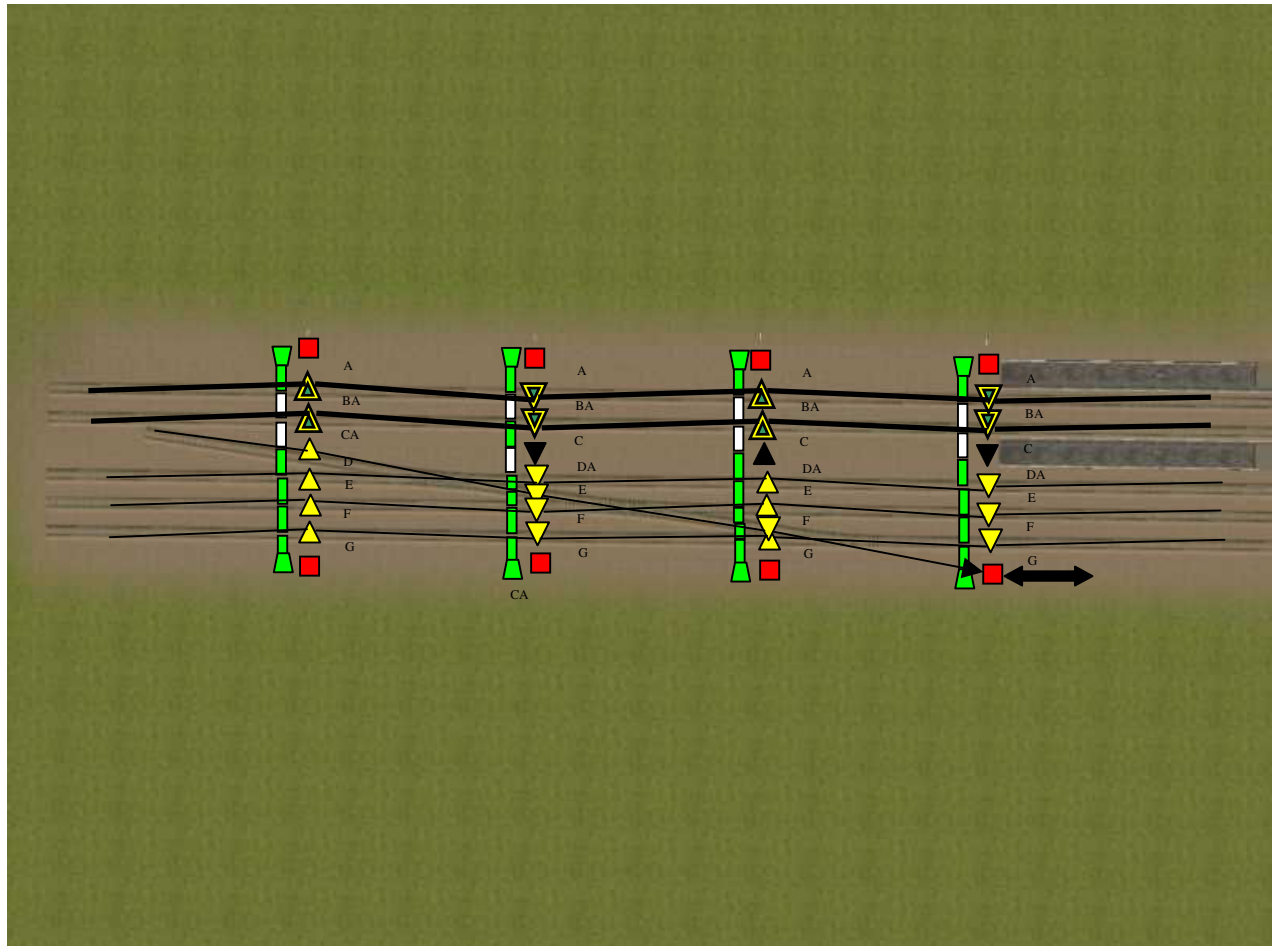


7.5 Montaje de agujas sin regulación

El montaje es exactamente igual que el caso de agujas con regulación (apartado 6.5) excepto que se utilizan colas de anclaje a postes y tirantes de anclaje a postes en lugar de las colas RC o RI, tirantes RC o RI y equipos de regulación RC o RI.

7.6 Montaje de pórticos funiculares

En la figura 6.7 se puede observar gráficamente la ubicación de todos los elementos en el layout de ejemplo:



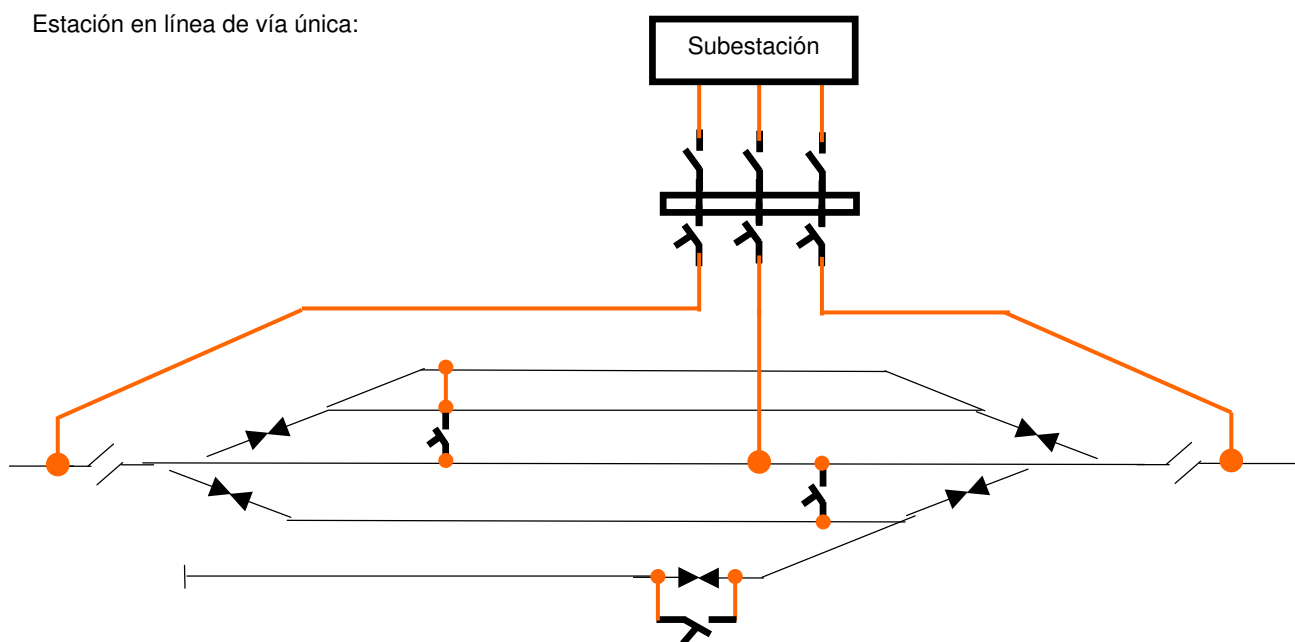
Poste Z6:	■
Atirantado PF2R (2 HC con regulación):	▲ (izda.) ▼ (dcha.)
Atirantado PF2:	▲ (izda.) ▼ (dcha.)
Atirantado PF1:	▲ (izda.) ▼ (dcha.)
Amarre FT:	▲ (izda.) ▼ (dcha.)
Transversal de anclaje:	■ (izda.) ■ (dcha.)
Transversal aislada:	□
Transversal no aislada:	■
Cables de 2HC 40 m:	—
Cables de 1HC 40 m:	—
Cola de agujas Z6:	→
Tirantes de anclaje de poste Z6:	↔

Los tramos de sustentador funicular están indicados por sus letras de identificación.

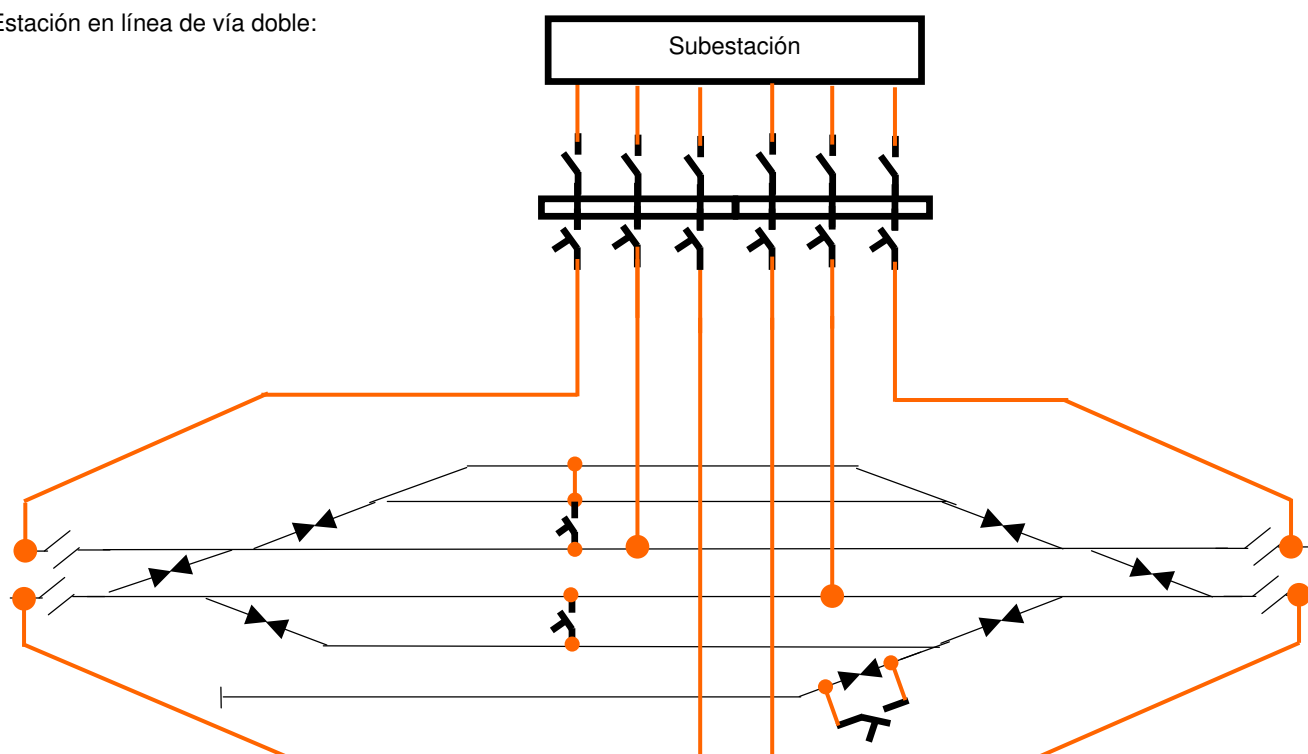
Figura 6.7. Ubicación de todos los elementos de la electrificación del layout de ejemplo.

7.7 Montaje de la alimentación en estaciones con subestación

Estación en línea de vía única:



Estación en línea de vía doble:



Seccionamiento en lámina de aire

Seccionador de línea

Seccionador con puesta a tierra

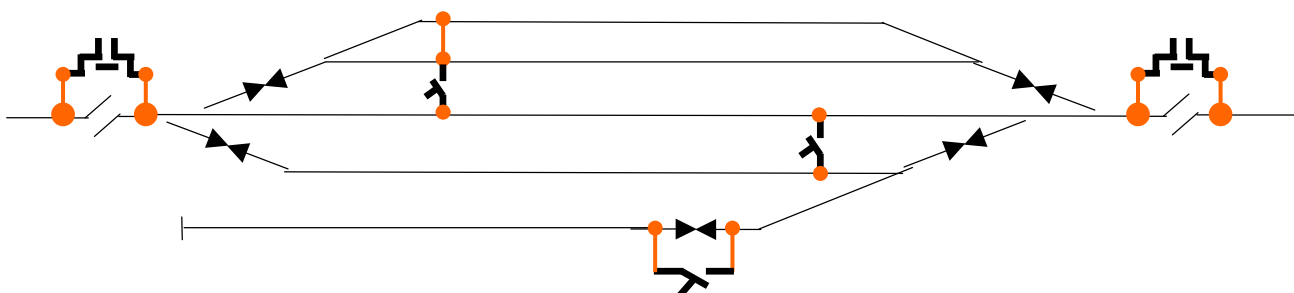
Aislador de sección

Seccionador de apertura en carga

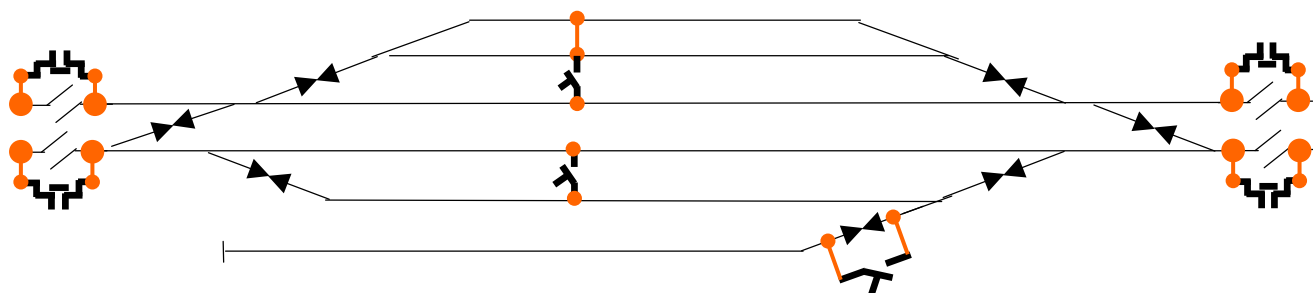
Pórtico de maniobras

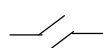
7.8 Montaje de la alimentación en estaciones sin subestación

Estación en línea de vía única:




Estación en línea de vía doble:




 Seccionamiento en lámina de aire

 Seccionador de línea

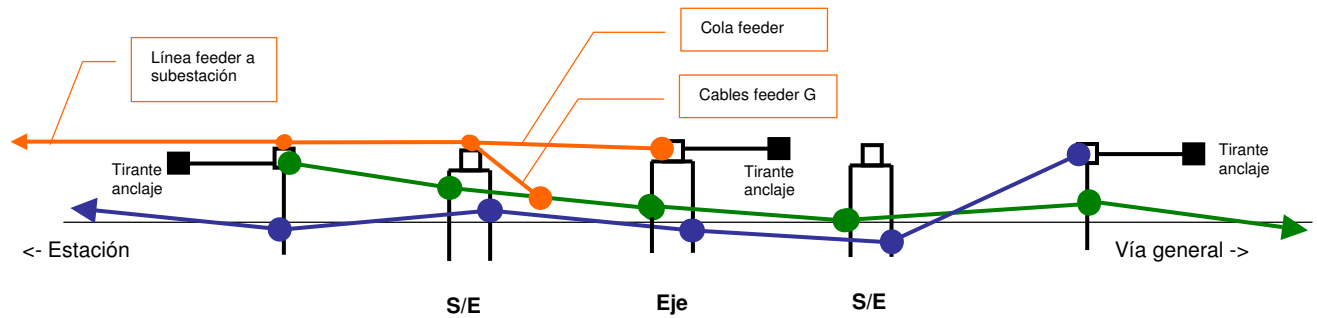
 Seccionador con puesta a tierra

 Aislador de sección

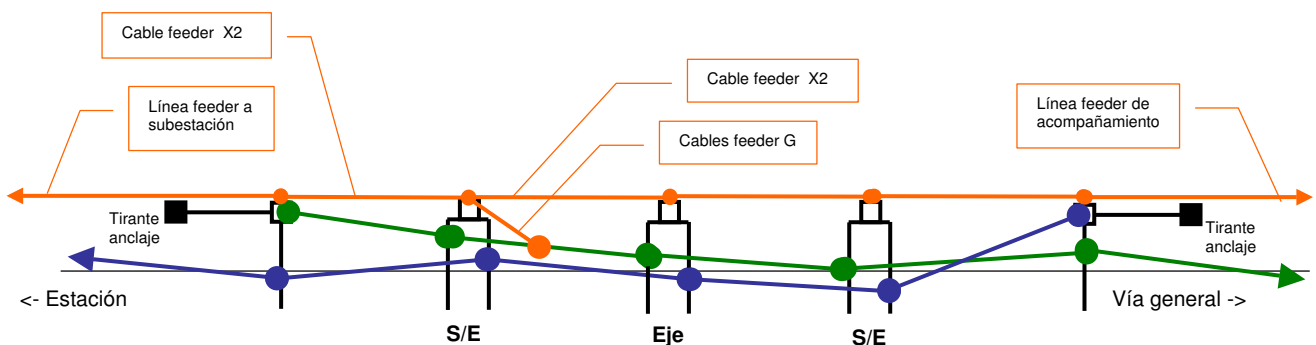
 Seccionador de
apertura en carga

 Pórtillo de maniobras

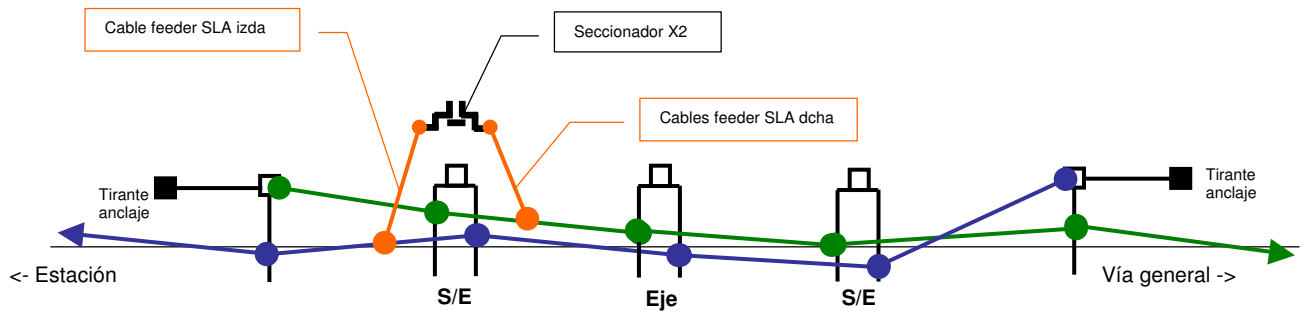
7.9 Montaje de la alimentación desde subestación en vía general sin feeder



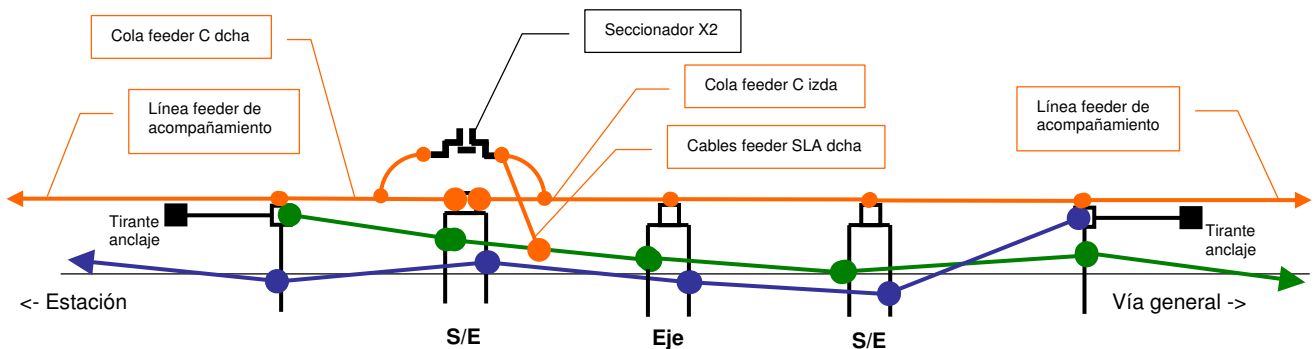
7.10 Montaje de la alimentación desde subestación en vía general con feeder



7.11 Montaje de la alimentación desde estación en vía general sin feeder



7.12 Montaje de la alimentación desde estación en vía general con feeder



8 Instalación de señales adosadas a los postes

Cuando en el modo Ingeniero (Surveyor) se coloca una señal (trackside) y se intenta mover lo hace a pequeños saltos que corresponden al paso mínimo de rejilla que considera Trainz. Ahora bien, como consecuencia de dichos saltos, no se ajusta de manera precisa la señal al poste de la catenaria RENFE. La solución es sencilla y consiste en mover la señal hasta que se acerque lo más posible al poste y posteriormente ajustar moviendo ligeramente el poste. Lo dicho aquí aplica independientemente de que el método de montaje utilizado sea el TRS2004 o el pre-TRS.

En TRS parece que en determinadas situaciones, todavía poco investigadas, no resulta factible mover las señales desde corta distancia, una vez colocada la catenaria. Esto parece ser un bug no confirmado del programa TRS. En ocasiones, al mover una señal (trackside) cerca de un poste, se pueden producir asociaciones inadecuadas de la señal al poste (fixedtrack), no obstante, para adosar una señal a un poste de catenaria, se puede mover la señal acercándola al poste desde un punto de vista alejado o crear la señal lo más cerca posible del poste y, posteriormente, mover ligeramente el poste hasta conseguir el correcto adosado.

9 Agradecimientos

Agradezco a mi padre, Francisco Rodríguez (jubilado de RENFE), la información y conocimientos que me ha transmitido para la elaboración de este proyecto.

10 Licencia

Licencia de uso:

1. No se permite el uso de ningún archivo (comprimido o no) constituyente del producto completo con fines distintos para los que han sido concebidos
2. Usted no está autorizado a hacer ninguna modificación total o parcial en cualquiera de los ficheros constituyentes del producto, a no ser que el autor exprese lo contrario o sea para uso estrictamente privado. Esto incluye el uso de tecnologías inversas para su manipulación así como la exhibición pública de cualquier imagen resultante de dicha modificación sin la autorización expresa de su autor.
3. No existe ningún tipo de garantía ni responsabilidad por parte del autor. Usted se hace responsable de cualquier daño que pueda causar un mal uso de este producto.
4. Usted acepta que el producto sigue siendo propiedad exclusiva de su autor aunque esté instalado en su ordenador.
5. Usted se compromete a cumplir esta licencia si lo instala en su ordenador.

Licencia de distribución:

1. No se permite la distribución ni de la totalidad ni de ninguna de las partes constituyentes del producto salvo que la distribución sea expresamente autorizada por el autor.
2. Está terminantemente prohibido vender o hacer cualquier otro uso comercial de este producto sin la expresa autorización de su autor

Copyright 2006 de Francisco Rodríguez Gil.

License of use:

1. The user is not allowed to use any file (compressed or not) that form part of the whole product, with a different goal than the one that it has been conceived for.
2. The user is not allowed to modify the whole or parts of any of the files of this product, except that the author allows it, or for self-use. This includes the use of reverse engineering or the public show of any image of this modification without the author's permission.
3. There is no kind of warranty or responsibility from the author. You make yourself responsible of any damage that a bad use of the product can cause.
4. You must accept that the product remains as exclusive property of its author even it is installed in your computer.
5. You must agree to this license if you install the product in your computer.

License of distribution:

1. The distribution of either whole or parts of this product is not permitted, except if it's allowed by the author.
2. It is totally forbidden to sell or to make any commercial use of this product without the author's consent.

Copyright 2006 of Francisco Rodríguez Gil.