



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

# TRABAJO DE FIN DE GRADO

---

PROYECTO BÁSICO DE UN PASO INFERIOR PEATONAL BAJO VÍAS EN LA ESTACIÓN DE CUNIT  
(TARRAGONA).

---

*Presentado por*

Marrero Sánchez, Juan Manuel

---

*Para la obtención del*

Grado en Ingeniería Civil

*Curso: 2019/2020*

*Fecha: Junio 2020*

*Tutor: Jose Miguel Adam Martínez*



## DOCUMENTO 1.- MEMORIA

## MEMORIA

Antecedentes.....	3
Objeto del proyecto .....	3
Situación actual.....	4
Estudio de alternativas.....	5
Alternativa 0: No hacer nada.....	5
Alternativa 1: Paso inferior ejecutado a cielo abierto, con desvío de vías. ....	5
Alternativa 2: Paso inferior mediante hinca. ....	5
Alternativa 3: Paso inferior mediante hinca, desplazando la ubicación a una zona inundable. ....	5
Alternativa 4: Paso superior.....	6
Análisis multicriterio .....	6
Expropiaciones y servicios afectados.....	9
Plazo de ejecución de la obra .....	9
Valoración económica .....	9
Documentos que integran el proyecto .....	9
Normativa.....	9

## Antecedentes

El municipio de Cunit situado en la comarca del Baix Penedès, en la provincia de Tarragona, con una extensión de 9,7 km<sup>2</sup>, ha sufrido una transformación muy importante a nivel de estructura interna. El crecimiento urbanístico y el turismo, han provocado una enorme estacionalidad en la población.

Con aproximadamente 13.000 viviendas, en los meses de julio, agosto y septiembre se llega a 40.000-50.000 residentes y los fines de semana se estima que la cifra asciende a aproximadamente 20.000 residentes.

Con el trascurso de los años y las sucesivas ampliaciones del tejido urbanístico, el antiguo trazado de la vía de RENFE en el término municipal de Cunit ha acabado integrado dentro del "núcleo urbano".

La vía divide el núcleo en dos sectores y crea un "efecto barrera" que impide la permeabilidad de los habitantes entre los dos sectores separados por esta. Esta situación se agrava en los meses de mayor afluencia, en verano.

Actualmente existen seis pasos inferiores en el núcleo de Cunit que son:

- Límite municipio Calafell paso inferior
- Calle Julio César paso inferior
- Estación paso inferior
- Riera Cunit paso inferior
- Carrerada Santa Coloma paso inferior
- Riera de Sant Antoni paso inferior.

Con el fin de aumentar la oferta de vías seguras y mejorar la permeabilidad de la zona al tráfico peatonal para mitigar el "efecto barrera" provocado por las vías, se lleva a cabo la redacción de este proyecto básico, en el que se han estudiado diferentes alternativas a la problemática en la zona.

## Objeto del proyecto

El objeto del proyecto es dotar a la zona de un paso directo entre la zona del centro del Municipio de Cunit, concretamente en un área donde se concentran gran cantidad de Escuelas y Colegios con la playa, para reducir las distancias entre los actuales pasos peatonales, acortar los tiempos de los trayectos y mejorar la "permeabilidad" de la zona.



Imagen 1. Fotografía aérea Cunit. Años 1956-1957



Imagen 2. Fotografía aérea Cunit. Año 2019

### Situación actual

La zona de estudio ocupa un sector del Término Municipal de Cunit, en la provincia de Tarragona, en el noreste del municipio

Actualmente las vías del tren atraviesan el núcleo urbano, con una plataforma ligeramente sobreelevada del terreno, protegida por un vallado a ambos lados de la misma. Todo ello

obliga a realizar un rodeo, de hasta aproximadamente un kilómetro en algunos casos, para cruzar de un lado a otro.



Imagen 3. Situación actual de la zona



Imagen 4. Plano actual de la zona

## Estudio de alternativas

De cara a definir la solución más adecuada con los condicionantes del lugar, se plantean una serie de alternativas para su posterior evaluación a través de una matriz multicriterio.

### Alternativa 0: No hacer nada

En primer lugar, se analiza la posibilidad de no hacer nada.

La situación se mantendría como la actual, que con el paso del tiempo ha generado presión vecinal para la solucionar la movilidad en la zona. Esa presión se ha incrementado por el incumplimiento de las medidas de seguridad en la zona por parte de personas que cruzan las vías en superficie y la posibilidad de riesgo de accidente.

Evidentemente esta situación es la que ha generado la necesidad de realizar una obra de paso entre ambos lados de la vía, por lo que los condicionantes sociales, obligarían a descartar esta alternativa de plano. Esta solución no resolvería el problema actual.

### Alternativa 1: Paso inferior ejecutado a cielo abierto, con desvío de vías.

Esta hipótesis consiste en realizar un paso inferior para salvar el obstáculo que representan las vías.

La realización del desvío del trazado de las vías tendría una serie de condicionantes:

- Se debe mantener el tráfico en ambos sentidos.
- La afección para liberar la zona se prolongaría aproximadamente 80 metros a cada lado de la zona donde se ubica paso inferior.

Las opciones posibles serían:

- Mover las vías alternativamente fuera de la zona de trabajos
- Banalizar la vía alternativamente

Con esto conseguiríamos obtener el espacio suficiente en la plataforma para poder ejecutar un paso inferior a cielo abierto.

El paso se ejecutaría mediante pantallas de micropilotes y una losa de cobertura ejecutada en dos fases, primero un lado liberado de las vías, y posteriormente se cambiarían las vías al lado ejecutado y se realizaría el tramo final. Gran parte de estos trabajos implican trabajos con corte de vía y catenaria, por lo que los horarios de trabajo se verían notablemente reducidos y el plazo total alargado.

Posteriormente se restituiría la vía a su posición original y se realizarían el resto de los trabajos de excavación, ejecución de rampas de acceso, revestimientos interiores y soleras.

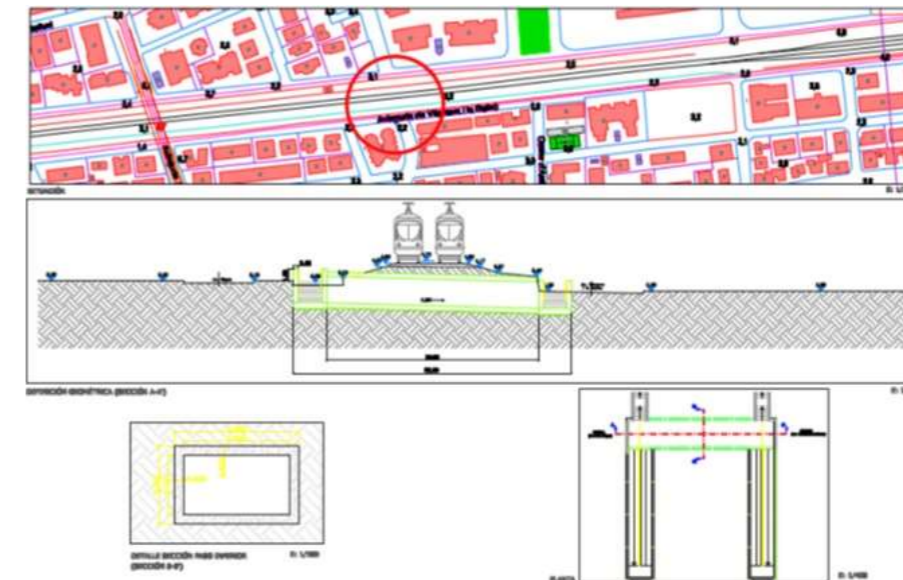
### Alternativa 2: Paso inferior mediante hinca.

Esta hipótesis consiste en realizar un paso inferior para salvar el obstáculo que representan las vías.

Dado que la zona por donde atraviesa la vía el núcleo urbano se encuentra bastante encajada, y las complicaciones que suponen las afecciones a la vía, se plantea como alternativa un cajón hincado que cruce bajo las vías. De esta manera se evitarían las graves afecciones al tráfico que la ejecución a cielo abierto supondría, pero en contra requeriría la ocupación de mayor cantidad de espacio para la implantación del cajón, el banco de empuje y el resto de instalaciones.

Las ventajas e inconvenientes de este método son las siguientes:

- Ventajas: Es un proyecto más económico, con un tiempo de ejecución razonable y provoca pocas afectaciones al tráfico ferroviario.
- Inconvenientes: Requiere la ocupación de una zona anexa para la construcción del cajón y los consiguientes desvíos de servicios.

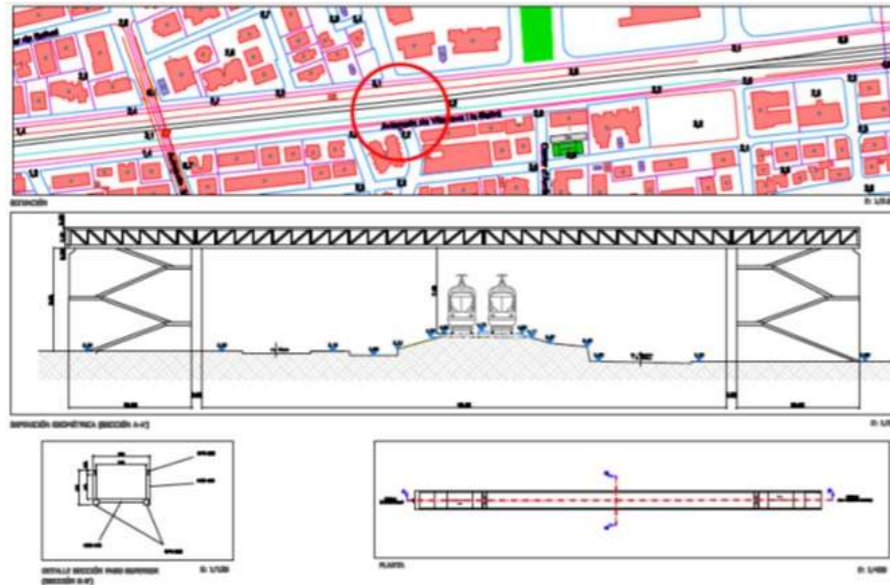


### Alternativa 3: Paso inferior mediante hinca, desplazando la ubicación a una zona inundable.

En este caso se trata de desplazar la ubicación de la obra a unos terrenos cercanos, dentro del núcleo urbano, que están calificados de zona inundable. En esta zona se dispone de más espacio para poder ejecutar la infraestructura y no existen afectaciones a servicios, por lo que no habría lugar a desvíos de servicios.

Salvando las restricciones impuestas por el planeamiento a las construcciones en zonas inundables, habría que tener en cuenta la afección a la funcionalidad del paso inferior durante los periodos de lluvia, y la posibilidad de necesitar un drenaje por bombeo en la instalación.

### Alternativa 4: Paso superior



Esta hipótesis consiste en realizar un paso superior por encima de las vías del tren, de la línea R-2 de Cercanías Renfe, permitiendo el paso de las vías desde la avenida César Augusto hasta la calle del Arboç.

Para esta alternativa se considera la construcción de un paso superior metálico mediante perfiles.

Se describen, a continuación, las ventajas e inconvenientes de esta hipótesis:

- **Ventajas:** Se evitan los desvíos de servicios enterrados que afectarían en el caso de hacer un paso inferior. El plazo de ejecución no es excesivamente largo. Posibilidad de instalación de ascensores en el futuro.
- **Inconvenientes:** Esta estructura requiere mantenimiento periódico de la estructura metálica, agravado por la cercanía del mar, lo que incrementaría su coste a largo plazo. Además, este tipo de estructuras provocan un gran impacto visual.

### Análisis multicriterio

Para el análisis multicriterio se han tenido en cuenta los siguientes aspectos

- **Funcionales:** la finalidad de la estructura es dotar a la zona de un paso entre la zona de colegios y la playa ya que este trayecto se ve interrumpido por la presencia de la vía férrea.
- **Trazado:** al tratarse de una estructura de corta longitud, el trazado no es un factor decisivo para la elección de la alternativa por lo que no se tendrá en cuenta en el análisis multicriterio.
- **Geológicos y geotécnicos.**

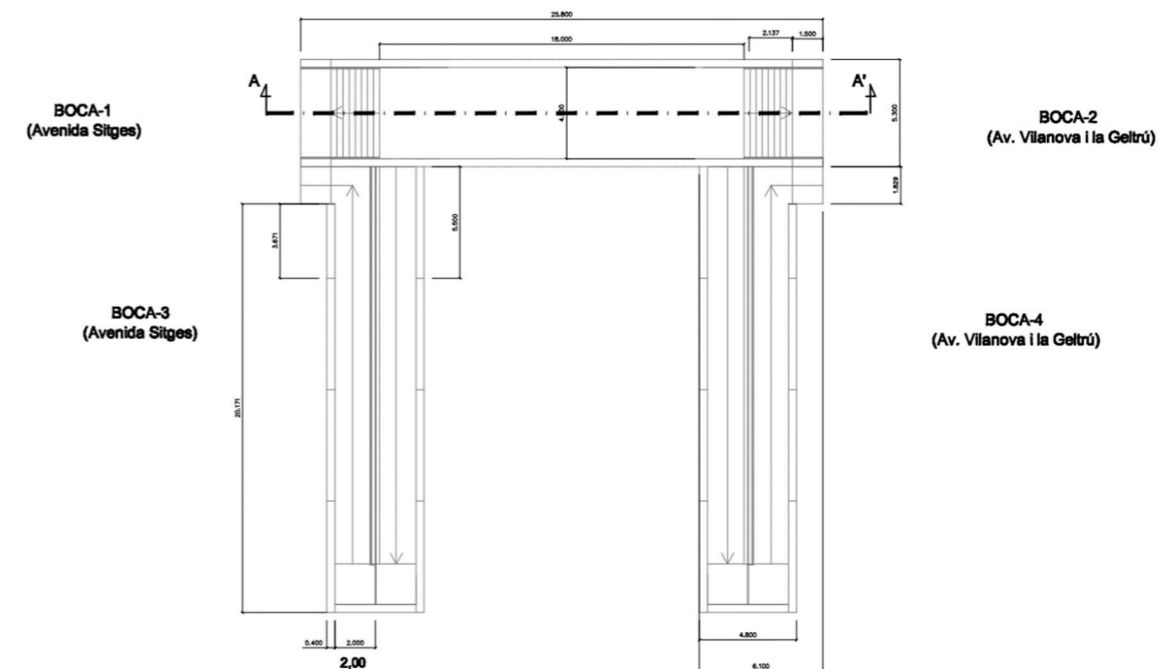
- **Constructivos:** la dificultad constructiva teniendo en cuenta el tiempo de construcción así como la complicación del proceso constructivo de cada una de las alternativas.
- **Económicos:** el coste total de la infraestructura así como el de su mantenimiento.
- **Estéticos:** el efecto visual de la infraestructura sobre la zona de actuación.
- **Medioambientales:** no se tendrán en cuenta dado que el impacto ambiental de esta obra es casi nulo.

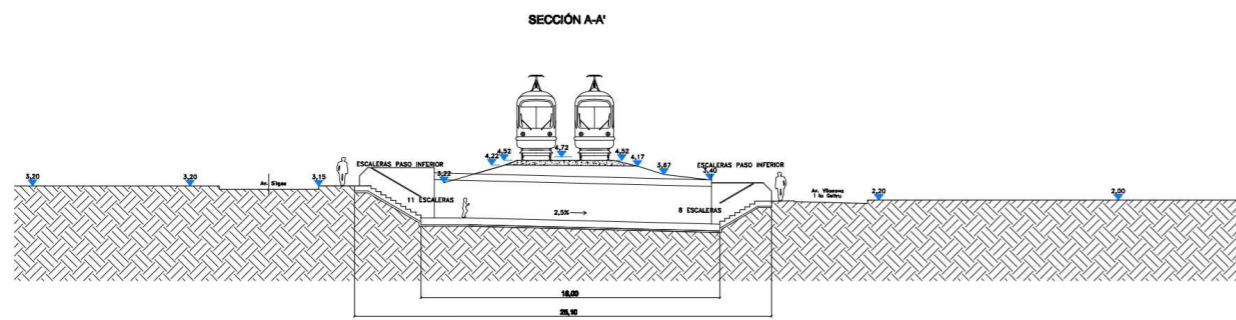
Aplicando las variables descritas se obtiene que la solución mejor posicionada es la del cajón hincado en zona no inundable. Destacando de la misma los aspectos constructivos y estéticos respecto del resto de soluciones.

### Definición de la solución adoptada

La solución adoptada será un paso inferior que cruce perpendicularmente las vías. Dispondrá de un recinto de sección rectangular que cruza las vías, con una longitud de 18 m, y una sección interior libre de 4,50x2,25 m. En ambos extremos se materializa un vestíbulo donde se disponen en el sentido del cruce unas escaleras que llevan a superficie, y en sentido perpendicular al cruce, una rampa a cada lado, con dos tramos y un rellano intermedio, y una pendiente máxima del 8%, constituidas por muros de 40 cm de hormigón armado.

El conjunto se complementa con las actuaciones de albañilería, alumbrado e instalaciones necesarias para la completa funcionalidad del paso.





La ejecución del paso consta de tres fases básicas.

- Ejecución del cruce mediante un cajón hincado
- Ejecución de las rampas y escaleras de acceso
- Instalaciones y acabados

A continuación, dada la singularidad del proceso constructivo del cajón hincado, se detallan las distintas fases de ejecución del mismo:

- a. Preparación del terreno, donde se ubicará el recinto de prefabricación y empuje del cajón.

En primer lugar, las líneas y servicios afectados por las obras deberán modificarse en su posición, de forma que no interfieran en la ejecución de las obras o se interrumpa o deteriore la función de aquellos, incluido el traslado de los postes o elementos de sujeción.

En particular, los postes de catenaria deberán situarse a una distancia del borde de la estructura, supuesta en su emplazamiento definitivo, igual o superior a la profundidad de la base de la estructura respecto del plano de apoyo de la cimentación del poste.

- b. Excavación del recinto.

Las excavaciones del foso necesario para la construcción de la estructura monolítica prefabricada a emplazar bajo las vías, deben realizarse con las distancias y profundidades adecuadas para garantizar la seguridad del ferrocarril, construcciones y servicios colindantes, realizando las entibaciones y otras medidas de protección que sean precisas para la estabilidad y seguridad de los elementos a proteger.

Previamente a la construcción de la plataforma de deslizamiento sobre la que se construirá la estructura, se ha de nivela la superficie de asiento y se compactarla.

- c. Ejecución de los muros de reacción y de la solera de deslizamiento, con especial atención a la nivelación de estas.

Tanto la parte enterrada del muro de reacción, como toda la superficie del trasdós del mismo, se hormigonan contra el terreno natural.

Tras el muro de reacción se formará un terraplén con materiales de las mismas características descritas para la fundación de la plataforma. Este terraplén cubrirá todo el ancho del muro.

Se prestará atención especial a la nivelación de la superficie de la plataforma. Entre la plataforma y la base de la estructura, se dispondrá una lámina flexible de polietileno de 300 gr/m<sup>2</sup> en toda la superficie, perfectamente adosada, para facilitar el deslizamiento de la estructura sobre la solera.

- d. Construcción del marco de hormigón armado.

- e. Establecimiento del apeo de vía.

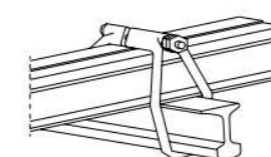
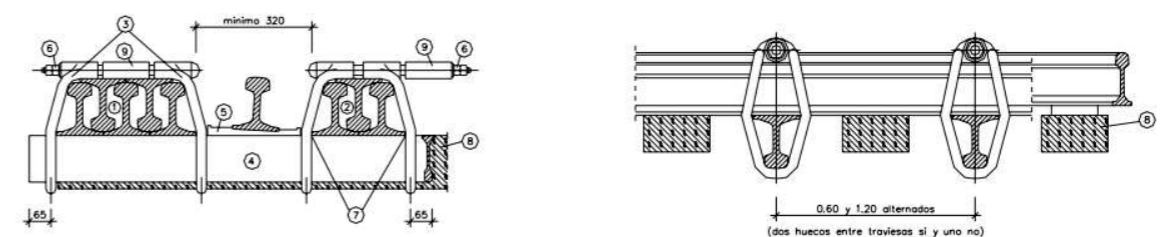
Se realizará un apeo de cada vía con paquetes de carriles situados sobre las traviesas. Los extremos de los paquetes deberán quedar por el exterior de la estructura, a una distancia mínima de 5.00 m medidos en la perpendicular al borde exterior de la misma.

Se utilizarán traviesas de madera en toda la longitud de la zona a apear, sustituyéndose en caso de ser de otro material.

Por cada hilo se situarán dos paquetes de carriles de 54 kg/ml, uno exterior de 5 unidades en cualquier sección y otro interior de 3 unidades en cualquier sección.

Estos paquetes soportarán en su parte inferior, mediante abrazaderas tipo Garruti, unos cupones transversales de 1,50 m de longitud, del mismo tipo de carril y en posición invertida, sobre los que apoyará la vía a través de una placa de asiento con la cara superior inclinada el mismo ángulo que la vía con la vertical. Estos cupones se colocarán entre las traviesas, distanciados uno de otro 0,60 m y 1,20 m alternadamente.

Esquema 2: Colocación de apeo



- LEYENDA:
- 1 - 5 carriles de 54 kg/ml.
  - 2 - 3 carriles de 54 kg/ml.
  - 3 - Abrazadera
  - 4 - Cupon carril de 54 kg/ml. (1,50 m.)
  - 5 - Placa de apoyo sobre cupon
  - 6 - Apriete abrazadera. No apretar hasta que no este apoyado en los patines
  - 7 - Posición de apriete
  - 8 - Traviesas de madera
  - 9 - Casquilla separador



- f. Protección y ripado de las conducciones de seguridad y comunicaciones.
- g. Disposición de las vigas de maniobra a través de zanjas en la banqueta transversal a la vía, colocadas bajo traviesas y en la dirección del empuje.

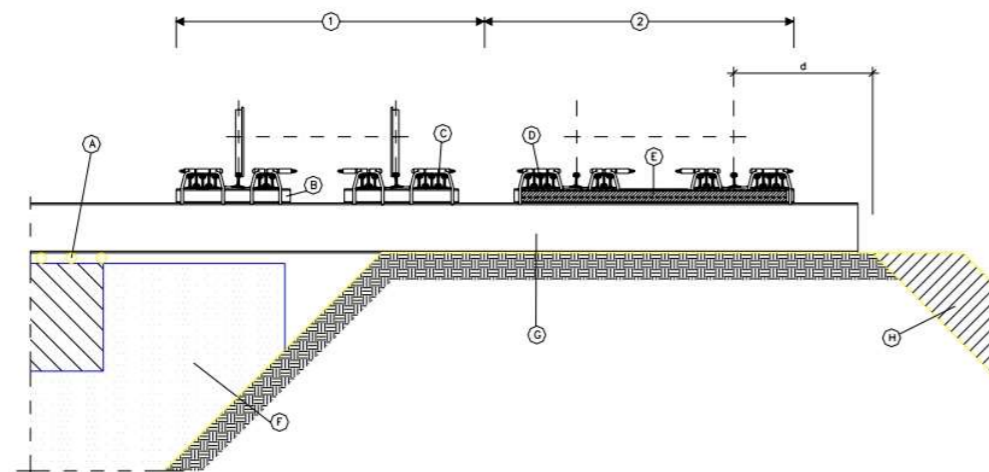
Durante el emplazamiento de la estructura se sustentarán las vías con vigas de maniobra en acero, dimensionadas para que admitan una luz libre de 10 m, formada cada una por dos perfiles HEB-600 ensamblados. Estas vigas actuarán simplemente apoyadas sobre la estructura mediante apoyos deslizantes y, por el otro extremo, se apoyarán en el terreno subyacente a las vías con elementos de reparto, en función de la capacidad del terreno para admitir las cargas que le sean transmitidas en condiciones de seguridad.

Deberán soportar las cargas del ferrocarril y con las flechas en vía admisibles para la circulación de trenes en condiciones de seguridad.

Se dispondrá asimismo una viga transversal a las vigas de maniobra, convenientemente anclada a un elemento resistente e inmóvil durante la traslación o sujeta con gatos de tracción a anclajes sobre la misma, a la cual se sujetarán las vigas de maniobra mediante elementos ajustables que impidan el desplazamiento lateral de las vías por arrastre del sistema de sustentación al trasladarse la estructura.

La velocidad de circulación de los trenes en la zona apeada deberá ser de 30 km/h como máximo.

Esquema 1: Colocación de vigas de maniobra



- LEYENDA:
- 1 - Sección sobre la viga de unión de los paquetes de carriles
  - 2 - Sección sobre las traviesas de madera
  - A - Rodillos de deslizamiento
  - B - Viga de conexión de los paquetes de carriles
  - C - Abrazaderos de unión
  - D - Paquetes de sujeción de la vía
  - E - Traviesas de madera
  - F - Estructura monolítica
  - G - Viga de maniobra
  - H - Terrapién adosado si d es menor de 5.35 metros

- h. Desguarnecido del resto de la banqueta de balasto sobre el cajón.
- i. Empuje oleodinámico del cajón en sus tres fases. El proceso de empuje será el siguiente:

Se empujará el cajón en la dirección del paso hasta liberar el espacio para ejecutar la contrasolera. A continuación, se continua el empuje desplazando los gatos hasta este punto. La operación se repite hasta completar las tres fases.

Para la traslación de la estructura se deberá disponer de una central hidráulica y el número de gatos necesario para suministrar una fuerza como mínimo equivalente a 1,4 veces el peso de la estructura, aplicada en la superficie situada en los 0,40 m inferiores del canto de la losa inferior y en su parte posterior.

Se deberá disponer de elementos distanciadores para trasladar el punto de apoyo de los gatos, en cantidad tal que pueda realizarse la traslación de la estructura en un tramo de 5.00 m, aproximadamente, con el uso de los mismos.

Concluido cada tramo se retirarán los elementos distanciadores, construyéndose una prolongación del muro de reacción con la anchura igual a la de la plataforma, mediante una contrasolera de 40 cm de espesor. Se utilizará para ello hormigón en masa de alta dosificación al que se incorporará un acelerante de fraguado para obtener una resistencia de 120 kg/cm<sup>2</sup> en probeta cilíndrica a las 16 horas de edad y reforzada en la zona de apoyo de los gatos como se indique en los planos.

- j. Finalizado el empuje se desmontan los apeos y las vigas de maniobra. Se restituye la banqueta de balasto y se recolocan las canalizaciones y conducciones.
- k. Se desmantelan los muros de reacción, soleras y contrasoleras, procediéndose a rellenar con tierras los huecos abiertos. Se demuelen las aletas del frente de avance del cajón.



## Expropiaciones y servicios afectados

El proyecto no prevé expropiaciones. Únicamente se verán afectados los diferentes servicios de las compañías de suministro existentes en el entorno de la obra y las instalaciones ferroviarias.

## Plazo de ejecución de la obra

El plazo previsto para la ejecución de las obras es de 6 meses.

## Valoración económica

La estimación de la valoración económica, descompuesta por capítulos es la siguiente:

MOVIMIENTO DE TIERRAS		22.350,51 €
ESTRUCTURAS		187.621,41 €
-CAJÓN	134.525,79	
-BOCAS	53.095,62	
ACCESOS Y ACONDICIONAMIENTO		45.993,46 €
DRENAJE		9.531,98 €
ELECTRICIDAD		21.724,56 €
SEGURIDAD Y SALUD		18.891,14 €
SERVICIOS AFECTADOS		42.574,83 €
GESTIÓN DE RESIDUOS		6.797,16 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>355.485,05 €</b>
13,00 % Gastos generales	46.213,06	
6,00 % Beneficio industrial	21.329,10	
SUMA DE G.G. y B.I.		67.542,16 €
21,00 % I.V.A.		88.835,71 €
<b>TOTAL VALORACIÓN ECONÓMICA</b>		<b>511.862,92 €</b>

La valoración económica de los trabajos se estima en QUINTOS ONCE MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS DE EURO. (511.862,92)

## Documentos que integran el proyecto

- Documento nº 1: MEMORIA Y ANEJOS
- Documento nº 2: PLANOS
- Documento nº 3: VALORACIÓN ECONÓMICA

## Normativa

La normativa aplicada en este proyecto básico ha sido

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)
- Eurocódigo 2-1991
- Instrucción de Acero Estructural (EAE)
- Instrucción de Acciones sobre Puentes de Ferrocarril (IAPF-07)
- Guía de Cimentaciones en Obras de Carreteras. Ministerio de Fomento
- Orden Circular 37/2016. Base de precios de referencia de la Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento
- Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento.

En Valencia, Mayo de 2020

El Autor del proyecto



Juan Manuel Marrero Sánchez