

# Leica Geosystems TruStory

## Montaje de superestructura en la entrada del AVE a Valencia



**Las obras de montaje de superestructuras para alta velocidad requieren de las más altas precisiones. En la actualidad, las empresas exigen equipos cada vez más fiables, precisos y robustos que incrementen su rendimiento sin olvidar su precisión.**

**En este caso nos centraremos en los trabajos que se están realizando en la actualidad en la entrada del AVE en Valencia, en las cuales el montaje de la vía esta llevándose a cabo por la constructora Fomento de Construcciones y Contratas (FCC) y la Ingeniería Ineco como asistencia técnica.**

**Los autores, Roberto Chinarro Meléndez y Daniel Álvarez Cormenzana, pertenecen al Departamento de Soporte de Leica Geosystems.**

Los trabajos de montaje de vía para la Alta Velocidad Española (AVE) continúan avanzando. Si todos los plazos se cumplen, a finales de este año deberá inaugurarse el corredor Madrid - Cuenca - Valencia ampliando así la red Española de alta velocidad.

En esta línea encontramos diferentes tramos, bien sobre balasto o bien como vía hormigonada (sobre todo en túneles y estaciones). Las tolerancias son diferentes según el material sobre el que se coloque la vía, siendo mucho más restrictivas en los casos de vía hormigonada.

La razón es sencilla: la vía hormigonada no permite realizar movimientos ni ajustes grandes durante el mantenimiento, al contrario que la vía sobre balasto, que sí lo permite. Por tanto, para evitar tener que realizar ajustes posteriores, se ha de garantizar la máxima precisión durante su colocación.

### ▪ Empresa:

Constructora: FCC  
Asistencia técnica: Ineco

### ▪ Proyecto:

Tramo de vía para la alta Velocidad Española (AVE), en el corredor Madrid-Cuenca-Valencia, a su entrada a la ciudad de Valencia

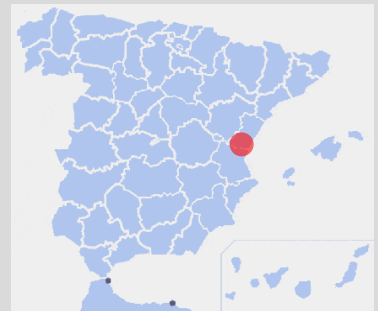
### ▪ Objetivo:

Montaje de vía en placa con uno de los métodos más precisos y novedosos del mercado: la combinación entre la estación total Leica TS-30 y el carro de vía GRP System FX.

### ▪ Fecha:

Marzo-Mayo 2010

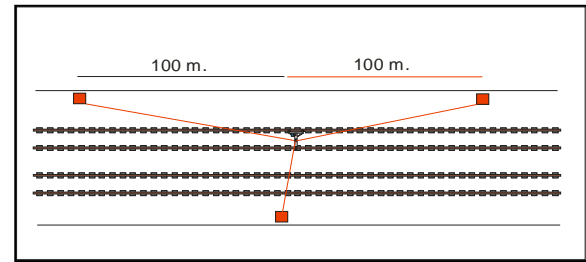
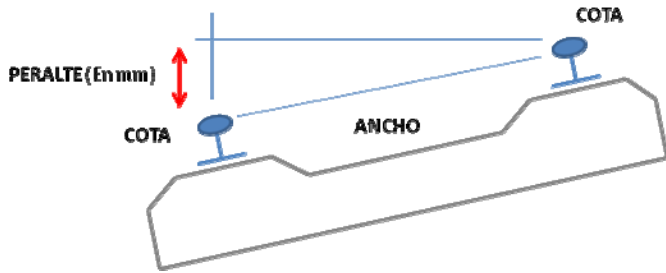
### ▪ Ubicación:



### ▪ Productos implicados:

Hardware  
GRP SYSTEM FX  
Leica TS30

Software  
Amberg Rail 2.0.



El objetivo del trabajo es el montaje de la vía en su correcta posición geométrica. Para ello han de controlarse los siguientes parámetros:

- Posición absoluta de ambos carriles (X,Y,Z).
- Posición relativa (variaciones entre puntos consecutivos - alabeo)
- Ancho (en este caso, el correspondiente a las líneas AVE, 1435mm)
- Peralte
- Alineación

### Trabajos previos

Para los trabajos de montaje de vía en placa es necesario e imprescindible apoyarse en una red previa de topografía. Esta red es vital para el resto de los trabajos que se realizarán a continuación. La bondad de esta red marcará el resultado final.

Los márgenes de tolerancia finales permitidos en los parámetros geométricos que configuran la vía se encuentran por debajo de los 2 mm. en todos los casos. La consecución de esta precisión requiere de una serie de trabajos previos indispensables que serán detallados a continuación:

1- Por definición, un túnel no presenta las condiciones idóneas para la consecución de una poligonal de alta calidad, debido a las limitaciones físicas que irremediablemente se imponen. Sin embargo, la bondad final de la colocación de las vías está estrictamente ligada a la precisión de dichas bases.

Por tanto, realizar una poligonal con gran precisión es fundamental para el buen término del trabajo. En este caso, tanto por parte de la constructora como de la asistencia, se han realizado mediciones de series (4) en cada una de las bases, con estaciones totales de 1cc, teniendo todo el trabajo, por seguridad, realizado por duplicado.

2- Dicha poligonal se observó para tener suficientes bases repartidas de forma que no exista una distancia superior entre ellas a 200 m. De esta forma, desde cada una de las bases podremos trabajar con gran precisión a 100-120 m. teniendo la posibilidad de realizar solapes entre mediciones de diferentes estaciones, ya que la vía representa un continuo en el espacio.

3- Se instaura una red de bulones. Se coloca una pareja de bulones cada 40 metros que se utilizará para realizar las intersecciones inversas. Para su observación se realizan series desde bases diferentes en días distintos, obteniéndose al menos 8 observaciones para cada bulón.

4- Los errores de cierre de la poligonal son los siguientes:

- a. Error angular: 15cc.
- b. Error en X: 11 mm.
- c. Error en Y: 8 mm.

5- Es necesaria también una buena red altimétrica que dote de cota a las bases anteriormente mencionadas. Se realizó un anillo de ida y vuelta con un nivel DNA03 por el método del punto medio, colocando clavos de nivelación cada 20 metros a ambos lados de la vía, y no tomando medidas por debajo de

0.5 m ni por encima de 1.5 para evitar las lecturas automáticas fuera de la mira.

Longitud total del anillo: 2100 metros. Error en cota: 1.4 mm

Este sistema nos va a permitir realizar intersecciones inversas múltiples en cualquier punto garantizando la calidad del estacionamiento y evitando la transmisión de los errores a la vía. Se descartarán todas las intersecciones inversas en las que el error medio cuadrático del estacionamiento supere los 2 mm.

### Metodología tradicional

La metodología tradicional se basa en los equipos disponibles hasta el momento. Los trabajos de topografía en vía se realizaban con instrumental analógico, utilizándose reglas de ancho y peralte (desde enero de 2010 se utilizan digitales), asas de flechado y niveles ópticos o y en el mejor de los casos digitales. Estos métodos garantizan la geometría de la vía de forma relativa pero no de forma absoluta.

La utilización de estos métodos clásicos requiere la realización de diferentes pasadas sondeando cada tramo hasta completar la toma de datos. Se comenzará por el "metrado de la vía" -que consiste en marcar los puntos que serán sondeados después, por norma general cada 5 m.- y se continuará con la nivelación, con el "flechado" de la vía con las asas de flechar y terminando con la toma de los valores de ancho y peralte. Por tanto, para el sondeo completo

de un tramo de vía, serán necesarias al menos cuatro pasadas por cada uno de los puntos.

Como decíamos anteriormente, estos métodos no garantizan la precisión de forma absoluta, tan solo de forma relativa ya que ninguno de ellos puede georreferenciar dichos datos.

## GRP SYSTEM FX – Descripción del equipo

El equipo GRP System FX es la apuesta por parte de Leica Geosystems para llevar a cabo estos trabajos y facilitar la labor del topógrafo. Está especialmente diseñado para el montaje, colocación y comprobación de vía férrea, de forma que puedan controlarse todos los parámetros necesarios para la correcta colocación de la vía.

Su objetivo es la obtención de todos los parámetros geométricos de la vía en una sola pasada, además de añadir la georreferenciación a dichos datos al trabajar de forma absoluta.

La aparición de este equipo implica un cambio en la metodología de trabajo que exponemos más adelante.

## Hardware

El equipo se compone principalmente de un carro o "trolley", de tres ruedas, que incorpora en su interior un inclinómetro y un sensor de medición de anchos, un odómetro así como una radio para comunicación con la estación total. Sobre él se incorpora una columna porta prismas, con un prisma circular de precisión de Leica. Dispone también de un ordenador portátil reforzado y estanco, con pantalla táctil en el que se realizarán todos los cálculos y mostrará en tiempo real los datos al operador.

El carro, en adelante GRP, está perfectamente calibrado, y por tanto se conocen todas las dimensiones de las piezas que lo componen. De esta forma, a partir de la medición al prisma y contando con los datos de los sensores internos se obtendrán las coordenadas absolutas de ambos carriles de la vía.

La modularidad del GRP se incrementa, ya que puede trabajar en diferentes anchos (1000 mm, 1435 mm o 1668), y puede incorporar un perfilómetro para la toma de secciones y distancias (GRP 3000) o un laser escáner para medición continua (GRP 5000)

Para completar el equipo, se utilizan estaciones totales con seguimiento y centrado automático del prisma (recomendándose en todos los casos estaciones totales con precisiones angulares menores o iguales a 1"). En la actualidad se utiliza directamente con las estaciones Leica TS30 de 0.5" que incorporan un distanciómetro de precisión de 0.6mm + 1ppm.

Una vez estacionada y orientada la Estación Total, se colocará esta en modo de seguimiento automático. A partir de ese momento, el operador dispondrá de control total de la estación desde el ordenador del GRP.

## Software

En el ordenador del GRP se encuentra instalado el programa Amberg Rail 2.0. El programa permite la carga de trazados desde cualquier programa de diseño actual. Los datos necesarios son el diseño en planta, alzado, estado de peraltes, ancho o sobrecanchos, y el carril director, todo ello en coordenadas absolutas.

Este programa será el encargado de gestionar los datos recibidos de todos los sensores (desde el odómetro hasta el HDS -escáner de alta definición-, si se dispone de uno) y de realizar en tiempo real el cálculo de las correcciones a aplicar en la vía.



Una vez en campo, el programa se transforma en una herramienta muy intuitiva y fácil de manejar. En pantalla se muestra tanto los dispositivos conectados como todos los datos en tiempo real de nuestra posición y de las correcciones que han de realizarse. Los datos pueden ser almacenados en una base de datos para la generación posterior de informes del estado de la vía, y pueden exportarse tanto de forma gráfica como numérica.

## Montaje de Vía en Placa

El tramo que comprende este montaje tiene una longitud de 1510 metros por cada una de las vías que darán acceso a la estación provisional de Valencia.

Para la colocación de la vía en placa partiremos de la vía extendida sobre las traviesas en su posición aproximada (a 1cm tanto en cota como en planimetría de su posición final). Por medio de los tensores y elevadores el objetivo será llevar dicha vía a sus coordenadas finales definidas por proyecto. Dichos movimientos de la vía serán aplicados en tiempo real, no a través de sucesivos levantes como sobre vía en balasto.

El trabajo comienza con la colocación de la Estación Total. Para ello se realiza una intersección inversa tratando por separado la altimetría de la planimetría con el objetivo de obtener la mejor precisión posible. Para garantizar la máxima precisión se utilizan al menos 6 puntos de planimetría y 3 de altimetría, siendo 8 y 4 lo recomendable.



Se revisan los errores del estacionamiento ( $\sigma$ ). Si se supera en algún caso los 2 mm, se re-observa dicho punto, y se concluye el mismo, pasando a partir de este momento a ser controlada la estación desde el propio software del GRP.

La estación total será la encargada de dotar de coordenadas precisas al prisma situado sobre la columna del GRP.

Las coordenadas se envían, vía radio al carro que mediante el software y el resto de sensores (medidor de anchos e inclinómetro), convierte las medidas en los parámetros que nos garantizarán el buen estado de la vía.

En pantalla tendremos por tanto un estado de alineación teórico proveniente del proyecto y una serie de ventanas donde se nos muestran las diferencias medidas en tiempo real con dicho teórico. Accionado tanto los tensores/alineadores como los niveladores, se ha de llevar lentamente la vía a su correcta posición.

No es conveniente realizar levantes de la vía con valores mayores a 1-2 cm en una sola pasada, ya que modificará la cota de los puntos anteriormente ajustados. Para ello se recomienda realizar diferentes pasadas aplicando primero los valores más altos de levante, y realizando una pasada final de ajuste fino.

Una vez completado el trabajo, la vía estará lista para ser hormigonada. Para la realización de este trabajo se han utilizado dos carros GRP's System FX y dos estaciones totales TCRA 1201+ de 1cc. Cada uno de los tramos ha sido revisado tanto por la constructora como por la asistencia un mínimo de 2 veces. El rendimiento mínimo exigido para la jornada de 8 horas ha sido de 250 metros.

Esta metodología de trabajo se está aplicando en la actualidad en otras obras, además de la entrada del AVE en Valencia, y con anterioridad se ha utilizado con éxito en las diferentes ampliaciones en el metro de Madrid y Barcelona, túneles de Guadarrama, así como en los túneles de Buñol, etc.

## Conclusiones

La inclusión de este tipo de equipos significa no sólo una mejora en los equipos de topografía para el montaje de vía, sino también un cambio en las metodologías topográficas previas a la colocación de vía.

El carro GRP es un equipo robusto y completamente probado, capaz de trabajar en las condiciones más difíciles y adversas con gran fiabilidad.

Este sistema de trabajo aumenta la productividad y mantiene la calidad de la vía eliminando los posibles errores cometidos por el operador en la toma de las lecturas. Es una herramienta muy potente y sencilla en cuanto a su manejo sin renunciar a la máxima precisión en la toma de los datos.

El muestreo de las correcciones a aplicar en la vía se produce en tiempo real, permitiendo a los operarios mover la misma hasta llegar a su correcta posición. La grabación de los datos se realiza de forma automática.

Las zonas de solape se muestran también en tiempo real, permitiendo al operador realizar diferentes compensaciones en función de la magnitud de las diferencias.

Se elimina el post-procesado de los datos de medición, ya que los informes se pueden generar de forma directa incluso en campo, eliminando el engorroso proceso de "paso de datos" del papel a soporte informático, evitando así los posibles errores de transcripción.

El sistema GRP System FX de Leica Geosystems aumenta el rendimiento permitiendo la preparación y comprobación de mayor número de metros de vía para hormigonar, garantizando su calidad geométrica de todos sus parámetros.

