



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,
Canales y Puertos

Estudio Básico del nuevo ramal ferroviario en la Línea C3
de cercanías entre el P.K. 78+000 de la línea 310 (Utiel-
Valencia Fuente San Luis) y el centro comercial Bonaire
(T.M. de Aldaya, Valencia)

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Civil

AUTOR/A: Ibañez Cerrillo, Alvaro

Tutor/a: Villalba Sanchis, Ignacio

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

TRABAJO DE FIN DE GRADO

ESTUDIO BÁSICO DEL NUEVO RAMAL FERROVIARIO EN LA
LÍNEA C3 DE CERCANÍAS ENTRE EL P.K. 78+000 DE LA LÍNEA
310 UTIEL-VALENCIA F.S.L. Y EL CENTRO COMERCIAL BONAIRE
(T.M. DE ALDAYA, VALENCIA)

Presentado por

Ibáñez Cerrillo, Álvaro

Para la obtención del

Grado en Ingeniería Civil

Curso: 2021/2022

Fecha: Julio 2022

Tutor: Villalba Sanchís, Ignacio



ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO NÚMERO 1: MEMORIA

DOCUMENTO NÚMERO 1: ANEJOS

ANEJO 1: ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL

ANEJO 2: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ANEJO 3: TRAZADO

ANEJO 4: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ANEJO 5: HIDROLOGÍA Y DRENAJE

ANEJO 6: REPORTAJE FOTOGÁFICO

DOCUMENTO NÚMERO 2: PLANOS

PLANO 1: PLANTA GENERAL

PLANO 2: PLANTA DETALLE

PLANO 3: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

PLANO 4: SECCIONES TRANSVERSALES (Fuente: Normativa ADIF N.A.P. 1-2-1.0)

DOCUMENTO NÚMERO 1

MEMORIA

Estudio básico del nuevo ramal ferroviario en la línea C3 de cercanías entre el P.K. 78+000 de la línea 310 Utiel-Valencia F.S.L. y el Centro Comercial Bonaire (T.M. de Aldaya, Valencia)

Álvaro Ibáñez Cerrillo

ÍNDICE

| | | |
|---------|--|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN | 6 |
| 2. | ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL | 6 |
| 3. | SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO | 7 |
| 4. | ESTUDIO DE ALTERNATIVAS | 8 |
| 4.1 | Análisis de la situación actual..... | 8 |
| 4.2 | Condicionantes..... | 8 |
| 4.3 | Descripción de alternativas | 8 |
| 4.4 | Criterios de valoración | 9 |
| 4.5 | Valoración y comparación de alternativas | 10 |
| 5. | TRAZADO | 11 |
| 5.1 | Parámetros iniciales del trazado | 12 |
| 5.2 | Parámetros de diseño del trazado | 14 |
| 5.3 | Descripción del trazado en planta y en alzado..... | 14 |
| 5.3.1 | Planta | 14 |
| 5.3.2 | Alzado | 16 |
| 5.4 | Explotación ferroviaria | 16 |
| 6. | ESTACIÓN Y ACCESOS | 17 |
| 7. | GEOLOGÍA Y GEOTECNIA | 20 |
| 7.1 | GEOLOGÍA..... | 20 |
| 7.1.1 | Hidrogeología..... | 22 |
| 7.1.2 | Geomorfología | 22 |
| 7.2 | GEOTECNIA..... | 22 |
| 7.2.1 | Trabajos de campo..... | 22 |
| 7.2.1.1 | Sondeos mecánicos..... | 22 |
| 7.2.1.2 | Penetraciones dinámicas | 22 |
| 7.2.1.3 | Ensayos in-situ y toma de muestras | 22 |
| 7.2.2 | Trabajos de laboratorio..... | 23 |
| 7.2.3 | Caracterización del terreno | 23 |
| 8. | HIDROLOGÍA Y DRENAJE | 24 |
| 8.1 | Cauces existentes y riesgo de inundación..... | 25 |
| 8.2 | Obras de drenaje..... | 26 |
| 9. | ESTIMACIÓN ECONÓMICA INICIAL | 27 |
| 10. | CONCLUSIÓN | 28 |
| 11. | BIBLIOGRAFÍA | 29 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Mapas de situación y emplazamiento. (Fuente: Imágenes de Google y Visor cartográfico de la GVA)..... | 7 |
| Figura 2. Mapa de alternativas de trazado. (Fuente: Visor cartográfico de la GVA y elaboración propia).. | 9 |
| Figura 3. Vista general del trazado en planta del nuevo ramal ferroviario al C.C. Bonaire. Para consulta de mayor detalle, acudir al Documento 2. Planos “Plano 1. Planta general”. (Fuente: Elaboración propia mediante Civil 3D 2022) | 12 |
| Figura 4. Perfil de velocidades máximas del nuevo ramal. (Fuente: Elaboración propia en Excel) | 17 |
| Figura 5. Estación de El Puig. (Fuente: Google Maps) | 17 |
| Figura 6. Vista aérea de la estación y sus accesos. (Fuente: Visor cartográfico de la GVA y elaboración propia) | 19 |
| Figura 7. Lugar dónde se producirá el cruce mencionado. (Fuente: Google Maps) | 19 |
| Figura 8. Lugar exacto donde llegará el acceso peatonal procedente de la estación. (Fuente: Google Maps)..... | 20 |
| Figura 9. Mapa de situación de las zonas de estudio geotécnico. (Fuente: Visor cartográfico de la GVA y elaboración propia) | 21 |
| Figura 10. Mapa geológico del área de estudio. (Fuente: Hoja 722-MAGNA 50 IGME y elaboración propia) | 21 |
| Figura 11. Mapa del trazado proyectado junto a la capa de la envolvente de peligrosidad por inundación del PATRICOVA. (Fuente: Visor cartográfico de la GVA y elaboración propia)..... | 25 |
| Figura 12. Mapa del trazado proyectado, junto a la capa de los niveles de riesgo de inundación del PATRICOVA, y junto a las dos ubicaciones exactas de las ODT de referencia. (Fuente: Visor cartográfico de la GVA y elaboración propia) | 26 |
| Figura 13. A la izquierda, obra de drenaje transversal de la ubicación 1. A la derecha, obra de drenaje transversal de la ubicación 2. (Fuente: Google Maps) | 26 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Vectores prioridad obtenidos de las 5 matrices decisión y vector prioridad alternativa. (Fuente: Archivo Excel AHP y elaboración propia)..... | 11 |
| Tabla 2. Parámetros funcionales para planta. (Fuente: N.A.P 1-2-1.0 y elaboración propia)..... | 13 |
| Tabla 3. Parámetros funcionales para alzado. (Fuente: N.A.P 1-2-1.0 y elaboración propia)..... | 13 |
| Tabla 4. Parámetros geométricos para planta. (Fuente: N.A.P 1-2-1.0 y elaboración propia) | 13 |
| Tabla 5. Parámetros geométricos para alzado. (Fuente: N.A.P 1-2-1.0 y elaboración propia) | 13 |
| Tabla 6. Parámetros de las curvas de transición existentes. (Fuente: Elaboración propia)..... | 14 |
| Tabla 7. Parámetros principales del alzado. (Fuente: Elaboración propia)..... | 14 |
| Tabla 8. Estado de alineaciones en planta para la vía general. (Fuente: Civil 3D y elaboración propia) ... | 15 |
| Tabla 9. Estado de alineaciones en planta para la vía de apartado. (Fuente: Civil 3D y elaboración propia) | 15 |
| Tabla 10. Estado de rasantes en alzado para la vía general y apartado. (Fuente: Civil 3D y elaboración propia) | 16 |

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del “Estudio básico del nuevo ramal ferroviario en la línea C3 de Cercanías entre el P.K. 78+000 de la línea 310 Utiel-Valencia F.S.L. y el Centro Comercial Bonaire”, será el de diseñar de forma preliminar el trazado de un ramal ferroviario que posibilite la conexión de este gran polo de demanda social con el resto de la red de Cercanías de Valencia. El fin último del nuevo tramo de ferrocarril, ubicado íntegramente en el término municipal de Aldaya (Valencia), es la reducción de los desplazamientos en vehículo privado, fomentando el uso del transporte público colectivo y sostenible. Para ello, se planteará un trazado ferroviario con los parámetros de uso exclusivo para trenes de viajeros, de poco más de 1 kilómetro de longitud de vía única de ancho ibérico (1668 mm) preparada para su futura electrificación cuando se acometa en toda la línea C3.

Para definir por completo este estudio básico, es necesario realizar otros estudios que permitan obtener una solución final lo más adecuada posible. Quedarán fuera del alcance el diseño y cálculo de estructuras e instalaciones propias de la traza y complementarias, que por su gran envergadura son objeto de un estudio básico independiente. También estarán excluidos estudios específicos que requieran de herramientas no disponibles en un trabajo final de grado, así como la realización de un presupuesto detallado.

Con todo ello, en primer lugar se presentarán y analizarán las distintas alternativas de trazado propuestas. Por último, se justificará y desarrollará la que resulte más adecuada, teniendo en cuenta parámetros condicionantes del emplazamiento y para una correcta explotación ferroviaria.

2. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL

El Centro Comercial Bonaire abrió sus puertas de forma progresiva a partir del año 2000, con una extensión total de 135000 m², lo que le convirtió en la zona destinada a uso comercial más extensa de la Comunidad Valenciana y de las más grandes de España y Europa. Desde su apertura, más de 10 millones de personas al año se desplazan allí para realizar actividades de ocio, comerciales, deportivas, etc.

La mayor parte de estos movimientos se realizan mediante vehículo privado, debido a las necesidades de carga de mercancía y a la atractiva oferta de 5700 plazas de aparcamiento gratuitas, distribuidas la mayor parte en superficie y también subterráneas. Además, el centro dispone de una amplia facilidad de acceso desde las principales carreteras que vertebran el área metropolitana de Valencia.

Al abrir sus puertas, también se pusieron en servicio paulatinamente nuevas líneas de autobús metropolitano para comunicarlo con los municipios más cercanos y focos de demanda potencial. Sin embargo, los desplazamientos en transporte público hacia el Bonaire solo representan en la actualidad una pequeña proporción del total.

Para desplazarse a pie o bicicleta, existe una vía ciclo-peatonal poco atractiva, con tramos de distintas tipologías de carril bici, que comunica únicamente con el núcleo urbano de Aldaya.

A pesar de su proximidad con la línea férrea Aranjuez-Cuenca-Valencia (menos de 1 km), nunca ha existido ninguna estación en ella que diera servicio, ni ramal ferroviario que aproximara la traza al centro comercial. La estación más cercana es la de Aldaya, que dispone de servicios de Cercanías y Regionales, pero se encuentra a 2,5 km de distancia del centro neurálgico de Bonaire.

Finalmente, el Plan de Movilidad Metropolitano de Valencia (PMoMe) presentado el 26 de diciembre del 2021 por la Generalitat Valenciana (GVA) ya contempla la futura ejecución de un ramal ferroviario que de servicio al centro comercial a través de la línea C3 de Cercanías, decisión que supone el fundamento del presente estudio básico.

3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El ramal ferroviario objeto de estudio discurre íntegramente por el término municipal de Aldaya (Valencia). La conexión con la línea férrea Valencia-Utiel se producirá en torno al PK 78+000 de la misma, entre las estaciones de Loriguilla-Reva y Aldaya.

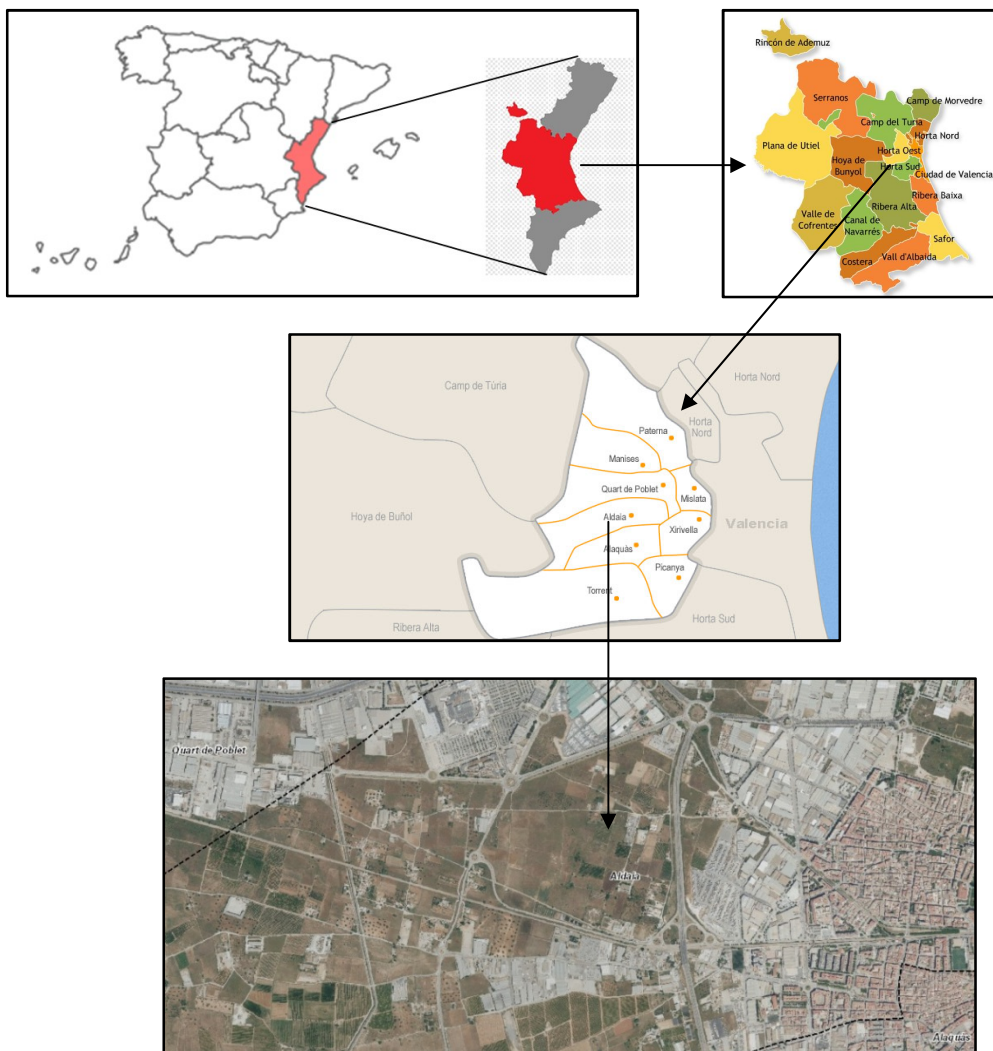


Figura 1. Mapas de situación y emplazamiento. (Fuente: Imágenes de Google y Visor cartográfico de la GVA)

4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En el apartado actual de la Memoria se van a estudiar diferentes alternativas de trazado y estación, para posteriormente valorar conforme a unos criterios cuál es la más idónea. El trazado de la alternativa finalmente elegida se describirá en profundidad en el siguiente anejo.

4.1 Análisis de la situación actual

El Centro Comercial Bonaire constituye por sí solo un gran foco de demanda. Más de 10 millones de visitantes anuales, sobretodo del área metropolitana de Valencia, se desplazan allí para realizar actividades de todo tipo (ocio, comerciales,...). Es por ello que el ramal ferroviario objeto del presente estudio básico se ha incluido recientemente en los planes de infraestructuras del PMoMe de Valencia a ejecutar a medio plazo.

Otra razón con la que se puede justificar la construcción de dicho ramal es el objetivo de reducción del tráfico motorizado. A través del nuevo medio de transporte público numerosos municipios del área metropolitana podrán beneficiarse de la nueva infraestructura. Las medidas para la reducción de la contaminación en las grandes áreas urbanas están en consonancia con la ejecución de dicha infraestructura, ya que se promueve la utilización de un medio de transporte sostenible y seguro.

4.2 Condicionantes

A continuación, se indicarán los condicionantes que se van a tener en cuenta para justificar la elección de la alternativa más idónea (argumentados con detalle en el Anejo 2). Algunos de ellos no son determinantes, ya que, o no tienen relevancia en esta situación o son muy similares para las diferentes alternativas.

- Condicionante topográfico
- Condicionante geológico geotécnico
- Condicionante hidrológico
- Condicionante medioambiental y de planeamiento urbanístico
- Afección a infraestructuras existentes
- Área de influencia de la estación

4.3 Descripción de alternativas

En este punto se va a proceder a presentar cada una de las alternativas (justificadas ampliamente en el Anejo 2) que se valoraran en posteriores puntos. Se van a considerar 4 alternativas para la elección del trazado más viable del nuevo ramal ferroviario al C.C. Bonaire. Como ya se indicó anteriormente, todas ellas se plantean en el término municipal de Aldaya (Valencia).

En primer lugar, la **alternativa 0** consiste en no realizar ninguna intervención en el área de estudio.

En segundo lugar se tiene la **alternativa 1**, en la cual se proyecta el trazado del nuevo ramal ferroviario, en ligero terraplén en todo momento, partiendo al norte del P.I. "El Coscollar" y

discurriendo al este de la carretera convencional C.C. Bonaire-Carretera CV-413. La práctica totalidad de la traza atraviesa terrenos de pastizal y cultivos cítricos, debiendo disponer de un paso superior y otro inferior para que dos carreteras existentes puedan salvarla. La estación estaría ubicada al sureste del centro comercial, a unos 500 metros aproximadamente del centro neurálgico.

En tercer lugar, la **alternativa 2** plantea un trazado inicialmente paralelo a la anterior alternativa, también en ligero terraplén, pero que gira finalmente hacia el oeste para ubicar la estación unos 400 metros al sur del centro neurálgico de Bonaire. Los terrenos afectados son muy similares a la anterior alternativa así como el número de obras de permeabilidad, un paso superior y otro inferior.

Por último está la **alternativa 3**, la cual parte del sur del núcleo disperso de viviendas denominado “Les Barraques”, unos centenares de metros antes que las anteriores. El trazado discurre mayormente en rampa descendente, dónde se deberán ubicar dos pasos superiores para dar permeabilidad a carreteras y caminos. A continuación, la traza discurre por un falso túnel para salvar otra carretera y finalmente llega al suroeste del centro comercial dónde se ubicará la estación semi soterrada, a menos de 200 metros del centro neurálgico.

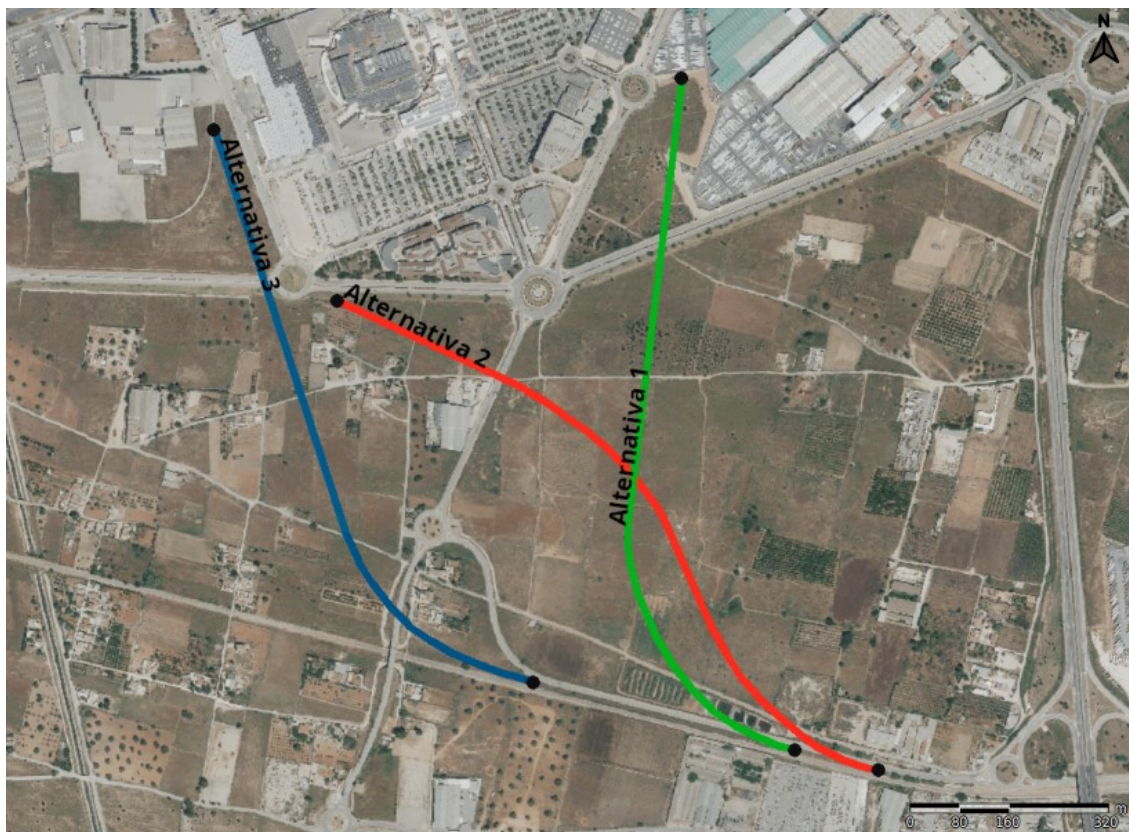


Figura 2. Mapa de alternativas de trazado. (Fuente: Visor cartográfico de la GVA y elaboración propia)

4.4 Criterios de valoración

Llegados a este punto, se van a definir brevemente los criterios a tener en cuenta para valorar y comparar posteriormente las tres alternativas propuestas y elegir la óptima.

- **Afección a infraestructuras viarias existentes.** A mayor número y envergadura de infraestructuras viarias (carreteras, caminos...) que deba dar permeabilidad la nueva traza ferroviaria, mayor afección a estas durante la fase de ejecución de la obra de permeabilidad correspondiente y por tanto mayor plazo y coste final de la obra. Se otorgará mayor puntuación a la alternativa que menor número de infraestructuras viarias deba dar permeabilidad, teniendo en cuenta también la relevancia en cuanto al tráfico o número de carriles de las mismas.
- **Economía del trazado ferroviario.** A pesar de no poder contar con un presupuesto total de cada alternativa, en función de las características del trazado definidas en el apartado anterior se puede hacer una aproximación de la variación del coste de una alternativa a otra. Mayor puntuación recibirán las que dispongan de un trazado llano, en terraplén, teniendo en cuenta también la longitud total del tramo. En cambio, menor puntuación recibirán las que requieran desmontes, soterramientos u obras de fábrica.
- **Planeamiento urbanístico.** En la ejecución del nuevo ramal ferroviario, como cualquier otra infraestructura viaria, debe evitarse la afección a suelo urbano e intentar que todo el trazado discurra por suelo no urbanizable agrícola, sin afectar a suelo urbanizable que tenga contemplados nuevos desarrollos de viviendas, industriales, terciarios, etc. Mayor puntuación, por tanto, recibirán las soluciones que no afecten lo especificado anteriormente.
- **Área de influencia de la estación.** Por último, a mayor cercanía y accesibilidad de la estación ferroviaria de los principales centros neurálgicos del C.C. Bonaire, mayor número de usuarios potenciales puede llegar a tener el nuevo servicio de ferrocarril y por tanto mayor rentabilidad económica y retorno de la inversión ejecutada. A pesar de la gran similitud entre las áreas de influencia de las tres estaciones planteadas, mejor puntuación recibirá la que mayor accesibilidad y comodidad tenga para acceder a las zonas principales del centro comercial, es decir, la que menor número de cruces con calzadas tenga, un trazado más recto y llano para personas de movilidad reducida, iluminación adecuada, etc.

4.5 Valoración y comparación de alternativas

Finalmente, se va a llevar a cabo el análisis multicriterio entre las tres alternativas propuestas, comparándolas y valorándolas mediante los criterios presentados en el apartado anterior.

Para el análisis, se va a emplear el método americano *Analytic Hierarchy Process (Proceso Analítico Jerárquico AHP)*. El método selecciona la alternativa óptima en función de una serie de criterios jerarquizados que suelen entrar en conflicto (toda la explicación detallada del procedimiento a seguir en el AHP se encuentra en el Anejo 2)

En primer lugar, se definen los criterios y alternativas correspondientes al ramal ferroviario objeto de estudio y ya justificados anteriormente.

En segundo lugar, se han construido las cinco matrices decisión (presentadas y argumentadas en el Anejo 2) para comparar por pares los criterios definidos y seguidamente las destinadas a comparar las alternativas para cada uno de los criterios. Los criterios y alternativas se han comparado con una escala de valores del 1 al 9 (*Escala de preferencia de Saaty*).

Tras haber constituido las matrices decisión (A), estas son normalizadas y se obtiene el vector prioridad (w) para cada una de ellas. Antes de llegar a la solución final, se debe realizar el análisis de consistencia, que ha resultado satisfactorio ya que para cada una de las 5 matrices decisión analizadas se ha obtenido una proporción de consistencia (CR) muy cercana a los valores óptimos.

Para finalizar se sitúan en columnas de una matriz 3x4 los vectores prioridad (w) de las cuatro matrices decisión (A) que comparan alternativas para cada criterio. Al multiplicar esta matriz por el vector prioridad de la matriz decisión que compara los criterios, obtenemos el vector prioridad alternativa, del que se decide cuál es la alternativa elegida. Se puede observar que el valor más elevado es el correspondiente a la alternativa 2 y por tanto, es la seleccionada para llevar a cabo el nuevo ramal ferroviario en la línea C3 de cercanías al C.C. Bonaire (Aldaya, Valencia).

| | 1. Afección a infraestructuras viarias existentes | 2. Economía del trazado ferroviario | 3. Planeamiento urbanístico | 4. Área de influencia de la estación |
|---------------|---|-------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| Alternativa 1 | 0,3537 | 0,3631 | 0,1429 | 0,1251 |
| Alternativa 2 | 0,5559 | 0,5706 | 0,7671 | 0,2114 |
| Alternativa 3 | 0,0904 | 0,0664 | 0,0900 | 0,6551 |

| | | | | |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Vector Prioridad | 0,4782 | 0,3389 | 0,1167 | 0,0662 |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|

| | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Vector Prioridad Alternativa | |
| 0,3172 | |
| 0,5627 | MEJOR ALTERNATIVA |
| 0,1196 | |

Tabla 1. Vectores prioridad obtenidos de las 5 matrices decisión y vector prioridad alternativa. (Fuente: Archivo Excel AHP y elaboración propia)

5. TRAZADO

El fin del presente apartado es definir geoméricamente los ejes en planta y en alzado de la alternativa propuesta como más idónea para el estudio básico del nuevo ramal ferroviario al C.C. Bonaire.



Figura 3. Vista general del trazado en planta del nuevo ramal ferroviario al C.C. Bonaire. Para consulta de mayor detalle, acudir al Documento 2. Planos "Plano 1. Planta general". (Fuente: Elaboración propia mediante Civil 3D 2022)

5.1 Parámetros iniciales del trazado

En cuanto a los criterios preliminares, el nuevo ramal ferroviario al C.C. Bonaire estará dotado de plataforma apta para vía única sin electrificar de ancho ibérico (1668 mm), con traviesa monobloque de hormigón polivalente para un posible cambio a ancho estándar (1435 mm) en el futuro. Se elige la opción de emplear carril del tipo UIC 54, dureza 90 en barras de 288 m de longitud soldadas en taller, todo ello para reducir al máximo las soldaduras en vía por su elevado coste. Por tanto, el ancho de la cabeza de carril será de 70 mm y la separación entre carriles (s) de $1668+70=1738$ mm.

Los radios elegidos para las dos curvas circulares existentes en el nuevo trazado han sido de 300 m para la primera y 400 m para la segunda. Se ha escogido una velocidad de proyecto máxima de partida (V_p) de 100 km/h, aunque debido a la corta longitud del ramal y las características de operación previstas, se verá reducida. Los trenes que inicialmente emplearían la nueva infraestructura en exclusiva serán de cercanías diésel tipo A (aceleración sin compensar $a_{sc}=1 \text{ m/s}^2$), concretamente los automotores de la serie 592.0 de Renfe.

Por otro lado, los criterios funcionales y geométricos se van a recopilar en mayor medida de la Norma ADIF Plataforma N.A.P. 1-2-1.0 "Metodología para el diseño del trazado ferroviario", escogidos para una $V_p=100$ km/h y ancho de vía ibérico (1668 mm). A continuación se describirán brevemente cada uno de los parámetros para posteriormente clasificarlos en tablas según sean valores de referencia, normales o excepcionales.

- I: Insuficiencia de peralte máxima (mm).
- E: Exceso de peralte máximo (mm).
- dD/dt : Variación máxima del peralte respecto al tiempo (mm/s).

- dl/dt : Variación máxima de la insuficiencia de peralte respecto al tiempo (mm/s).
- a_v : Aceleración vertical máxima al paso por un acuerdo en alzado (m/s^2) (C: Convexo, U: Cóncavo).
- D: Peralte máximo (mm).
- Longitud mínima de las alineaciones en planta de curvatura constante (m).
- dD/ds : Variación máxima del peralte respecto a la longitud (mm/m).
- R: Radio mínimo de las alineaciones circulares en planta (m).
- i: Rampa máxima de diseño (milésimas) (vías generales, tráfico de viajeros exclusivo).
- Longitud mínima de acuerdos verticales (m).
- Longitud mínima de alineaciones con rasante constante (m).
- R_v : Radio mínimo en acuerdos verticales (m) (C: Convexo, U: Cóncavo).

Parámetros funcionales

| Trazado en planta | | | |
|-------------------|------------|--------|-------------|
| | REFERENCIA | NORMAL | EXCEPCIONAL |
| l (mm) | 115 | 175 | 175 |
| E (mm) | 104 | 115 | 138 |
| dD/dt (mm/s) | 58 | 58 | 69 |
| dl/dt (mm/s) | 63 | 63 | 115 |

Tabla 2. Parámetros funcionales para planta. (Fuente: N.A.P 1-2-1.0 y elaboración propia)

| Trazado en alzado | | | |
|-------------------|------------|--------|-------------|
| | REFERENCIA | NORMAL | EXCEPCIONAL |
| a_v (m/s^2) | 0,22 | 0,31 | 0,51C/0,59U |

Tabla 3. Parámetros funcionales para alzado. (Fuente: N.A.P 1-2-1.0 y elaboración propia)

Parámetros geométricos

| Trazado en planta | | | |
|-------------------|------------|--------|-------------|
| | REFERENCIA | NORMAL | EXCEPCIONAL |
| D (mm) | 150 | 160 | 180 |
| Lmín curv cte (m) | 50 | 33,33 | 20 |
| dD/ds (mm/m) | 1,15 | 2,3 | 2,65 |
| R (m) | 250 | 190 | 150 |

Tabla 4. Parámetros geométricos para planta. (Fuente: N.A.P 1-2-1.0 y elaboración propia)

| Trazado en alzado | | | |
|----------------------|------------|--------|-------------|
| | REFERENCIA | NORMAL | EXCEPCIONAL |
| i (milésimas) | 25 | 30 | 35 |
| Lmín ac vert (m) | 20 | 20 | 20 |
| Lmín rasante cte (m) | 50 | 33,33 | 20 |
| R_v (m) | 3500 | 2500 | 1500C/1300U |

Tabla 5. Parámetros geométricos para alzado. (Fuente: N.A.P 1-2-1.0 y elaboración propia)

5.2 Parámetros de diseño del trazado

El objetivo de este punto es calcular los distintos e imprescindibles parámetros para un correcto diseño del nuevo trazado ferroviario, tanto en planta como en alzado. Cada uno de ellos se verá sometido a comprobaciones con respecto a los parámetros funcionales y geométricos iniciales para cumplir la normativa especificada anteriormente. La explicación, formulación y comprobación de cada uno de ellos se encuentra en este mismo apartado del Anejo 3. A continuación se muestra una tabla resumen de todos los parámetros obtenidos para las curvas de transición en planta existentes en el trazado, ordenadas de menor a mayor P.K. Todos ellos han sido verificados con las tablas anteriores y cumplen con la normativa.

| CURVA DE TRANSICIÓN | D curva circular (mm) | L (m) | l (mm) | dl/dt (mm/s) | Vmax (km/h) | Vmin (km/h) | asc (m/s ²) | dD/ds (mm/m) | dD/dt (mm/s) | E (mm) | A (m) |
|---------------------|-----------------------|-------|--------|--------------|-------------|-------------|-------------------------|--------------|--------------|--------|--------|
| 1 | 150 | 127 | 73,76 | 11,29 | 70 | 32 | 0,41 | 1,18 | 22,96 | 103,24 | 195,19 |
| 2 | 150 | 127 | 73,76 | 11,29 | 70 | 32 | 0,41 | 1,18 | 22,96 | 103,24 | 195,19 |
| 3 | 150 | 146 | 17,83 | 2,37 | 70 | 36 | 0,1 | 1,02 | 19,97 | 105,61 | 241,66 |
| 4 | 150 | 146 | 17,83 | 2,37 | 70 | 36 | 0,1 | 1,02 | 19,97 | 105,61 | 241,66 |

Tabla 6. Parámetros de las curvas de transición existentes. (Fuente: Elaboración propia)

De la misma forma, para el trazado en alzado se han obtenido cuatro parámetros necesarios para su correcto diseño, cuya justificación, cálculo y comprobación están detallados en el Anejo 3. En la siguiente tabla se resumen los resultados finales obtenidos, ya verificados con la normativa.

| | |
|---|-----------|
| Rampas i (milésimas) | 5,8 y 0,6 |
| Radio acuerdo vertical Rv (m) | 5000 |
| Aceleración vertical av (m/s ²) | 0,0756 |
| Longitud acuerdo vertical Lv (m) | 26,4 |

Tabla 7. Parámetros principales del alzado. (Fuente: Elaboración propia)

5.3 Descripción del trazado en planta y en alzado

En este punto se describirá minuciosamente el trazado tanto en planta como en alzado, indicando las principales características y condicionantes que han llevado a la consecución del diseño final.

5.3.1 Planta

Los estados de alineaciones, tanto del eje de la vía general del nuevo ramal como del eje de la vía de apartado situada en los últimos centenares de metros y coincidiendo con la nueva estación del centro comercial, muestran las principales características del trazado en estudio ordenadas de menor a mayor P.K.

| Número de elemento | Tipo de elemento | P.K. inicial (m) | P.K. final (m) | Longitud (m) | Radio (m) | A (m) |
|--------------------|------------------|------------------|----------------|--------------|-----------|---------|
| 1 | Recta | 0+000,00 | 0+001,31 | 1,309 | | |
| 2 | Clotoide | 0+001,31 | 0+128,31 | 127 | | 195,192 |
| 3 | Curva circular | 0+128,31 | 0+295,38 | 167,066 | 300 | |
| 4 | Clotoide | 0+295,38 | 0+422,38 | 127 | | 195,192 |
| 5 | Recta | 0+422,38 | 0+437,86 | 15,489 | | |
| 6 | Clotoide | 0+437,86 | 0+583,86 | 146 | | 241,661 |
| 7 | Curva circular | 0+583,86 | 0+751,36 | 167,497 | 400 | |
| 8 | Clotoide | 0+751,36 | 0+897,36 | 146 | | 241,661 |
| 9 | Recta | 0+897,36 | 1+220,93 | 323,567 | | |

Tabla 8. Estado de alineaciones en planta para la vía general. (Fuente: Civil 3D y elaboración propia)

| Número de elemento | Tipo de elemento | P.K. inicial (m) | P.K. final (m) | Longitud (m) | Radio (m) | A (m) |
|--------------------|------------------|------------------|----------------|--------------|-----------|-------|
| 1 | Curva circular | 0+000,00 | 0+035,65 | 35,654 | 500 | |
| 2 | Recta | 0+035,65 | 0+060,30 | 24,646 | | |
| 3 | Curva circular | 0+060,30 | 0+103,19 | 42,886 | 600 | |
| 4 | Recta | 0+103,19 | 0+321,13 | 217,948 | | |

Tabla 9. Estado de alineaciones en planta para la vía de apartado. (Fuente: Civil 3D y elaboración propia)

Algunos de los detalles que no aparecen en las tablas anteriores y se consideran de importancia son los siguientes:

- En torno al P.K. 0+180, en plena curva, se construirá el paso superior de la carretera convencional “Camino del Coscollar” que incluirá también la vía ciclo-peatonal Aldaya-Bonaire.
- Al finalizar la segunda curva de transición, en el P.K. 0+900 se inicia el desvío hacia la vía de apartado de la nueva estación, y 20 metros más adelante se construirá el paso inferior de la carretera convencional C.C. Bonaire – Carretera CV-413 y la vía ciclo-peatonal anteriormente mencionada para salvar la traza.
- Por economía y compatibilidad con las características propias de la línea, se ha decidido instalar un desvío tipo A (DS-A-54-500-0,085-22-D), por lo que la velocidad máxima por desviada será de 30 km/h (también por la general) y se construirá con traviesas de madera. Tiene una longitud total de 45,093 metros y el radio de la vía desviada es de 500 metros.
- La longitud útil de estacionamiento en ambas vías será de 200 metros.
- Se dispondrá de un entreeje de 4,52 metros entre ambas vías de estacionamiento, cumpliendo con el valor mínimo de referencia según la normativa N.A.P. 1-2-1.0 de 4 metros. Además, se dejará un margen de 10 metros de longitud entre el extremo del tren y las toperas de final de vía, cumpliendo con el mínimo de 5 metros indicado por esta misma normativa.

5.3.2 Alzado

Tal y como se ha realizado en la planta, se adjunta el estado de rasantes del eje de la vía general. El de la vía de apartado no es necesario, ya que tiene las mismas cotas y rasante que la general desde el P.K. 0+900 hasta el P.K. 1+220,93.

| Número de elemento | Tipo de elemento | P.K. inicial (m) | P.K. final (m) | Longitud (m) | Pendiente de entrada (%) | Pendiente de salida (%) | Kv (m) |
|--------------------|------------------|------------------|----------------|--------------|--------------------------|-------------------------|--------|
| 1 | Rasante | 0+000,00 | 0+817,44 | 817,441 | | | |
| 2 | Acuerdo convexo | 0+817,44 | 0+843,86 | 26,423 | 0,58 | 0,06 | 50 |
| 3 | Rasante | 0+843,86 | 1+220,93 | 377,064 | | | |

Tabla 10. Estado de rasantes en alzado para la vía general y apartado. (Fuente: Civil 3D y elaboración propia)

Al encontrarse con un terreno prácticamente llano en la totalidad del eje de la nueva traza, se ha diseñado un perfil con rampa ascendente muy suave, en ligero terraplén de entre 1 y 2 metros sobre el terreno original para asegurar la instalación de posibles obras de drenaje transversal. Tras atravesar el único acuerdo vertical existente, se llega a los últimos centenares de metros con la rampa aún más suavizada debido a las restricciones que imponen las vías de estacionamiento, y no nula para asegurar un correcto drenaje. El trazado parte con una cota de 54,9 msnm (metros sobre el nivel del mar) y finaliza con 60 msnm.

5.4 Explotación ferroviaria

Para finalizar, se va a calcular la velocidad real de explotación que tendrá el nuevo tramo ferroviario. Ya se calculó en el apartado de parámetros de diseño la velocidad máxima del tramo de acuerdo a la máxima permitida en las curvas, que es de 70 km/h. No obstante, todos los trenes deberán finalizar el tramo en el P.K. 1+211 con velocidad nula, ya que es en “fondo de saco” y todos paran en la estación del C.C. Bonaire ubicada en ese punto. Además, todos deberán reducir la velocidad máxima a 30 km/h al pasar por el P.K. 0+890, poco antes de llegar al desvío.

Los condicionantes para el cálculo serán los siguientes:

- La velocidad de entrada al ramal será la máxima de 70 km/h.
- Se adopta una aceleración y deceleración de los trenes de $0,8 \text{ m/s}^2$, al ser la más usual en trenes de cercanías del núcleo de Valencia.

Después de haber realizado los cálculos pertinentes (justificados en el Anejo 3), se llega a la conclusión de que no será necesario modificar el peralte de la segunda curva, ya que la velocidad de explotación continuará siendo la máxima prevista en parte de ella (70 km/h). El tiempo calculado que tardan los trenes en recorrer por completo el nuevo ramal ferroviario se estima en 83 segundos (1 minuto y 23 segundos).

El perfil de velocidades máximas de la línea es el siguiente:

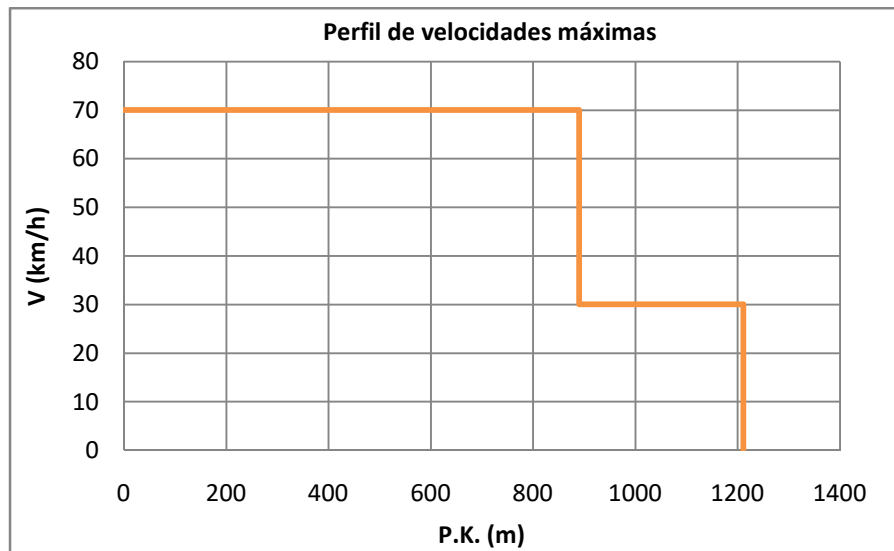


Figura 4. Perfil de velocidades máximas del nuevo ramal. (Fuente: Elaboración propia en Excel)

6. ESTACIÓN Y ACCESOS

En el presente apartado de la memoria se van a describir brevemente las características de la estación ferroviaria que dará servicio al Centro Comercial Bonaire. Además, se va a realizar una propuesta de los posibles accesos peatonales y por carretera que pueden ejecutarse para la misma.

Como ya se indicó en el Anejo 3 de Trazado, la estación se construirá en los últimos 218 metros del trazado ferroviario, y la longitud útil de estacionamiento será de 200 metros. Contará con dos vías (una general y una de apartado), separadas por un entreeje aproximado de 4,5 metros, y dos andenes (uno a cada lado de la vía correspondiente) cuyas longitudes ya han sido indicadas anteriormente. La anchura de los mismos se estima de unos 5 metros y la conexión entre ambos se realizará por el extremo final, dónde las vías ya han finalizado en topera y por tanto no existe ningún cruce a nivel peligroso.

El edificio de viajeros (E.V.) no va a ser proyectado en el presente estudio básico. Teniendo como objetivos finales la sencillez, accesibilidad, sostenibilidad y costes lo más reducidos posibles, se ha elegido como E.V. de referencia y válido para este caso concreto el existente en la estación de El Puig (Valencia).



Figura 5. Estación de El Puig. (Fuente: Google Maps)

Por tanto, con todos los datos indicados anteriormente, el área aproximada que ocupan vías, andenes y E.V. es de 4600 m².

Al tratarse de una estación alejada de núcleos residenciales y destinada en exclusiva a visitantes que acuden al C.C. Bonaire, no tiene sentido la construcción de un aparcamiento disuasorio. Sin embargo, si será conveniente disponer de accesos por carretera a la misma y ciertas plazas de aparcamiento destinadas al personal de la empresa ferroviaria (Renfe), del administrador de infraestructuras (ADIF), servicios de mantenimiento, limpieza, emergencias, etc. El área aproximada calculada para los accesos por carretera y plazas de aparcamiento es de 2300 m².

Por último, y el punto más importante, son los accesos peatonales a la estación. Se han planteado dos conexiones posibles:

- La primera de ellas, de menor importancia, conectaría el edificio de la estación con el núcleo de viviendas dispersas denominado “Les Barraques”, situadas al sur de la misma. A pesar del escaso uso que va a tener el nuevo acceso peatonal debido al reducido número de habitantes, es conveniente darle conectividad por la cercanía de las mismas a la estación. La longitud aproximada prevista para esta senda peatonal pavimentada sería de 130 metros hasta conectar con las primeras viviendas existentes.
- La segunda, con mucha mayor afluencia de usuarios prevista, conecta con el suroeste del Centro Comercial Bonaire, situado al norte de la estación. Se plantearía una senda peatonal pavimentada, con anchura suficiente para circulación de personas en los dos sentidos. La longitud prevista aproximadamente hasta conectar con la acera existente junto al “Factory Bonaire” es de 100 metros. La distancia total hasta el centro neurálgico de Bonaire es de unos 450 metros, por lo que un usuario común tardaría entre 5 y 6 minutos en recorrer esa distancia, que sería menor si se dirige al “Factory”.

En este acceso peatonal van a existir dos cruces con carreteras. El primero, que atravesaría en perpendicular a la nueva calzada de acceso a la estación comentada anteriormente, se podría resolver con un paso de peatones pintado en la calzada y con señalización fija vertical y horizontal de advertencia.

Sin embargo, el segundo de ellos tiene mayor complejidad al cruzar una carretera convencional existente de dos y tres carriles de circulación por sentido, denominada “Arrabal Z. Valor 01-Comercial”. A pesar de no contar con datos de intensidades de tráfico, se ha constatado que ciertos días de la semana y a unas horas concretas existe tráfico denso de salida del centro comercial. Este es el uso principal de la vía, además de ocasionales camiones con origen o destino los polígonos industriales colindantes (“P.I. Valencia 2000”). Por todo ello se podría plantear, según resultados de estudios de tráfico, visibilidad o geotécnicos fuera del alcance del presente trabajo fin de grado, la ejecución de una pasarela peatonal, o bien un paso inferior. Sin duda, la solución más sencilla y económica a priori es la de un paso de peatones con resalto, señalización fija horizontal y vertical de advertencia, a lo que se podría añadir un semáforo con pulsador para mayor seguridad de los usuarios.

Estudio básico del nuevo ramal ferroviario en la línea C3 de cercanías entre el P.K. 78+000 de la línea 310 Utiel-Valencia F.S.L. y el Centro Comercial Bonaire (T.M. de Aldaya, Valencia)

Para finalizar, se resumirá en una imagen aérea todo lo descrito anteriormente, incluyendo las zonas afectadas por la estación (vías, andenes y E.V.), por el aparcamiento y por los accesos carreteros y peatonales. Además, se incluirán dos imágenes de la zona por donde discurrirá el segundo acceso peatonal descrito.

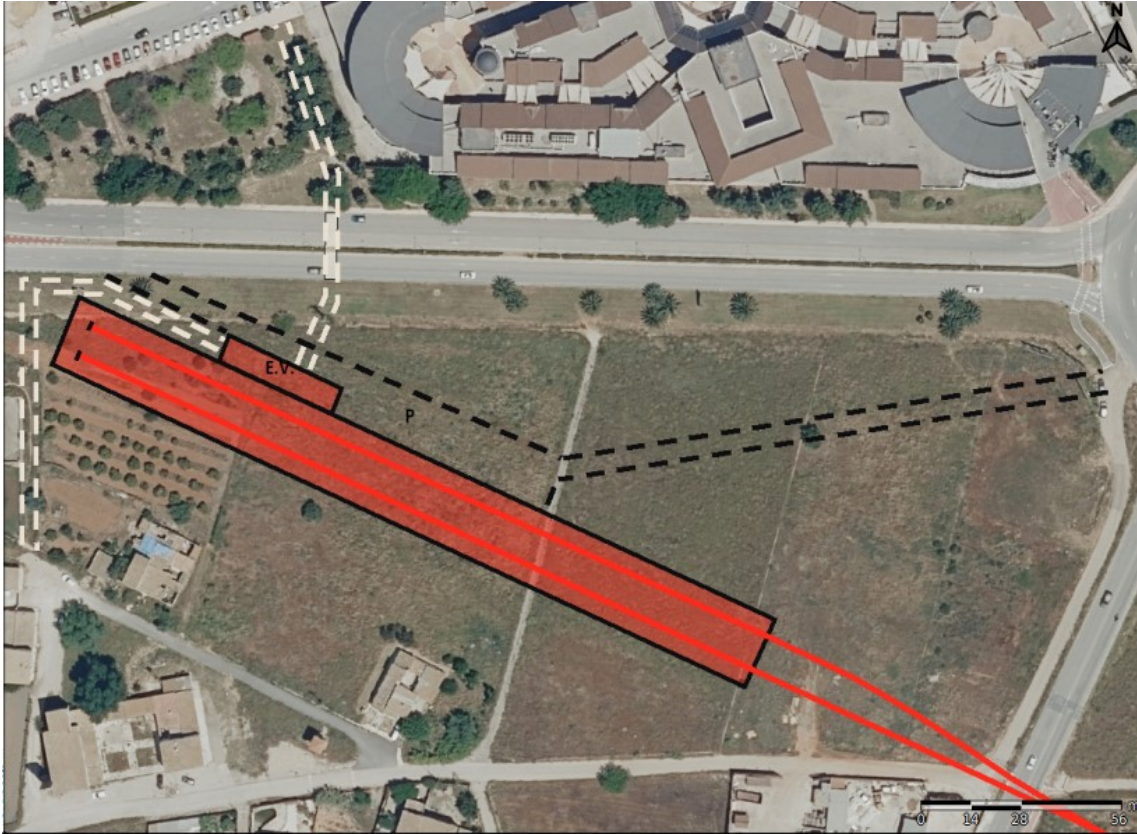


Figura 6. Vista aérea de la estación y sus accesos. (Fuente: Visor cartográfico de la GVA y elaboración propia)



Figura 7. Lugar dónde se producirá el cruce mencionado. (Fuente: Google Maps)



Figura 8. Lugar exacto donde llegará el acceso peatonal procedente de la estación. (Fuente: Google Maps)

7. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

7.1 GEOLOGÍA

En este apartado se va a describir la geología del área aproximada por la que discurrirá el nuevo ramal ferroviario. Tanto en este punto como en el de Geotecnia, los datos han sido obtenidos de las fuentes de información que se indican a continuación, no pudiendo ejecutar una campaña geológica/geotécnica para la presente infraestructura por quedar fuera del alcance de un proyecto final de grado.

- Hoja 722 (29-28)-Valencia del Mapa Geológico de España 1:50000 del IGME (Instituto Geológico y Minero de España).
- Hoja 56 (8-7)-Valencia del Mapa Hidrogeológico de España 1:200000 del IGME.
- Hoja 56 (8-7)-Valencia del Mapa Geotécnico de España 1:200000 del IGME.
- Estudio geotécnico realizado por la empresa *C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.* para el proyecto de construcción de un edificio de viviendas y garajes en la C/ Pessebret (Zona de estudio 1), en el municipio de Aldaya, Valencia.
- Estudio geotécnico realizado por la empresa *C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.* para el proyecto de construcción de un edificio de viviendas y garajes en la C/Major (Zona de estudio 2), perteneciente al municipio de Aldaya, Valencia.



Figura 9. Mapa de situación de las zonas de estudio geotécnico. (Fuente: Visor cartográfico de la GVA y elaboración propia)

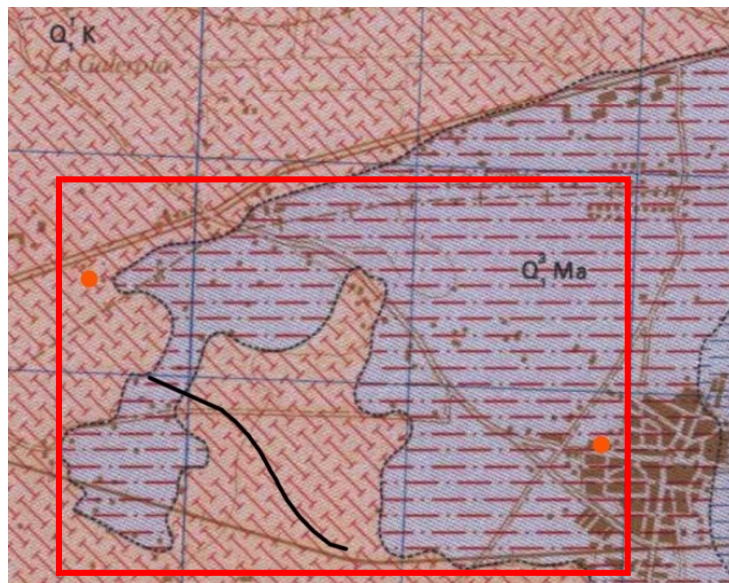


Figura 10. Mapa geológico del área de estudio. (Fuente: Hoja 722-MAGNA 50 IGME y elaboración propia)

Como se puede apreciar en la imagen anterior, los dos materiales que afloran en la traza son los siguientes:

- Q₁K: Cuaternario pleistoceno inferior. Costra calcárea.
- Q₃Ma: Cuaternario pleistoceno superior. Mantos de arroyada modernos. Arcillas arenosas rojas con cantos de costra.

Los materiales que pueden ser encontrados en la zona tienen como origen estratigráfico el cuaternario, con depósitos mixtos continentales-marinos de limos de inundación arenosos

grises y pardos, gravas y arenas arcillosas. Por tanto, pueden ser agrupados como rocas sedimentarias no consolidadas.

7.1.1 Hidrogeología

A la hora de realizar explanaciones y excavaciones se debe tener en cuenta que los materiales anteriores son permeables y semipermeables, según datos de ambos estudios geotécnicos tomados como fuente de información.

También se indica que no ha habido presencia de agua libre en ninguna de las prospecciones efectuadas. Es por ello que se puede afirmar que el nivel freático estará por debajo de los 12 a 15 metros, que son las máximas alcanzadas en los distintos sondeos realizados.

7.1.2 Geomorfología

Tal y como se ha podido constatar con el visor cartográfico de la GVA, así como en la visita de campo realizada, la topografía es prácticamente horizontal con pendientes inferiores al 5 %.

En las zonas específicas donde se han ejecutado los dos estudios geotécnicos (zonas de estudio 1 y 2) se indica que el área es totalmente estable, naturalmente y bajo la acción del hombre.

7.2 GEOTECNIA

7.2.1 Trabajos de campo

7.2.1.1 Sondeos mecánicos

En ambas zonas de estudio se han efectuado dos sondeos a rotación con extracción continua del testigo de perforación con una sonda TP-30. En la zona de estudio 1 (C/Pessebret, Aldaya) se alcanzó una profundidad de **15 metros (S-1 y S-2)**, mayor que la de la zona de estudio 2 (C/Major, Aldaya) que alcanzó **12 metros (SR-1 y SR-2)**.

7.2.1.2 Penetraciones dinámicas

En la zona de estudio 1 se han realizado dos penetraciones dinámicas (**4,20 m y 4,60 m**), mientras que en la zona de estudio 2 solo se ha realizado 1 menos profunda (**2,71 m**). Las tres son penetraciones dinámicas superpesadas DPSH que se ejecutaron son las mismas sondas con las que se realizaron los sondeos en cada zona.

7.2.1.3 Ensayos in-situ y toma de muestras

En la primera zona de estudio se llevaron a cabo 7 ensayos estándar de penetración (SPT), mientras que en la segunda se realizaron 10 ensayos SPT. En cuanto a muestras, en la zona 1 se tomó una muestra inalterada de pared dura (MRG) y una muestra del testigo de perforación. En la zona 2 se extrajeron dos muestras plastificadas (MP).

7.2.2 Trabajos de laboratorio

Los realizados en los dos estudios geotécnicos tomados como fuentes de información aproximada para el presente estudio básico son los siguientes:

- **Humedad natural:** (UNE 103300-93 C) se han realizado dos unidades de ensayo (dos veces, cada una en una muestra diferente) en cada estudio geotécnico analizado.
- **Densidad aparente:** (UNE 103301-94) se han realizado dos unidades de ensayo en cada estudio geotécnico.
- **Granulometría por tamizado:** (UNE 103101-95) se han realizado 6 unidades de ensayo en cada uno.
- **Límite líquido:** (UNE 103103-94) se han realizado 6 unidades en cada uno.
- **Límite plástico:** (UNE 103104-93) se han realizado 6 unidades en cada uno.
- **Compresión simple en suelos:** (UNE 103400-93) se ha ejecutado una unidad en el estudio geotécnico de la zona 1 y dos unidades en la zona de estudio 2.
- **Contenido de sulfatos solubles en suelos:** (Anejo 5, EHE) se han realizado 2 unidades en cada estudio geotécnico.

7.2.3 Caracterización del terreno

Las características, datos y resultados de ensayos para cada nivel se encuentran más detallados y ampliados en el Anejo 4.

- **Zona de estudio 1**

- Nivel 1: Rellenos antrópicos y suelo vegetal (0-1 metros de profundidad)

Presentan compacidades medias-densas/firmes. Estos materiales deberán ser excavados y retirados, con medios mecánicos habituales, apoyando la plataforma en el siguiente nivel ya que tiene mayor consistencia.

- Nivel 2: Limos arenosos-arcillosos con niveles de carbonatos (1,1-4,4; 7,5-9; 12-13 metros de profundidad)

Estos materiales presentan compacidades densas o muy densas, con algún nivel de compacidad media. No colapsan y tampoco son agresivos con el hormigón (dato de interés para el paso inferior planificado en el presente estudio básico).

- Nivel 3: Costra calcárea y conglomerado (4,4-5,4; 9-10; 13-14 metros de profundidad)

La compacidad de estos materiales es muy densa ya que se da el rechazo de la hincia en los ensayos SPT.

- Nivel 4: Arcillas limosas y arenosas (6-6,5; 14-15 metros de profundidad)

Su valor de resistencia a compresión simple indica que los materiales existentes en él presentan una compacidad muy densa, al alcanzar valores de rechazo. Al igual que en el nivel 2, no colapsan y no presentarán expansividad.

- Nivel 5: Gravas calcáreas con arenas limosas (6,5-7,5; 10-13 metros de profundidad)

Materiales granulares gruesos de compacidad muy densa ya que se han alcanzado valores de rechazo en los ensayos SPT.

- **Zona de estudio 2**

- Nivel 1: Rellenos antrópicos y suelo edáfico arcillo-arenoso (0-1 metros de profundidad)

Presentan compacidad media. Estos materiales deberán ser excavados y retirados, con medios mecánicos habituales, apoyando la plataforma en el siguiente nivel ya que tiene mayor consistencia.

- Nivel 2: Arcillas limo-arenosas (1-3,2 metros)

Los materiales de este nivel presentan compacidades firmes. No colapsan y tampoco son agresivos con el hormigón.

- Nivel 3: Gravas densas-muy densas con arenas limosas (3-7,5; 10-12 metros de profundidad)

Los materiales presentan una compacidad muy densa al alcanzarse el rechazo a la hinca. Además, el estudio geotécnico de la zona de estudio 2 revela que estos materiales han sido encontrados hasta el final de todas las prospecciones, teniendo un gran espesor y homogeneidad.

- Nivel 4: Limos con arenas (7-10,2 metros de profundidad)

Los materiales de este nivel presentan compacidades muy densas.

8. HIDROLOGÍA Y DRENAJE

En este apartado de la memoria se van a analizar de manera simplificada los condicionantes hidrológicos presentes en el área de estudio por la que va a transcurrir el trazado del nuevo ramal ferroviario al Centro Comercial Bonaire. La información incluida es menor que la que debería aparecer realmente, ya que excede el alcance del presente proyecto final de grado.

8.1 Cauces existentes y riesgo de inundación

En primer lugar, se procederá a identificar posibles cauces naturales o artificiales dónde la traza pueda convertirse en una barrera hidrológica, para después determinar si existe riesgo de inundación. Toda el área de estudio pertenece a la cuenca del río Júcar.

Observando el visor cartográfico de la GVA, así como en la visita de campo realizada se ha podido constatar que ningún cauce natural ni artificial atraviesa la traza del nuevo ramal ferroviario. Dentro de un área a la redonda de 1 km² desde la mitad del trazado sí existen dos cauces: el *Barranco de la Saleta* ubicado al este de la traza ferroviaria, y el *Canal Trasvase Júcar-Turisa* ubicado al oeste. Se va a analizar únicamente el primero de ellos ya que es el que puede producir posibles inundaciones en caso de desbordamiento.

Según datos del PATRICOVA (Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunitat Valenciana), el área ocupada por el nuevo trazado ferroviario no se ve afectada por ningún **nivel de peligrosidad por inundación** de los definidos en él. Unos 200 metros al norte de la traza sí existe una zona con nivel de peligrosidad 3 (frecuencia alta de 25 años y calado bajo menor a 0,8 metros) asociada al *Barranco de la Saleta*.

Otro dato proporcionado por el PATRICOVA es la **envolvente de peligrosidad por inundación**, que en este caso afecta a buena parte del trazado ferroviario objeto de estudio. Es una información a tener en cuenta pero con poca importancia, ya que no va a suponer una limitación en la ejecución de la infraestructura ni va a obligar a tomar medidas protectoras. Esta envolvente engloba gran parte de las áreas urbanas e industriales de los términos municipales de Aldaya y Alaquás.

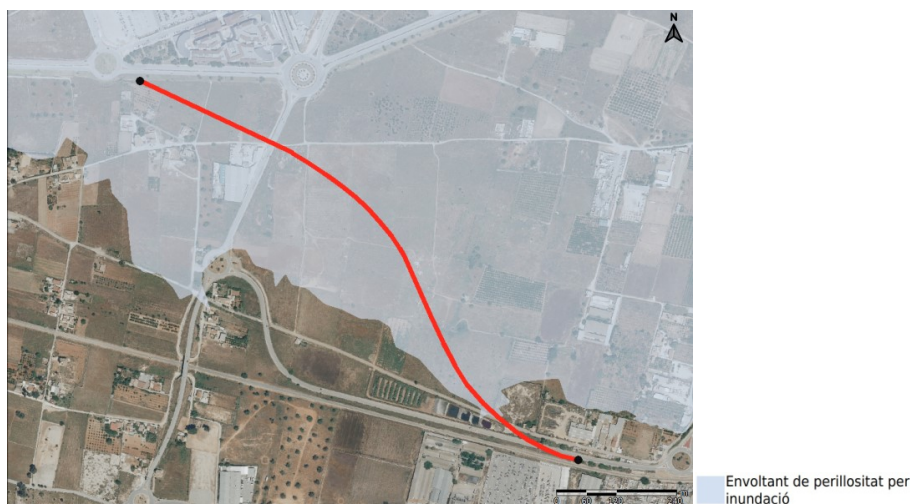


Figura 11. Mapa del trazado proyectado junto a la capa de la envolvente de peligrosidad por inundación del PATRICOVA. (Fuente: Visor cartográfico de la GVA y elaboración propia)

El PATRICOVA también ofrece unos niveles de **riesgo de inundación**, quedando de nuevo la traza del nuevo ramal ferroviario al C.C. Bonaire fuera de cualquier área afectada.

8.2 Obras de drenaje

Por último, se van a describir brevemente las posibles **obras de drenaje transversal** (ODT) que podrían disponerse a lo largo del trazado ferroviario en consonancia a las ya instaladas en otras infraestructuras lineales próximas, quedando fuera del alcance del presente trabajo final de grado el dimensionamiento y localización de las mismas. Tampoco se van a incluir las **obras de drenaje longitudinal**, como cunetas de plataforma, cunetas de guarda o colectores.

En la nueva traza ferroviaria se deberán disponer como mínimo ODT del mismo tamaño a las existentes en la zona. Al no cruzar ningún cauce, sólo serán ejecutadas pequeñas obras de drenaje transversal para evitar la acumulación de aguas pluviales, además de aprovecharse para el paso de pequeña fauna que pueda habitar en la zona.

Consultando el visor de la GVA se han localizado únicamente dos ODT pertenecientes a dos carreteras diferentes que se encuentran a menos de un kilómetro de distancia del nuevo trazado. En ambas ubicaciones se han ejecutado ODT tipo caño con 3 o 4 canalizaciones y diámetros de entre 0,5 y 1 metros.

Para finalizar, en las tres imágenes siguientes se muestra la posición de estas obras de drenaje transversal, así como la tipología exacta de ambas.

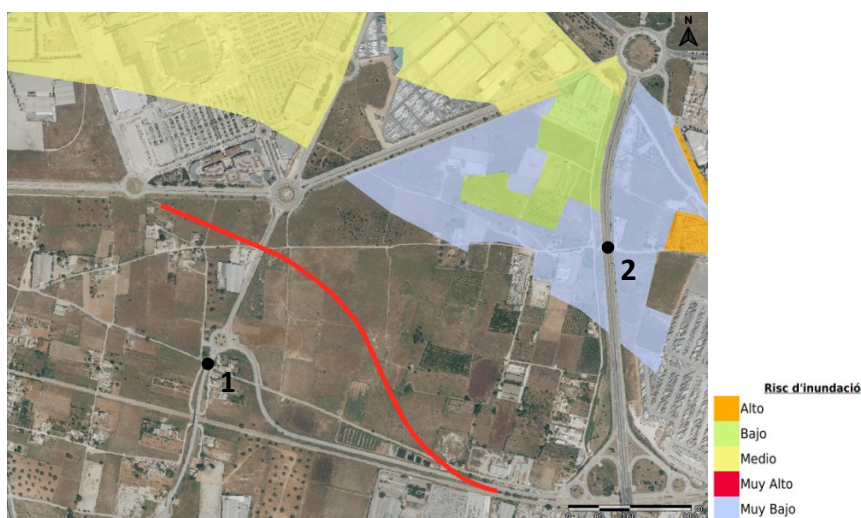


Figura 12. Mapa del trazado proyectado, junto a la capa de los niveles de riesgo de inundación del PATRICOVA, y junto a las dos ubicaciones exactas de las ODT de referencia. (Fuente: Visor cartográfico de la GVA y elaboración propia)



Figura 13. A la izquierda, obra de drenaje transversal de la ubicación 1. A la derecha, obra de drenaje transversal de la ubicación 2. (Fuente: Google Maps)

9. ESTIMACIÓN ECONÓMICA INICIAL

El último apartado de la memoria tiene como fin realizar una primera aproximación del coste total final que tendría la ejecución de la infraestructura del nuevo ramal ferroviario en la línea C3 de cercanías entre el P.K. 78+000 de la línea 310 Utiel-Valencia F.S.L. y el Centro Comercial Bonaire (Aldaya, Valencia). El desarrollo de una valoración económica o presupuesto más ajustado y en profundidad queda fuera del alcance del presente estudio básico.

Las cifras que se indicarán a continuación son fruto de aproximaciones a partir de bases de precios de referencia y de otros proyectos constructivos de obras lineales de similares características. Por tanto, en este estudio básico se omitirá la descripción específica de sus unidades de obra con los respectivos precios unitarios, para realizar directamente la valoración a grandes rasgos de la infraestructura completa.

Es importante destacar que la mayoría de fuentes de precios consultadas corresponden a fechas anteriores a la crisis económica derivada de la Covid-19 y de la guerra de Ucrania, con su respectiva tendencia inflacionista. Es por ello que se prevé que los precios indicados no sean muy realistas en la actualidad y exista un incremento general mínimo sobre el precio final de un 30%.

- En primer lugar, el coste aproximado de un **trazado ferroviario** nuevo, de vía única sin electrificar, en un terreno llano sin grandes desmontes ni terraplenes es de 3.000.000 €/km. Por tanto, como el trazado del presente estudio básico tiene 1,2 km de longitud, el coste final incluyendo infraestructura, superestructura y sistemas de seguridad sería de unos **4.000.000 €**, redondeando al alza al contabilizar que la estación dispone de doble vía en los últimos 250 metros aprox.
- Como ya se indicó en apartados anteriores, la nueva traza ferroviaria dispondrá de dos obras de permeabilidad. Al comienzo del trazado se construirá un **paso superior** sobre ella con tablero de anchura suficiente para albergar tres carriles de circulación (dos de calzada y uno de vía ciclo-peatonal). Teniendo en cuenta los costes de ejecución de un paso superior de características similares al que se va a realizar, dónde el m² de tablero ronda los 500 €/m² se estima que el coste total de la ejecución de dicha estructura de permeabilidad es de **1.500.000 €**.
- Por otra parte, poco antes de llegar al desvío de entrada a la estación, se ejecutará un **paso inferior** bajo el ferrocarril que albergue, de nuevo, tres carriles con los mismos usos que los indicados para el paso superior. El coste aproximado de ejecución de dicha estructura de permeabilidad, tomando como referencia un paso de características similares con precio por m² de 600 €, es de unos **2.000.000 €**.
- A pesar de no haber proyectado la **estación** en el presente estudio básico, se indicó en el apartado anterior de la memoria que se puede tomar como buena referencia la de El Puig (Valencia), de la que no se conoce el coste total que tuvo su construcción. Sin embargo, extrapolando costes de otras estaciones de cercanías con E.V. de mayor envergadura y paso inferior, que incluyen dos vías y andén de estacionamiento para cada una, se estima su coste total en unos **3.000.000 €**.
- Por último, se va a considerar el coste de las **expropiaciones**, realizándolo de nuevo a groso modo y sin considerar en detalle cada parcela afectada y sus características específicas. Como se indicó en apartados anteriores, todo el suelo afectado está

clasificado como no urbanizable protegido rural. El coste estimado por m² de suelo expropiado es de unos 5 €, haciendo una media entre el coste de los diferentes terrenos afectados: pastizales, frutales cítricos y otros frutales. La superficie total aproximada que ocupará el trazado ferroviario, estación, obras complementarias, accesos, etc., es de unos 50.000 m², por lo que el coste total de expropiaciones rondará los **250.000 €**.

A estos precios aproximados y justificados, faltaría añadir el coste de los accesos peatonales y por carretera, además de otras obras auxiliares que fueran necesarias y proyectadas en proyectos más avanzados.

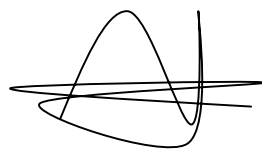
En resumen, contabilizando todas las cifras anteriores, sumándolas, y realizando un redondeo al alza por costes no contabilizados y la inflación actual, se obtiene que el coste total aproximado a groso modo de la ejecución del nuevo ramal ferroviario al C.C. Bonaire es de:

12.000.000 €

10. CONCLUSIÓN

Para finalizar el presente trabajo final de grado, se ha llegado a la conclusión de que, a través de toda la información resumida en la Memoria, las justificaciones correspondientes realizadas en los Anejos y la presentación visual que ejercen los Planos, se consigue dar los primeros pero importantes pasos para la ejecución en un futuro del nuevo ramal ferroviario en la línea C3 de cercanías entre el P.K. 78+000 de la línea 310 Utiel-Valencia F.S.L. y el Centro Comercial Bonaire (T.M. de Aldaya, Valencia).

Valencia, julio de 2022



Álvaro Ibáñez Cerrillo

11. BIBLIOGRAFÍA

Antecedentes y situación actual

Institut Cartogràfic Valencià. Visor cartogràfic de la Generalitat Valenciana. <https://visor.gva.es/visor/>

Centro Comercial Bonaire. Historia. <https://www.bonaire.es/centre>

Generalitat Valenciana. Centre de documentació del PMoMe. <https://www.pmomevalencia.com/documents>

Generalitat Valenciana. Conselleria de Política Territorial, Obres Públiques i Mobilitat. (2022, Junio). PMoMe, versión preliminar del plan. https://www.pmomevalencia.com/_files/ugd/e0f03f_8e66466799ba4db9a2ea31b92c7349e3.pdf

Generalitat Valenciana (2021, 29 de diciembre). Presentación del Plan de Movilidad Metropolitana del Área de Valencia. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=y0ffxNlKsiw>

Donde ir de compras. Los centros comerciales más grandes de España. <https://www.dondeirdecompras.com/los-centros-comerciales-mas-grandes-de-espana/>

Tranvía de Murcia. Sinóptico del tranvía de Murcia. <https://www.tranviademurcia.es/linea/sinoptico/>

Generalitat Valenciana. Conselleria de Política Territorial, Obres Públiques i Mobilitat. Mapas de carreteras de la Comunitat Valenciana. <https://politicaterritorial.gva.es/es/web/carreteras/mapas-car/carreteras-cv-car>

Transvia. Fernanbus. Línea regulares de autobús. <https://transviago.com/fernanbus/?wpdmpro=160&wpdmdl=541>

Autocares Buñol. Líneas regulares de autobús. <https://www.bunyol.com/>

Renfe. Núcleo de cercanías de Valencia. <https://www.renfe.com/es/es/cercanias/cercanias-valencia>

Rovira Lara, A. *Los centros comerciales en la Comunitat Valenciana 2010*. Consejo de Cámaras de Comercio, Industria y Navegación de la Comunidad Valenciana. Oficina Pateco - Comercio y Territorio. <https://datos.portaldelcomerciante.com/userfiles/167/Biblioteca/df4f0e088b285e9bf4c902LosCentrosComercialesenlaCV-.pdf>

Estudio de alternativas

Institut Cartogràfic Valencià. Visor cartogràfic de la Generalitat Valenciana.
<https://visor.gva.es/visor/>

Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Cartografía MAGNA 50-Hoja 722 (Valencia)
<http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50Hoja.aspx?id=722>

Generalitat Valenciana. Conselleria de Política Territorial, Obres Públiques i Mobilitat. Plan de Acció Territorial de caràcter sectorial sobre prevenció del Riesgo de Inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA). Cartografía.
<https://politicaterritorial.gva.es/es/web/planificacion-territorial-e-infraestructura-verde/patricova-plan-de-accion-territorial-de-caracter-sectorial-sobre-prevencion-del-riesgo-de-inundacion-en-la-comunitat-valenciana>

Yepes Piqueras, V. (27 noviembre, 2018). *Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP)*. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2018/11/27/proceso-analitico-jerarquico-ahp/>

Trazado

Autodesk, Inc. (2022). Civil 3D (Versión para estudiantes 2022) [Programa de ordenador].

Institut Cartogràfic Valencià. Visor cartogràfic de la Generalitat Valenciana.
<https://visor.gva.es/visor/>

Norma ADIF Plataforma N.A.P. 1-2-1.0. *Metodología para el diseño del trazado ferroviario*. (2021, enero).
[http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/AD79C5B4BAFF0744C125866800484108/\\$FILE/NAP%201-2-1-0_Metodolog%C3%ADa%20para%20el%20dise%C3%B1o%20del%20trazado%20ferroviario.pdf?OpenElement](http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/AD79C5B4BAFF0744C125866800484108/$FILE/NAP%201-2-1-0_Metodolog%C3%ADa%20para%20el%20dise%C3%B1o%20del%20trazado%20ferroviario.pdf?OpenElement)

Norma ADIF Vía N.A.V. 0-2-0.0. *Geometría de la vía, Parámetros geométricos*. (1988, enero).
[http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/OED3AA617E39F278C12573AA003E5E15/\\$FILE/NAV%200200.pdf?OpenElement#:~:text=0%2D2%2D0.0.,-1.&text=La%20presente%20Norma%20tiene%20por,los%20tipos%20que%20se%20especifican](http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/OED3AA617E39F278C12573AA003E5E15/$FILE/NAV%200200.pdf?OpenElement#:~:text=0%2D2%2D0.0.,-1.&text=La%20presente%20Norma%20tiene%20por,los%20tipos%20que%20se%20especifican)

Norma ADIF Vía N.A.V. 3-6-0.1. *Desvíos, Características de los tipos y modelos*. (1992, julio).
[http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/A69D43FD6FB08A8AC12573AA003EAD20/\\$FILE/NAV%203601.pdf?OpenElement](http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/A69D43FD6FB08A8AC12573AA003EAD20/$FILE/NAV%203601.pdf?OpenElement)

Insa Franco, R. (2021). Apuntes de la asignatura *Ferrocarriles*, Temas 8 y 9. 3º Grado en Ingeniería Civil de la Universitat Politècnica de València.

Pinach Forcadell, M. Garrido Montaner, A. (2018, septiembre). Estudio del trazado del tren de la costa a su paso por Oliva y el Verger, entre los PK 10+320 y PK 13+000 (Valencia y Alicante) (Trabajo Final de Grado) Universitat Politècnica de València.

Geología y geotecnia

Institut Cartogràfic Valencià. Visor cartogràfic de la Generalitat Valenciana.
<https://visor.gva.es/visor/>

Hoja 722 (29-28)-Valencia del Mapa Geológico de España 1:50000 del IGME (Instituto Geológico y Minero de España).
http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/magna50/jpgs/d7_G50/Editado_MAGNA50_722.jpg

Hoja 56 (8-7)-Valencia del Mapa Geotécnico de España 1:200000 del IGME.
http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/Geotecnico200/jpgs/Editado56_Geotecnico200.jpg

Hoja 56 (8-7)-Valencia del Mapa Hidrogeológico de España 1:200000 del IGME.
http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/Hidrogeologico200/jpgs/Editado_Hidrogeologico200_56.jpg

Estudio geotécnico realizado por la empresa *C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.* para el proyecto de construcción de un edificio de viviendas y garajes en la C/ Pessebret, en el municipio de Aldaya, Valencia.

Estudio geotécnico realizado por la empresa *C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.* para el proyecto de construcción de un edificio de viviendas y garajes en la C/Major, perteneciente al municipio de Aldaya, Valencia.

Hidrología y drenaje

Institut Cartogràfic Valencià. Visor cartogràfic de la Generalitat Valenciana.
<https://visor.gva.es/visor/>

Generalitat Valenciana. Conselleria de Política Territorial, Obres Públiques i Mobilitat. Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA). Cartografía.
<https://politicaterritorial.gva.es/es/web/planificacion-territorial-e-infraestructura-verde/patricova-plan-de-accion-territorial-de-caracter-sectorial-sobre-prevencion-del-riesgo-de-inundacion-en-la-comunitat-valenciana>

Carreteros. *Norma 5.2-IC Drenaje Superficial, Capítulo 4. Drenaje Transversal.*
http://www.carreteros.org/normativa/drenaje/5_2ic2016/apartados/4.htm

Google (2022). Google Maps. <https://www.google.es/maps/@39.4659105,-0.4764251,1372m/data=!3m1!1e3?hl=es>

Estimación económica inicial

Orden Circular 3/2021. Base de precios de referencia de la Dirección General de Carreteras. Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana (MITMA). Dirección General de Carreteras (DGA).

https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/comodin/recursos/orden_circular_3_2021_base_precios_referencia_dgc_fdigital.pdf

Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana (MITMA). Proyecto de Trazado. Variante de Zafra. Carretera N-432 de Badajoz a Granada, pk 69,400 al 78,300. Provincia de Badajoz. Clave: 23-BA-4110. Anejo nº 13 Estructuras.

https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/paginabasica/recursos/a13_estructuras.pdf

Auge 3D. Nueva estación de Albal, Valencia. <https://www.auge3d.es/proyecto/nueva-estaci%C3%B3n-de-albal-valencia>

Pinach Forcadell, M. Garrido Montaner, A. (2018, septiembre). Estudio del trazado del tren de la costa a su paso por Oliva y el Verger, entre los PK 10+320 y PK 13+000 (Valencia y Alicante) (Trabajo Final de Grado) Universitat Politècnica de València.

ABC de Sevilla. (2022, 2 de junio) *Adif eliminará dos pasos a nivel en el entorno de Utrera tras una inversión de 3,7 millones de euros.* https://sevilla.abc.es/provincia/utrera/sevi-adif-eliminara-pasos-nivel-entorno-utrera-tras-inversion-37-millones-euros-202206021635_noticia.html

ADIF Alta Velocidad. (2022, 13 de enero). *Adif AV adjudica la construcción de un paso inferior para canalizar la Variante de Llanos de Alba de la carretera CL-626, en la provincia de León.* <https://www.adifaltavelocidad.es/-/adif-av-adjudica-la-construcci%C3%B3n-de-un-paso-inferior-para-canalizar-la-variante-de-llanos-de-alba-de-la-carretera-cl-626-en-la-provincia-de-le%C3%B3n>

Estudio básico del nuevo ramal ferroviario en la línea C3 de cercanías entre el P.K. 78+000 de la línea 310 Utiel-Valencia F.S.L. y el Centro Comercial Bonaire (T.M. de Aldaya, Valencia)