



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO DE VIABILIDAD
MEDIANTE ANÁLISIS
MULTICRITERIO DEL EJE
FERROVIARIO INTERCOMARCAL
DE LA LOMA-NOROESTE-
CAMPIÑA.**

Alumno: Gloria María González Díaz

Tutor : Prof. D. Agustín Castillo Martínez
Depto.: Ingeniería Mecánica y Minera

Junio, 2024

Agradecimientos

A lo largo de todos estos años de esfuerzo he tenido la suerte de recibir apoyo de muchas personas muy queridas que me han acompañado tanto en los momentos buenos como en los malos, y quisiera dar gracias por el papel tan importante que han jugado en mi vida.

En primer lugar, a mi familia, por aportarme siempre ese punto de vista positivo frente a cualquier situación, y depositar en mí cada día todo su cariño y confianza. Sin su apoyo jamás habría llegado hasta donde estoy hoy.

A mi pareja, por acompañarme día y noche en las largas jornadas de estudio y trabajo, animarme en los momentos bajos y ser partícipe de todos mis logros. Se ha convertido en el principal pilar de mi vida, y la razón por la que intentar ser mejor cada día.

A mis amigos de toda la vida, por estar ahí pase lo que pase y tenerme tanta paciencia en mis épocas de agobio y encierro, y en especial a Óscar, que ha sido el mejor compañero de estudios y de vida que he tenido la suerte de conocer (estoy muy orgullosa de ti).

A mis grandes descubrimientos de la etapa universitaria: Maryam, Ellen, Meison, Dani y Ale. Habéis hecho que mi paso por la carrera estuviera lleno de anécdotas y grandes recuerdos, y gracias a vosotros estoy hoy cerrando otro capítulo de mi vida.

A mi tutor Agustín Castillo, por estar dándome soporte teórico y moral, no sólo en esta etapa de mi carrera, sino desde sus inicios en la EPSL.

Por último, quisiera mencionar a D. Bernabé Gómez López, linarense amante de los ferrocarriles y el patrimonio histórico de su tierra, a quién tuve la suerte de conocer por casualidad, y que desinteresadamente compartió conmigo su trabajo sobre la historia del ferrocarril.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	2
ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	10
ÍNDICE DE ANEXOS	11
RESUMEN.....	12
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
Historia del ferrocarril en Linares y alrededores	13
Poblaciones de la provincia de Jaén y modos de intercambio	16
OBJETIVOS.....	19
Objetivos generales	19
Objetivos específicos	19
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES.....	20
1.1.- Estudio del transporte intercomarcal y previsiones de crecimiento	20
1.1.1.- Flujo de transporte y atascos	22
1.1.2.- Accidentabilidad	27
1.1.3.- Previsiones futuras	29
1.2.- Estudio medioambiental del impacto del transporte rodado	31
1.2.1.- Emisiones de CO ₂	31
1.2.2.- Contaminación acústica	33
1.2.3.- Comparación con el impacto medioambiental del ferrocarril	35
1.3.- Estudio de las necesidades de transporte de la población.....	37
1.3.1.- Metodología de obtención de datos de carácter anónimo.....	37
1.3.2.- Análisis de los resultados obtenidos en la encuesta a la población.....	37
1.3.3.- Resultados y orden de prioridades	41

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS MULTICRITERIO DE ALTERNATIVAS	44
2.1.- Herramientas empleadas para la obtención y generación de información aplicada al estudio.	44
2.1.1.- Encuesta de transporte (Google forms).....	44
2.1.2.- Cartografía y diseño del trazado (Qgis, Google Earth Pro, Civil 3D) ..	46
2.2.- Tipo de ferrocarril óptimo para el proyecto	50
2.3.- Descripción de las alternativas propuestas.....	51
2.3.1.- Alternativa 0: Sin modificaciones del estado actual.	51
2.3.2.- Alternativa 1: Bailén – Úbeda	51
2.3.3.- Alternativa 2: Bailén – La Carolina	52
2.3.4.- Alternativa 3: Estación Linares-Baeza – Sabiote.....	53
2.3.5.- Alternativa 4: Metropolitano de Linares	53
2.3.6.- Alternativa 5: Jaén – Martos	55
2.3.7.- Alternativa 6: Bailén – Andújar.....	56
2.4.- Establecimiento de criterios para el análisis multicriterio.....	58
2.4.1.- Descripción del análisis multicriterio	58
2.4.2.- Criterio 1: Valoración Económica	58
2.4.3.- Criterio 2: Medio ambiente	60
2.4.4.- Criterio 3: Impacto Social	61
2.4.5.- Criterio 4: Dificultad Técnica	62
2.5.- Establecimiento de la ponderación de cada criterio.	62
2.5.1.- Ponderación de Conjuntos	63
2.5.2.- Ponderación de Subconjuntos	64
CAPÍTULO 3: RESULTADOS	65
3.1. Desarrollo del análisis multicriterio.	65
3.1.1.- Análisis de las alternativas en función de los criterios definidos y justificación de la puntuación asignada en cada caso	65

3.1.2.- Resultados obtenidos	90
3.2. Comparación de los resultados.	91
3.3. Gestión de prioridades según los resultados.	92
3.3.1.- Proyecto principal.	92
3.3.2.-Líneas de investigación propuestas.	93
CAPÍTULO 4: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	94
4.1. Discusión.	94
4.1.1.- Pros y contras de la solución elegida.	94
4.1.2.- Defensa de la solución actual frente al resto de alternativas propuestas.	95
4.2. Conclusiones.	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
ANEXOS	101
I. Cartografía generada con QGIS	102
II. Distancia entre las poblaciones estudiadas.....	106
III. Cartografía geológica consultada (MAGNA 50).....	108
IV. Resultados obtenidos de la Encuesta	117
V. Resultados del Análisis multicriterio	126
VI. Planos de la Alternativa con mayor puntuación (Civil 3D)	129
ÍNDICE	136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de los ferrocarriles en explotación, construcción y proyecto en España (Forcano Catalán, 1931). Provincia de Jaén	13
Figura 2. Mapa de los ferrocarriles en explotación, construcción y proyecto en España (Forcano Catalán, 1931). Leyenda.	14
Figura 3. Mapa de los Ferrocarriles españoles publicado por Renfe con ocasión del XVII Congreso Internacional de Ferrocarriles (RENFE, 1958). Provincia de Jaén.	15
Figura 4. Mapa de los Ferrocarriles españoles publicado por Renfe con ocasión del XVII Congreso Internacional de Ferrocarriles (RENFE, 1958). Leyenda.	15
Figura 5. Plano de los trazados ferroviarios de la provincia de Jaén (elaboración propia).....	16
Figura 6. Plano de ubicación de las localidades objetivo de estudio (elaboración propia).....	17
Figura 1. 1. Mapa de la Red Ferroviaria Española (ADIF, s.f.).....	20
Figura 1. 2. Mapa de líneas AVE y Larga Distancia (RENFE, s.f.)	21
Figura 1. 3. Mapa red de carreteras (ENTERAT.COM, s.f.).....	21
Figura 1. 4. Modos de transporte empleados en el desplazamiento diario en España (OCU, 2018)	22
Figura 1. 5. Plan de aforos de la red autonómica de carreteras de Andalucía. Provincia de Jaén (Dirección General de Infraestructuras Viarias, 2022).....	24
Figura 1. 6. Plan de aforos de la red autonómica de carreteras de Andalucía. Leyenda (Dirección General de Infraestructuras Viarias, 2022).....	25
Figura 1. 7. Plan de aforos de la red autonómica de carreteras de Andalucía. Ampliación Jaén y Martos (Dirección General de Infraestructuras Viarias, 2022)	26
Figura 1. 8. Plan de aforos de la red autonómica de carreteras de Andalucía. Ampliación Andújar (Dirección General de Infraestructuras Viarias, 2022).....	26
Figura 1. 9. Plan de aforos de la red autonómica de carreteras de Andalucía. Ampliación Úbeda (Dirección General de Infraestructuras Viarias, 2022)	26
Figura 1. 10. Tabla de accidentalidad de Andalucía. Estudio de accidentes 2021 (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2022)	28
Figura 1. 11. Evolución de las personas fallecidas por provincias, en vías interurbanas y urbanas. España, 2013-2022 (DGT, 2023).....	28

Figura 1. 12. Gráfico de los hogares de la provincia de Jaén según el número de vehículos y miembros del hogar (Instituto Nacional de Estadística, 2023)	29
Figura 1. 13. Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU para 2030.	30
Figura 1. 14. Evolución de la cuota de emisiones GEI del transporte (nacional e internacional) respecto al total de emisiones. Años 1990-2020 (OTLE, julio 2023).....	32
Figura 1. 15. Evolución de las emisiones de CO ₂ del transporte por carretera según el tipo de vehículo. Años 1990-2021 (Villalonga, 2023)	33
Figura 1. 16. Estimación del número de personas expuestas a niveles perjudiciales de ruido, basado en la Directiva 2002/49/CE, en la UE. Años 2007-2017 (EEA, 2021).....	34
Figura 1. 17. UME A-316-1. Úbeda y Baeza (SICA, 2012).....	35
Figura 1. 18. UME A-316-2. Jaén, Torredelcampo, Torredonjimeno y Martos (SICA, 2012).....	35
Figura 1. 19. Orden de prioridades en las localidades objetivo de conexión mediante cercanías (elaboración propia).....	43
 Figura 2. 1. Interfaz de QGIS.....	46
Figura 2. 2. Tabla de atributos de la capa " Estaciones y apeaderos en activo".	47
Figura 2. 3. Interfaz de composición de planos.	47
Figura 2. 4. Interfaz Google Earth Pro con el esquema de alternativas.	48
Figura 2. 5. Interfaz de Civil 3D con composición de información importada (TIFF y SHAPE).....	49
Figura 2. 6. Interfaz del visor de presentaciones de Civil 3D.....	49
Figura 2. 7. Esquema de Alternativa 1: Bailén - Úbeda (elaboración propia).....	51
Figura 2. 8. Esquema de Alternativa 1 + Alternativa 2: Bailén - La Carolina (elaboración propia).....	52
Figura 2. 9. Esquema de Alternativa 3: Estación LB - Sabiote (elaboración propia)	53
Figura 2. 10. Esquema de Alternativa 4: Metropolitano de Linares (elaboración propia)	54
Figura 2. 11. Esquema de Alternativa 5: Jaén - Martos (elaboración propia)	56
Figura 2. 12. Esquema de Alternativa 6: Bailén - Andújar (elaboración propia)	57
Figura 2. 13. Plano de los trazados de las alternativas propuestas (elaboración propia)	57
Figura 2. 14. Representación del trazado real (rosa) y esquemático (azul) entre Linares y la Estación LB (elaboración propia).....	59

Figura 3. 1. Ámbito geológico del trazado de la Alternativa 1 (elaboración propia)	76
Figura 3. 2. Ámbito geológico del trazado de la Alternativa 2 (elaboración propia)	79
Figura 3. 3. Ámbito geológico del trazado de la Alternativa 3 (elaboración propia)	82
Figura 3. 4. Ámbito geológico del trazado de la Alternativa 4 (elaboración propia)	85
Figura 3. 5. Ámbito geológico del trazado de la Alternativa 5 (elaboración propia)	88
Figura 3. 6. Ámbito geológico del trazado de la Alternativa 6 (elaboración propia)	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1. Resumen provincial por carretera del Tráfico total (veh/Km) y de la IMD por tipo de vehículo. Provincia de Jaén (Ministerio de Fomento, 2021).....	23
Tabla 2. 1. Comparativa de las características generales del Metro y el Cercanías en Andalucía (elaboración propia).	50
Tabla 2. 2. Tabla de ponderaciones de subconjuntos aplicadas a los factores de Medio Ambiente.	64
Tabla 2. 3. Tabla de ponderaciones de subconjuntos aplicadas a los factores de Dificultad Técnica.	64
Tabla 3. 1. Tasas de paro por provincia (INE, 2024).....	67
Tabla 3. 2. Valoración Medio Ambiente para la Alternativa 0.....	67
Tabla 3. 3. GEI del tráfico rodado 2021 (REDIAM, 2023).....	69
Tabla 3. 4. Valoración Medio Ambiente para la Alternativa 1.....	70
Tabla 3. 5. Extracción de datos de la encuesta para alternativa 1. Ejemplo de cálculo (elaboración propia).....	72
Tabla 3. 6. Puntuación general de cada factor. Porcentajes de influencia (elaboración propia).....	72
Tabla 3. 7. Valoración Impacto Social para la Alternativa 1.	74
Tabla 3. 8. Valoración Dificultad técnica para la Alternativa 1.....	75
Tabla 3. 9. Valoración Medio Ambiente para la Alternativa 2.....	77
Tabla 3. 10. Cálculos realizados para el análisis dedicado a la motivación de los desplazamientos. Alternativa 2.....	78
Tabla 3. 11. Valoración Impacto Social para la Alternativa 2.	78
Tabla 3. 12. Valoración Dificultad técnica para la Alternativa 2.....	79
Tabla 3. 13. Valoración Medio Ambiente para la Alternativa 3.....	80
Tabla 3. 14. Cálculos realizados para el análisis dedicado a la motivación de los desplazamientos. Alternativa 3.....	81
Tabla 3. 15. Valoración Impacto Social para la Alternativa 3.	81
Tabla 3. 16. Valoración Dificultad técnica para la Alternativa 3.....	81
Tabla 3. 17. Valoración Medio Ambiente para la Alternativa 4.....	83

Tabla 3. 18. Cálculos realizados para el análisis dedicado a la motivación de los desplazamientos. Alternativa 4.....	83
Tabla 3. 19. Valoración Impacto Social para la Alternativa 4.	84
Tabla 3. 20. Valoración Dificultad técnica para la Alternativa 4.....	84
Tabla 3. 21. Valoración Medio Ambiente para la Alternativa 5.	86
Tabla 3. 22. Cálculos realizados para el análisis dedicado a la motivación de los desplazamientos. Alternativa 5.....	86
Tabla 3. 23. Valoración Impacto Social para la Alternativa 5.	87
Tabla 3. 24. Valoración Dificultad técnica para la Alternativa 5.....	87
Tabla 3. 25. Valoración Medio Ambiente para la Alternativa 6.	89
Tabla 3. 26. Cálculos realizados para el análisis dedicado a la motivación de los desplazamientos. Alternativa 6.....	89
Tabla 3. 27. Valoración Impacto Social para la Alternativa 6.	89
Tabla 3. 28. Valoración Dificultad técnica para la Alternativa 6.....	90
Tabla 3. 29. Resultado final del análisis multicriterio.	91

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. 1. Localidad de residencia de los encuestados (elaboración propia).	38
Gráfico 1. 2. Destinos puntuales en los desplazamientos de los encuestados (elaboración propia).....	39
Gráfico 1. 3. Destinos periódicos en los desplazamientos de los encuestados (elaboración propia).....	40
Gráfico 3. 1. Localidad de residencia de los encuestados (elaboración propia).	70
Gráfico 3. 2. Destinos periódicos en los desplazamientos de los encuestados (elaboración propia).....	71
Gráfico 3. 3. Destinos puntuales en los desplazamientos de los encuestados (elaboración propia).....	71
Gráfico 3. 4. Motivos de desplazamientos periódicos de los encuestados (elaboración propia).....	73

ÍNDICE DE ANEXOS

I.	Cartografía generada con QGIS	102
II.	Distancia entre las poblaciones estudiadas	106
III.	Cartografía geológica consultada (MAGNA 50)	108
IV.	Resultados obtenidos de la Encuesta	117
V.	Resultados del Análisis multicriterio	126
VI.	Planos de la Alternativa con mayor puntuación (Civil 3D)	129

RESUMEN

En el presente Trabajo Fin de Grado se realiza un análisis de viabilidad multicriterio de diferentes alternativas de trazado ferroviario propuestas, con la intención de dotar a las comarcas de La Loma, Noroeste y Campiña de una mejor conectividad y a su vez satisfacer las necesidades sociales de transporte.

Estas alternativas se diseñarán a partir de la información medioambiental y social que se obtendrá durante la fase de investigación del proyecto, el cual culminará con la elección de la alternativa más viable y el consecuente diseño de su trazado definitivo en Civil 3D.

ABSTRACT

In this Degree Final Project, a multi-criteria viability analysis of different proposed railway route alternatives is carried out, with the intention of providing the regions of “La Loma”, “Noroeste” and “Campiña” with better connectivity while addressing social transportation needs.

The design of these alternatives will be based on the environmental and social data obtained during the research phase of the project, culminating in the selection of the most viable alternative and the subsequent design of its final layout in Civil 3D.

INTRODUCCIÓN

Historia del ferrocarril en Linares y alrededores

A finales del siglo XIX y principios del XX hubo un gran auge del ferrocarril, que, junto con la importancia industrial de Linares en ese tiempo, a causa de la explotación minera, propició un rápido crecimiento de las conexiones ferroviarias.

Tal fue ese crecimiento, que llegaron a convivir en el término municipal de Linares 5 estaciones de tren de vía ancha (3 de ellas dentro del casco urbano) y 2 de ancho métrico, gestionadas por 4 compañías diferentes.

En la siguiente figura, se puede observar una ampliación de la provincia de Jaén perteneciente al “Mapa de los ferrocarriles en explotación, construcción y proyecto en España”, de Alfredo Forcano Catalán; donde se observan los trazados existentes en 1931, diferenciando por colores las compañías propietarias conforme se indica en la figura 2.

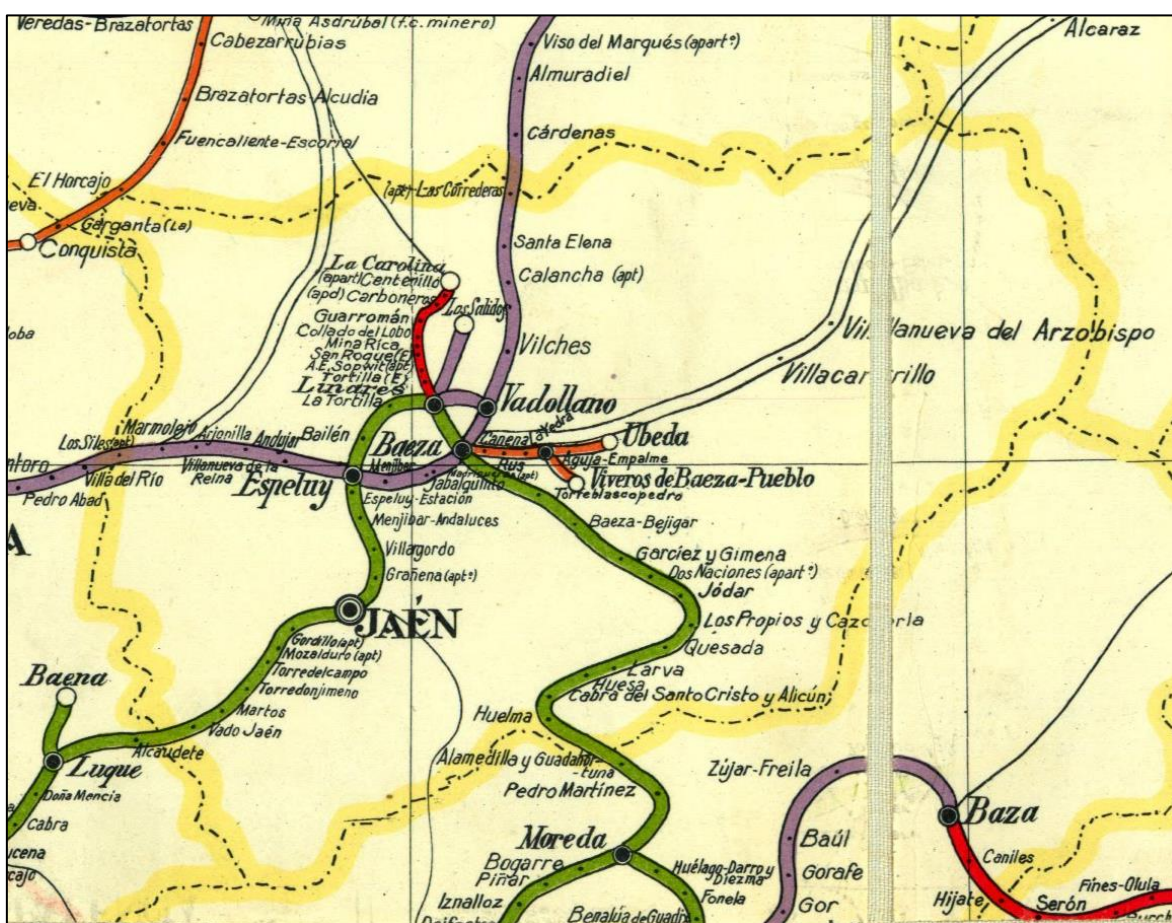


Figura 1. Mapa de los ferrocarriles en explotación, construcción y proyecto en España (Forcano Catalán, 1931).
Provincia de Jaén

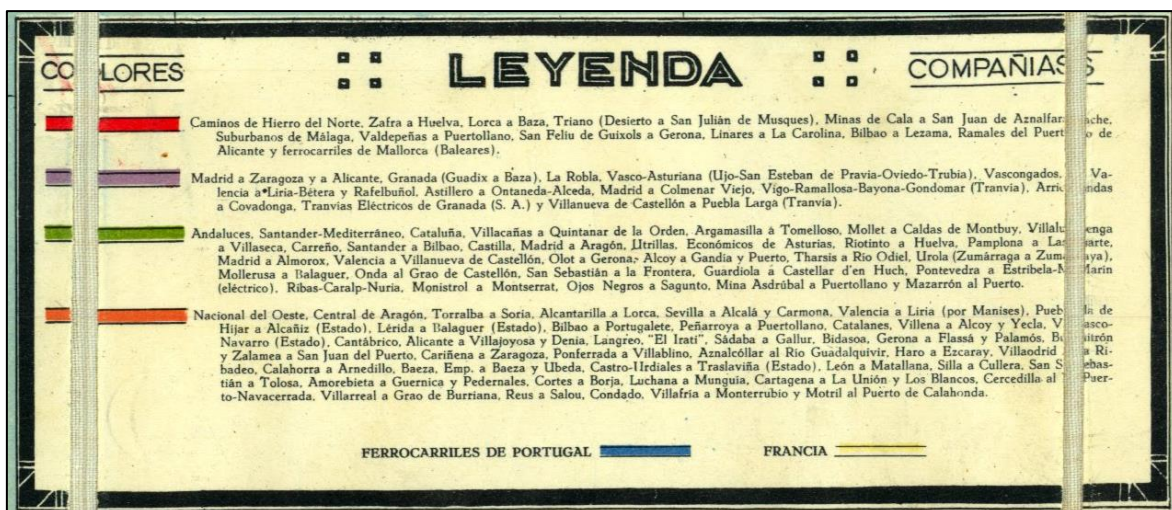


Figura 2. Mapa de los ferrocarriles en explotación, construcción y proyecto en España (Forcano Catalán, 1931).
Leyenda.

La convivencia de estas 4 compañías hizo que los trazados de ferrocarril se crearan por estrategias e intereses individuales, más que por cubrir necesidades sociales, lo cual desembocó en disputas entre promotores y saturación de trazados en los núcleos urbanos, resultando un impedimento para el crecimiento local.

Después de la Guerra Civil los trazados ferroviarios se nacionalizaron y pasaron a ser todos gestionados por RENFE. Este cambio de gestión, sumado al inicio de la electrificación de la red ferroviaria, propició el cierre sucesivo de estaciones e incluso tramos completos de vía, llegando así al estado actual de las conexiones ferroviarias en la provincia.

Muchas estaciones fueron demolidas, abandonadas o reacondicionadas como edificios históricos y culturales; mientras que los trazados inhabilitados se convirtieron en vías verdes o se desmantelaron.

Para apreciar el cambio que se ha descrito previamente, en las figuras 3 y 4 se muestran las conexiones ferroviarias activas en 1958, justo antes del cierre de los diferentes ramales, donde se pueden observar todas las conexiones presentes en la figura 1, además de pequeñas ampliaciones en los ramales de ancho métrico.

Por otra parte, para mayor contraste, en la figura 5 se muestran las conexiones ferroviarias actuales, donde han permanecido en funcionamiento sólo 8 estaciones en la provincia: Mengíbar-Artichuela, Espeluy, Cabra del Santo Cristo-Alicún, Jódar-Úbeda, Vilches, Andújar, Jaén y Linares-Baeza; siendo esta última la más importante.

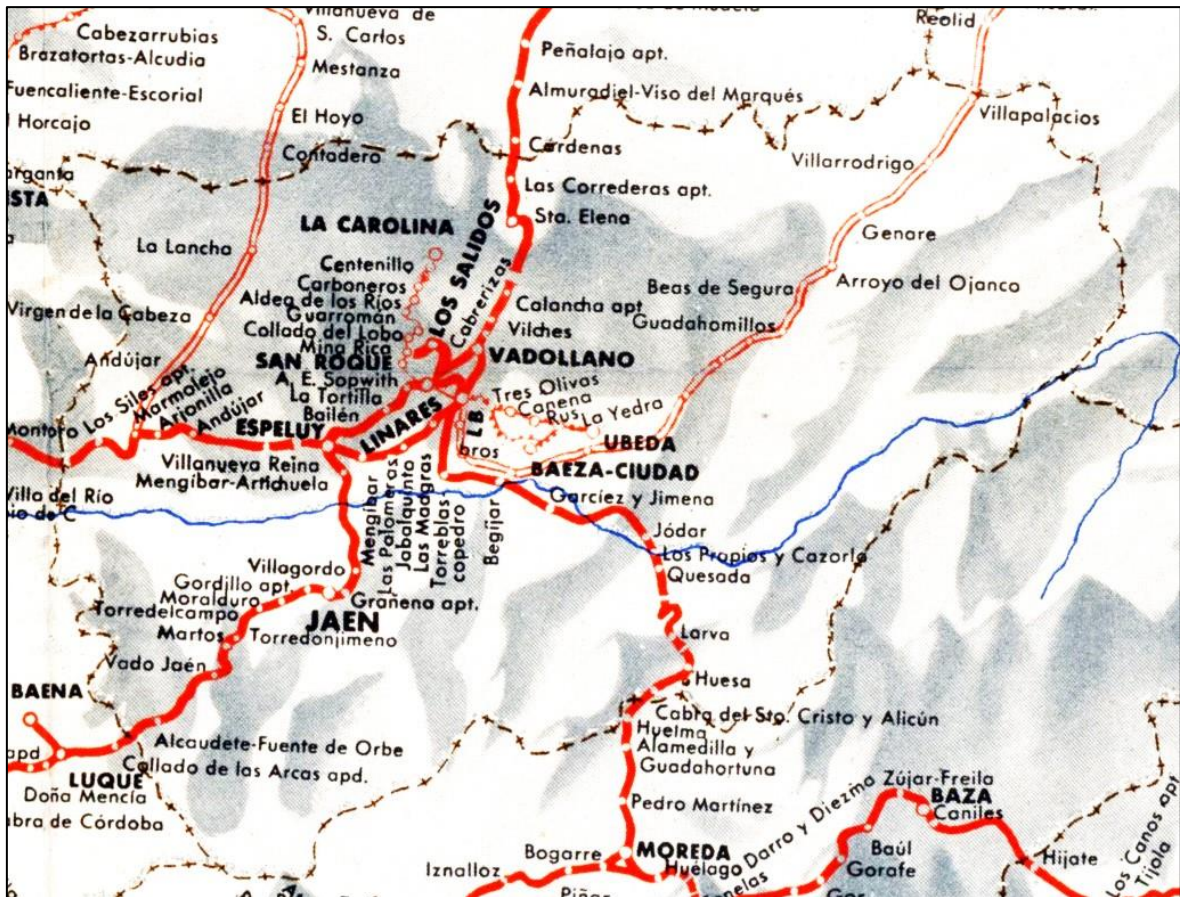


Figura 3. Mapa de los Ferrocarriles españoles publicado por Renfe con ocasión del XVII Congreso Internacional de Ferrocarriles (RENFE, 1958). Provincia de Jaén.

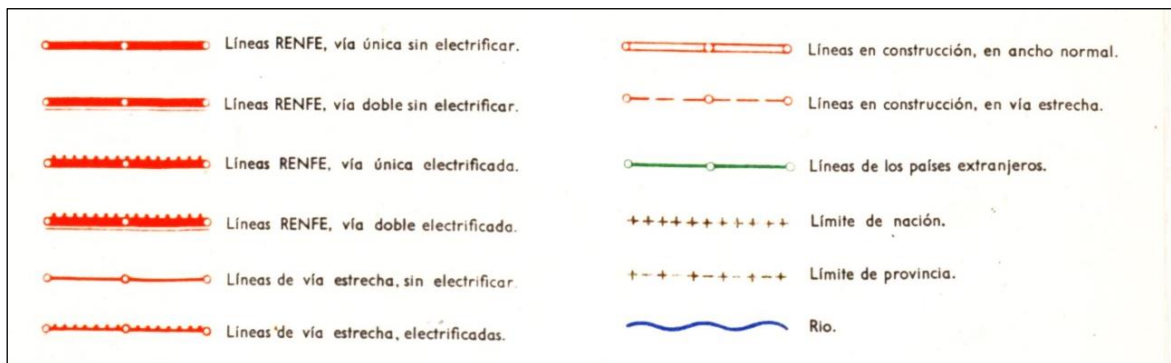


Figura 4. Mapa de los Ferrocarriles españoles publicado por Renfe con ocasión del XVII Congreso Internacional de Ferrocarriles (RENFE, 1958). Leyenda.

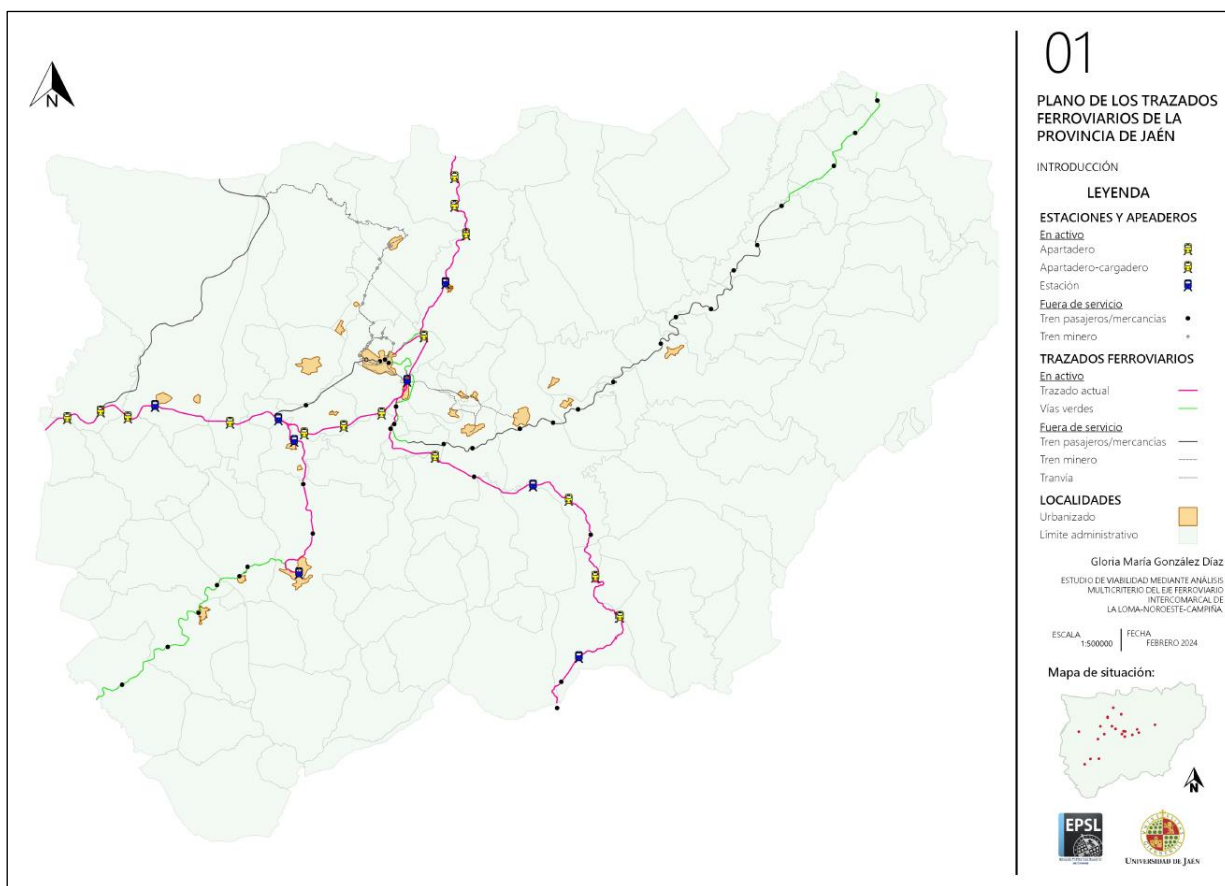


Figura 5. Plano de los trazados ferroviarios de la provincia de Jaén (elaboración propia).

El plano que se muestra en la figura 5, así como todos los posteriores de elaboración propia con este mismo formato que se muestren en el presente estudio se incluirán en el Anexo I para una mejor visualización del detalle.

Poblaciones de la provincia de Jaén y modos de intercambio

Las localidades objetivo del presente estudio son las que presentan mayores cifras en cuanto a población u oferta laboral o formativa, así como las que se encuentran próximas a estas y, por tanto, sus habitantes suelen desplazarse para obtener los servicios requeridos:

Andújar	Guarromán	Linares	Torredelcampo
Baeza	Ibros	Martos	Torreperogil
Bailén	Jabalquinto	Mengíbar	Úbeda
Canena	Jaén	Rus	Vilches
Estación Linares-Baeza	La Carolina	Sabiote	

Todas estas poblaciones se encuentran ubicadas dentro de las comarcas de La Loma (capital: Úbeda), Noroeste o Sierra Morena (capital: Linares), y Campiña Norte y Sur (capitales: Andújar y Jaén respectivamente).

En la siguiente imagen se observa la ubicación de las poblaciones previamente mencionadas, así como el actual trazado de ferrocarril de Media y Larga Distancia que conecta la provincia (rosa) en contraste con los antiguos trazados (gris) que se encuentran fuera de servicio y las vías verdes construidas a partir de estos (verde).

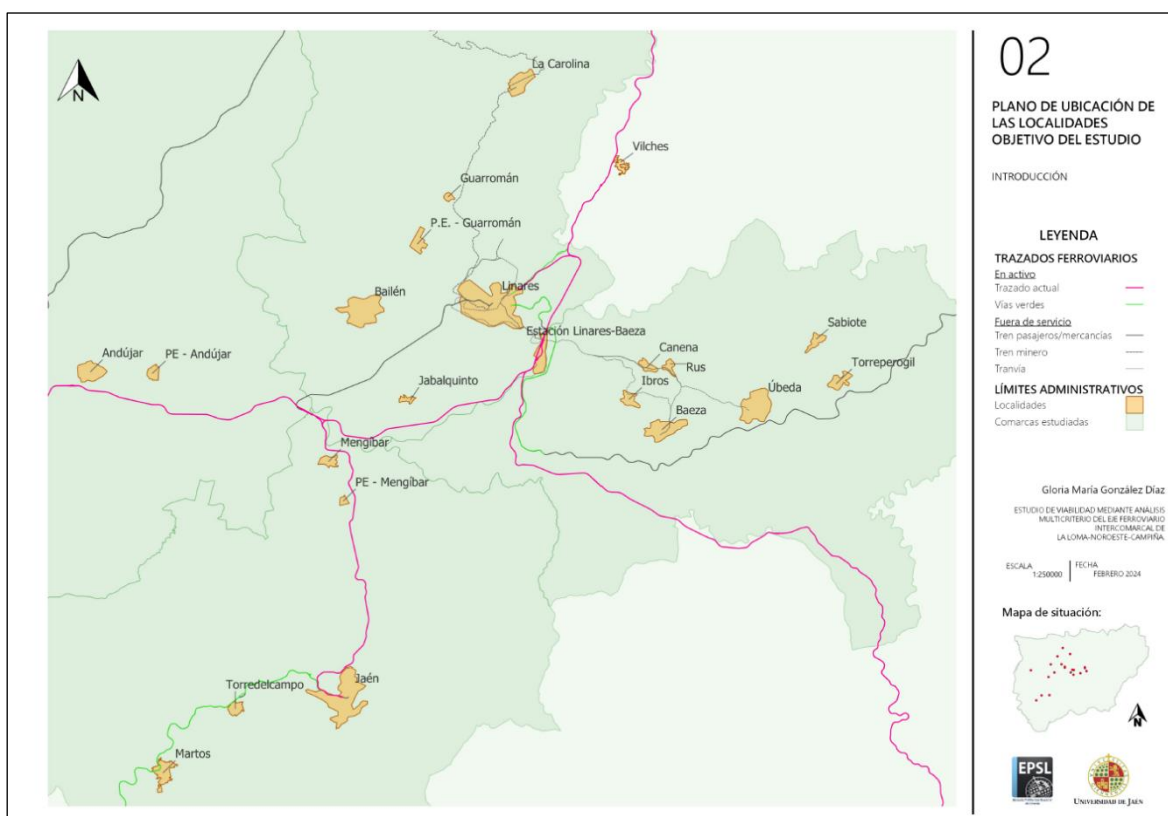


Figura 6. Plano de ubicación de las localidades objetivo de estudio (elaboración propia)

Es muy habitual el desplazamiento de los habitantes entre estas localidades por motivos laborales o formativos, e incluso por autoabastecimiento y ocio. Esto genera grandes flujos de tráfico especialmente en horarios de entrada y salida de las jornadas laborales.

Este desplazamiento habitual no sólo supone un elevado riesgo de accidente dada la gran cantidad de tráfico en franjas horarias muy concretas, sino que también genera elevados niveles de CO₂ debido al uso de vehículos personales, y es por ello que, en este trabajo se pretende estudiar la viabilidad de la implantación de un nuevo medio de transporte público enfocado a este sector poblacional.

Para conocer más a fondo los hábitos de desplazamiento interurbano de la población jiennense se ha realizado una encuesta anónima de tráfico a 300 personas, cuyos resultados se analizarán en profundidad a lo largo de este estudio.

En el Anexo II de este estudio se puede consultar una tabla que compara los trayectos por carretera entre todas las poblaciones con su equivalente ferroviario disponible.

OBJETIVOS

Objetivos generales

El trabajo tiene por objetivo analizar la viabilidad de la implantación de un eje ferroviario que conecte las comarcas de La Loma, Noroeste y Campiña atendiendo a dos necesidades principales:

- Interconectar las localidades con la red de Media Distancia de ADIF: se facilita a los ciudadanos el acceso a la estación de tren ubicada en la Estación Linares-Baeza, aumentando así la demanda de servicios en esta terminal y consecuentemente, una ampliación y mejora de los mismos.
- Satisfacer las necesidades de transporte interurbano habituales de la población jiennense: por motivos laborales o formativos, los habitantes de la provincia realizan desplazamientos diarios entre las diferentes localidades en vehículos particulares, lo cual no sólo implica una generación muy elevada de CO₂, sino que además se convierte en un foco de accidentes en ciertas franjas horarias. Frente a esta situación, el proyecto presenta una alternativa más económica, ecológica y segura mediante la conexión ferroviaria de diversas localidades jiennenses.

Objetivos específicos

- Análisis de las necesidades de transporte habitual de la población jiennense por medio de una encuesta anónima.
- Estudio del transporte intercomarcal y su impacto medioambiental mediante la recopilación de documentación y datos de entidades públicas.
- Planteamiento y estudio de diversas alternativas de trazado para abordar las necesidades de la población.
- Análisis multicriterio para valorar de forma objetiva la viabilidad de todas las alternativas propuestas (fijar criterios, establecer valores de ponderación y analizar resultados).
- Diseño de trazado ferroviario por medio del programa Civil 3D.
- ODS 9. Industria, Innovación e Infraestructuras. Metas 9.1 y 9.2.
- ODS 11. Ciudades y Comunidades Sostenibles. Metas 11.2, 11.6 y 11.a.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES

1.1.- Estudio del transporte intercomarcal y previsiones de crecimiento

Como se ha podido observar en la introducción de este estudio, la provincia de Jaén gozó de una frondosa red ferroviaria que fue mermando con el paso de los años.

En la actualidad, la sociedad se está percatando del valor del tiempo y de la preservación del medio ambiente, lo cual ha llevado a volver a potenciar las conexiones ferroviarias con el objetivo de proporcionar a los habitantes un modo de transporte rápido, seguro, asequible y menos contaminante que el transporte por carretera.

Sin embargo, si observamos de forma global el Mapa de la Red Ferroviaria Española (figura 1.1), podremos observar la simplicidad de las conexiones en la provincia de Jaén, y la ausencia de estas para todo el nordeste de Andalucía.

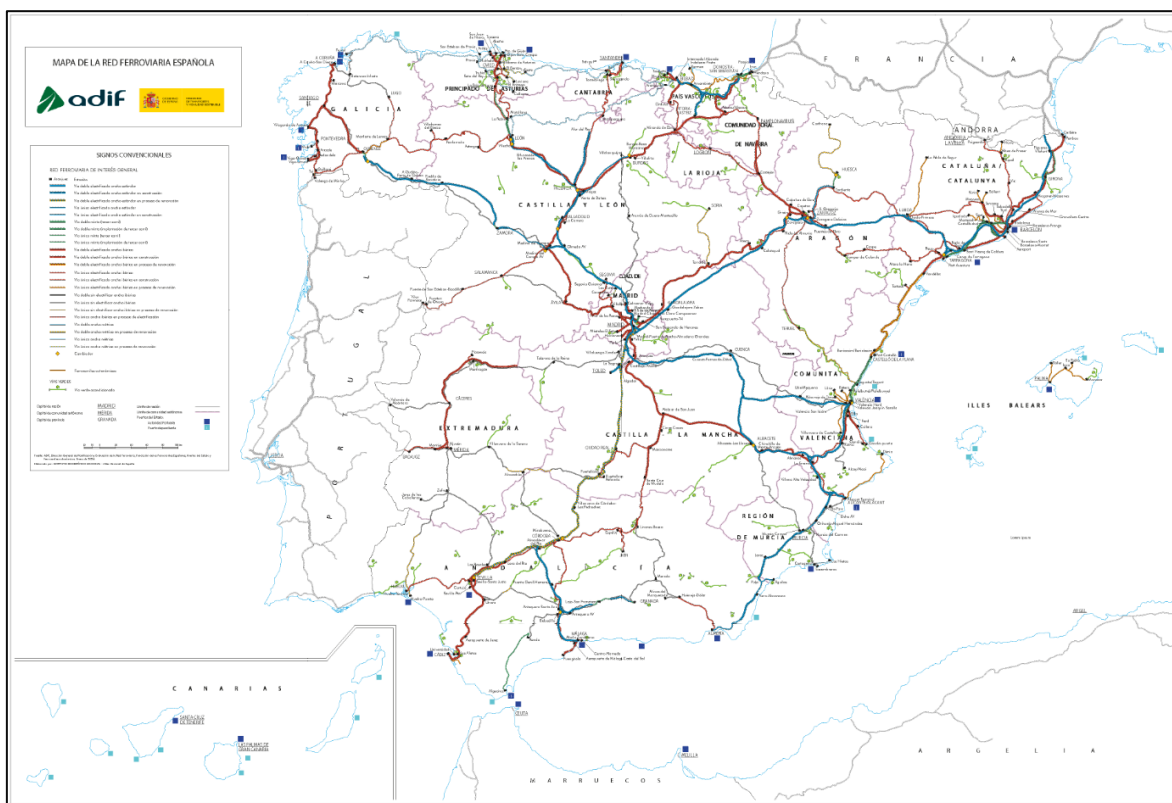


Figura 1. 1. Mapa de la Red Ferroviaria Española (ADIF, s.f.)

Si además se consulta el Mapa de líneas de AVE y Larga Distancia (figura 1.2), se podrá observar la carencia de conexiones de Alta Velocidad para un amplio territorio del sudeste peninsular, convirtiéndose Jaén en 1 de las 4 provincias de Andalucía sin AVE.

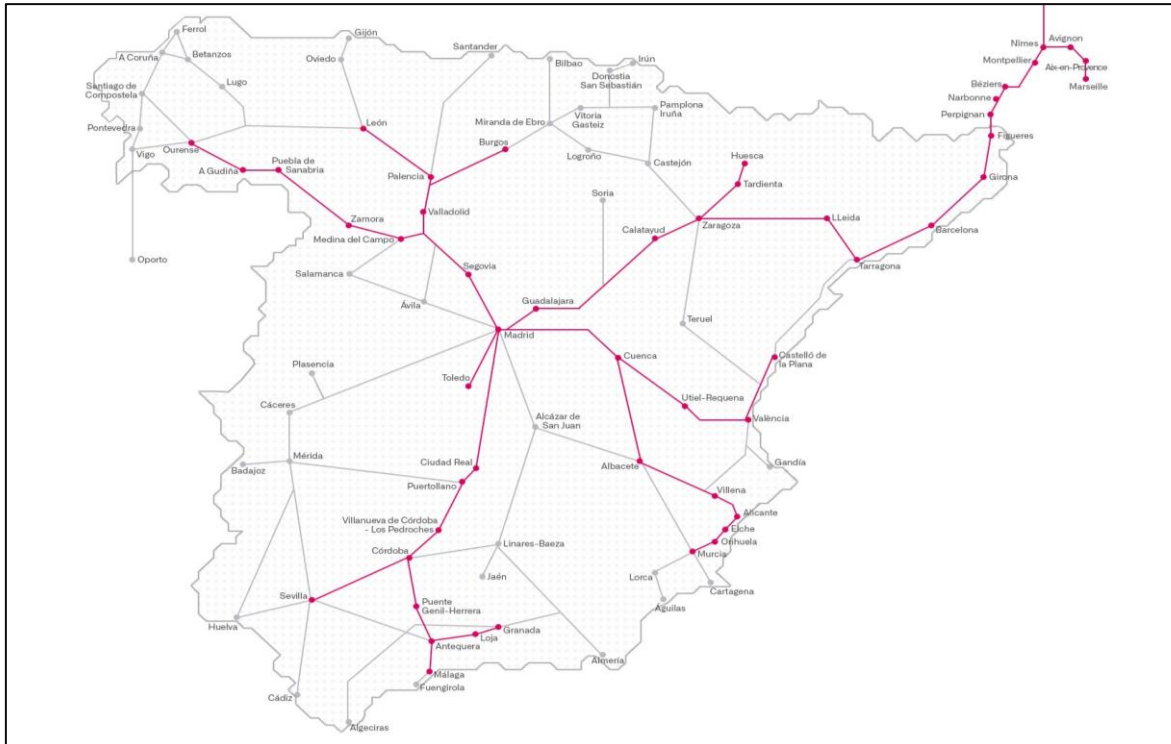


Figura 1. 2. Mapa de líneas AVE y Larga Distancia (RENFE, s.f.)

A pesar de la empobrecida conexión ferroviaria jiennense, esta provincia no pierde su título de “Puerta de Andalucía” gracias a la red de carreteras (figura 1.3), cuyo tránsito por Despeñaperros hace de Jaén un lugar de paso para gran parte del transporte que entra a Andalucía desde las Comunidades Autónomas que se encuentran al norte de esta.

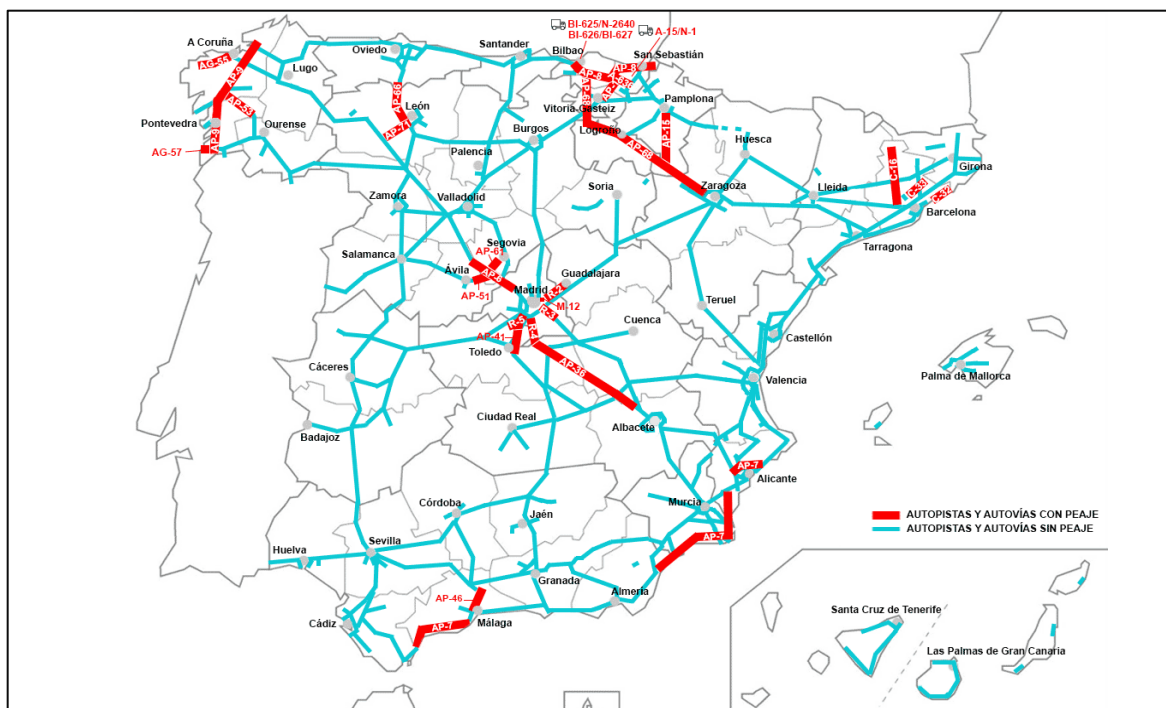


Figura 1. 3. Mapa red de carreteras (ENTERAT.COM, s.f.)

Esta situación hace que la mayor parte del transporte empleado en la provincia de Jaén sea por carretera. Este, y otros aspectos relacionados con la movilidad interurbana serán desarrollados en este capítulo.

1.1.1.- Flujo de transporte y atascos

Dado el poco desarrollo ferroviario de la provincia, conviene analizar el flujo del transporte por carretera y sus consecuencias, ya que se trata del modo más empleado.

Según una encuesta de la Organización de Consumidores y Usuarios (OCU) en el año 2018, un 69% de los encuestados realizaron desplazamientos casi a diario, de los cuales, un 32% emplearon vehículos personales (26% coches y 6% motos), respaldando así la premisa enunciada al inicio de este apartado. En la siguiente figura se muestra un gráfico que representa los datos obtenidos en el estudio mencionado:

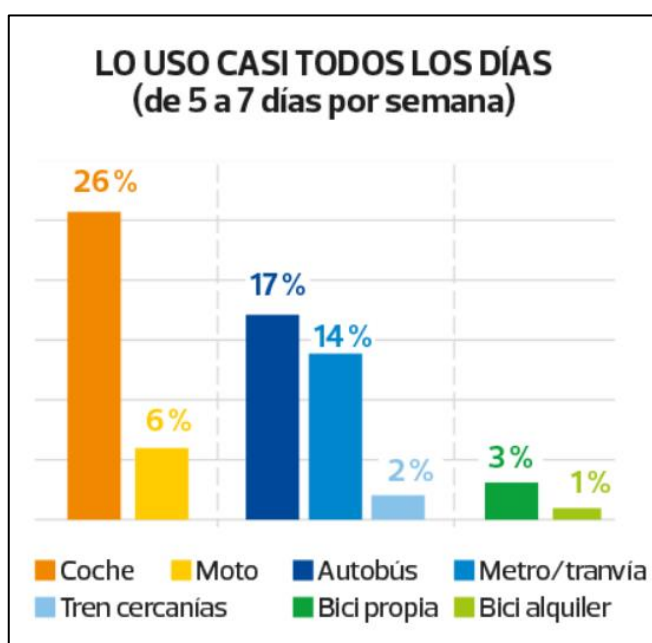


Figura 1. 4. Modos de transporte empleados en el desplazamiento diario en España (OCU, 2018)

El flujo de transporte y los atascos son dos conceptos que van muy ligados, puesto que al aumentar el primero, incrementan las probabilidades de que se propicie el segundo.

Por una parte, para caracterizar el flujo de vehículos se consultará la Intensidad Media Diaria (IMD), que muestra el volumen total de tráfico por día en un tramo concreto de carretera. Para obtener dicho valor, se hace una media diaria de los datos recogidos a lo largo del año en el mismo tramo.

A continuación, se muestra una tabla resumen provincial por carretera del tráfico total y la IMD del año 2021 generado por el Ministerio de Fomento de España:

 MINISTERIO DE FOMENTO			TRAFICO EN LA RED DE CARRETERAS DEL ESTADO. AÑO 2021 RESUMEN PROVINCIAL POR CARRETERA DEL TRAFICO TOTAL (VH-KM) Y DE LA IMD POR TIPO DE VEHICULO								
SELECCION: Todas las provincias			Unidad: Millones de vehículos kilómetro (10 ⁶ Km), Vehículos-día y Kilómetros								
PROVINCIA/CC.AA: JAEN											
CARRETERA		LONG.	VH-KM TOTAL	IMD							
NUEVA	ANTIGUA			TOTAL	LIGEROS 1+2+3+4+5	MOTOS 1	TURISMOS 2	CARAVA 3	CAMIONETAS 4	TRACTOR 5	PESADOS
A-32	A-32	46,6	133,14	7.833	7.091	76	6.026	42	946	0	742
A-4	N-4	92,7	735,19	21.724	15.320	211	14.011	52	1.046	0	6.403
A-44	N-323	77,9	622,11	21.893	18.092	203	16.453	105	1.331	0	3.801
N-322	N-322	116,7	128,47	3.015	2.728	70	2.365	19	267	6	287
N-322A	N-322A	3,0	1,27	1.162	1.123	23	1.005	1	92	2	39
N-323A	N-323A	51,0	39,06	2.096	1.898	71	1.657	18	148	3	199
N-432	N-435	42,5	68,44	4.409	3.901	96	3.611	14	175	5	508
N-432A	N-432A	18,6	12,64	1.866	1.789	62	1.642	0	78	7	77
N-4A	N-4A	11,8	0,27	62	58	5	49	1	3	0	4
Total		460,82	1.740,58	10.348	8.198	122	7.398	41	635	3	2.151
Nº Total de carreteras:			9								

Tabla 1. 1. Resumen provincial por carretera del Tráfico total (veh/Km) y de la IMD por tipo de vehículo. Provincia de Jaén (Ministerio de Fomento, 2021)

Al analizar la IMD total de cada uno de los modos analizados en la tabla 1.1, se puede observar de nuevo el claro protagonismo de los turismos como modo de transporte principal para los jiennenses.

Si comparamos los valores totales obtenidos para cada tramo de carretera, se comprueba cierta similitud en las columnas “VH-KM” e “IMD TOTAL”, las cuales reflejan los mayores flujos de vehículos en los tramos A-4, A-44 y A-32.

En esta publicación del Ministerio de Fomento no solo se muestran los datos genéricos de la tabla mostrada previamente, sino que también recoge los datos individuales de cada una de las estaciones de aforo, pero al tratarse de una cantidad de información numérica tan amplia, no es posible aportar una visión clara de lo que estos valores implican en contraste con el resto de tramos.

La Junta de Andalucía también ha realizado un estudio de su red de carreteras, presentando sus resultados de una forma más visual haciendo uso de la cartografía temática. Así, la Dirección General de Infraestructuras Viarias publicó en 2022 el Plan de aforos de la

red autonómica de carreteras de Andalucía, generando una cartografía independiente para cada una de las provincias de esta comunidad autónoma.

En la siguiente figura se observan las principales carreteras y núcleos de población de la provincia de Jaén. Para plasmar los datos de la IMD de cada tramo se recurre al empleo de un mapa de flujo, en el cual el color y el grosor de las líneas definen el volumen diario de vehículos de forma visual e intuitiva.

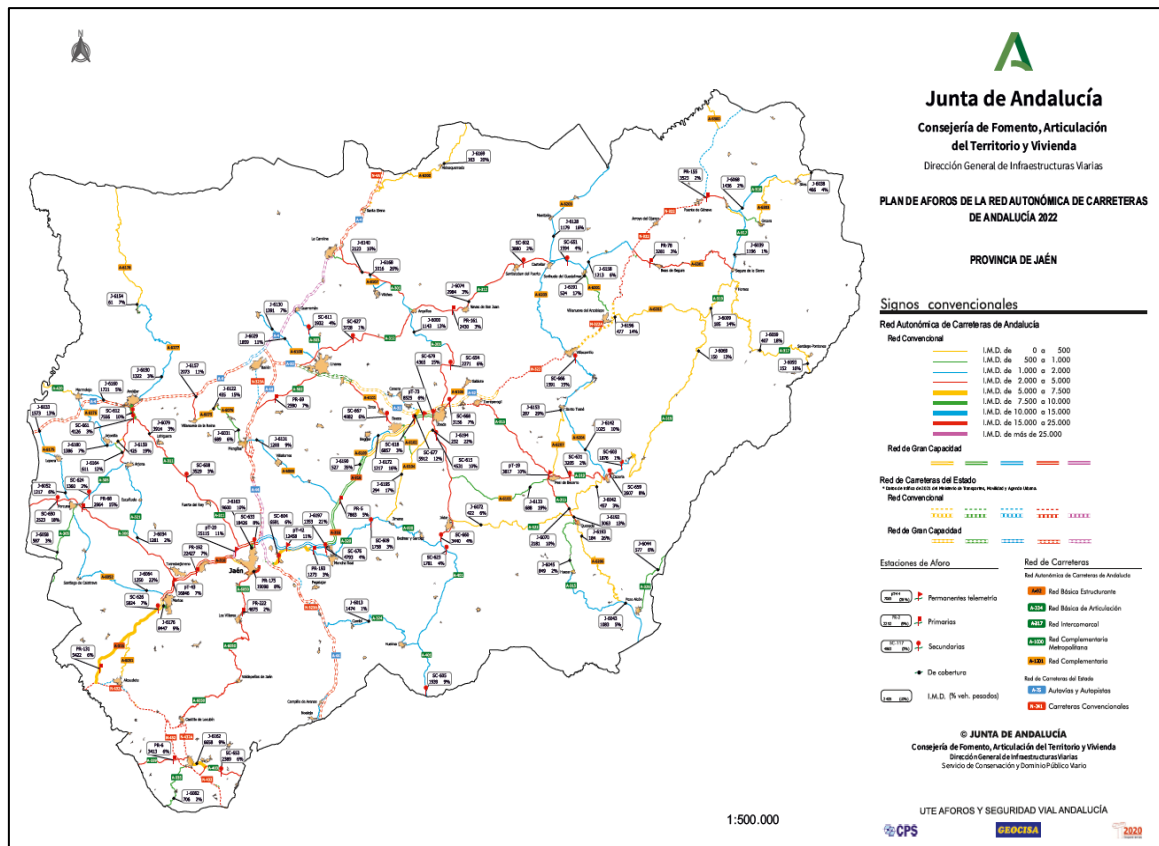


Figura 1. 5. Plan de aforos de la red autonómica de carreteras de Andalucía. Provincia de Jaén (Dirección General de Infraestructuras Vías, 2022)

Este código de color y grosores vienen especificados en la leyenda que se ubica al margen derecho de la figura 1.5. Para facilitar su lectura se muestra una ampliación de la misma en la figura 1.6.

Además de las líneas que conforman los tramos de carretera (con todas sus variantes de color, grosor y geometría), se aprecia la presencia de unos recuadros blancos que se ubican en cada una de las estaciones de aforo existentes. No solo indican si se trata de una estación primaria o secundaria, sino que además especifican la IMD de ese tramo y el porcentaje de vehículos pesados del mismo.

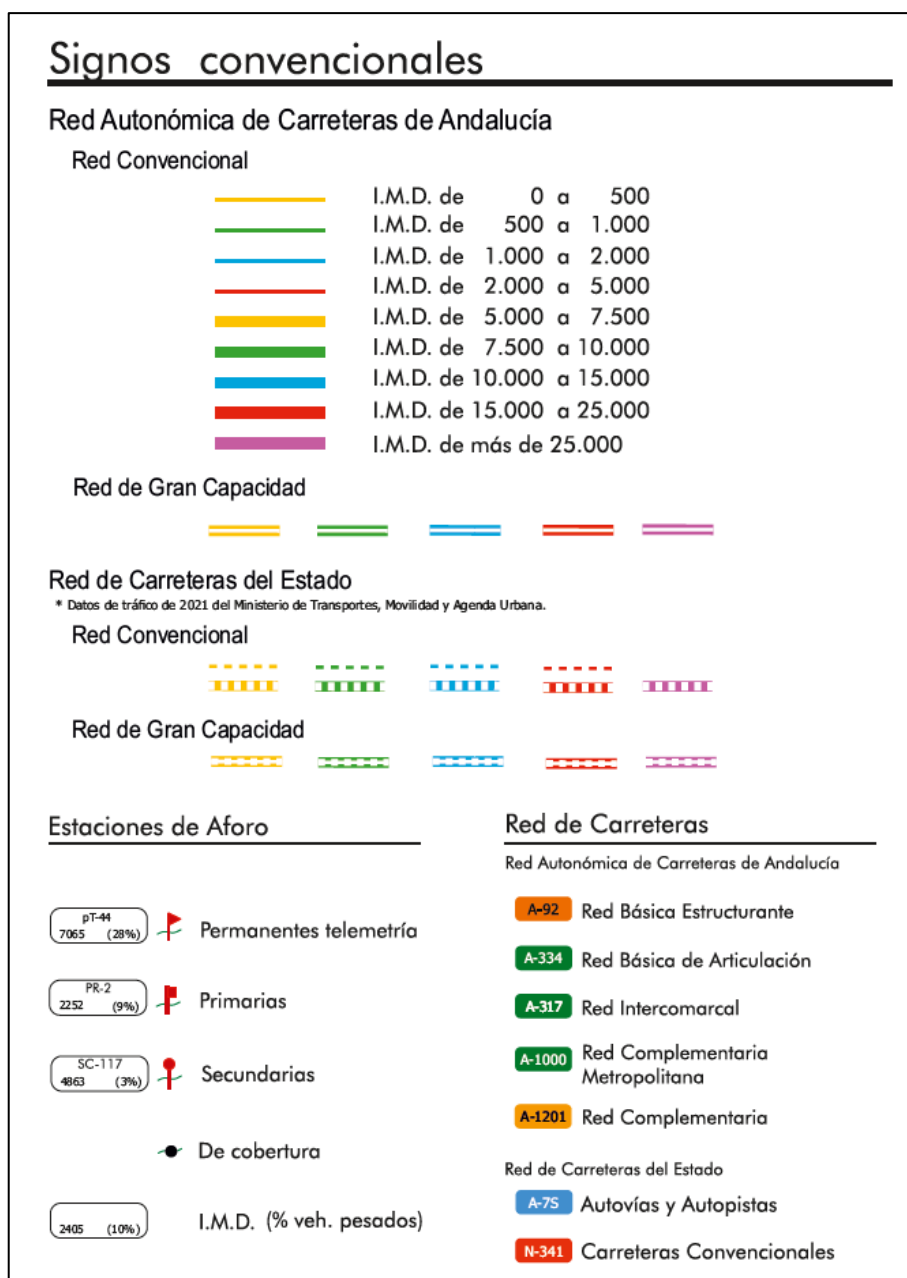


Figura 1. 6. Plan de aforos de la red autonómica de carreteras de Andalucía. Leyenda (Dirección General de Infraestructuras Viarias, 2022)

Este recurso nos permite identificar rápidamente dónde se ubican los focos de mayor concentración de vehículos, y por ende, los tramos con mayor probabilidad de atascos.

En las figuras 1.7, 1.8 y 1.9 se observarán ampliaciones de las carreteras más concurridas de la provincia, que son las mismas que conectan grandes núcleos de población y/o laborales: Jaén, Martos, Andújar y Úbeda.

Figura 1.7: Jaén y Martos

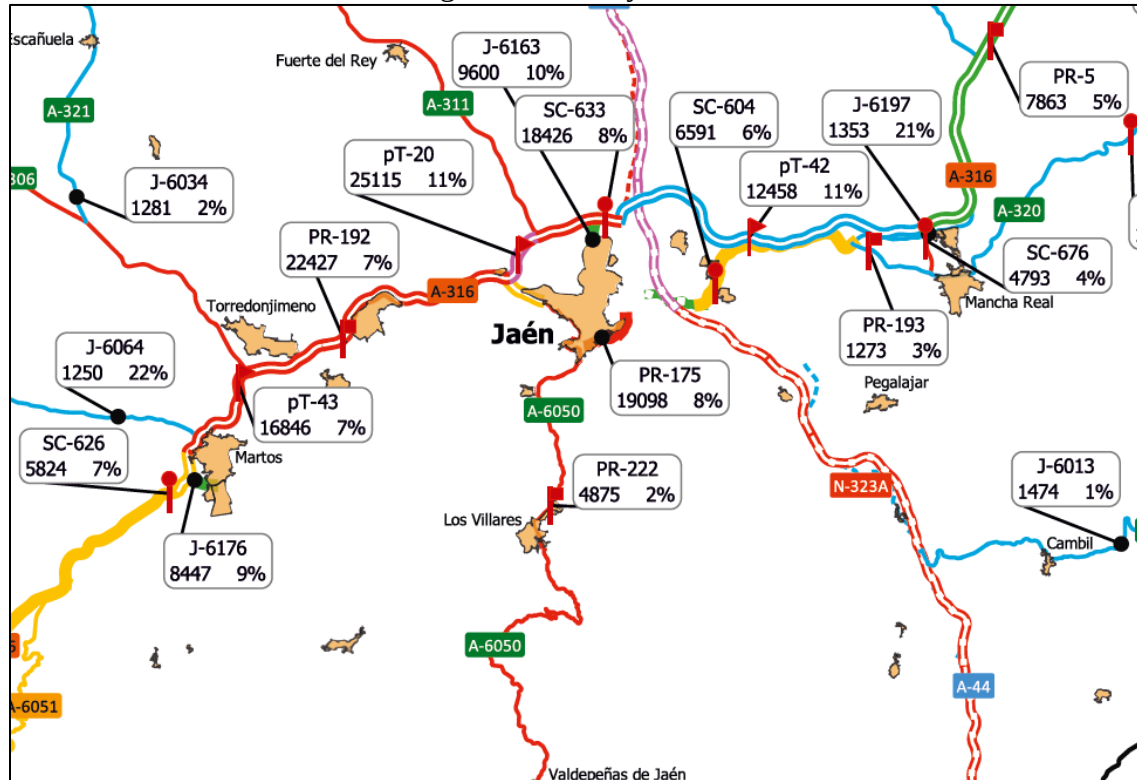


Figura 1. 7. Plan de aforos de la red autonómica de carreteras de Andalucía. Ampliación Jaén y Martos (Dirección General de Infraestructuras Viarias, 2022)

Figura 1.8: Andújar

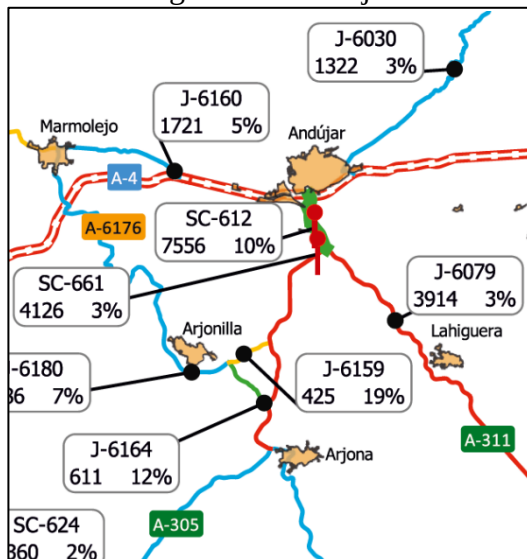


Figura 1. 8. Plan de aforos de la red autonómica de carreteras de Andalucía. Ampliación Andújar (Dirección General de Infraestructuras Viarias, 2022)

Figura 1.9: Úbeda

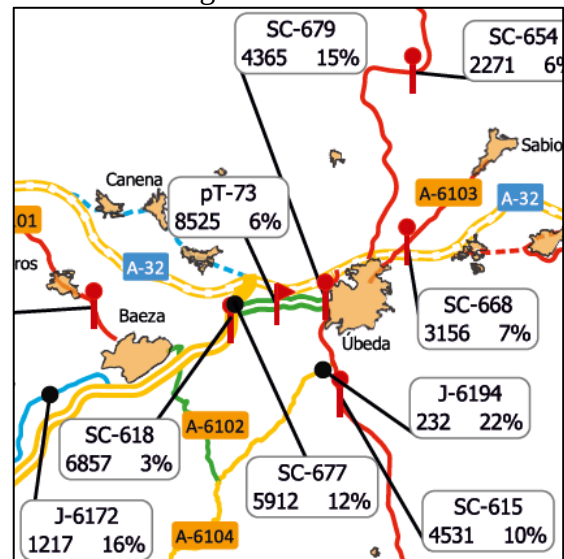


Figura 1. 9. Plan de aforos de la red autonómica de carreteras de Andalucía. Ampliación Úbeda (Dirección General de Infraestructuras Viarias, 2022)

Como se puede observar, estas carreteras con elevado volumen de vehículos ingresan en núcleos de población que serán el destino de gran parte de los conductores, lo cual implica formaciones de cuello de botella en las entradas principales si estas no están correctamente dimensionadas para el IMD actual, convirtiéndose en puntos clave de atascos.

Otro aspecto determinante en la formación de atascos es el porcentaje de vehículos pesados, el cual muestra valores muy elevados en la provincia de Jaén como se puede apreciar en las figuras 1.7, 1.8 y 1.9 (máximo registrado 29% en Santo Tomé). Esto se traduce en tramos de carreteras con tiempo en cola elevado y alto porcentaje de pesados.

La experiencia determina el orden de magnitud de este porcentaje, considerándose “elevado” un porcentaje superior al 8%. Jaén presenta valores muy elevados en gran parte de sus trazados por tratarse de una potencia en el cultivo del olivo (abundancia de maquinaria agrícola) y un enclave logístico para todo el transporte que entra y sale de Andalucía.

1.1.2.- Accidentabilidad

La accidentabilidad de las carreteras provinciales se define como la “frecuencia de los accidentes” en las mismas, y se puede determinar con el número de accidentes y víctimas, así como con los índices que se obtienen del tratamiento de estos datos.

Así pues, es conveniente conocer la información que aportan los siguientes términos:

- Accidentes con Víctimas (ACV): Indica el número de siniestros viales en los cuales ha habido heridos y/o fallecidos.
- Accidentes Mortales (AM): Indica el número de siniestros viales en los cuales ha habido fallecidos.
- Víctimas Mortales (VM): Indica el número total de fallecidos en accidentes viales.
- Heridos Graves (HG): Indica el número total de víctimas no mortales que han sufrido lesiones graves en accidentes viales.
- Heridos Leves (HL): Indica el número total de víctimas no mortales que han sufrido lesiones leves en accidentes viales.
- Índice de Peligrosidad (IP): Indica el número de accidentes con víctimas (ACV) en un tramo de carretera por cada 10^8 vehículos-km que han circulado por este.
- Índice de Mortalidad (IM): Indica el número de víctimas mortales (VM) en un tramo de carretera por cada 10^8 vehículos-km que han circulado por este.
- Índice de Accidentalidad Mortal (IAM): Indica el número de accidentes mortales (AM) en un tramo de carretera por cada 10^8 vehículos-km que han circulado por este.

Estos valores se muestran en el Estudio de Accidentes del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana del año 2021.

En este estudio se muestran los datos tomados en el año 2021 agrupados por provincias y Comunidades Autónomas.

A continuación, se mostrará una tabla comparativa de la accidentalidad de las provincias de Andalucía (figura 1.10). En ella se puede observar cómo Jaén es la provincia de Andalucía con menor accidentalidad en todos los campos analizados salvo el de Heridos Graves.

PROVINCIA	ACCIDENTES		VÍCTIMAS			ÍNDICES		
	ACV	AM	VM	HG	HL	IP	IM	IAM
CÁDIZ	269	12	12	21	409	10,5	0,5	0,5
CÓRDOBA	117	13	17	15	158	6,1	0,9	0,7
HUELVA	119	6	6	8	185	7,1	0,4	0,4
SEVILLA	357	12	12	34	543	8,3	0,3	0,3
ALMERÍA	148	11	12	12	236	7,4	0,6	0,5
GRANADA	255	9	9	21	402	11,2	0,4	0,4
JAÉN	99	3	4	17	126	5,4	0,2	0,2
MÁLAGA	464	15	16	30	777	9,7	0,3	0,3
Total	1.828	81	88	158	2.836	8,6	0,4	0,4

Figura 1. 10. Tabla de accidentalidad de Andalucía. Estudio de accidentes 2021 (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2022)

De forma complementaria a esta información, se puede consultar el informe de la DGT titulado “Las principales cifras de la siniestralidad vial. España 2022”. En él, se podrá observar no sólo un completo análisis de la siniestralidad vial del país hasta el año 2022, sino también una tabla que indica la evolución de las personas fallecidas en vías urbanas e interurbanas a lo largo de los años (figura 1.11).

													
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Dif. 22/21	Dif. 22/19	Dist.22
Castellón/Castelló	22	29	28	43	39	35	25	17	27	32	5	7	2%
Ciudad Real	38	19	27	30	33	25	22	29	24	29	5	7	2%
Córdoba	36	37	26	22	37	34	38	14	30	36	6	-2	2%
Coruña (A)	73	55	47	58	51	64	53	33	42	62	20	9	4%
Cuenca	30	17	16	15	18	20	8	18	27	23	-4	15	1%
Girona	47	27	41	55	47	55	42	28	48	51	3	9	3%
Granada	33	49	43	27	33	31	25	35	38	38	0	13	2%
Guadalajara	8	14	11	7	12	10	6	12	6	9	3	3	1%
Gipuzkoa	24	16	38	17	27	13	23	20	22	23	1	0	1%
Huelva	26	19	23	19	22	18	22	23	31	24	-7	2	1%
Huesca	22	24	17	21	25	27	29	20	13	28	15	-1	2%
Jaén	24	30	23	31	35	31	24	21	22	22	0	-2	1%

Figura 1. 11. Evolución de las personas fallecidas por provincias, en vías interurbanas y urbanas. España, 2013-2022 (DGT, 2023)

En esta tabla se puede observar en Jaén un paulatino descenso de las víctimas mortales desde el año 2017, mostrando su mínimo en el año 2020 debido al confinamiento. Sin embargo, aunque en los dos años siguientes aumentó la cifra, esta se ha mantenido a niveles inferiores a todos los vistos antes del 2020.

1.1.3.- Previsiones futuras

Como ya se ha argumentado previamente, los habitantes de la provincia de Jaén hacen del vehículo personal su modo principal de desplazamiento. Ya en los datos presentados en el Plan de Transporte Metropolitano de Jaén de agosto de 2021, se indica un incremento de la motorización del 12,3%.

Este incremento de la motorización es mucho más palpable si se traslada a un ámbito más reducido, como es el núcleo familiar, y se verá reflejado en el número de vehículos por familia como se observa en la siguiente figura:

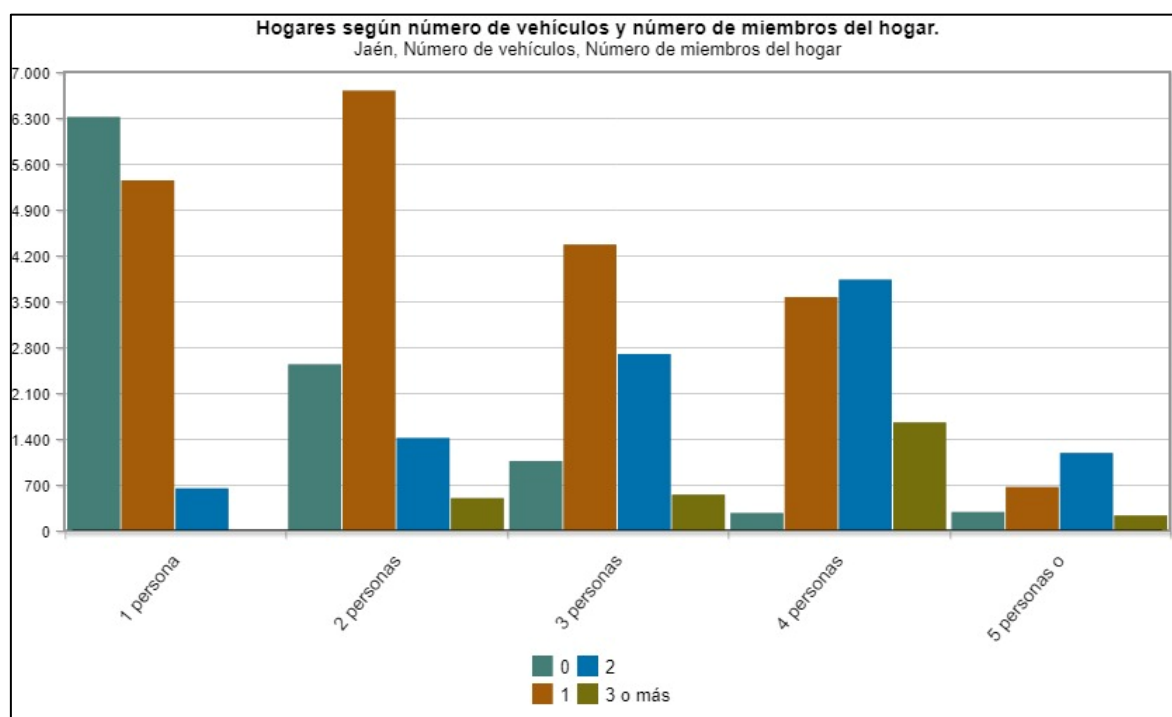


Figura 1. 12. Gráfico de los hogares de la provincia de Jaén según el número de vehículos y miembros del hogar (Instituto Nacional de Estadística, 2023)

En este gráfico generado por el INE se puede observar cómo es común en todas las familias tener 1 o 2 vehículos, e incluso más para las familias de 4 personas.

Ante esta situación, existen diversos frentes que alientan a la población a modificar este hábito de desplazamiento individual, como es la concienciación social por el medio ambiente o las iniciativas europeas o mundiales contra el cambio climático.

En el primer caso, esta predisposición se aprecia especialmente en los sectores más jóvenes de la población, los cuales no sólo han crecido educándose en la conciencia medioambiental, sino que también perciben estos mensajes por medio de las redes sociales.

En el caso de las iniciativas mundiales cabe destacar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para 2030, que son 17 objetivos (figura 1.13) que buscan un futuro mejor y más sostenible. Por tanto, todas las entidades pertenecientes a estados miembros de la ONU deben emplear estos objetivos tanto en sus proyectos futuros, así como para evaluar su sostenibilidad actual.

Los ODS que busca alcanzar este proyecto son el 9 y el 11, en los cuales se pretende fomentar la innovación, la industrialización sostenible y ofrecer a la población entornos seguros e inclusivos (ONU, s.f.). Para contribuir con estos objetivos, el estudio propone la construcción de un trazado ferroviario fiable y sostenible, que aporte a todos los jiennenses un modo de transporte seguro, asequible y accesible, que a su vez colabore con el crecimiento industrial facilitando un modo más sostenible para el transporte de mercancías.



Figura 1. 13. Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU para 2030.

De estos objetivos se nutre el Plan de Transporte de Jaén, con lo que este se puede resumir en una búsqueda del fomento del transporte público, compartido o sostenible por medio de mejoras en la gestión de los sistemas actualmente vigentes, implementación de

carriles bici y bus, descuentos, e incluso la implantación de medios actualmente inexistentes en la provincia como es el caso del cercanías.

De hecho, este último punto se destaca como una debilidad en el análisis DAFO del Plan de Transporte, lo cual pone de manifiesto la importancia y urgencia del proyecto que el presente estudio plantea.

1.2.- Estudio medioambiental del impacto del transporte rodado

El transporte rodado supone una gran fuente de contaminación a nivel de calidad del aire y acústica, no solo por ser los motores de combustión su principal fuente de energía, sino también por la gran cantidad de vehículos que implica el transporte individual de los ciudadanos.

Es por ello que en este proyecto se apuesta por el transporte público en ferrocarril, ya que, en primer lugar, no genera emisiones en el núcleo de la localidad al ser propulsado por motores eléctricos, sino que también reduce considerablemente el transporte individual, y por ende, las emisiones, ruidos y atascos procedentes del tráfico rodado.

Sin embargo, el transporte por ferrocarril no es un modo 100% limpio, ya que sus emisiones varían en función del método de generación de energía en su fuente de origen.

En el siguiente apartado se evaluará la influencia del tráfico rodado en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y la contaminación acústica, haciendo una comparación final con el modo de transporte que propone este estudio.

1.2.1.- Emisiones de CO₂

El análisis que se realizará en este apartado hará referencia a los valores tomados hasta el año 2021, puesto que estos son los últimos informes publicados en el momento de redacción del presente estudio.

Es importante recordar que durante el año 2020 la población estuvo confinada en sus viviendas debido a la pandemia del COVID-19, con lo que los valores de 2020 y 2021 no se considerarán representativos para analizar el crecimiento de las emisiones, pero sí para el análisis individual de los porcentajes de emisión.

A pesar de las limitaciones de movilidad durante el confinamiento y la desescalada de los meses posteriores, el transporte (nacional e internacional) fue el sector con mayor producción de CO₂ durante el año 2020, alcanzando un valor del 36,8% de la producción anual frente al 27,1% de la UE (OTLE, julio 2023). Sin embargo, este dato no es un caso aislado, sino que se ha repetido esta relación de superioridad de emisiones de España respecto a la media europea a lo largo de los años, tal como se puede apreciar en la siguiente figura:

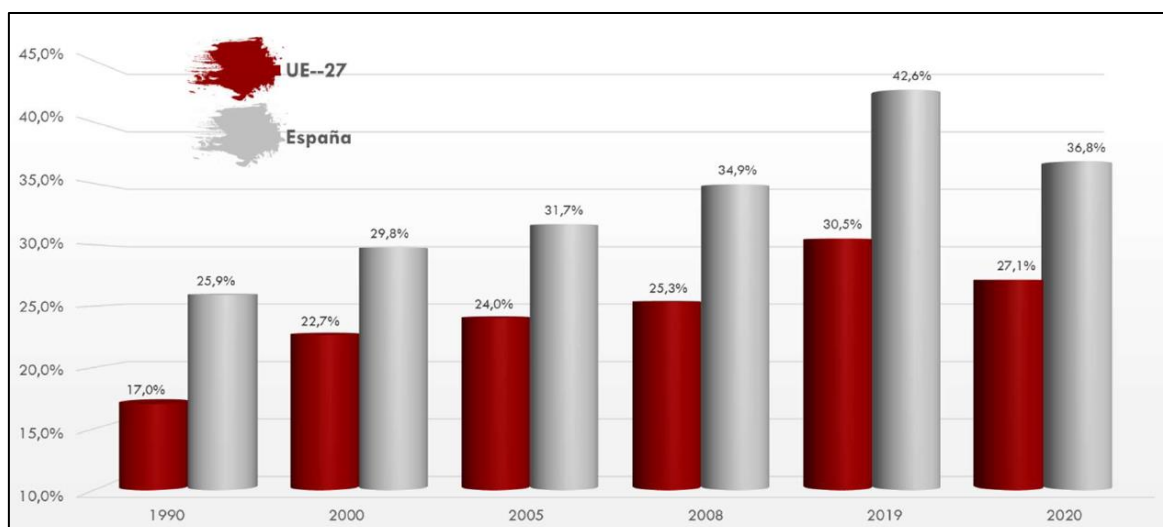


Figura 1. 14. Evolución de la cuota de emisiones GEI del transporte (nacional e internacional) respecto al total de emisiones. Años 1990-2020 (OTLE, julio 2023)

Estas cifras para las emisiones GEI de España se deben a las principales actividades económicas del país (agricultura, industria y turismo) y al emplazamiento estratégico a nivel logístico de la península, las cuales fomentan el transporte de productos para su exportación, denotando una predominancia del transporte de mercancías por carretera frente al ferrocarril, y por ende, incrementando las emisiones de CO₂.

Es por tanto palpable que el transporte por carretera genera muchas más emisiones que el resto de modos, lo cual se traduce en un 91,2% del total de las emisiones GEI procedentes del sector del transporte, según los datos tomados en España entre 1990 y 2020 (OTLE, julio 2023).

Durante estos 30 años la cantidad de desplazamientos en vehículos particulares no ha hecho más que aumentar, registrándose un incremento del 88,9% de las emisiones de vehículos ligeros desde 1990 frente al 30,1% de autobuses y camiones. En la figura 1.15 se puede apreciar el contraste entre las proporciones de emisiones de los diversos tipos de vehículos.

Estos datos resaltan que, aunque ha tenido lugar un aumento general de desplazamientos durante estos años, se ha potenciado el transporte individual más que el público, lo cual se convierte en un objetivo clave para la mejora en el control de emisiones GEI.

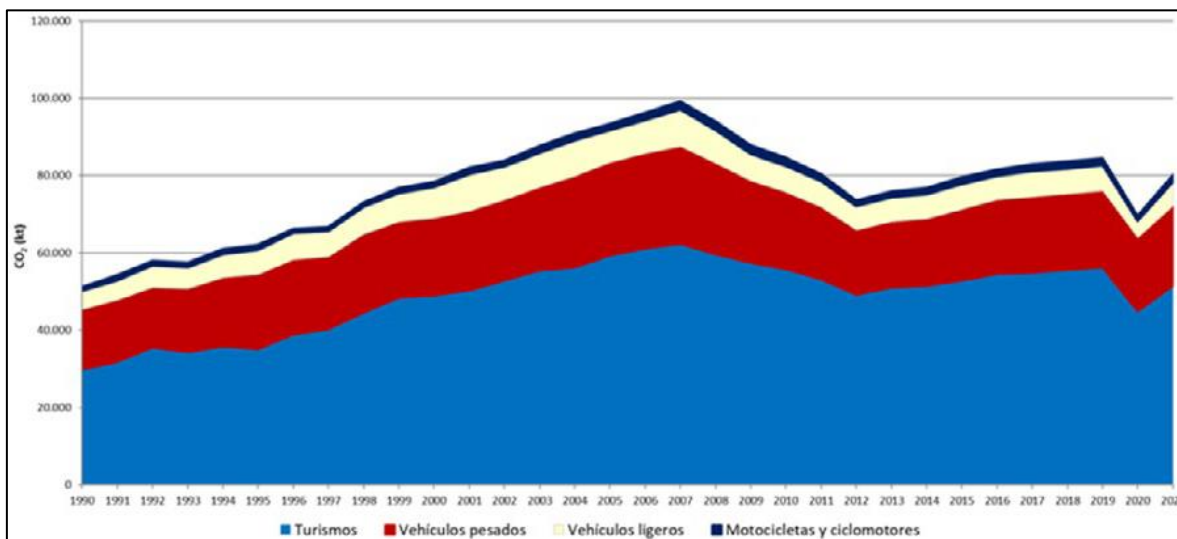


Figura 1. 15. Evolución de las emisiones de CO₂ del transporte por carretera según el tipo de vehículo. Años 1990-2021 (Villalonga, 2023)

Por último, es importante resaltar que en España las emisiones del ferrocarril conforman menos de un 1% en el total de emisiones del transporte, y es un porcentaje que continua menguando a causa de la electrificación y las mejoras tecnológicas.

1.2.2.- Contaminación acústica

Cuando se habla de contaminación, la acústica es una de las grandes olvidadas a pesar de ser un factor determinante para la habitabilidad de una zona y el bienestar de sus moradores.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha llevado a cabo numerosos estudios en los que se concluye que el ruido es la segunda causa ambiental de problemas de salud (Pescador, 2023), y por ello publicó en 2019 unas directrices Europeas para regular el ruido ambiental, titulado “Environmental noise guidelines for the European Region”. En este documento se limitan los niveles de ruido durante el día en 65dB, considerando un ruido dañino a todo aquel sonido que supere los 75dB (OMS, 2019).

La principal causa del ruido ambiental en Europa es el tráfico rodado. Esta premisa se corrobora tanto empírica como teóricamente, mediante mediciones reales del nivel de ruido

y con los cálculos propuestos en la “Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental”. En ambos casos se aprecia que el ruido del tráfico no sólo afecta en áreas urbanas, sino que también influye en las no urbanas, como se puede observar en la siguiente imagen (EEA, 2021).

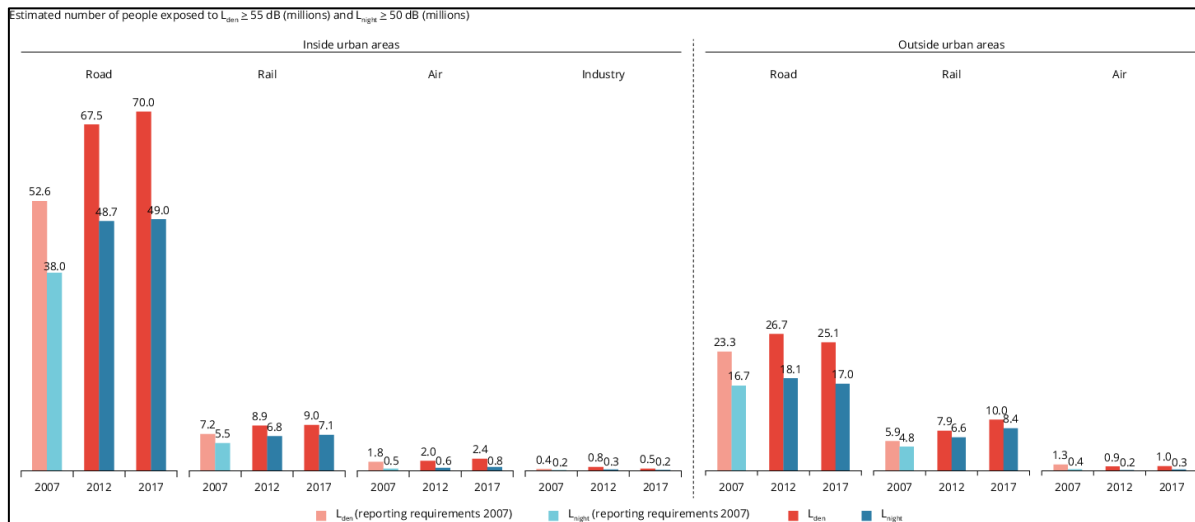


Figura 1. 16. Estimación del número de personas expuestas a niveles perjudiciales de ruido, basado en la Directiva 2002/49/CE, en la UE. Años 2007-2017 (EEA, 2021)

Se estima que el ruido generado por el transporte rodado corresponde a un 80% del ruido total en las ciudades, mientras que el ferrocarril sólo equivale a un 6% (Cisneros, 2022). Es por ello que en el caso de la contaminación acústica se considera este modo de transporte como una gran herramienta para la consecución de los objetivos medioambientales.

Para conocer mejor las afecciones de la contaminación acústica, la Directiva Europea 2002/49/CE y su trasposición en la legislación estatal (Ley de Ruido 37/2003, Real Decreto 1513/2005 y Real Decreto 1367/2007) imponen la elaboración de Mapas Estratégicos de Ruido (MER) para los tramos con un tráfico superior a los 3 millones de vehículos por año.

Siendo así, el Sistema de Información de Contaminación Acústica (SICA) coordina la elaboración de Mapas Estratégicos de Ruido en España, encontrándonos actualmente en la 4ª fase (SICA, s.f.). A pesar de esto, la última información accesible a nivel provincial pertenece a la 2ª fase (2012), en la cual se detectaron 2 zonas principales de conflicto, ambas en la carretera A-316:

- PK 0 – PK 3: próximo a Úbeda y Baeza (figura 1.17).
- PK 41 – PK 81: próximo a Jaén y Martos (figura 1.18).

Se han analizado estos estudios con la intención de obtener argumentos en base a la contaminación acústica que justifiquen la necesidad de implantar el ferrocarril como modo de comunicación alternativa en estas zonas. Sin embargo, aunque será un aspecto a tener en cuenta en el orden de prioridades para las propuestas de trazado presentados en los próximos capítulos (conexiones Baeza-Úbeda y Jaén-Martos), no se consideran argumentos de peso, puesto que, dado el año de publicación de este estudio (2012), es probable que la situación se haya corregido a día de hoy. No se puede saber con exactitud debido a la falta de información respecto a las soluciones de las últimas fases.

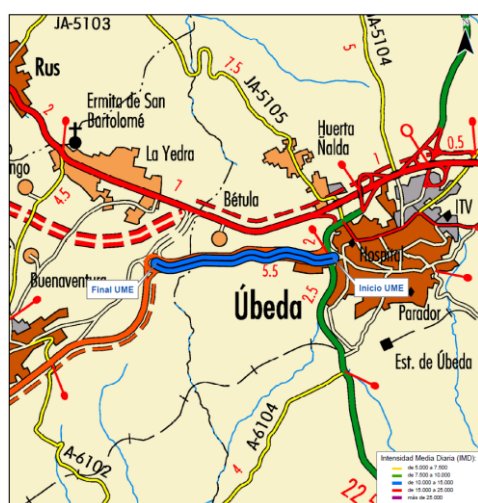


Figura 1. 17. UME A-316-1. Úbeda y Baeza (SICA, 2012)

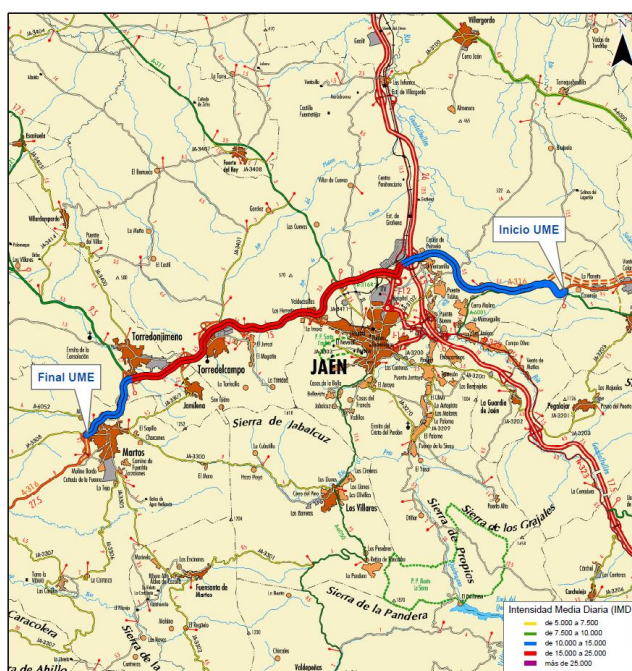


Figura 1. 18. UME A-316-2. Jaén, Torredelcampo, Torredonjimeno y Martos (SICA, 2012)

A pesar de la palpable mejoría a nivel acústico del ferrocarril frente al tráfico rodado, no se debe olvidar que también genera ruido y vibraciones que pueden importunar a los habitantes cercanos a las vías, aunque estos efectos se pueden reducir y controlar si se emplea balasto como plataforma o si se recurre al uso de elastómeros en placa de hormigón.

Este y otros aspectos relacionados con el ferrocarril se analizarán en el siguiente apartado.

1.2.3.- Comparación con el impacto medioambiental del ferrocarril

Buscando la disminución del impacto ambiental del transporte, se anima a los ciudadanos a emplear en la medida de lo posible modos de desplazamiento que no generen emisiones (a pie, en bicicleta, ...) o en su defecto transportes ecológicos motorizados.

Según un artículo publicado por N. Romero en la web sport.es en el año 2022, el transporte ferroviario es el tercer modo de transporte más recomendado para reducir las emisiones de CO₂, y a su vez el más versátil de todos los citados, puesto que permite desplazamientos urbanos (metro o tranvía), interurbanos (cercanías o Media Distancia) y largas distancias (Larga Distancia o AVE), con unas tasas de emisión muy inferiores a las del transporte rodado (gracias a la electrificación de los tramos) y que a su vez permite el transporte masivo de personas en un mismo trayecto.

Sin embargo, a la hora de evaluar las emisiones de CO₂ de un modo de transporte, no sólo se deben tener en cuenta las emisiones directas (de la propia maquinaria) sino también las indirectas, es decir, las propiciadas por la generación de la energía de alimentación en origen. Esto puede hacer que los trenes eléctricos dejen de parecer la opción más sostenible de transporte a pesar de que estas emisiones afecten menos a la población, aunque no es el caso para los trenes gestionados por Renfe, ya que estos tienen un acuerdo firmado para que la energía suministrada por la red eléctrica sea 100% de origen renovable, lo cual se puede calificar como “neutralidad de carbono” (Renfe, s.f.; Villalonga, 2023).

Para otros casos en los que no exista ese tipo de acuerdos, sería necesario consultar el mix energético del país, en el cual se indican todas las fuentes de energía que contribuyen con el suministro nacional y sus porcentajes de participación. Con esta información se realiza una estimación global de las emisiones de CO₂ a causa de la generación de energía, y de esta forma saber cuan contaminante es un modo de transporte eléctrico indirectamente.

Por otra parte, en referencia a la contaminación acústica, ya se ha mencionado en apartados anteriores la clara mejoría que supone el uso del ferrocarril frente al vehículo personal, puesto que sólo el 6% del ruido medido en las ciudades corresponde al sector ferroviario.

Esta contaminación acústica no está presente en todas las localidades, sino que depende mucho de la ubicación de los trazados y las estaciones, la frecuencia de paso de los trenes, su velocidad y el estado de las vías. Así pues, el único margen de mejora previsible para este modo de transporte es la implantación de pantallas acústicas, el empleo de elastómeros en vías sobre placa de hormigón, y un correcto mantenimiento de todos los elementos intervinientes en el entorno ferroviario (Hernández, 2016).

Para concluir con este apartado, resulta evidente la mejora medioambiental que supone el empleo del ferrocarril frente al transporte rodado, con lo cual será necesario continuar

invertiendo en mejoras e infraestructuras para fomentar este modo de transporte y así poder cumplir los objetivos propuestos en los programas europeos por el medioambiente.

1.3.- Estudio de las necesidades de transporte de la población

La propuesta de transporte que se presenta en este estudio no sólo busca reducir el impacto ambiental, sino también facilitar los tránsitos interurbanos de la población, adaptándose a sus necesidades y prioridades.

Por ello, la mejor forma de estudiar los intereses de los habitantes de la provincia es conociendo de primera mano la opinión popular mediante una encuesta de transporte realizada durante el mes de noviembre de 2023.

A lo largo de este apartado se comentará brevemente tanto la metodología como la primera impresión de los datos obtenidos, y en capítulos posteriores se analizará este contenido en profundidad.

1.3.1.- Metodología de obtención de datos de carácter anónimo

Para obtener la información requerida para este estudio, se realizó una encuesta anónima a través de Google Forms a una población de 300 personas que cumplen los siguientes requisitos:

- Son habitantes de las comarcas de La Loma, Noroeste o Campiña.
- Realizan desplazamientos interurbanos en la provincia de Jaén.

La encuesta se estructuró en dos bloques de información:

- 1) Localidades de origen y destino habitual (con frecuencias y horarios).
- 2) Modo de transporte habitual y afinidad con el nuevo modo propuesto.

En este apartado nos centraremos en el primer bloque, ya que esos datos son condicionantes para el desarrollo de los siguientes capítulos del proyecto, y más específicamente, para la propuesta de alternativas en el capítulo 2.

1.3.2.- Análisis de los resultados obtenidos en la encuesta a la población

La totalidad de los datos obtenidos se analizará con mayor detalle en el capítulo 3 de este estudio, pero para trabajar sobre un objetivo claro que marque la línea de trabajo de este

proyecto, es necesario avanzar un dato en concreto: las localidades prioritarias para realizar una conexión de cercanías.

En la encuesta se ha recogido información tanto de las localidades de residencia de los encuestados como sus destinos más habituales. Representando los datos recogidos en gráficos, se observan los siguientes resultados:

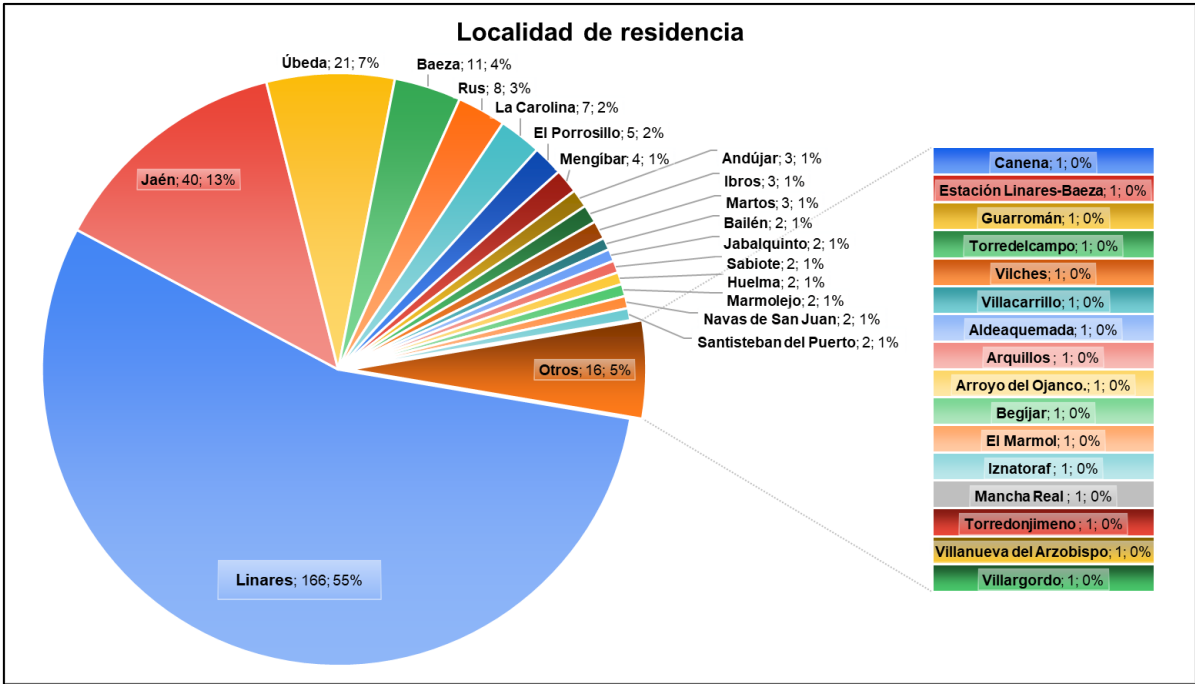


Gráfico 1. 1. Localidad de residencia de los encuestados (elaboración propia).

En el gráfico 1.1 se puede observar la clara predominancia de habitantes de Linares en la encuesta, y seguidamente en orden de magnitud, Jaén, Úbeda y Baeza.

Estos datos muestran que la población encuestada, aunque anónima y aleatoria, no ha llegado de forma uniforme a todos los habitantes de Jaén. Sin embargo, los resultados se considerarán representativos y aptos para el desarrollo del estudio puesto que las dos localidades con mayor porcentaje de encuestados son también las dos localidades con mayor cantidad de población de la provincia.

A continuación, se observan dos gráficos correspondientes a los destinos habituales:

- Gráfico 1.2: representa los destinos puntuales más habituales. Esto implica que son los destinos que más se frecuentan para ocio, ya que es un destino que no se frecuenta con asiduidad.

- Gráfico 1.3: representa los destinos periódicos más habituales, es decir, los desplazamientos realizados por trabajo, estudios o compras necesarias para el hogar.

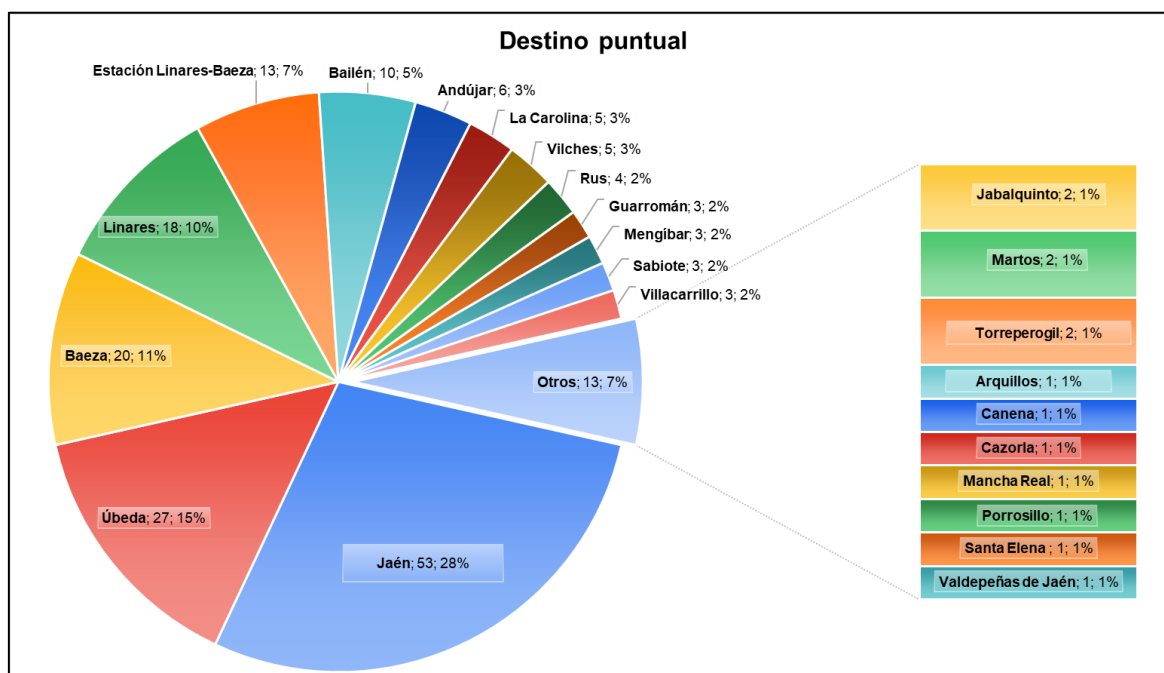


Gráfico 1. 2. Destinos puntuales en los desplazamientos de los encuestados (elaboración propia).

Como destinos puntuales destacan Jaén, Úbeda, Baeza, Linares y la Estación Linares-Baeza. Este tipo de desplazamientos suelen ser motivados por actividades que no es necesario repetirlas con una frecuencia, que en la mayoría de los casos será ocio o gestiones momentáneas. Por tanto, los principales atractivos que presentan estas localidades son los siguientes:

- Jaén: cuenta con una mayor oferta de ocio y servicios al ser la capital de la provincia. Entre sus eventos más destacados se encuentra la Feria de San Lucas, además de contar con un amplio patrimonio histórico que potencian el turismo en la capital. Además, es sede de todas las gestiones oficiales a nivel nacional e internacional para la provincia, lo cual moviliza a gran parte de la población puntualmente.
- Úbeda y Baeza: ciudades Patrimonio de la Humanidad. Esta distinción moviliza a muchas personas dada la belleza y la historia de sus calles, siendo por ello muy conocidos los eventos a la luz de las velas y las Fiestas del Renacimiento.

- Linares: destacada gastronómicamente por las tapas y los chachepop, y culturalmente por el patrimonio minero e histórico (Cástulo, la Cripta de los Marqueses, etc.) además de contar con eventos insignia como su Semana Santa y las Fiestas Ibero Romanas.
- Estación Linares-Baeza: emplazamiento en el que se ubica la principal estación de tren de la provincia. Se trata de una estación de Categoría 2 (dentro de la clasificación de ADIF en cuanto al nivel de importancia de las estaciones), que cuenta con un tramo recto de más de 1 km a modo de vía única, y un tramo doble corto.

Para el caso de los destinos periódicos se obtienen resultados similares, aunque con otro orden de prioridades, siendo el primer lugar para Jaén, seguido de Linares, Úbeda y Andújar. Los factores que hacen destacar estas localidades más allá de la oferta laboral, es que todas son la capital de la comarca a la que pertenecen, y consecuentemente, la presencia de infraestructuras de mayor nivel de las que se nutren todas la poblaciones circundantes, como es el caso de centros universitarios (sólo en las 3 primeras), comercios de mayor magnitud, centros de salud, etc., convirtiéndolas en lugares de “obligada visita”.

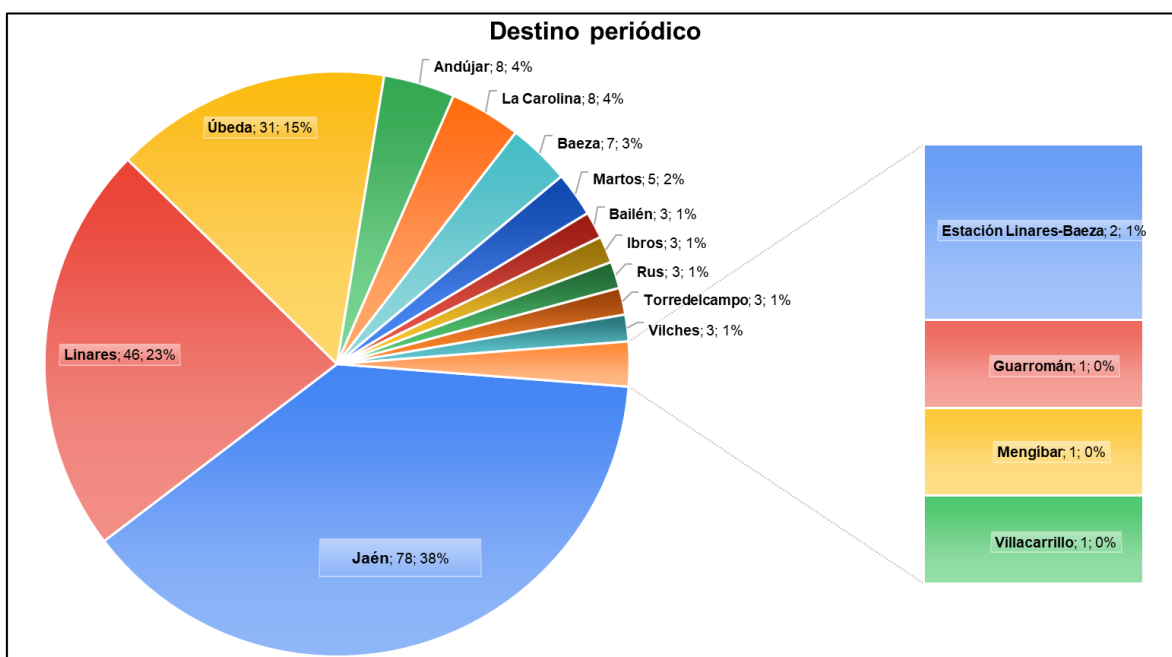


Gráfico 1. 3. Destinos periódicos en los desplazamientos de los encuestados (elaboración propia).

1.3.3.- Resultados y orden de prioridades

El objetivo de este último subapartado es discernir entre las necesidades de la población, cuales de los destinos se consideran más urgentes o de mayor relevancia, para poder diseñar en el próximo capítulo las propuestas de trazado que serán analizadas en los próximos capítulos como solución técnica de ferrocarril en este estudio.

En primer lugar, observando los tres gráficos que se han mostrado en el apartado 1.3.2., destacan 6 localidades frente al resto: Linares, Jaén, Úbeda, Baeza, Estación Linares-Baeza (se le hará referencia como “Estación LB” en lo sucesivo) y Bailén.

De entre estas localidades, las dos que superan con creces las puntuaciones del resto son Linares y Jaén, sin embargo, este trazado no es óptimo realizarlo, puesto que ya existe una conexión entre la Estación LB y Jaén por ferrocarril, la cual no usa habitualmente la población debido a la falta de conexión de las localidades colindantes con la Estación LB, así como la baja frecuencia de trenes con ese destino. Por tanto, para mejorar la conexión Linares – Jaén, sería más lógico enlazar las localidades próximas a la Estación LB y mejorar la frecuencia del tren ya existente.

Aunando esta conclusión con la premisa previa de las localidades con más votos, resulta evidente la importancia de trazar una conexión entre Linares, Úbeda y Baeza con la Estación LB. Esto no sólo fomentará el uso del ferrocarril entre los habitantes de estas localidades, sino que además está ofreciendo una forma rápida y segura de viajar entre estas 4 localidades, solución muy necesaria vista la frecuencia de estos intercambios de forma habitual.

Por otra parte, es necesario tener en cuenta los intereses de las comarcas además de las necesidades de sus habitantes, con lo que a continuación se valorarán los destinos en función del interés estratégico, turístico y formativo.

Interés estratégico

Jaén es tierra de olivares desde tiempo inmemorial, y poco a poco con los años también se está convirtiendo en un gran sector empresarial, lo cual requiere de una conexión ferroviaria potente para fomentar el crecimiento de nuestras empresas, convirtiendo al ferrocarril no sólo en un modo de transporte para los trabajadores, sino también un modo efectivo de transporte de mercancías.

Cierto es que el objetivo de este proyecto se centra en el transporte de pasajeros y no el de mercancías, pero la presencia de un trazado ferroviario próximo a los polígonos industriales puede ser empleado para ambas aplicaciones con una correcta coordinación, suponiendo una herramienta clave en el crecimiento industrial de la provincia.

Las localidades que actualmente tienen un sector industrial más desarrollado o con mayor potencial son Guarromán, Martos y Mengíbar, aunque esta última ya cuenta con una conexión ferroviaria en la red actual.

Interés turístico

Por descontado, las tres localidades más visitadas a nivel turístico son las dos ciudades Patrimonio de la Humanidad, seguidas de Jaén que, como capital de provincia, presenta una amplia oferta tanto de ocio como comercial.

Además de estos destinos, cabe destacar otras localidades que suelen pasar más desapercibidas, como son:

- Canena: conocida por sus aguas termales.
- Guarromán: destacado por su gastronomía, y en especial por sus famosos “pasteles de Guarromán”.
- Andújar: capital de la comarca de la Campiña Norte y famoso por la romería de Nuestra Señora de la Cabeza.
- Bailén: destacado por su gran producción de cerámica y por la recreación histórica de la Batalla de Bailén.
- Sabiote: conocido por las Fiestas del Medievo.
- La Carolina: nombrada capital de las Nuevas Poblaciones de Sierra Morena, y famosa por la batalla de las Navas de Tolosa, que se conmemora todos los años.

Interés de infraestructuras y servicios

Como ya se mencionó previamente, las 4 capitales de las comarcas (Jaén, Linares, Úbeda y Andújar) presentan una oferta en cuanto a infraestructuras y servicios superiores a las del resto de localidades, ya que estas se nutrirán de las capitales cuando los servicios locales sean insuficientes.

La categoría de “infraestructuras y servicios” se compone de: hospitales, sedes de entidades públicas, centros formativos de mayor nivel (Institutos y Centros universitarios), comercios de mayor tamaño...

Es por tanto habitual que se genere un vínculo de asiduidad entre localidades próximas, donde la de mayor nivel cubra las necesidades no sólo de sus propios habitantes, sino también de las poblaciones aledañas de menor tamaño. Este factor es importante tenerlo en cuenta puesto que esta población será la que mayores desplazamientos realice, y es por ende, una conexión a tener en cuenta para el diseño.

Para finalizar este apartado, se muestran a continuación los destinos a tener en cuenta en el diseño de los trazados que se estudiarán durante el proyecto, ordenados de mayor a menor relevancia en la figura 1.19:



Figura 1. 19. Orden de prioridades en las localidades objetivo de conexión mediante cercanías (elaboración propia).

De este modo, las alternativas de trazados que se analizarán en los próximos capítulos son las siguientes:

- Alternativa 1: Bailén – Úbeda
 - Trazado: Bailén – Linares – Estación LB – Baeza – Úbeda
- Alternativa 2: Bailén – La Carolina
 - Trazado: Bailén – P.I. Guarromán – Guarromán – La Carolina
- Alternativa 3: Estación Linares-Baeza – Sabiote
 - Trazado: Estación LB – Canena – Sabiote
- Alternativa 4: Metropolitano de Linares
 - Trazado: Linares – Jabalquinto – Bailén – P.I. Guarromán – Urb. San Roque – La Cruz – Urb. Las Encinas – Linares
- Alternativa 5: Jaén – Martos
 - Trazado: Jaén – Torredelcampo – Torredonjimeno – Martos
- Alternativa 6: Bailén – Andújar
 - Trazado: Bailén – Andújar

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS MULTICRITERIO DE ALTERNATIVAS

A lo largo de este capítulo se caracterizarán las herramientas empleadas para el desarrollo del proyecto, se dará forma a las alternativas óptimas de trazado y se definirán los criterios objetivos en base a los cuales se establecerá un orden de prioridades de acción respecto a las alternativas estudiadas.

2.1.- Herramientas empleadas para la obtención y generación de información aplicada al estudio.

2.1.1.-Encuesta de transporte (Google forms)

Como se ha introducido en el capítulo anterior, se realizó una encuesta anónima durante el mes de noviembre de 2023 a una población aleatoria y anónima de 300 personas, todas ellas habitantes de la provincia de Jaén.

Más concretamente, se recibieron respuestas de 311 personas, pero se realizó un filtrado manual de los datos en el cual se eliminaron los perfiles que no cumplían con los requisitos de residencia o que contenían defectos de forma en las respuestas registradas.

Esta encuesta se generó por medio de Google forms, facilitando así la difusión de la misma por las redes sociales, y posteriormente se realizó el análisis y clasificación de los datos obtenidos por medio de Excel.

Entre las cuestiones presentadas en la encuesta, se podían diferenciar dos motivaciones para las mismas: unas de carácter más estadístico y otras más orientadas a obtener la información requerida para este estudio.

Las preguntas enfocadas específicamente al estudio buscaban conocer localidades de residencia habitual y de destino, así como la asiduidad de esos trayectos e incluso franjas horarias más habituales, con la intención de conocer las necesidades de transporte de los jiennenses y la frecuencia con la que surge esa necesidad, de tal forma que los trazados que se diseñen e incluso el tipo de ferrocarril que se proponga para el proyecto cumplan al menos con las urgencias más inminentes de la población.

Por otra parte, las cuestiones más orientadas a la estadística preguntaban por la franja de edad del individuo, el modo de transporte más empleado en los trayectos mencionados y finalmente un tanteo del compromiso social al que estarían dispuestos a llegar los encuestados en el supuesto de que el proyecto viera la luz en un futuro, y así saber si la implantación de un ferrocarril con las características que se han definido tendría o no buena acogida.

A continuación, para mostrar de forma más específica las cuestiones que se han explicado previamente, se encuentra el listado de las cuestiones que conformaron la encuesta:

- Franja de edad del encuestado.
- Localidad de residencia habitual.
- Frecuencia de desplazamientos interurbanos dentro de la provincia de Jaén.
- Destinos de visita puntual.
- Destino habitual más frecuente.
- Motivo del desplazamiento (Ocio, Trabajo, Salud o Compras).
- Modo de transporte empleado en ese trayecto.
- Franjas horarias del trayecto habitual (ida y vuelta).
- Estudio de transporte y medioambiente:
 - Frecuencia de uso de cada modo de transporte en desplazamientos interurbanos.
 - Aspectos negativos de las conexiones interurbanas actuales mediante transporte público.
 - Si se le ofreciera una conexión ferroviaria interurbana para sus trayectos habituales en la provincia, ¿cambiaría su actual modo de transporte?
 - Distancia que está dispuesto a recorrer el usuario por sus propios medios para acceder al ferrocarril.
 - Aportaciones positivas del ferrocarril que no ofrece el transporte público actual.

El análisis de los resultados obtenidos en las votaciones se analizará en el capítulo 3 de este estudio.

2.1.2.- Cartografía y diseño del trazado (Qgis, Google Earth Pro, Civil 3D)

Con el fin de llevar a cabo una planificación más precisa a nivel gráfico y obtener información visual más detallada y específica para este proyecto, se han utilizado los siguientes programas:

2.1.2.1.- QGIS

QGIS es un software libre de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que permite crear y editar archivos vectoriales y ráster, integrándolos con ubicaciones reales a través de la georreferenciación. Los SIG son herramientas de análisis que gestionan datos espaciales y las relaciones entre los elementos estudiados (Alonso, 2006), asignando a cada punto no solo coordenadas, sino también información adicional almacenada en tablas, funcionando a su vez como una base de datos.

Para el caso del presente proyecto, se ha empleado para generar representaciones cartográficas específicas para el desarrollo del mismo. Gracias a la información de la Junta de Andalucía de libre acceso, se han podido formar las composiciones necesarias para ofrecer una visión más completa de la zona de estudio.

QGIS permite superponer capas de información disponible online en diferentes formatos (WFS, WMS, etc.) con otras capas locales de elaboración propia, así como exportar esta información en capas locales para modelarla y filtrarla según las necesidades del usuario. En la figura 2.1 se aprecia la interfaz del programa junto con el menú de capas y de herramientas.

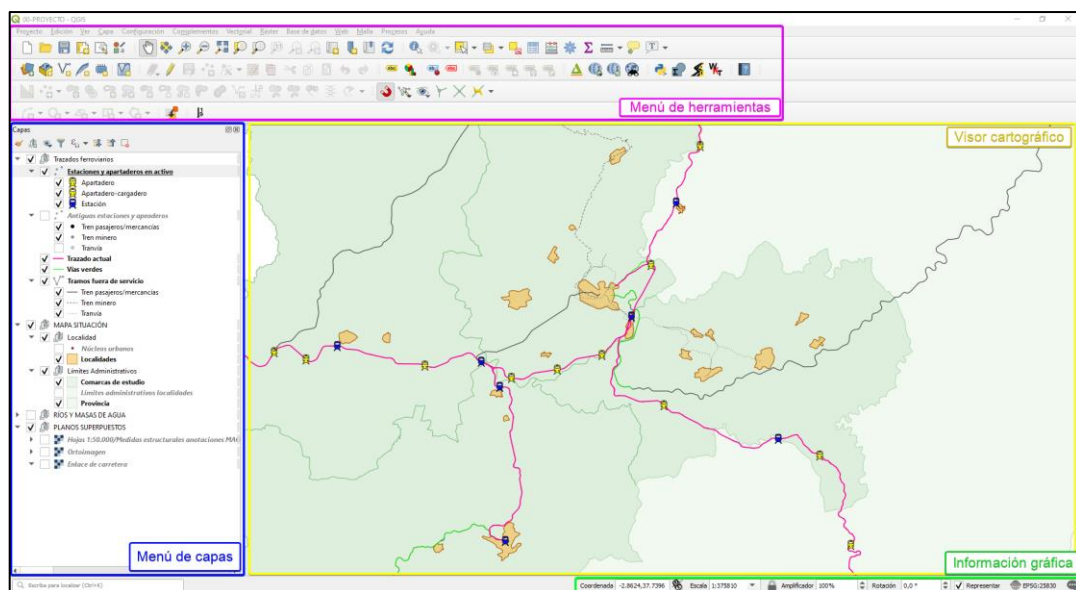
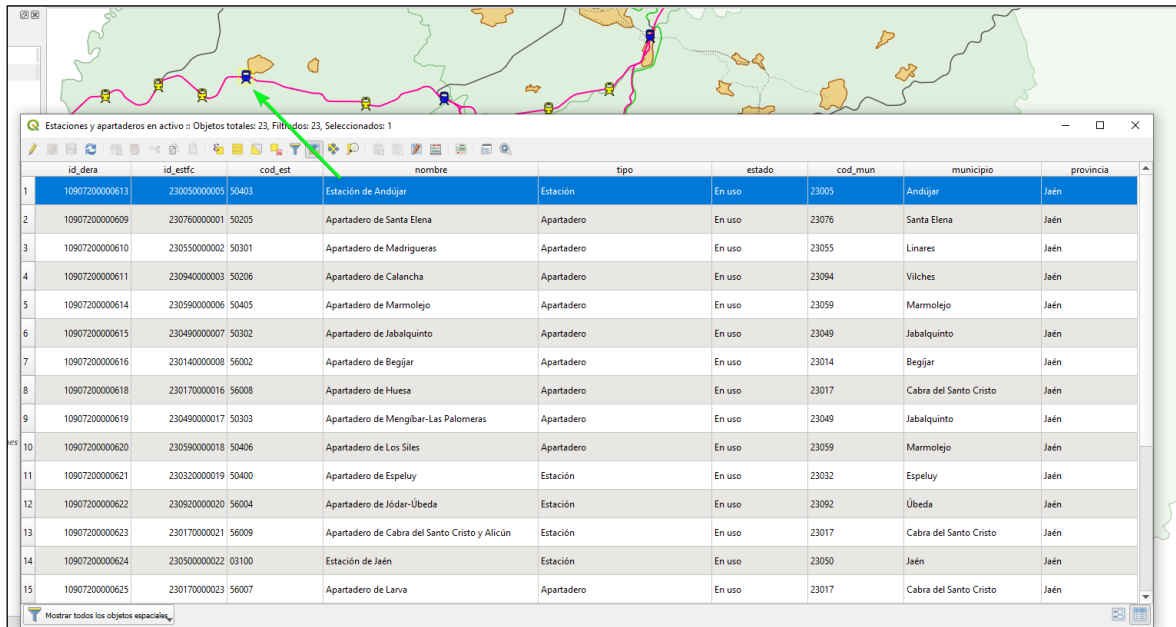


Figura 2. 1. Interfaz de QGIS.

Además, los elementos de cada capa contienen su propia información a modo de fichero, permitiendo a su vez hacer tratamiento de datos para obtener un resultado gráfico en la capa (figura 2.2). Por último, dispone de un menú para editar la composición de un plano para exportar a información generada (figura 2.3), a partir del cual se han generado tanto las imágenes en el texto como los planos de este proyecto.



	id_dera	id_estfc	cod_est	nombre	tipo	estado	cod_mun	municipio	provincia
1	10907200000613	23050000005	50403	Estación de Andújar	Estación	En uso	23005	Andújar	Jaén
2	10907200000609	23076000001	50205	Apartadero de Santa Elena	Apartadero	En uso	23076	Santa Elena	Jaén
3	10907200000610	23055000002	50301	Apartadero de Madrigueras	Apartadero	En uso	23055	Linares	Jaén
4	10907200000611	23094000003	50206	Apartadero de Calancha	Apartadero	En uso	23094	Vilches	Jaén
5	10907200000614	23059000006	50405	Apartadero de Marmolejo	Apartadero	En uso	23059	Marmolejo	Jaén
6	10907200000615	23049000007	50302	Apartadero de Jabalquinto	Apartadero	En uso	23049	Jabalquinto	Jaén
7	10907200000616	23014000008	56002	Apartadero de Begijar	Apartadero	En uso	23014	Begijar	Jaén
8	10907200000618	23017000016	56008	Apartadero de Huesa	Apartadero	En uso	23017	Cabra del Santo Cristo	Jaén
9	10907200000619	23049000017	50303	Apartadero de Mengibar-Las Palomeras	Apartadero	En uso	23049	Jabalquinto	Jaén
10	10907200000620	23059000018	50406	Apartadero de Los Siles	Apartadero	En uso	23059	Marmolejo	Jaén
11	10907200000621	23032000019	50400	Apartadero de Espeluy	Estación	En uso	23032	Espeluy	Jaén
12	10907200000622	23092000020	56004	Apartadero de Jódar-Úbeda	Estación	En uso	23092	Úbeda	Jaén
13	10907200000623	23017000021	56009	Apartadero de Cabra del Santo Cristo y Alicún	Estación	En uso	23017	Cabra del Santo Cristo	Jaén
14	10907200000624	23050000022	03100	Estación de Jaén	Estación	En uso	23050	Jaén	Jaén
15	10907200000625	23017000023	56007	Apartadero de Larva	Apartadero	En uso	23017	Cabra del Santo Cristo	Jaén

Figura 2. 2. Tabla de atributos de la capa " Estaciones y apeaderos en activo".

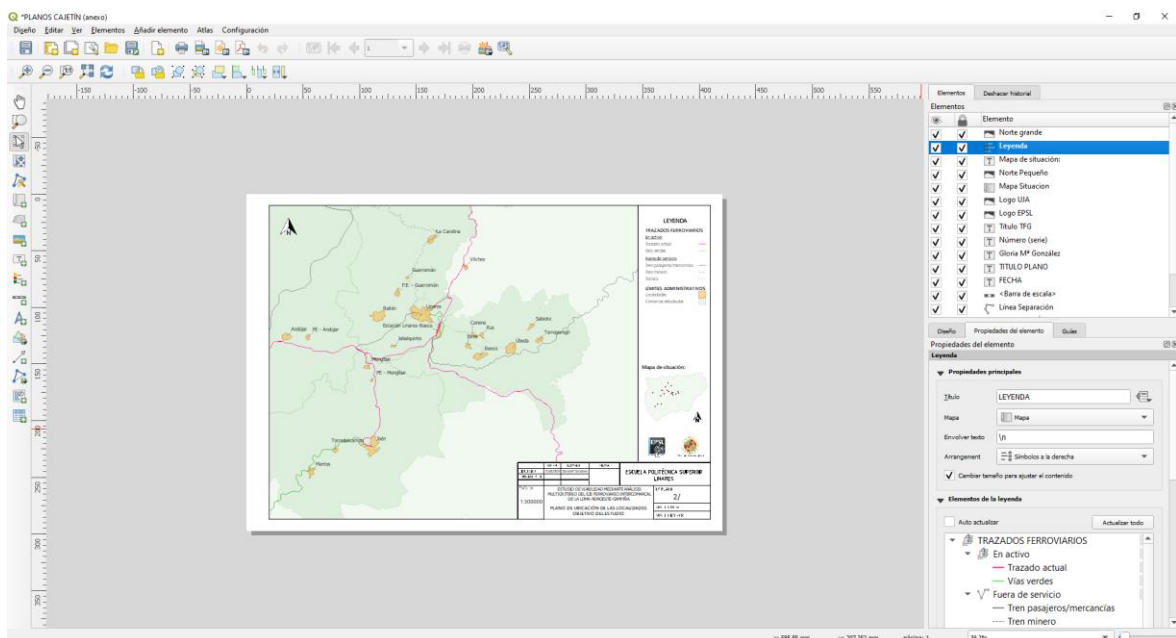


Figura 2. 3. Interfaz de composición de planos.

2.1.2.2.- Google Earth Pro

Google Earth Pro es una aplicación avanzada de Google que permite explorar imágenes satelitales y mapas en 3D de todo el mundo. Ofrece funciones muy prácticas como

medir distancias y áreas, crear mapas personalizados e importar datos GIS, resultando muy útil para la fase inicial del planteamiento de alternativas en este proyecto, especialmente por su capacidad para mostrar el perfil de elevación de una línea trazada.

Dada su interfaz intuitiva y visual, se ha empleado este programa a modo de prediseño, para evaluar la viabilidad de las alternativas propuestas antes de conocer la solución definitiva que se trazará en Civil 3D. Comparándolo con el anterior programa, ofrece muchas menos opciones, y sólo es posible cargar capas locales en su propio formato (.kml) o formato shape (.shp), pero la posibilidad de ver el relieve en 3D y el perfil de elevación de los trazados de forma instantánea lo convierte en una útil herramienta complementaria.

En la siguiente figura se observa la interfaz del programa con la representación esquemática de los trazados propuestos y el perfil de elevación de uno de ellos.

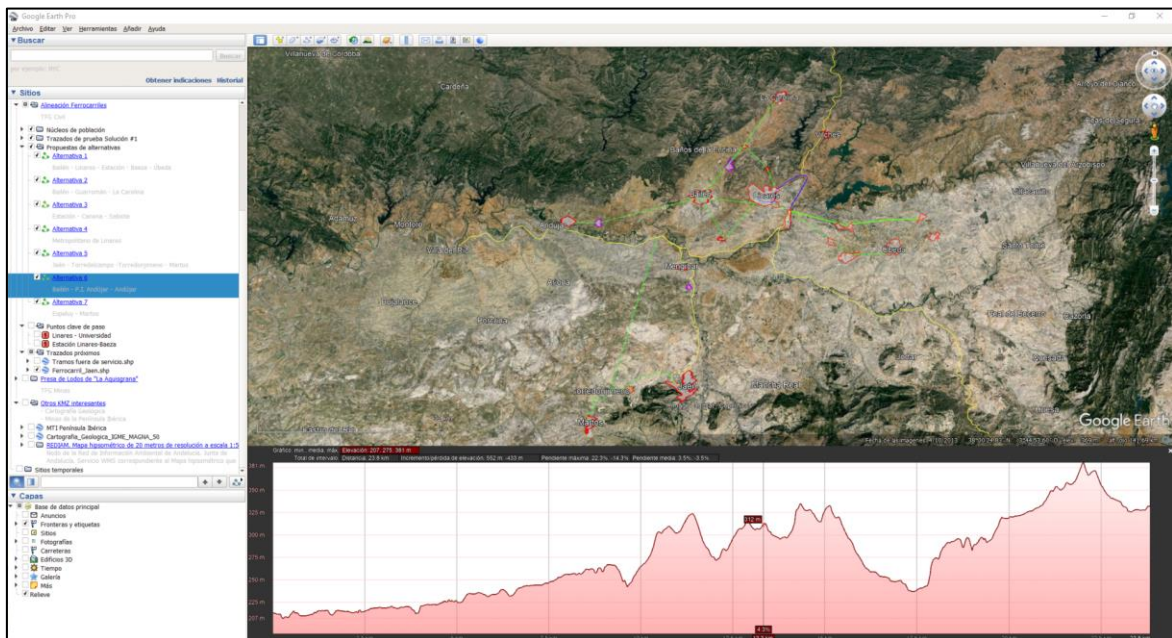


Figura 2. 4. Interfaz Google Earth Pro con el esquema de alternativas.

2.1.2.3.- Civil 3D

Civil 3D es un software integral para diseño y documentación en proyectos de ingeniería civil. Permite crear y gestionar alineaciones precisas, generar perfiles longitudinales y modelar el terreno, lo que simplifica el diseño geométrico de la vía y la planificación de obras de ingeniería. Además, ofrece herramientas para análisis de pendientes y curvas, simulación de tránsito, documentación detallada y gestión de datos, optimizando la eficiencia, precisión y coordinación en todas las etapas del desarrollo de un proyecto.

El programa ofrece la posibilidad de importar archivos de diferentes formatos, lo cual ha permitido cargar las curvas de nivel (MDE) en formato TIFF, descargadas del Portal de Datos de la Junta de Andalucía, y la información generada en QGIS sobre municipios y trazados de ferrocarril en activo, en formato SHAPE (figura 2.5).

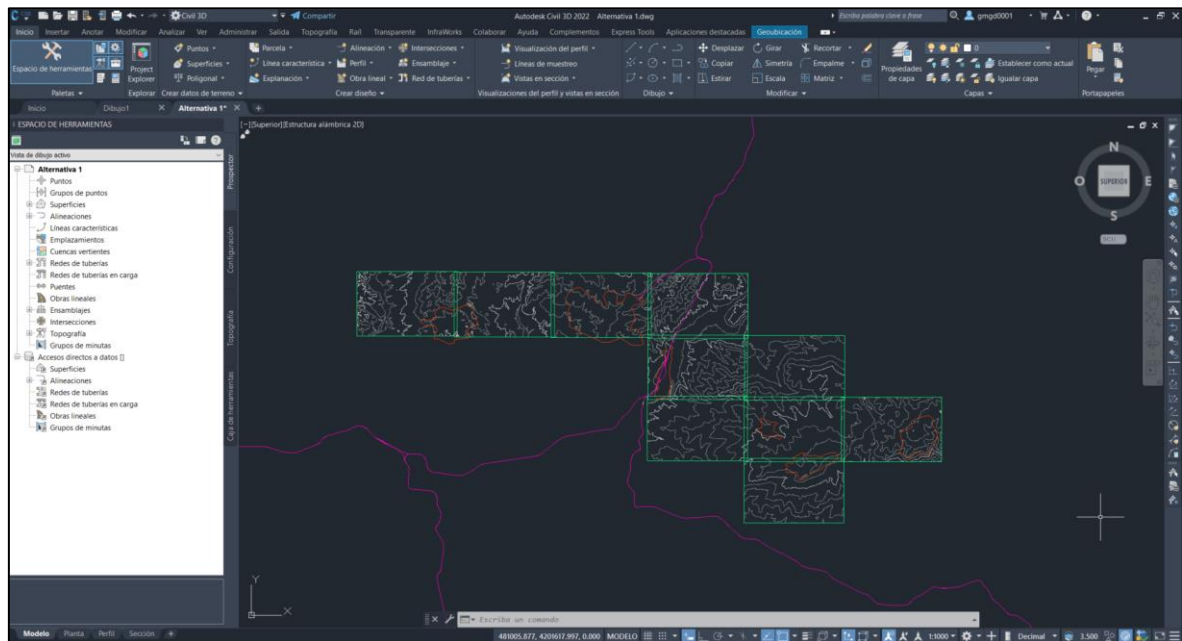


Figura 2. 5. Interfaz de Civil 3D con composición de información importada (TIFF y SHAPE)

Disponer de esta información permitirá realizar el trazado de la alineación más viable elegida en la fase final de este estudio. Una vez realizado el trazado se pueden generar perfiles y secciones del mismo.

Por último, el programa ofrece un visor de presentación (figura 2.6), para configurar el formato de los planos que se exportarán para incluirlos como anexos de este estudio.

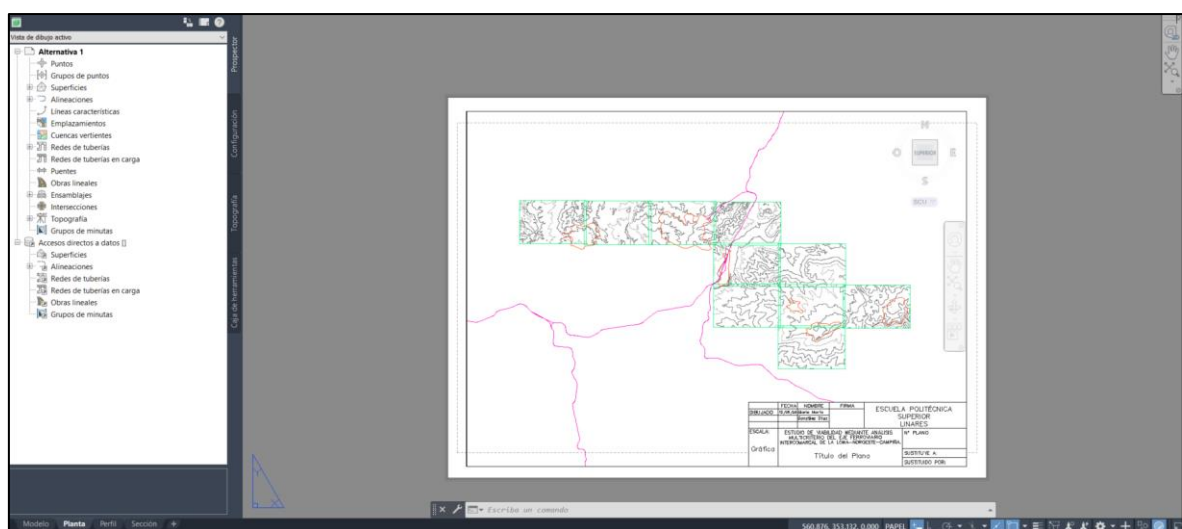


Figura 2. 6. Interfaz del visor de presentaciones de Civil 3D.

2.2.- Tipo de ferrocarril óptimo para el proyecto

Previamente a definir las alternativas de trazado que más se ajustan a las necesidades de la provincia, es necesario conocer el tipo de ferrocarril que se va a emplear, ya que esto influye directamente en el diseño del trazado dada la situación actual de las conexiones ferroviarias en Jaén.

Puesto que los trayectos pretenden conectar localidades que se encuentran a menos de 100 km entre sí, se podría recurrir tanto al uso del cercanías como del metro. Para analizar de forma más objetiva las aportaciones de ambas casuísticas, se muestra la siguiente tabla comparativa:

	Metro	Cercanías
Ancho de vía	Internacional / Métrico	Ibérico / Internacional
Gestión	Independiente a la red ferroviaria habitual	Compartida con red ferroviaria habitual (vía de uso compartido)
Velocidad máx.	50 - 70 km/h	100 – 120 km/h
Paradas soterradas	Sí	No habitual, pero posible
Frecuencia	Elevada (cada X minutos)	Baja (X veces al día)
Retrasos	Menores y menos frecuentes (<5min)	Más probables y mayores tiempos (<10min)
Población potencial	Área metropolitana de grandes urbes y alrededores	Conecta varias poblaciones
Precios	Más bajos (1'30€ aprox.)	Más elevados (1'80 – 3'60€ aprox.)
Paradas	Más frecuentes → menor velocidad comercial	Paradas puntuales (normalmente 1 o 2 por localidad)

Tabla 2. 1. Comparativa de las características generales del Metro y el Cercanías en Andalucía (elaboración propia).

En la tabla 2.1 se han marcado de color verde las cualidades más beneficiosas para los pasajeros, resultando ser el Cercanías el modo de transporte que más se adapta a este proyecto, a pesar de encontrarse muy igualado respecto a la valoración del Metro.

Más allá de esta evaluación objetiva, analizando las votaciones presentadas en el capítulo anterior, se observa una gran cantidad de respuestas de personas provenientes de diferentes localidades, lo cual exige que este proyecto adquiriera un nivel de escala mayor para poder ofrecer servicio al máximo de población posible.

2.3.- Descripción de las alternativas propuestas

Antes de comenzar con el desarrollo de la metodología multicriterio, será necesario conocer con mayor detalle todas las alternativas de trazado que se propusieron al final del capítulo 1 de este estudio.

2.3.1.- Alternativa 0: Sin modificaciones del estado actual.

Con la intención de ofrecer una valoración lo más objetiva posible, se contempla esta casuística, en la cual no se realizaría ningún cambio en los modos de comunicación respecto al estado actual, es decir, se trata de la situación en la cual se desestimarían todas las opciones de trazado propuestas.

2.3.2.- Alternativa 1: Bailén – Úbeda

A raíz de los resultados obtenidos de la encuesta, esta propuesta obedece a las poblaciones más votadas como localidades de origen y de destino, y además fundamenta uno de los objetivos de este estudio, que es conectar la Estación LB con las localidades próximas de forma rápida y que se adapte a las necesidades de la población.

Así, el trazado propuesto tiene sus inicios en Bailén y concluye en Úbeda, pasando por Linares, Estación LB y Baeza como se muestra en la siguiente figura:

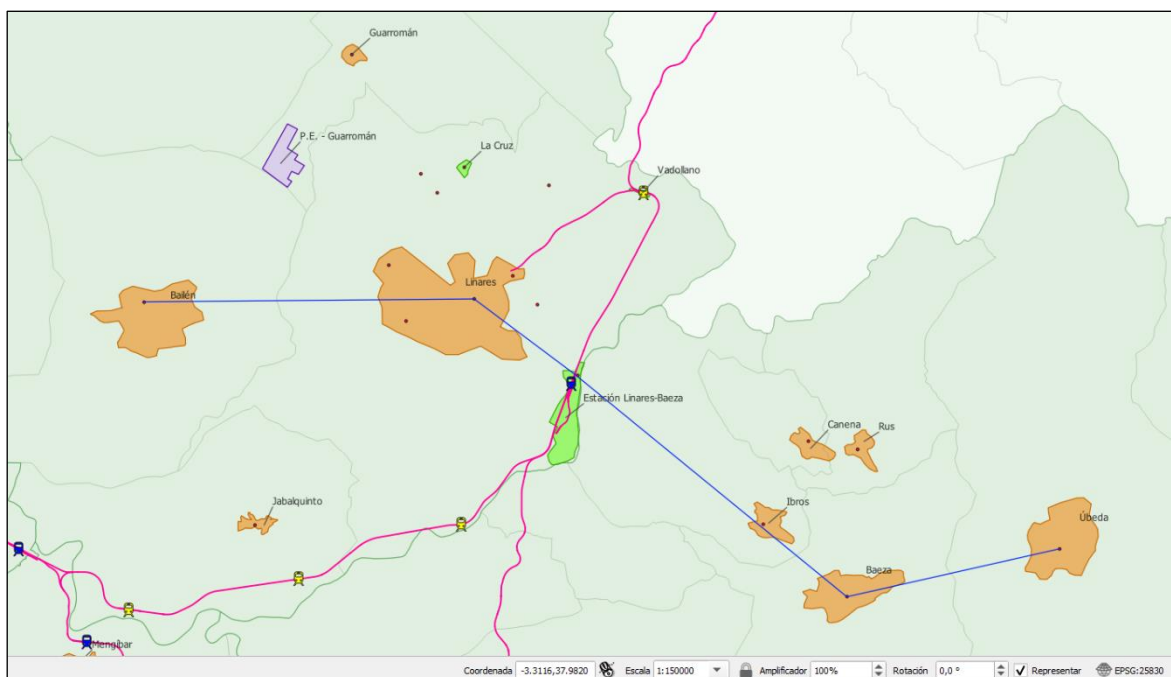


Figura 2. 7. Esquema de Alternativa 1: Bailén - Úbeda (elaboración propia)

Como se puede observar en la figura 2.5, la conexión entre Linares y la Estación LB está ya realizada mediante la red convencional de ferrocarril (en rosa), con lo que este tramo del trazado se reutilizaría, siendo de uso compartido para los trayectos de este cercanías y los de mercancías provenientes del Puerto Seco de Linares.

Cabe destacar que en todas las imágenes que se mostrarán en este apartado (2.3), el trazado en rosa representa la red ferroviaria actual, y el trazado azul corresponde con un esquema de la propuesta de trazado, es decir, que sólo conecta las localidades de la alternativa definida, pero no obedece ningún trazado que pudiera ser aplicable en la realidad. Sólo se realizará el diseño de trazado de la alternativa que resulte más viable después de concluir el estudio.

2.3.3.- Alternativa 2: Bailén – La Carolina

Esta alternativa realmente constituye una ampliación de la alternativa anterior, ya que no tiene sentido realizar esta conexión si el tramo se encuentra aislado de los trazados ya existentes.

Sin embargo, es un trazado muy interesante ya que conecta La Carolina con Guarromán, el Parque Empresarial de Guarromán y Bailén, de tal forma que esta última acabaría enlazando con la alternativa anterior, tal como se muestra en la figura 2.6.

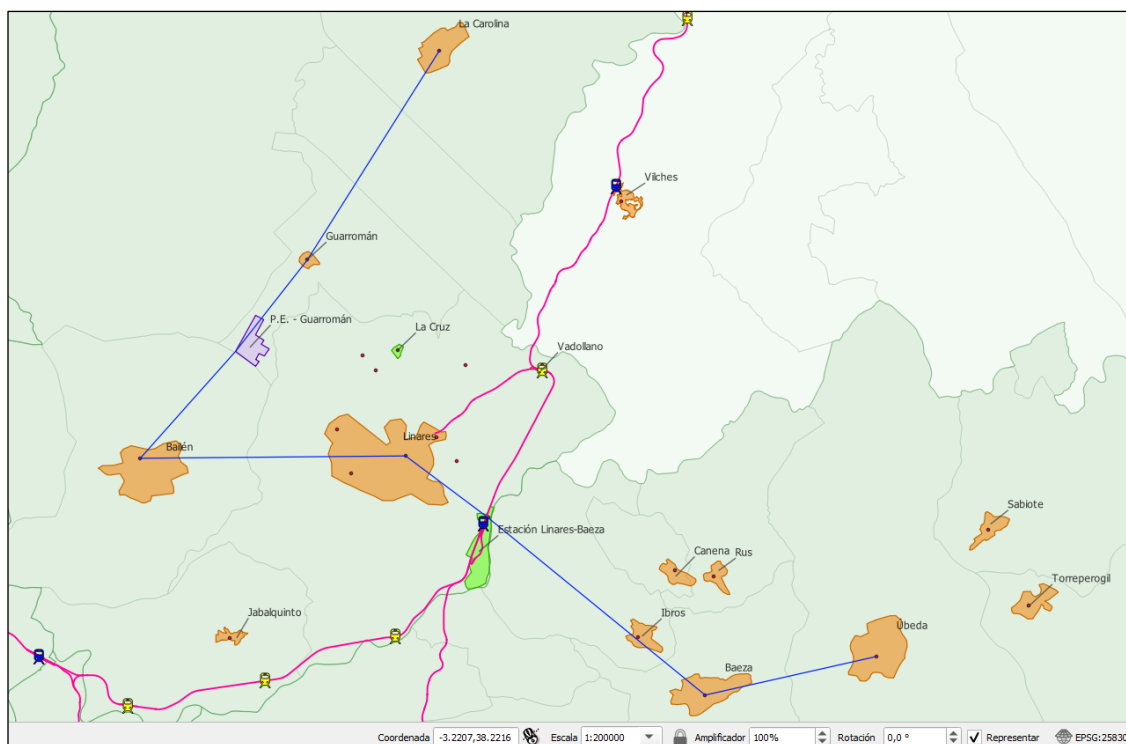


Figura 2. 8. Esquema de Alternativa 1 + Alternativa 2: Bailén - La Carolina (elaboración propia)

Lo más importante de este trazado es la conexión con el parque empresarial, porque dada la gran proyección industrial de este sitio, se estaría facilitando a muchas personas el trayecto a su lugar de trabajo y al mismo tiempo se estaría habilitando una nueva vía para el transporte de mercancías más competitiva, gracias al sistema ferroviario.

2.3.4.- Alternativa 3: Estación Linares-Baeza – Sabiote

Esta alternativa sí tiene sentido en sí misma, ya que conecta Sabiote con el trazado actual de la Estación LB, pasando por Canena (figura 2.7), aunque resulta una propuesta menos interesante que las anteriores ya que no conecta grandes núcleos de población ni industriales.

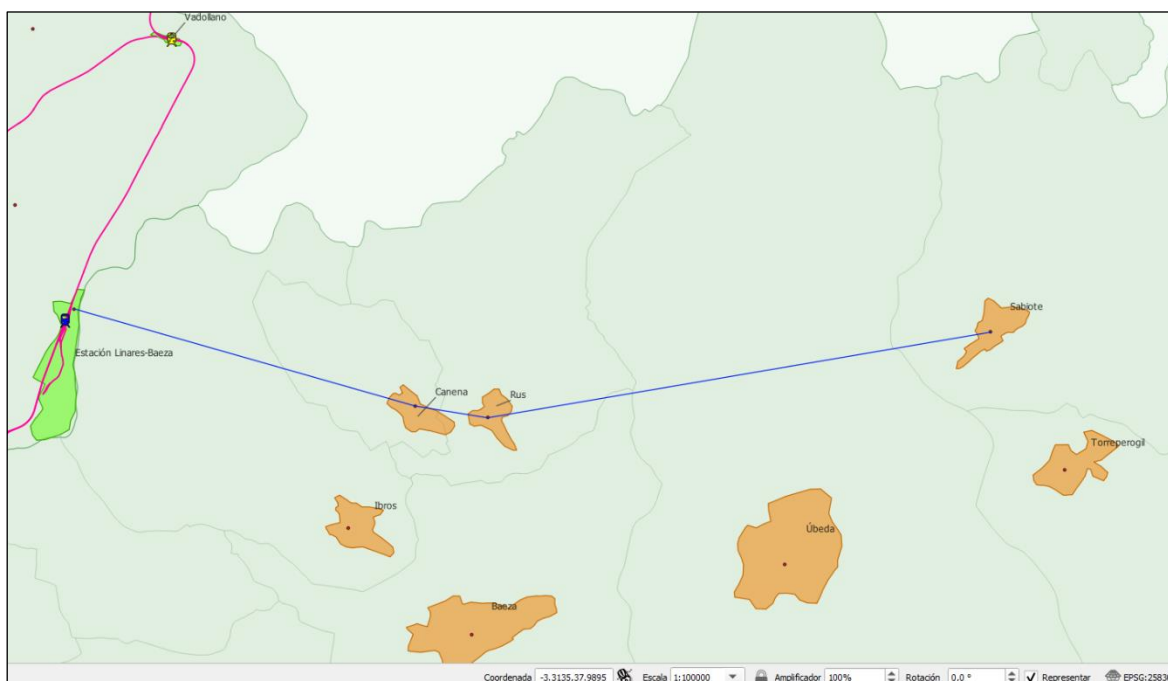


Figura 2. 9. Esquema de Alternativa 3: Estación LB - Sabiote (elaboración propia)

2.3.5.- Alternativa 4: Metropolitano de Linares

Esta alternativa sólo podría funcionar por sí misma si se habilitara la conexión entre Linares y Estación LB previamente.

El trazado propone una ruta circular que conecte las poblaciones próximas a Linares con esta, de tal forma que el recorrido sería: Linares – Jabalquinto – Bailén – P.E. Guarromán – Urb. San Roque – La Cruz – Urb. Las Encinas y El Arenal – Linares (figura 2.8).

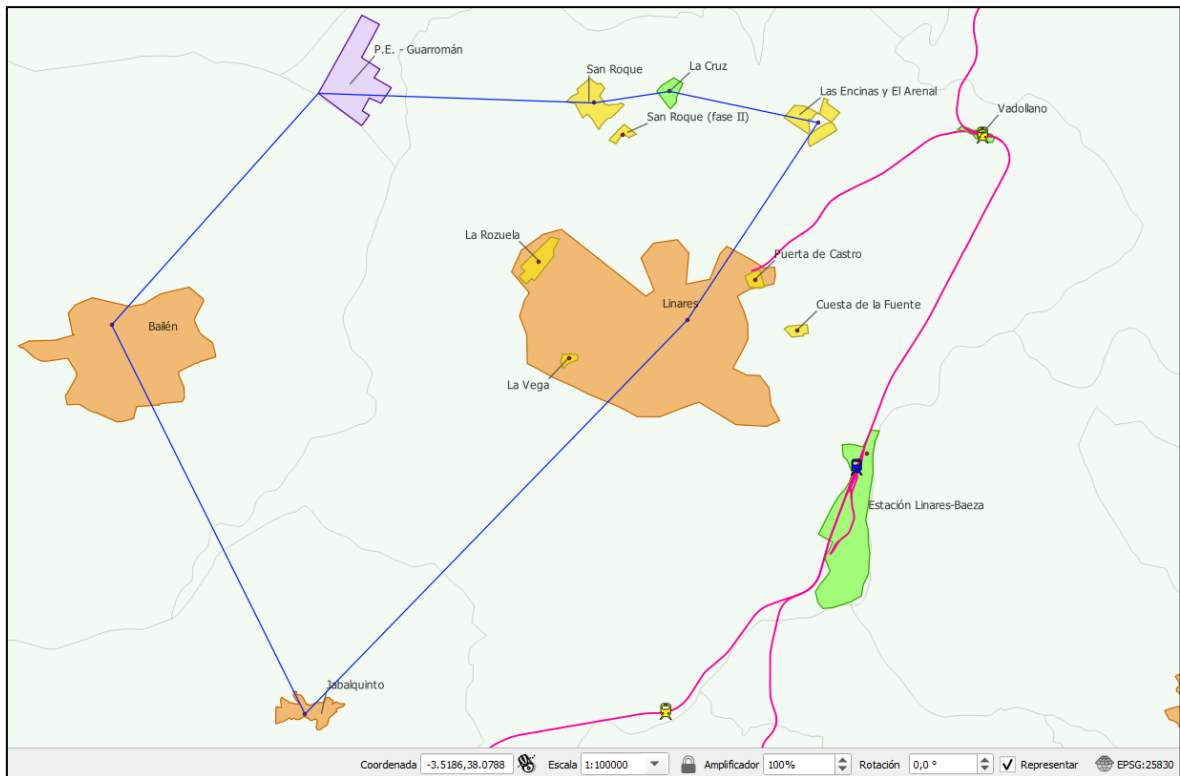


Figura 2. 10. Esquema de Alternativa 4: Metropolitano de Linares (elaboración propia)

Ante esta disposición, el cercanías sigue cumpliendo su cometido “por definición” que es conectar diferentes localidades, aunque con un trazado en disposición circular, que es más habitual en metropolitano. Es por ello que la alternativa se denomina “Metropolitano de Linares” a pesar de conectar también con localidades externas al límite territorial de la ciudad.

Las principales motivaciones de este trazado son:

- a) **Conectar Jabalquinto con Linares y Bailén procurando un transporte rápido y directo con ambas.** Esto se debe a que esta localidad de menor tamaño depende de Linares a nivel administrativo y sanitario, y además se encuentra muy próximo tanto a Linares como a Bailén, con lo que si la conexión ferroviaria implica un trayecto más lento que con el transporte rodado, no se hará uso del cercanías, aumentando el riesgo siniestral en la carretera de Jabalquinto y un constante aumento de emisiones de CO₂.
- b) **Conectar las urbanizaciones de extrarradio más alejadas con Linares.** Es habitual que los habitantes de estas zonas realicen desplazamientos a la localidad principal casi a diario, ya que se trata de áreas exclusivamente residenciales. Además, dada la ubicación de los 3 núcleos seleccionados, se ha

decidido establecer también conexión directa con el parque empresarial de Guarromán, facilitando el tránsito laboral tanto a este como a Linares.

En la figura 2.8 se han representado las principales urbanizaciones (amarillo) y núcleos secundarios (verde) de Linares, así como las localidades (naranja) y parques empresariales ubicados fuera de la población (morado).

No se ha tenido en cuenta en esta alternativa la conexión con las siguientes urbanizaciones y núcleos de población:

- **Estación LB y Vadollano**, porque ya cuentan con una parada en el trazado actual de la red ferroviaria.
- **Puerta de Castro**, porque con el trazado de la Alternativa 1 contaría con una parada justo enfrente de la urbanización, y además se encuentra dentro los límites actuales de la localidad.
- **Tobaruela, La Tortilla, Torrubia y Magdalena de Castro**, porque actualmente tienen un reducido número de habitantes o no los poseen.
- **La Rozuela, La Vega y Cuesta de la Fuente**, porque se encuentran dentro de los límites actuales de la localidad o a menos de 3 Km de ella.
- **Otros diseminados**, por el bajo número de habitantes no resulta viable conectar otros diseminados próximos a La Cruz, La Rozuela o Cuesta de la Fuente.

2.3.6.- Alternativa 5: Jaén – Martos

Esta alternativa podría realizarse de forma independiente a las anteriores, ya que parte de una conexión actualmente existente.

Este trazado comunica Jaén con Martos, pasando por Torredelcampo y Torredonjimeno.

Antaño este tramo estuvo en funcionamiento, pero se eliminó del recorrido actual, convirtiendo la plataforma ferroviaria en una vía verde, como se observa en la figura 2.9 (trazado verde).

A día de hoy, dado el crecimiento empresarial de Martos, sería muy interesante rehabilitar la conexión para fluidificar el tráfico en horario laboral entre esta localidad y Jaén,

ya que este tramo de carretera es uno de los focos de ruido estudiados en el MER de 2012, como se explicó en el apartado 1.2.2 de este estudio.

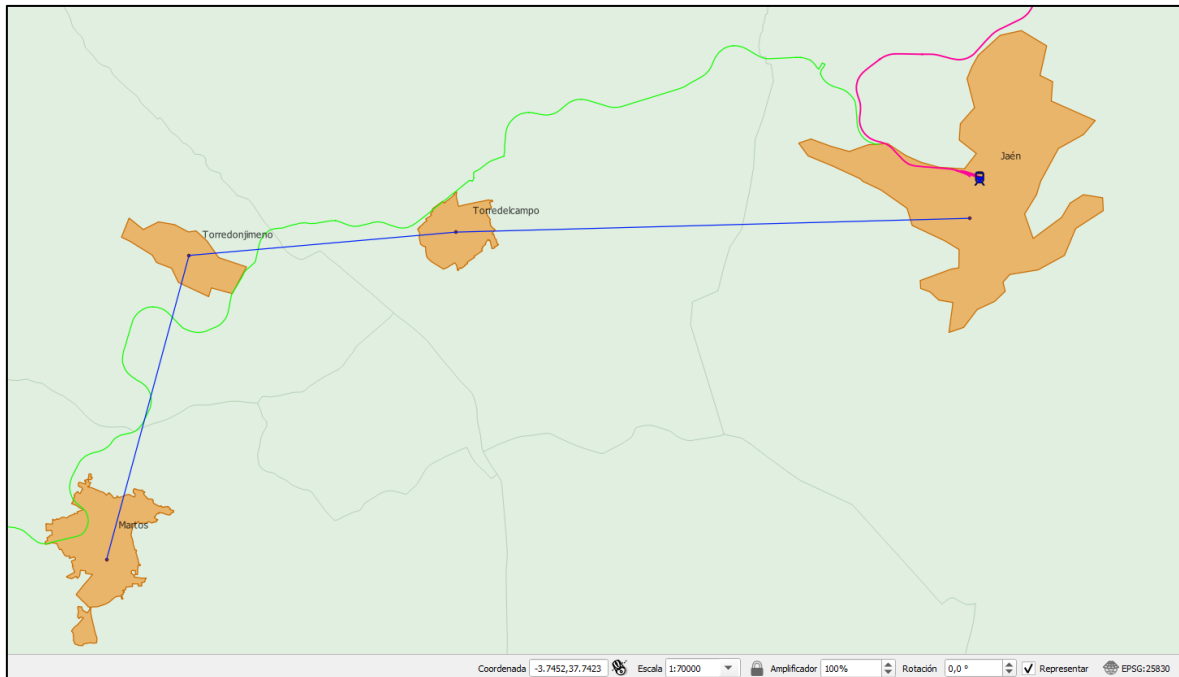


Figura 2. 11. Esquema de Alternativa 5: Jaén - Martos (elaboración propia)

2.3.7.- Alternativa 6: Bailén – Andújar

Esta alternativa sólo se podría realizar en caso de que las alternativas 1 y/o 2 construyeran previamente, ya que esta conexión no tiene interés de forma aislada.

Este diseño tiene varios objetivos:

- a) Prolongar el trazado de la alternativa 1 para tener conectadas las 4 capitales de las comarcas estudiadas.
- b) Establecer una conexión directa entre Bailén y Andújar, ya que sería un trayecto demasiado largo si se quisiera hacer en ferrocarril.
- c) Hacer que el trazado tenga paradas en el parque empresarial de Andújar y en su propia localidad, estando más cercana al núcleo habitado, dada la distancia a la que se encuentra la estación de Andújar de la población.
- d) Cerrar el trazado circular entre la estación de Andújar y la Estación LB junto con la alternativa 1.

En la figura 2.10 se observa el esquema del trazado descrito:

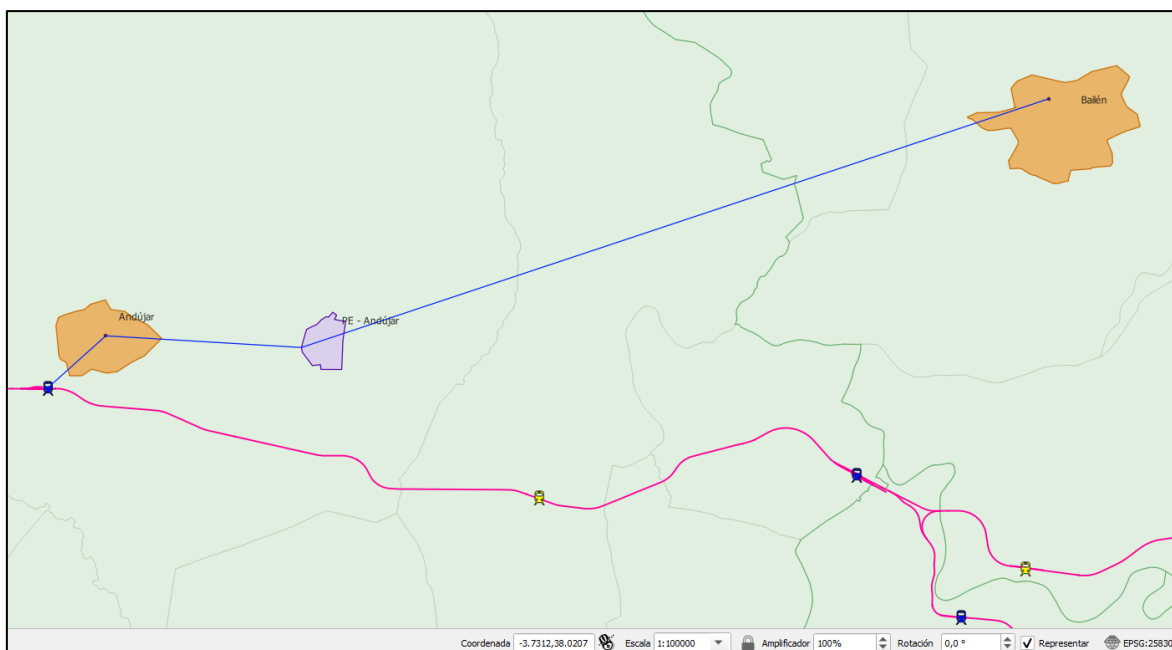


Figura 2. 12. Esquema de Alternativa 6: Bailén - Andújar (elaboración propia)

Una vez conocidas todas las alternativas propuestas, a continuación, se muestra un plano (incluido en el Anexo de Cartografía) que muestra todas las alternativas definidas previamente:

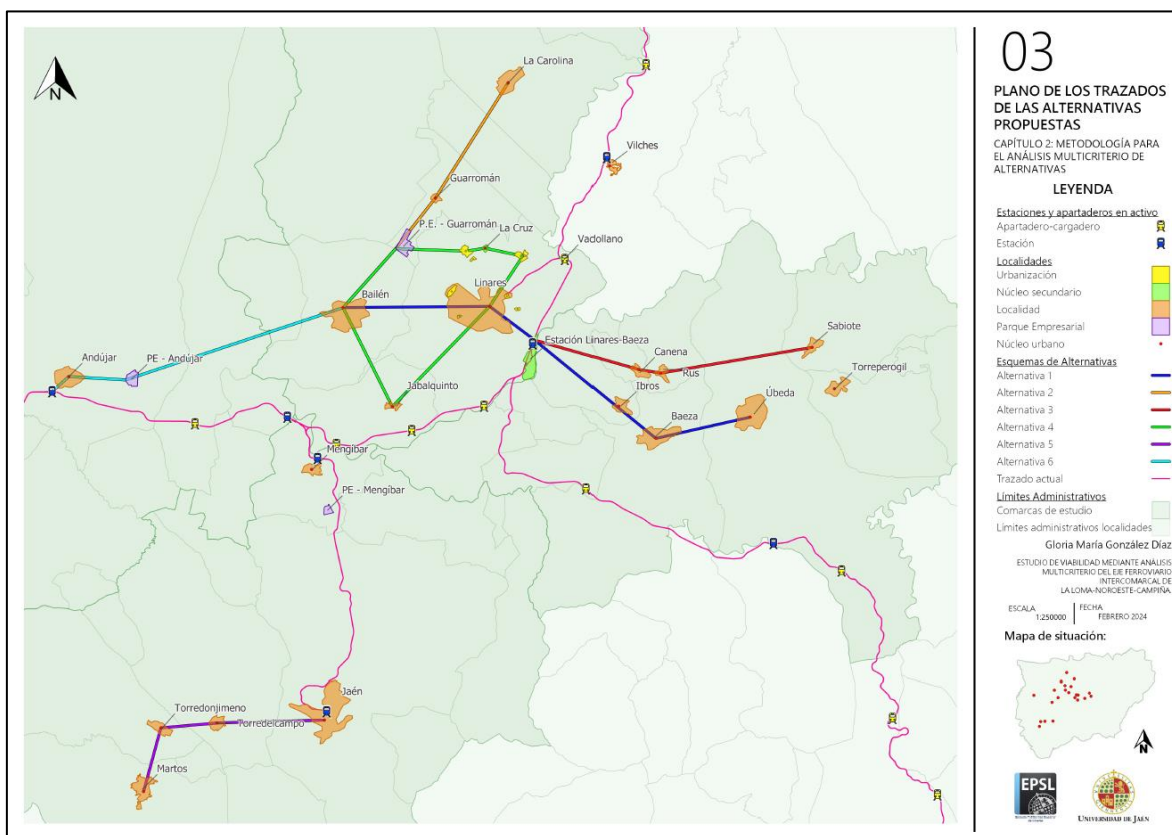


Figura 2. 13. Plano de los trazados de las alternativas propuestas (elaboración propia)

2.4.- Establecimiento de criterios para el análisis multicriterio.

Una vez descritas las alternativas que se valorarán en este estudio, es necesario definir el método de evaluación. En este caso se ha escogido un método de análisis multicriterio en el cual se tendrán en cuenta numerosos aspectos de cada propuesta de forma aislada, con la intención de otorgarle una valoración objetiva y equilibrada a cada una.

2.4.1.- Descripción del análisis multicriterio

Puesto que se trata de un estudio de viabilidad, en este análisis se valorarán cuestiones determinantes durante el planteamiento de un proyecto, pero expuestas a nivel teórico y con cálculos aproximados en base a ejemplos preexistentes, ya que los cálculos e investigaciones de mayor profundidad se salen de las competencias de este tipo de estudios.

Las cuestiones que se evaluarán son las siguientes: Economía, Medio ambiente, Impacto y aceptación Social y Viabilidad Técnica.

2.4.2.- Criterio 1: Valoración Económica

Este es posiblemente uno de los criterios más influyentes en la toma de decisión de un proyecto, siendo además un valor que fluctúa mucho dependiendo de las características del mismo, como son: la geología, la topografía, las infraestructuras urbanas preexistentes, las expropiaciones que se deban llevar a cabo, la tipología de las instalaciones a construir...

Puesto que en este estudio no se realizarán cálculos específicos del trazado, y el rango medio de los costes por kilómetro en España es muy amplio, se emplearán para este proyecto valores obtenidos de la experiencia de proyectos previos:

- Trazados de nueva creación: **4.000.000,00 €/km.**

Este valor se toma del coste aproximado de varios proyectos: Línea Ferroviaria entre Lleida y La Pobra de Segur (3 m€/km), Línea de Media Distancia entre Huesca y Canfranc (6 m€/km), Línea de Media Distancia entre Plasencia y Badajoz (2 m€/km), y Línea Valladolid-Palencia (4 m€/km).

- Trazados rehabilitados: **3.000.000,00 €/km.**

Este valor se toma del coste aproximado de varios proyectos: Rehabilitación de la Línea de Ferrocarril entre Vigo y Ourense (4 m€/km), Renovación de Vía

entre Sevilla y Jerez de la Frontera (3 m€/km), y Rehabilitación de la Línea Ferroviaria entre Santander y Bilbao (1,25 m€/km).

Además, es importante tener en cuenta que, a causa de la limitación de pendiente para los trazados ferroviarios se produce un incremento de la longitud del recorrido para adaptar el trazado a las curvas de nivel. Según la normativa española, el mencionado límite máximo de pendiente es del 2% (FEVE, 1999).

Es por esto que no se pueden calcular los costes aproximados de las alternativas en base a la distancia en línea recta entre localidades (como se muestra en los esquemas previos). Ante esta problemática, se emplearán las distancias medidas en los esquemas para calcular una longitud final teórica, aplicándoles un factor de proporcionalidad obtenido a través de la experiencia, el cual se aplicará a todos los trazados de este estudio por tratarse de zonas con características topográficas similares.

Este factor se ha calculado redondeando el cociente obtenido de la longitud del trazado real Linares – Estación LB (16.455,34 m), entre la longitud del esquema que conecta ambas localidades (4.969,68 m), indicados en la figura 2.12 en rosa y azul respectivamente, resultando un valor de 3,3.

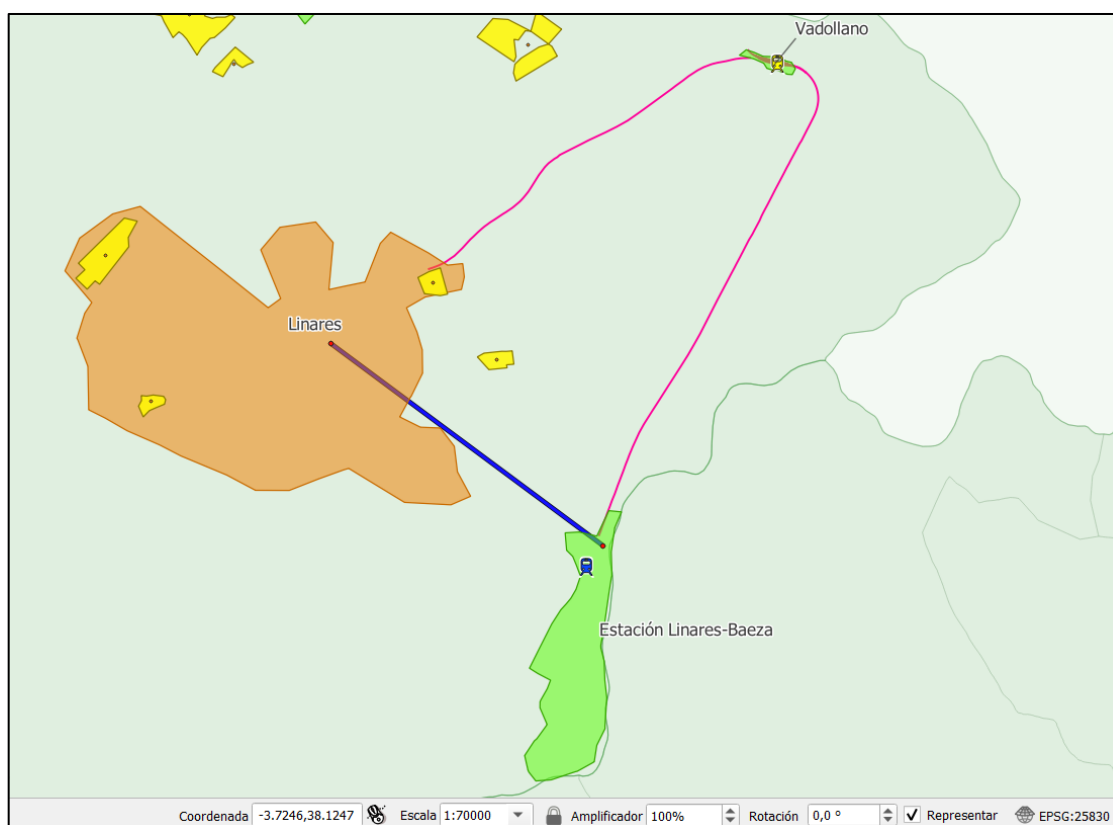


Figura 2. 14. Representación del trazado real (rosa) y esquemático (azul) entre Linares y la Estación LB (elaboración propia).

Por último, al tratarse de trazados en la provincia de Jaén, también conocida como “el mar de olivos”, es evidente que los diseños pueden atravesar zonas de cultivo que podrían ser expropiadas para poder proceder a la construcción de la plataforma. Dado el elevado precio de los olivos, este factor puede suponer un importante incremento en los costes de la obra. Sin embargo, como no se realizará un diseño real de cada una de las alternativas, es imposible conocer cuántos km² de cultivo se verían afectados, y por ende, no será un factor que se tome en cuenta en la valoración actual.

2.4.3.- Criterio 2: Medio ambiente

Hay varios aspectos que influyen en este criterio, y consecuentemente, se evaluarán por separado para ofrecer un análisis más completo.

En primer lugar, se valorará el impacto en la calidad del aire. Es habitual en este criterio hablar de Emisiones de CO₂, aunque en el caso que nos ocupa no son tan relevantes las emisiones del ferrocarril como la reducción de las mismas en el transporte rodado (propiciada por su menor uso). Esto se debe a la abismal diferencia entre la generación de CO₂ de ambos modos de transporte (ya detallada en capítulos anteriores), que hace que las cifras del ferrocarril sean insignificantes en comparación con el segundo modo, centrando su verdadero impacto en la mejora medioambiental que supone un menor uso del vehículo particular.

Seguidamente, el segundo aspecto a tener en cuenta será el ruido. En este caso sí son relevantes tanto los datos de ruido a causa del tráfico, como la previsión de zonas urbanizadas que se puedan ver afectadas por el ruido y las vibraciones del ferrocarril y sus instalaciones.

Por último, podría ser interesante valorar el impacto sobre la fauna y la flora local, sin embargo, al tratarse de un área de estudio tan reducida, los seres vivos afectados por cualquiera de las alternativas de trazado y la magnitud del impacto en cada una de ellas serían muy similares, con lo que no tiene sentido emplearlo como criterio discriminatorio durante el análisis.

Por tanto, aunque se identifican 3 factores a analizar (Reducción de emisiones GEI, Reducción de ruido de tráfico y Generación de ruido en zonas urbanizadas), se van a valorar agrupados de la siguiente manera:

- Reducción de GEI y ruido (ya que ambas están relacionadas con la disminución del tráfico y adquieren valoraciones similares)
- Generación de ruido y vibraciones en zonas urbanizadas.

2.4.4.- Criterio 3: Impacto Social

En este criterio hay varios aspectos evaluables con diferentes grados de relevancia dentro el propio análisis social. Se muestran a continuación ordenados de mayor a menor relevancia:

- Crecimiento Ferroviario
- Desplazamientos laborales
- Oferta de infraestructuras y servicios entre localidades
- Crecimiento industrial
- Ocio

El crecimiento ferroviario encabeza el orden de prioridades porque se considera en sí mismo un objetivo principal de este proyecto, ya que al conectar la Estación LB con el resto de localidades, se pretende aumentar la demanda de servicios de esa estación, dando lugar a un crecimiento de la misma. Este avance es muy necesario a nivel social y estratégico, pues mejoraría la industria ofreciendo una red de transporte de mercancías más completa, y además se podría llegar a proponer la transformación de la vía actual (ancho ibérico) a una vía de carril triple, de tal forma que permita también circular trenes de ancho internacional, como es el caso del AVE.

Los dos siguientes aspectos buscan saciar las necesidades de los habitantes de la zona, facilitando los desplazamientos laborales, por motivos de salud o por compras de primera necesidad en otras localidades, que a su vez responden al segundo objetivo del proyecto. Estos valores junto con el del ocio se deducirán de los resultados obtenidos en la encuesta anónima realizada.

Por último, el crecimiento industrial se considera de mayor relevancia que el ocio, atendiendo a los motores económicos de estas comarcas, y se valorarán de forma positiva las alternativas que conecten parques empresariales para dotarlos de transporte de mercancías por ferrocarril.

2.4.5.- Criterio 4: Dificultad Técnica

En este criterio se tendrán en cuenta todos los factores que faciliten o dificulten el diseño o realización de un trazado ferroviario.

En primer lugar, lo más intuitivo es pensar en la topografía del terreno, puesto que afectará radicalmente en el diseño debido a la limitación de pendientes al 2% de los trazados ferroviarios. Sin embargo, hay diferentes maneras de afrontar una problemática de este tipo, ya sea mediante movimiento de tierras, túneles y viaductos, o prolongando el trazado para encontrar cambios más paulatinos de cotas. Esta posibilidad de hacer frente a los contratiempos de este tipo hace que, aunque sea un factor muy relevante, no sea el más importante a tener en cuenta.

El primer puesto en cuanto a relevancia se lo llevan la geología y la estabilidad del terreno, ya que estos dos factores definen la viabilidad de la construcción. Esta viabilidad se ve afectada por la presencia de ríos o aguas subterráneas, la columna estratigráfica de las zonas por las que se realiza el trazado (dependiendo del material, la estabilidad de la construcción puede verse o no comprometida), la presencia de oquedades subterráneas que amenacen la estabilidad del terreno (posibilidad de subsidencia como en zonas mineras abandonadas)... Estos factores además de influir en los costes de mantenimiento de la estructura también afectan a la seguridad de la construcción y de los propios pasajeros.

Por último, hay un aspecto que puede resultar positivo para la implantación de nuevos trazados, y es la reutilización de trazados preexistentes, ya sea por compartir la infraestructura que se encuentra en activo con otros servicios ferroviarios, o por rehabilitar la plataforma de un antiguo trazado (ya inactivo). En ambos casos se reducen considerablemente las inversiones durante la implantación del trazado.

2.5.- Establecimiento de la ponderación de cada criterio.

Para una evaluación más detallada de los criterios previamente descritos, se realizarán dos tipos de ponderaciones:

2.5.1.- Ponderación de Conjuntos

Corresponde al porcentaje aplicado al resultado final de cada uno de los criterios, en función de su influencia en los objetivos de este estudio y en la adjudicación de proyectos de este tipo.

Como ya se ha determinado previamente, en este análisis se tendrán en cuenta 4 criterios principales, que son: la economía, el medio ambiente, el impacto social y la dificultad técnica.

De estos criterios, se considerará de mayor peso el impacto social, ya que este estudio busca hallar soluciones que cumplan con las necesidades de los habitantes de las comarcas, así como con la estrategia de crecimiento de las mismas. Por esta razón se le aplicará un porcentaje 40%.

Seguidamente, el factor más influyente será el económico, pues es un factor determinante a la hora de priorizar propuestas de construcción. A pesar de que en los procesos de licitación de proyectos no se permite que a este criterio se le otorgue una ponderación inferior al 51%, en este estudio se le otorgará un 30%, no sólo porque no se puedan obtener valores más detallados para calcular los costes, sino también porque se prioriza el impacto social al estar más relacionado con los objetivos de este proyecto.

En tercer lugar, se encuentra la dificultad técnica, puesto que afecta directamente sobre los costes de construcción, además de categorizar las propuestas según el riesgo estructural que implican debido a la interacción con el medio. Se le aplicará un 20%.

Por último, se encuentra el medio ambiente, que toma menos relevancia porque se buscan factores diferenciales entre las alternativas propuestas, y los factores dentro de este criterio no entrañan grandes riesgos. Más concretamente, para el caso de la reducción de ruido y CO₂, ambas se tratan de mejoras respecto a la situación actual; y en el caso de los ruidos y vibraciones que se pueden generar en zonas urbanizadas, el propio diseño del cercanías hace que no suponga un problema, ya que el trazado no está pensado para que recorra zonas céntricas de las localidades, sino para que se quede en las afueras teniendo parada en las proximidades de polígonos industriales y hospitales comarcales. Por todo esto, y de forma específica para este análisis de viabilidad, se le otorgará un 10% a este criterio.

2.5.2.- Ponderación de Subconjuntos

Se define como el porcentaje que se aplica a los factores que componen cada criterio de forma aislada, en función de las prioridades definidas en el subapartado 2.4 de este capítulo.

2.5.2.1.- Valoración Económica

En este criterio, aunque se calculan por separado los costes de nueva construcción y los de rehabilitación, finalmente lo que se valoran son las cuotas totales de cada alternativa de trazado, y se otorgará una puntuación de 0 a 10 a cada uno de los trazados, siendo el 0 la opción más cara, y el 10 la más barata.

Por tanto, una vez se obtengan esas puntuaciones, en este criterio sólo está compuesto por ese factor, con lo que se le aplica el 100% de su valor.

2.5.2.2.- Medio Ambiente

Este criterio se compone de 2 factores, que adquieren la misma relevancia entre sí debido a las justificaciones reflejadas en el subapartado 2.4.3., por tanto, cada uno de los factores obtendrán un porcentaje del 50%.

2.5.2.3.- Impacto Social

En este caso hay 5 factores que sí presentan bastantes diferencias entre sí, por ello, en base a la explicación previa del subapartado 2.4., se les aplicarán los siguientes porcentajes:

Laboral	20%
Infraestructuras y Servicios	20%
Ocio	5%
Crecimiento Industrial	10%
Crecimiento ferroviario	35%

Tabla 2. 2. Tabla de ponderaciones de subconjuntos aplicadas a los factores de Medio Ambiente.

2.5.2.4.- Dificultad Técnica

Al igual que en el criterio anterior, toda la justificación de las prioridades de estos factores se ha desarrollado previamente en el subapartado 2.4., y a continuación se muestran los porcentajes aplicados en consecuencia:

Topografía	35%
Trazado reutilizable	20%
Geología y Estabilidad	45%

Tabla 2. 3. Tabla de ponderaciones de subconjuntos aplicadas a los factores de Dificultad Técnica.

CAPÍTULO 3: RESULTADOS

3.1. Desarrollo del análisis multicriterio.

En este capítulo se procederá al análisis detallado de cada una de las alternativas, desarrollando la información valorada en cada criterio para justificar así la asignación de puntuaciones en cada caso.

Una vez finalizado este proceso de análisis, se visualizarán los resultados obtenidos tras aplicar las ponderaciones definidas en el capítulo anterior.

3.1.1.- Análisis de las alternativas en función de los criterios definidos y justificación de la puntuación asignada en cada caso

Antes de iniciar con la justificación de las puntuaciones, es preciso conocer el sistema empleado para la asignación de puntos en cada caso:

- Se emplearan valores de 0 al 10 para puntuar cada uno de los factores que componen los 4 requisitos definidos.
- En estas valoraciones se considerará el 0 como la peor puntuación y el 10 como la mejor.
- Las casuísticas se analizarán de forma individual y también en contraste con el resto de alternativas, con la intención de otorgar valores coherentes y objetivos en todo momento, además de buscar el factor discriminatorio en este proceso.

3.1.1.1.- Alternativa 0: Sin modificaciones del estado actual.

a) Análisis económico

Lógicamente, si no se realiza ninguna acción, no supondrá ningún desembolso económico, lo cual podría hacer esta casuística llamativa. Analizando objetivamente este caso, a esta alternativa se le otorgará el 10 en la valoración económica.

Sin embargo, no hay que perder de vista que facilitar la movilidad interurbana fomenta la economía de las localidades, además de ser un derecho constitucional (art. 19 CE) que se debe favorecer y facilitar siempre que sea posible, para que los ciudadanos puedan ejercer su libertad de movilidad sin verse coartados por limitaciones materiales o económicas.

Cabe destacar que favorecer la conectividad también conlleva un crecimiento industrial gracias a la ampliación de la red de transporte de mercancías. Este aspecto es de especial relevancia, ya que Jaén se ha posicionado entre las 6 provincias de España con más paro en los dos últimos trimestres de 2023 (T3: 23,25% / T4: 18,95%) según los últimos datos publicados en 2024 por el INE sobre las tasas de actividad, paro y empleo, como se puede apreciar en la tabla 3.1.

Por tanto, no es cierto que esta opción sea la más barata de forma global, ya que reduce los ingresos futuros de las localidades, aunque estas consecuencias se verán reflejadas en otros criterios que se analizarán más adelante.

	Tasa de paro de la población			
	2023T4	Orden T4	2023T3	Orden T3
01 Araba/Álava	5,03	52	9,15	36
02 Albacete	11,96	20	9,24	35
03 Alicante/Alacant	13,28	19	11,46	22
04 Almería	14,46	15	19,83	6
05 Ávila	11,30	26	10,95	25
06 Badajoz	17,59	7	18,98	8
07 Balears, Illes	11,38	24	5,72	52
08 Barcelona	8,44	40	8,35	41
09 Burgos	8,41	42	6,94	49
10 Cáceres	13,96	18	11,71	20
11 Cádiz	20,82	4	21,38	4
12 Castellón/Castelló	13,97	17	14,06	15
13 Ciudad Real	16,27	10	15,28	13
14 Córdoba	15,43	13	17,89	9
15 Coruña, A	8,44	40	8,15	43
16 Cuenca	11,30	26	9,86	30
17 Girona	9,28	38	9,00	37
18 Granada	21,34	3	21,45	3
19 Guadalajara	9,31	37	11,07	24
20 Gipuzkoa	6,35	49	8,67	39
21 Huelva	20,57	5	19,61	7
22 Huesca	10,85	28	6,41	51
23 Jaén	18,95	6	23,25	2
24 León	10,34	31	10,41	28
25 Lleida	5,42	50	7,63	47
26 Rioja, La	9,52	34	9,61	31
27 Lugo	7,35	45	9,39	33
28 Madrid	9,72	33	10,53	27
29 Málaga	16,49	9	16,05	11
30 Murcia	11,32	25	13,39	16
31 Navarra	9,32	36	9,29	34
32 Ourense	9,77	32	8,64	40
33 Asturias	11,81	23	13,09	17
34 Palencia	6,92	47	6,61	50
35 Palmas, Las	15,48	12	14,64	14
36 Pontevedra	10,41	30	10,78	26
37 Salamanca	10,56	29	11,23	23
38 Santa Cruz de Tenerife	16,94	8	15,86	12
39 Cantabria	7,48	44	7,48	48
40 Segovia	8,01	43	10,17	29
41 Sevilla	15,69	11	16,25	10
42 Soria	5,36	51	7,69	46
43 Tarragona	14,45	16	9,59	32

44 Teruel	9,46	35	8,31	42
45 Toledo	11,84	22	11,93	19
46 Valencia/València	11,93	21	11,55	21
47 Valladolid	8,62	39	8,88	38
48 Bizkaia	6,69	48	7,87	45
49 Zamora	15,41	14	12,66	18
50 Zaragoza	6,96	46	8,01	44
51 Ceuta	28,35	1	27,79	1
52 Melilla	27,42	2	20,89	5

Tabla 3. 1. Tasas de paro por provincia (INE, 2024)

b) Análisis medioambiental

A nivel medioambiental no mejora ni empeora, ya que se mantiene igual, aunque desde el punto de vista de los objetivos europeos frente al cambio climático supone una solución poco recomendable, ya que no colabora en la consecución de las cifras marcadas para 2030.

Esta posición neutra se percibe en la puntuación final del criterio, ya que se le han otorgado los siguientes valores (tabla 3.2):

2) Medio Ambiente		Valores	Justificación
Reducción GEI y ruido	50,0%	0	Perjudica porque si no se hace nada la cantidad de ruido y emisiones continuaría en aumento.
Ruido y Vibraciones urb.	50,0%	10	Beneficia porque no se generan nuevos ruidos en zonas en las que actualmente no hay tráfico.
TOTAL		5,00	

Tabla 3. 2. Valoración Medio Ambiente para la Alternativa 0.

c) Análisis social

Los factores sociales se evaluarán esencialmente a partir de los resultados de la encuesta realizada a los habitantes jiennenses.

Para el caso de esta alternativa, se entiende que la propuesta perjudica los intereses sociales puesto que merma el avance. Además, el 100% de los encuestados ha presentado quejas o reticencias al sistema actual de transporte público interurbano, lo cual denota su disconformidad con que la situación permanezca sin cambios.

Es por ello que a todos los factores que componen este criterio se les ha otorgado un 0 en la valoración de esta alternativa.

d) Análisis técnico

Los factores analizados en este criterio (Topografía, Trazado reutilizable y Geología y estabilidad del terreno) no son medibles en esta alternativa, por lo que no pueden considerarse ni positivos ni negativos. Es por ello que en todos los factores de este criterio se ha asignado un valor de 5, para que la alternativa permanezca “neutra”.

3.1.1.2.- Alternativa 1: Bailén – Úbeda

a) Análisis económico

Para esta alternativa y las sucesivas se ha hecho una estimación económica aproximada, puesto que es un dato que no se puede conocer con certeza sin realizar el diseño del trazado definitivo, pero no deja de ser un dato de especial relevancia a la hora de estudiar la viabilidad de un proyecto.

Para estimar el coste de cada alternativa se han realizado las siguientes aproximaciones:

- Longitud del trazado: Como ya se detalló en el capítulo anterior, se ha calculado un factor de proporcionalidad en base a datos preexistentes para hallar la longitud final estimada del trazado, que es 3,3. Aplicando este factor sobre la longitud total del esquema propuesto, se obtiene una longitud teórica de 130,84 m.
- Costes de nueva construcción: 4.000.000,00 € por km de vía (justificación de la estimación realizada en el capítulo 2).
- Costes de rehabilitación: 3.000.000,00 € por km de vía (justificación de la estimación realizada en el capítulo 2).
- Coste total del trazado: En esta alternativa, se rehabilitaría sólo 1 de los 4 tramos que componen el trazado propuesto, por tanto, para hallar el resultado final se ha sumado $\frac{1}{4}$ de la longitud teórica con costes de rehabilitación y $\frac{3}{4}$ con costes de nueva construcción. Resultando un coste de 490.643.876,25 €.

Comparando el coste calculado de todas las alternativas, esta propuesta resulta ser la segunda más cara, por lo que se le ha asignado un valor de 2 en una escala del 0 al 10.

b) Análisis medioambiental

Como ya se detalló en el capítulo 2, este criterio se compone de 2 factores que serán analizados individual y objetivamente, de tal forma que la valoración total del criterio se obtendrá de la suma del 50% de ambos.

A continuación, se detalla la lógica empleada para obtener los valores de cada factor:

- Reducción de emisiones GEI y ruido:
Como el nombre indica, en este caso se están evaluando 2 subcomponentes, que adquieren un valor individual.

Para el análisis de las emisiones se emplean las estadísticas de calidad del aire publicadas por la Junta de Andalucía (REDIAM, 2023), de las cuales se han extraído los datos de los municipios de este estudio sobre las emisiones de los 4 compuestos principales de los GEI, asignando un 10 a la población con más emisiones, ya que, por estadística, será la que más margen de mejora tenga. En la siguiente tabla se observan las localidades con sus lecturas y la consecuente valoración asignada:

Municipio	CH4 (t)	CO (t)	CO2 (kt)	N2O (t)	
Andujar	1,5770	109,7719	49,4886	2,0606	8
Baeza	0,9943	79,6479	40,2995	1,6022	6
Bailen	1,0642	91,1584	47,2029	1,8699	7
Canena	0,1445	12,6127	6,6222	0,2592	1
Carolina (La)	0,5880	45,4069	22,4359	0,9268	4
Guarroman	0,3946	38,5358	21,5396	0,8196	4
Jabalquinto	0,2236	20,7093	11,1794	0,4302	2
Jaen	5,2964	311,4988	131,0090	5,4557	10
Linares	1,8535	115,4886	49,4627	2,1859	9
Martos	0,9109	54,7157	21,5608	0,9480	5
Rus	0,1067	7,3173	3,1448	0,1394	1
Sabiote	0,1915	15,2460	7,5152	0,3016	2
Torredelcampo	0,5347	37,2529	16,5696	0,6967	3
Torredonjimeno	0,5201	33,0139	13,8852	0,6043	3
Ubeda	1,3233	91,7229	42,5911	1,8051	7

Tabla 3. 3. GEI del tráfico rodado 2021 (REDIAM, 2023)

Por otra parte, para evaluar el ruido se recurrirá a la información aportada por el Mapa Estratégico de Ruido (SICA, 2012), en el cual sólo se habla de la problemática presente en los tramos de Úbeda-Baeza y Jaén-Martos, siendo esta última la más problemática. Por ello a los trazados que solucionen las concentraciones de vehículos en esas vías obtendrán 1 y 2 puntos respectivamente.

- Generación de ruido y vibraciones en zonas urbanizadas:

Este factor se centra en la problemática que puede suponer en ciertas zonas la solución propuesta. Puesto que las propuestas de los trazados son de concepción propia, no hay datos numéricos que respalden esta valoración, por lo que se aplicará la lógica.

Se aprecian por tanto 2 casuísticas: conocer el trazado real y no conocerlo. En la gran mayoría de los casos se trata de esta última opción, y ante la incertidumbre lo óptimo es adoptar una posición neutral, es decir, se le otorgará

un 5. Para los casos en que se tenga alguna certeza del transcurso del trazado, se le adjudicará un valor menor o mayor que 5 a las alternativas que generen o no contaminación acústica en zonas urbanizadas.

Más concretamente, en el caso de la alternativa 1 se han otorgado las siguientes valoraciones (tabla 3.4):

2) Medio Ambiente		Valores	Justificación
Reducción GEI y ruido	50,0%	9	GEI = 9 y MEM = 1 (se reducen los valores de otras alternativas en vez de aumentar este)
Ruido y Vibraciones urb.	50,0%	5	El único tramo conocido no genera problemas. El resto se desconoce.
TOTAL		7,00	

Tabla 3. 4. Valoración Medio Ambiente para la Alternativa 1.

c) Análisis social

En el análisis social intervienen diversos factores que a su vez se ven afectados por varios aspectos que serán los que ayuden a determinar de forma exacta la valoración para cada caso.

En primer lugar, para conocer las necesidades de desplazamiento de la población se extraen los datos de la encuesta realizada para este estudio, de tal forma que se tendrán en cuenta 3 aspectos: Localidad de residencia (gráfico 3.1), Destino periódico más habitual (gráfico 3.2) y Destino puntual más habitual (gráfico 3.3).

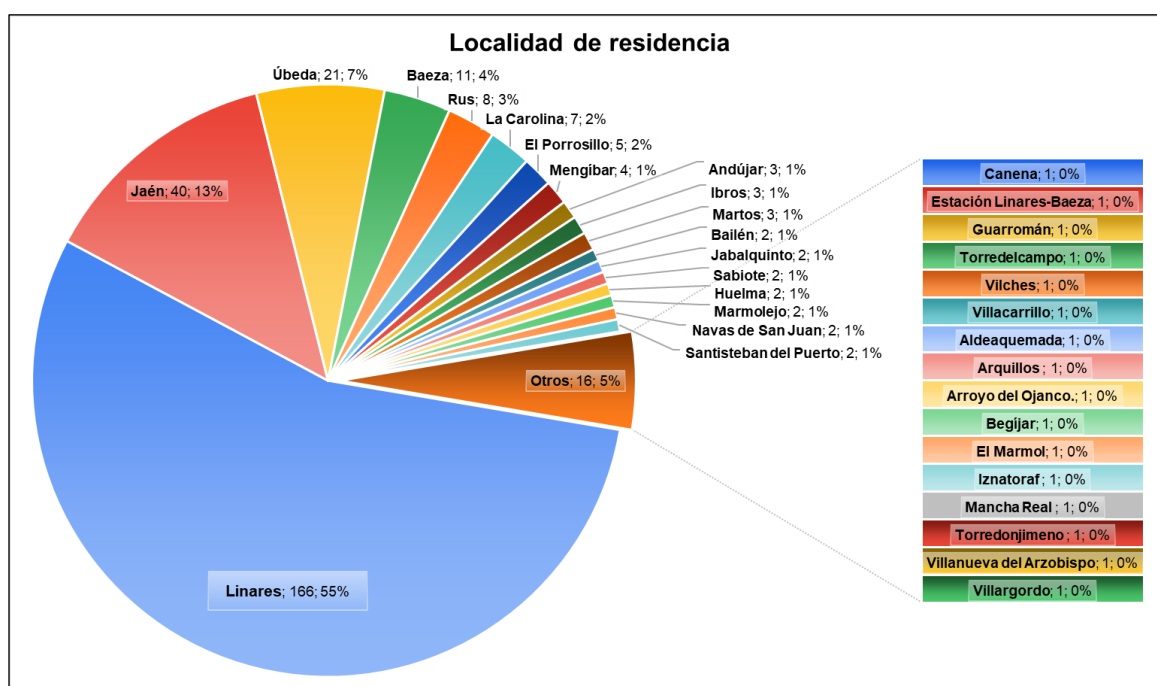


Gráfico 3. 1. Localidad de residencia de los encuestados (elaboración propia).

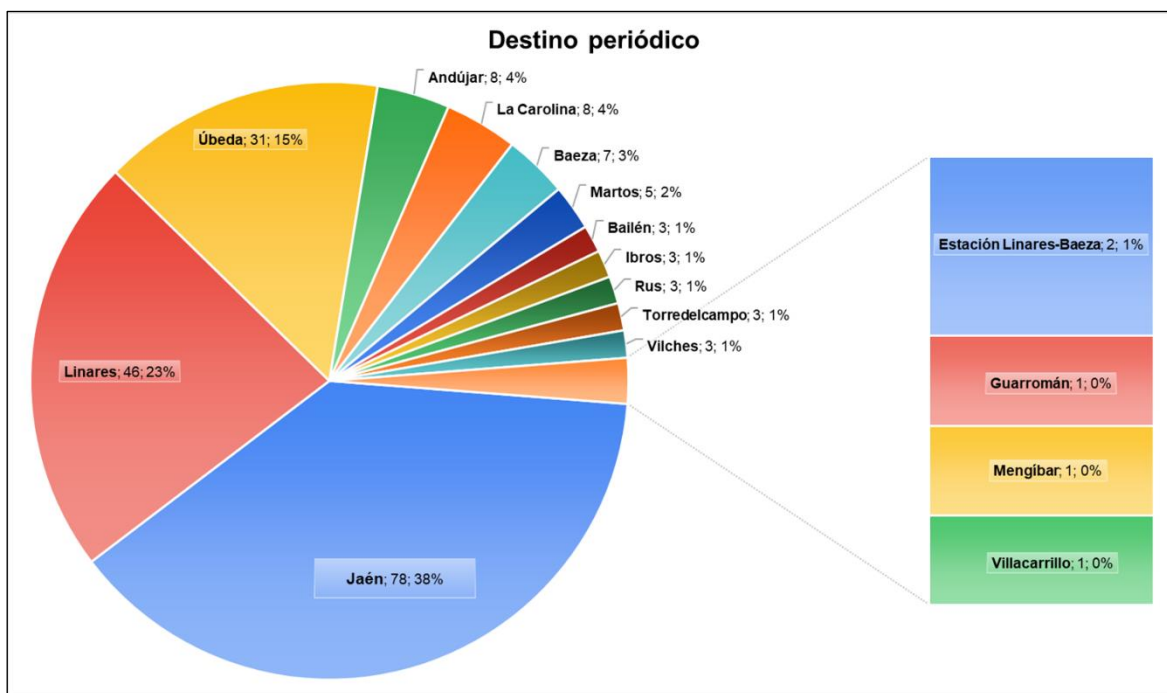


Gráfico 3. 2. Destinos periódicos en los desplazamientos de los encuestados (elaboración propia).

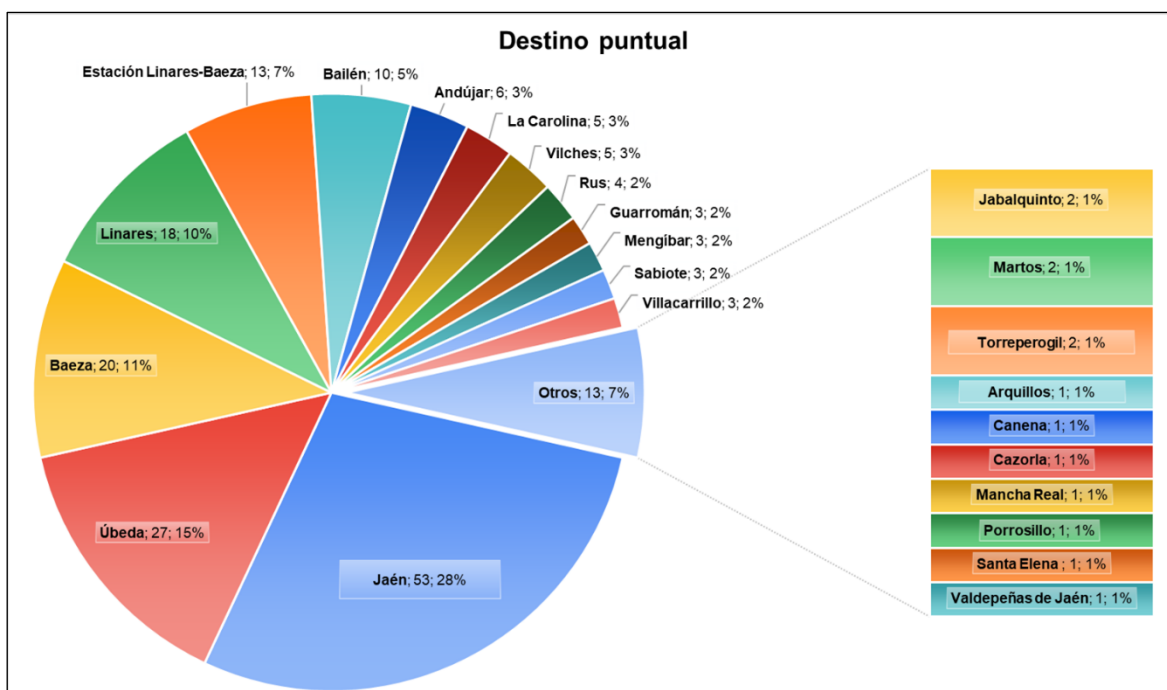


Gráfico 3. 3. Destinos puntuales en los desplazamientos de los encuestados (elaboración propia).

Estos gráficos ya fueron incluidos en el capítulo 1, pero se vuelven a mostrar en el texto para facilitar su visualización y consulta en este capítulo.

Antes de proceder a la justificación de la valoración de cada factor, es necesario analizar los datos obtenidos en la encuesta. Para ello, se ha diseñado un método para obtener valores numéricos, de tal forma que sea más objetiva la asignación de puntos.

Primero se tomarán las 10 localidades más populares en cada uno de los gráficos y se le asignaran valores por orden de relevancia (1^a=10, 2^a=9, ...). Con esto, se puede realizar una suma de los valores de cada una de las localidades por las que pasan los trazados como se observa en la siguiente tabla:

ALTERNATIVA 1						
Localidades	Orden Residencia	Valor asignado	Orden D. Periódico	Valor asignado	Orden D. Puntual	Valor asignado
Bailén	-	0	8 ^a	3	6 ^a	5
Linares	1 ^a	10	2 ^a	9	4 ^a	7
Estación LB	-	0	-	0	5 ^a	6
Baeza	4 ^a	7	6 ^a	5	3 ^a	8
Úbeda	3 ^a	8	3 ^a	8	2 ^a	9
TOTAL		25		25		35

Tabla 3. 5. Extracción de datos de la encuesta para alternativa 1. Ejemplo de cálculo (elaboración propia).

Sin embargo, estos coeficientes influyen en varios factores con diferente intensidad, por lo que se han definido los siguientes porcentajes de influencia (tabla 3.6):

Cálculos por cada factor							
Factores	Localidad de Residencia		Destino Periódico		Destino Puntual		TOTAL
Laboral	100%	25	55%	13,75	0%	0	38,75
Infraestructuras y Servicios	100%	25	17%	4,25	40%	14	43,25
Ocio	100%	25	28%	7	60%	21	53

Tabla 3. 6. Puntuación general de cada factor. Porcentajes de influencia (elaboración propia).

De este modo, a partir de unos mismos datos se pueden obtener valoraciones diferentes que se adapten al punto de vista principal de cada factor.

Como se puede observar, se ha considerado que la localidad de residencia es un dato de gran relevancia para los 3 factores evaluados, y por tanto toma un valor del 100% en cada uno de ellos, cosa que no sucede con los otros dos datos calculados.

En el caso del destino periódico, se le han aplicado los porcentajes de influencia en función de los datos de la encuesta, en la cual se preguntó a los encuestados el motivo general por el cual estaban realizando ese desplazamiento periódico, dando lugar a los resultados que se muestran en la gráfica 3.4.

Por último, a partir de los datos de la encuesta y por testimonios de otros habitantes se puede concluir que cuando se realizan desplazamientos puntuales a un mismo sitio dentro de la provincia, no es habitual que sea por motivos laborales (0%), mientras que la mayor

parte de estos desplazamientos son por ocio (60%), y una proporción algo menor se debe a necesidades de infraestructuras y servicios de una capital (40%).

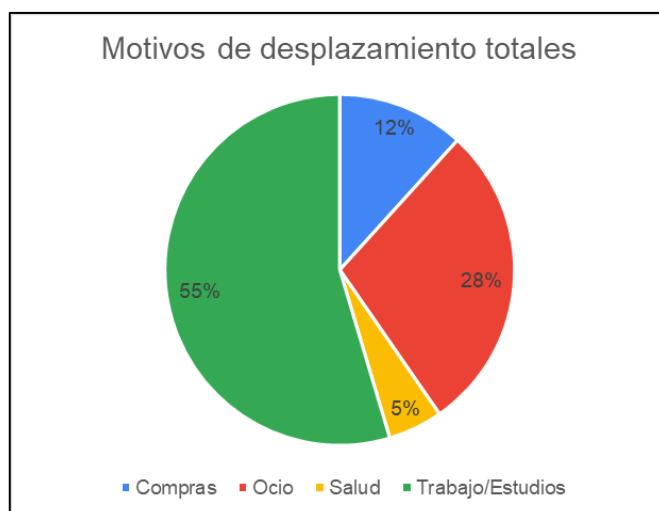


Gráfico 3. 4. Motivos de desplazamientos periódicos de los encuestados (elaboración propia).

Una vez realizado este análisis de datos, se muestra a continuación la evaluación de los factores del criterio social:

En el capítulo anterior se indicó que este criterio se compone de 5 factores:

- Desplazamientos por causas laborales
- Desplazamientos por necesidades de Infraestructuras y Servicios en otra localidad mayor.
- Desplazamientos por ocio
- Crecimiento industrial a causa del trazado
- Articulación del territorio (conectividad)

Los tres primeros, como se ha avanzado en el análisis de datos, se valoran a partir de los datos de la encuesta. Como producto del análisis que se ha explicado previamente se obtendrán unos valores finales para cada alternativa y factor, posteriormente se compararán los resultados de cada factor para asignarle valores entre el 0 y el 10 que representen los resultados obtenidos.

Sólo en el caso de infraestructuras y servicios se hace una anotación más, y es el número de capitales en el trazado, ya que cuanto mayor sea esta cantidad, se pueden cubrir más necesidades de este tipo, haciendo la propuesta mucho más interesante (se incrementa en 1 unidad la puntuación)

Para el crecimiento industrial se valora: el número de Parques Empresariales (PE) conectados, importancia del PE y el paso del trazado por estaciones actuales, y comparando el potencial de cada alternativa se han asignado valores entre el 0 y el 10.

Por último, para la articulación del terreno se valora el número de localidades y capitales conectadas, si pasa por estación actual, la autonomía del trazado (es decir, si el trazado puede ponerse en funcionamiento por sí mismo) y el rango de población al que da servicio.

Conociendo la lógica empleada para asignar los valores, se muestra a continuación una tabla con la puntuación de la alternativa 1:

3) Impacto Social		Valores	Justificación
Laboral	20%	10	Calculado = 38,75 Valor asignado por comparación de alternativas
Infraestructuras y Servicios	20%	10	Calculado = 43,25 Valor asignado por comparación de alternativas
Ocio	5%	10	Calculado = 53 Valor asignado por comparación de alternativas
Crecimiento Industrial	10%	8	Nº P. Empr. = 3 Importancia PE = media Paso x estación = Sí
Articulación del territorio	35%	10	Nº Localidades = 5 Nº Capitales = 2 Paso x estación = Sí Tramo autónomo? = Sí Rango población = ALTO
TOTAL		8,80	

Tabla 3. 7. Valoración Impacto Social para la Alternativa 1.

d) Análisis técnico

Este es el último criterio a tener en cuenta en este análisis, y se subdivide en 3 factores:

- Topografía:

Se ha medido la diferencia de cota entre los dos extremos de cada tramo de un trazado, calculando así la pendiente en línea recta que hay entre ellos. El peor caso, es decir, el tramo con más pendiente del trazado será el que determine el valor de la alternativa analizada. Una vez calculada la pendiente representativa de todas las alternativas, se comparan entre sí para asignar los valores equivalentes por jerarquía entre 0 y 10, siendo el 0 para la alternativa con mayor pendiente.

- Trazado reutilizable:

Para ciertas alternativas es posible hacer uso de un trazado que estuvo activo antaño, lo cual implica que la plataforma o incluso la superestructura pueda ser reutilizada, ahorrando mucho tiempo y dinero en el proceso de construcción. Este aspecto se valora positivamente, por lo que a las alternativas que no ofrecen esta posibilidad se les ha asignado un 0, por no favorecer económicamente con su solución.

Para calcular el valor asignado a las alternativas que sí reutilizan tramos, se valora la disponibilidad de Infraestructura y Superestructura, aportando cada aspecto hasta 3 puntos respectivamente, y también la longitud del tramo reutilizado, aportando hasta 4 puntos. De este modo, la alternativa adquirirá el valor que resulte de la suma de estos 3 subcriterios.

- Geología y estabilidad:

Se han consultado los mapas geológicos MAGNA 50 de las zonas por las que transcurrirían los trazados (se encuentran recopilados en el anexo geológico), así como información hidrográfica y geológica disponible en la DERA para valorar este factor.

Cabe destacar que como todos los trazados pasan repetidas veces por ríos, no se considerará este factor en el análisis. Los aspectos que se han valorado son los siguientes: Paso por montaña, Materiales aflorantes y Estabilidad del terreno. Finalmente, para asignar los valores se ha hecho una comparación de los datos de cada alternativa y se puntúa entre 0 y 10 consecuentemente, siendo el 0 para la opción más desfavorable.

Concretamente para el caso de la alternativa 1 se han asignado los siguientes valores (tabla 3.8):

3) Impacto Social		Valores	Justificación
Topografía	35%	2,00	T1=64m/12,5km=0,51% T2=154m/5km=3,08% T3=492m/12,5km=3,94% T4=14m/10km=0,14%
Trazado reutilizable	20%	8,00	Infraest. (Sí) = 3/3 Superest. (Sí) = 3/3 Km afect. (33) = 2/4
Geología y Estabilidad	45%	5,00	Pasa montaña = No Materiales = Areniscas, Arcillas, margas (Mioceno Sup) Estabilidad = baja (arcillas)
TOTAL		4,55	

Tabla 3. 8. Valoración Dificultad técnica para la Alternativa 1.

A pesar de conocer la lógica seguida en el análisis y los datos extraídos, en este caso es necesaria una explicación algo más detallada en el 2º y 3º factor.

Como se puede observar en la tabla 3.8, esta alternativa ofrece la posibilidad de reutilizar antiguo trazado, concretamente, el tramo que conecta Linares con la Estación LB, pasando por Vadollano. El trazado de Linares a Vadollano se dejó de usar en 1985, pero se mantiene la plataforma que llega hasta el polígono industrial de Santana, y además, el resto del trazado sigue a día de hoy en uso, aunque no se realiza parada en Vadollano. Por esta razón se toma el máximo de puntos tanto en infraestructura como en superestructura. Finalmente, en la longitud del trazado se toma sólo la mitad de la puntuación, porque la otra alternativa que ofrece la posibilidad de reutilizar antiguos trazados, cuenta con el doble de kilómetros que este. Así la suma total de estas puntuaciones es 8.

Por último, en cuanto a la geología consultando las hojas 905, 906 y 927 del MAGNA 50 (Azcarate y Esnaola, 1991; Azcarate y Espejo, 1976; Roldán-García et al., 1991), que corresponden a Linares, Úbeda y Baeza respectivamente, se observa mayoritariamente predominio de materiales del Mioceno Superior (como se puede apreciar en la figura 3.1), que se compone principalmente de Areniscas, Arcillas y Margas. Estos dos últimos son realmente conflictivos debido al alto grado de expansividad que presentan ante los cambios de humedad, lo cual hace que el terreno tenga una estabilidad baja.

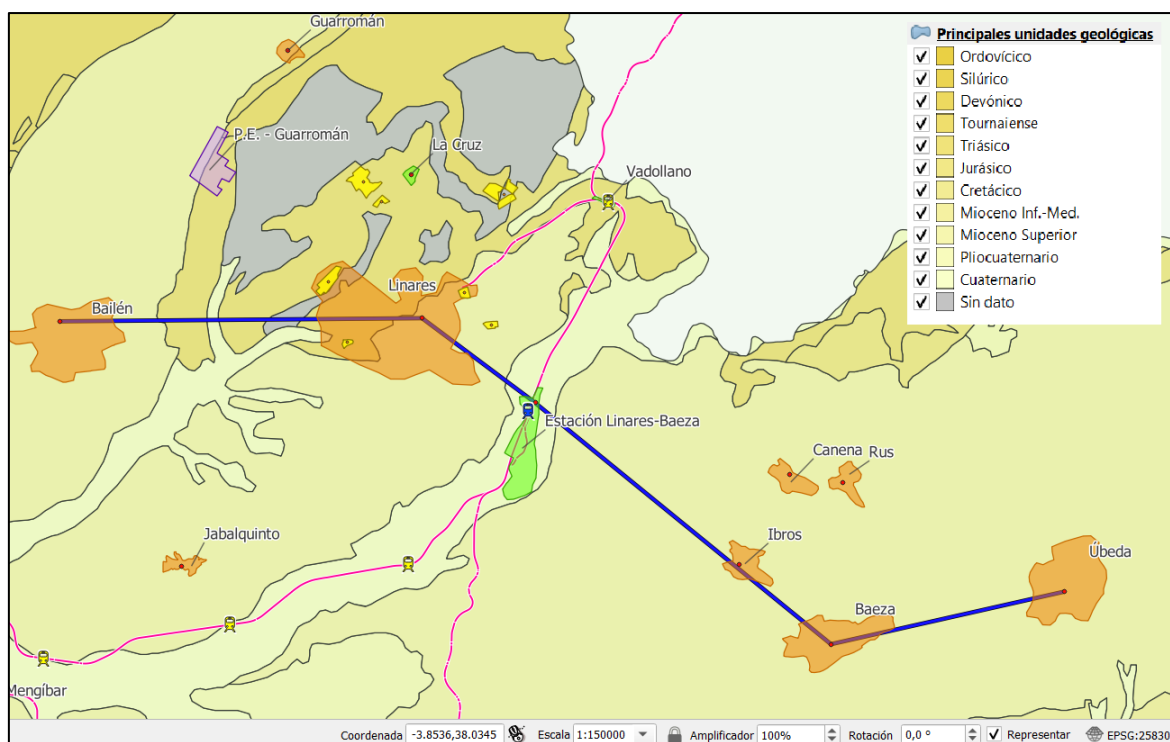


Figura 3. 1. Ámbito geológico del trazado de la Alternativa 1 (elaboración propia)

La figura 3.1 muestra una cartografía generada en QGIS a partir de la información geológica publicada por la Junta de Andalucía en la DERA, de este modo es más sencillo ubicar el trazado que se pretende analizar en el entorno geológico, y así posteriormente poder consultar la información presente en las distintas hojas del MAGNA 50 ubicando visualmente las zonas de interés.

3.1.1.3.- Alternativa 2: Bailén – La Carolina

a) Análisis económico

Para estimar el coste de esta alternativa se han realizado las siguientes aproximaciones:

- Longitud del trazado: Aplicando el factor de proporcionalidad (descrito con anterioridad en este texto) sobre la longitud total del esquema propuesto, se obtiene una longitud teórica de 80,45 m.
- Costes de nueva construcción: 4.000.000,00 € por km de vía (justificación de la estimación realizada en el capítulo 2).
- Costes de rehabilitación: 3.000.000,00 € por km de vía (justificación de la estimación realizada en el capítulo 2).
- Coste total del trazado: En esta alternativa, todo el trazado será de nueva construcción, por tanto, para hallar el resultado final se ha multiplicado la totalidad de la longitud teórica por los costes de nueva construcción. Resultando un coste de 321.790.563,60 €.

Comparando el coste calculado de todas las alternativas, esta propuesta resulta ser la tercera más barata, por lo que se le ha asignado un valor de 7 en una escala del 0 al 10.

b) Análisis medioambiental

Puesto que en el apartado 3.1.1.2. se ha detallado el razonamiento de obtención de valoraciones, en la siguiente tabla se muestran las puntuaciones asignadas a este trazado:

2) Medio Ambiente		Valores	Justificación
Reducción GEI y ruido	50,0%	3	GEI = 4 y MEM = 0
Ruido y Vibraciones urb.	50,0%	5	Se desconoce el diseño del trazado definitivo.
TOTAL		4,00	

Tabla 3. 9. Valoración Medio Ambiente para la Alternativa 2.

c) Análisis social

Puesto que se ha detallado en la Alternativa 1 el proceso de evaluación de cada uno de los factores, se muestran a continuación las tablas que resumen los resultados obtenidos:

- Cálculos realizados para el análisis dedicado a la motivación de los desplazamientos: Laboral, Infraestructuras y Servicios, Ocio (tabla 3.10):

ALTERNATIVA 2							
Localidades	Orden Residencia	Valor asignado	Orden D. Periódico	Valor asignado	Orden D. Puntual	Valor asignado	
Bailén	-	0	8ª	3	6ª	5	
Guarromán	-	0	-	0	-	0	
La Carolina	6ª	5	5ª	6	8ª	3	
TOTAL		5		9		8	
Cálculos por cada factor							TOTAL
Laboral	100%	5	55%	4,95	0%	0	9,95
Infraestructuras y Servicios	100%	5	17%	1,53	40%	3,2	9,73
Ocio	100%	5	28%	2,52	60%	4,8	12,32

Tabla 3. 10. Cálculos realizados para el análisis dedicado a la motivación de los desplazamientos. Alternativa 2.

- Valoración del criterio y desglose de factores (tabla 3.11):

3) Impacto Social		Valores	Justificación
Laboral	20%	3	Calculado = 9,95 Valor asignado por comparación de alternativas
Infraestructuras y Servicios	20%	3	Calculado = 9,73 Valor asignado por comparación de alternativas
Ocio	5%	3	Calculado = 12,32 Valor asignado por comparación de alternativas
Crecimiento Industrial	10%	5	Nº P. Empr. = 2 Importancia = media/alta Paso x estación = No
Articulación del territorio	35%	6	Nº Localidades = 3 Nº Capitales = 0 Paso x estación = No Tramo autónomo? = No Rango población = MEDIA
TOTAL		3,95	

Tabla 3. 11. Valoración Impacto Social para la Alternativa 2.

d) Análisis técnico

Conocida ya la sistemática de valoración para este criterio, se procede a mostrar la tabla resumen del análisis de esta alternativa (tabla 3.12), y posteriormente se detallará más información referente a la Geología y Estabilidad del terreno.

3) Impacto Social		Valores	Justificación
Topografía	35%	5,00	T1=11m/7,5km=0,15% T2=29m/5km=0,58% T3=262m/12,5km=2,1%
Trazado reutilizable	20%	0,00	-

Geología y Estabilidad	45%	7,00	Pasa montaña = No Materiales = Areniscas, pizarras y cuarcitas (Mioceno-Triásico) Estabilidad = media/alta
TOTAL		4,90	

Tabla 3. 12. Valoración Dificultad técnica para la Alternativa 2.

Para obtener la información geológica de este trazado se han consultado las hojas 884 y 905 del MAGNA 50 (Castelló y Orviz, 1976; Azcárate y Esnaola, 1991), que corresponden a La Carolina y Linares respectivamente. En ellas se observa mayoritariamente predominio de materiales del Mioceno y el Triásico (como se puede apreciar en la figura 3.2), que se componen principalmente de Areniscas, Pizarras y Cuarcitas. Estos materiales presentan mejores propiedades físicas y dotan el terreno de una mayor estabilidad, aunque no hay que perder de vista los niveles de arcillas que aún pueden aparecer en esta zona, especialmente en el entorno de Bailén.

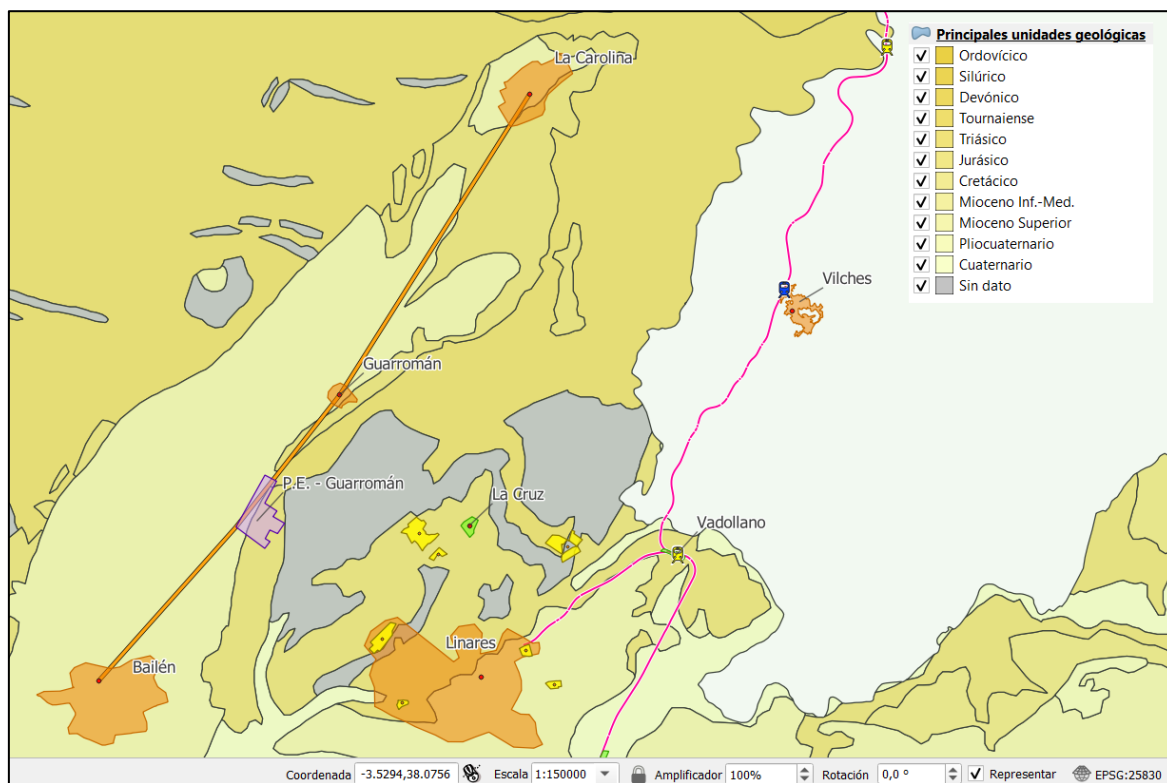


Figura 3. 2. Ámbito geológico del trazado de la Alternativa 2 (elaboración propia)

3.1.1.4.- Alternativa 3: Estación LB - Sabiote

a) Análisis económico

Para estimar el coste de esta alternativa se han realizado las siguientes aproximaciones:

- Longitud del trazado: Aplicando el factor de proporcionalidad (descrito con anterioridad en este texto) sobre la longitud total del esquema propuesto, se obtiene una longitud teórica de 81,26 m.
- Costes de nueva construcción: 4.000.000,00 € por km de vía (justificación de la estimación realizada en el capítulo 2).
- Costes de rehabilitación: 3.000.000,00 € por km de vía (justificación de la estimación realizada en el capítulo 2).
- Coste total del trazado: En esta alternativa, todo el trazado será de nueva construcción, por tanto, para hallar el resultado final se ha multiplicado la totalidad de la longitud teórica por los costes de nueva construcción. Resultando un coste de 325.034.278,80 €.

Comparando el coste calculado de todas las alternativas, esta propuesta tiene un coste muy similar al de la alternativa anterior, pero es algo más cara, por lo que se le ha asignado un valor de 6 en una escala del 0 al 10.

b) Análisis medioambiental

Puesto que en el apartado 3.1.1.2. se ha detallado el razonamiento de obtención de valoraciones, en la siguiente tabla se muestran las puntuaciones asignadas a este trazado:

2) Medio Ambiente		Valores	Justificación
Reducción GEI y ruido	50,0%	1	GEI = 2 y MEM = 0
Ruido y Vibraciones urb.	50,0%	5	Se desconoce el diseño del trazado definitivo.
TOTAL		3,00	

Tabla 3. 13. Valoración Medio Ambiente para la Alternativa 3.

c) Análisis social

Puesto que se ha detallado en la Alternativa 1 el proceso de evaluación de cada uno de los factores, se muestran a continuación las tablas que resumen los resultados obtenidos:

- Cálculos realizados para el análisis dedicado a la motivación de los desplazamientos: Laboral, Infraestructuras y Servicios, Ocio (tabla 3.14):

ALTERNATIVA 3						
Localidades	Orden Residencia	Valor asignado	Orden D. Periódico	Valor asignado	Orden D. Puntual	Valor asignado
Estación LB	-	0	-	0	5 ^a	6
Canena/Rus	5 ^a	6	10 ^a	1	10 ^a	1
Sabiote	-	0	-	0	-	0

TOTAL		6		1		7	
Cálculos por cada factor							TOTAL
Laboral	100%	6	55%	0,55	0%	0	6,55
Infraestructuras y Servicios	100%	6	17%	0,17	40%	2,8	8,97
Ocio	100%	6	28%	0,28	60%	4,2	10,48

Tabla 3. 14. Cálculos realizados para el análisis dedicado a la motivación de los desplazamientos. Alternativa 3.

- Valoración del criterio y desglose de factores (tabla 3.15):

3) Impacto Social		Valores	Justificación
Laboral	20%	1	Calculado = 6,55 Valor asignado por comparación de alternativas
Infraestructuras y Servicios	20%	2	Calculado = 8,97 Valor asignado por comparación de alternativas
Ocio	5%	2	Calculado = 10,48 Valor asignado por comparación de alternativas
Crecimiento Industrial	10%	1	Nº P. Empr. = 0 Importancia = - Paso x estación = Sí
Articulación del territorio	35%	3	Nº Localidades = 3 Nº Capitales = 0 Paso x estación = Sí Tramo autónomo? = Sí Rango población = BAJO
TOTAL		1,85	

Tabla 3. 15. Valoración Impacto Social para la Alternativa 3.

d) Análisis técnico

Conocida ya la sistemática de valoración para este criterio, se procede a mostrar la tabla resumen del análisis de esta alternativa (tabla 3.16), y posteriormente se detallará más información referente a la Geología y Estabilidad del terreno.

3) Impacto Social		Valores	Justificación
Topografía	35%	4,00	T1=285m/10,5km=2,85% T2=267m/14km=1,91%
Trazado reutilizable	20%	0,00	-
Geología y Estabilidad	45%	5,00	Pasa montaña = No Materiales = Areniscas, Arcillas, margas (Mioceno Sup) Estabilidad = baja (arcillas)
TOTAL		3,65	

Tabla 3. 16. Valoración Dificultad técnica para la Alternativa 3.

Para obtener la información geológica de este trazado se han consultado las hojas 905, 906 y 927 del MAGNA 50 (Azcarate y Esnaola, 1991; Azcarate y Espejo, 1976; Roldán-García et al., 1991), que corresponden a Linares, Úbeda y Baeza respectivamente. En ellas

se observa mayoritariamente predominio de materiales del Mioceno (como se puede apreciar en la figura 3.3), que se componen principalmente de Areniscas, Arcillas y Margas. Al igual que sucede en la Alternativa 1, estos dos últimos son realmente conflictivos debido al alto grado de expansividad que presentan ante los cambios de humedad, lo cual hace que el terreno tenga una estabilidad baja.

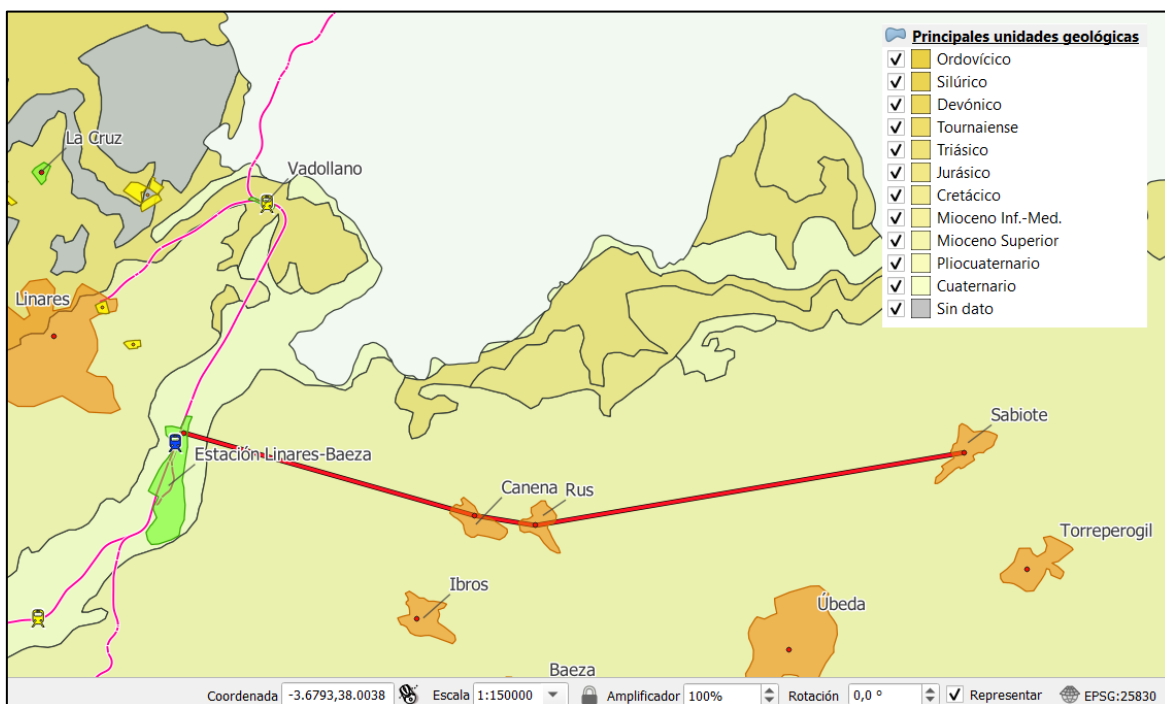


Figura 3. 3. Ámbito geológico del trazado de la Alternativa 3 (elaboración propia)

3.1.1.5.- Alternativa 4: Área Metropolitana de Linares

a) Análisis económico

Para estimar el coste de esta alternativa se han realizado las siguientes aproximaciones:

- Longitud del trazado: Aplicando el factor de proporcionalidad (descrito con anterioridad en este texto) sobre la longitud total del esquema propuesto, se obtiene una longitud teórica de 148,95 m.
- Costes de nueva construcción: 4.000.000,00 € por km de vía (justificación de la estimación realizada en el capítulo 2).
- Costes de rehabilitación: 3.000.000,00 € por km de vía (justificación de la estimación realizada en el capítulo 2).
- Coste total del trazado: En esta alternativa, todo el trazado será de nueva construcción, por tanto, para hallar el resultado final se ha multiplicado la

totalidad de la longitud teórica por los costes de nueva construcción. Resultando un coste de 595.785.115,20 €.

Comparando el coste calculado de todas las alternativas, esta propuesta resulta ser la más cara (resulta lógico al ser el trazado más largo), por lo que se le ha asignado un valor de 0 en una escala del 0 al 10.

b) Análisis medioambiental

Puesto que en el apartado 3.1.1.2. se ha detallado el razonamiento de obtención de valoraciones, en la siguiente tabla se muestran las puntuaciones asignadas a este trazado:

2) Medio Ambiente		Valores	Justificación
Reducción GEI y ruido	50,0%	7	GEI = 9 y MEM = 0 (pasa por Linares y sus inmediaciones)
Ruido y Vibraciones urb.	50,0%	2	Este trazado pasa expresamente por las urbanizaciones externas a la ciudad pretende conectarlas con ella. Genera ruido y vibraciones.
TOTAL		4,50	

Tabla 3. 17. Valoración Medio Ambiente para la Alternativa 4.

c) Análisis social

Puesto que se ha detallado en la Alternativa 1 el proceso de evaluación de cada uno de los factores, se muestran a continuación las tablas que resumen los resultados obtenidos:

- Cálculos realizados para el análisis dedicado a la motivación de los desplazamientos: Laboral, Infraestructuras y Servicios, Ocio (tabla 3.18):

ALTERNATIVA 4						
Localidades	Orden Residencia	Valor asignado	Orden D. Periódico	Valor asignado	Orden D. Puntual	Valor asignado
Linares	1ª	10	2ª	9	4ª	7
Jabalquinto	-	0	-	0	-	0
Bailén	-	0	8ª	3	6ª	5
TOTAL		10		12		12
Cálculos por cada factor						
Laboral	100%	10	55%	6,6	0%	0
Infraestructuras y Servicios	100%	10	17%	2,04	40%	4,8
Ocio	100%	10	28%	3,36	60%	7,2

Tabla 3. 18. Cálculos realizados para el análisis dedicado a la motivación de los desplazamientos. Alternativa 4.

- Valoración del criterio y desglose de factores (tabla 3.19):

3) Impacto Social		Valores	Justificación
Laboral	20%	5	Calculado = 16,6 Valor asignado por comparación de alternativas
Infraestructuras y Servicios	20%	7	Calculado = 16,84 Valor asignado por comparación de alternativas
Ocio	5%	6	Calculado = 20,56 Valor asignado por comparación de alternativas
Crecimiento Industrial	10%	3	Nº P. Empr. = 3 Importancia = media Paso x estación = No
Articulación del territorio	35%	5	Nº Localidades = 4 Nº Capitales = 1 Paso x estación = No Tramo autónomo? = Sí Rango población = MED
TOTAL		4,75	

Tabla 3. 19. Valoración Impacto Social para la Alternativa 4.

d) Análisis técnico

Conocida ya la sistemática de valoración para este criterio, se procede a mostrar la tabla resumen del análisis de esta alternativa (tabla 3.20), y posteriormente se detallará más información referente a la Geología y Estabilidad del terreno.

3) Impacto Social		Valores	Justificación
Topografía	35%	3,00	T1=60m/12km=0,5% T2=131m/10km=1,31% T3=33m/8km=0,41% T4=88m/5km=1,76% T5=41m/2km=2,05% T6=104m/3km=3,47% T7=14m/5km=0,28%
Trazado reutilizable	20%	0,00	-
Geología y Estabilidad	45%	0,00	Pasa montaña = No Materiales = Arcillas, margas y rocas plutónicas Estabilidad = NO (minería abandonada)
TOTAL		1,05	

Tabla 3. 20. Valoración Dificultad técnica para la Alternativa 4.

Para obtener la información geológica de este trazado se ha consultado la hojas 905 del MAGNA 50 (Azcárate y Esnaola, 1991), que corresponde a Linares. En ella se observa mayoritariamente predominio de materiales del Mioceno intercalados con afloramientos de rocas plutónicas (como se puede apreciar en la figura 3.4), que se componen principalmente de Areniscas, Arcillas y Margas, y afloramientos de granito fracturado. Además de la inestabilidad a causa de las arcillas expansivas, en esta alternativa se aprecia una casuística particular, y es que su trazado transcurre por antiguas zonas mineras, que a causa de la elevada fragmentación del granito y del método de explotación empleado en esta zona, tiene

altas probabilidades de sufrir hundimientos, que se verían aún más incrementadas con las vibraciones del paso del ferrocarril. Esto hace que esta propuesta sea completamente inviable desde el punto de vista de la seguridad, y por ello recibe la menor puntuación.

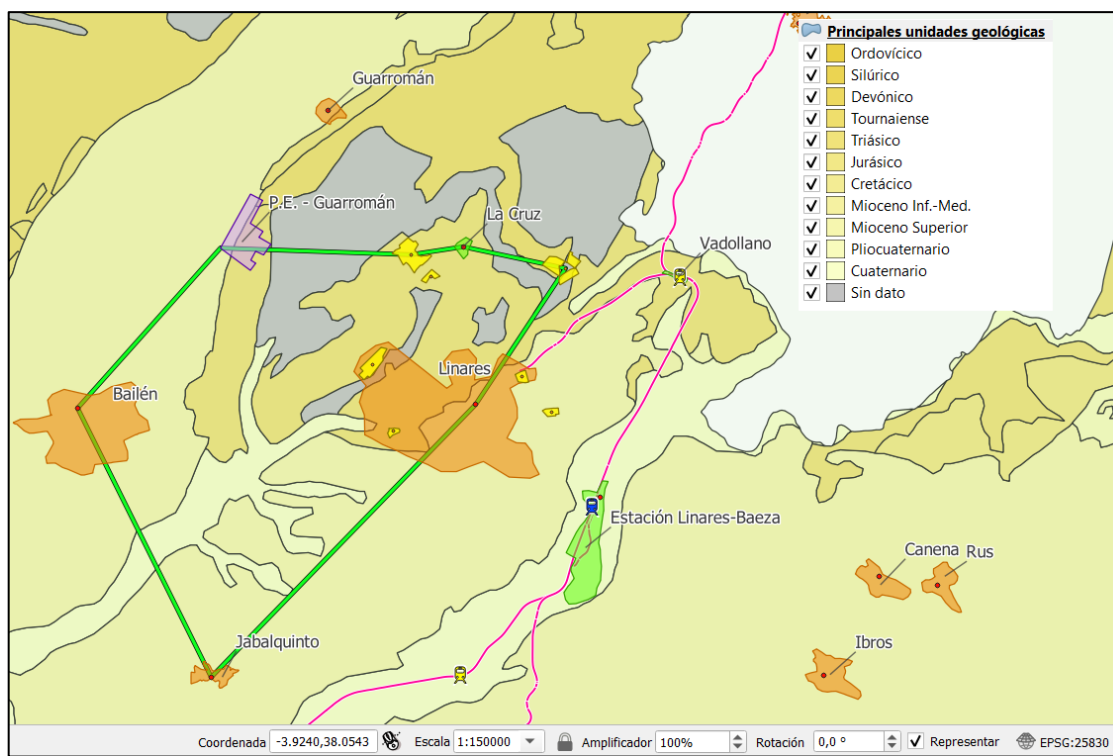


Figura 3. 4. Ámbito geológico del trazado de la Alternativa 4 (elaboración propia)

3.1.1.6.- Alternativa 5: Jaén – Martos

a) Análisis económico

Para estimar el coste de esta alternativa se han realizado las siguientes aproximaciones:

- Longitud del trazado: Aplicando el factor de proporcionalidad (descrito con anterioridad en este texto) sobre la longitud total del esquema propuesto, se obtiene una longitud teórica de 66,06 m.
- Costes de nueva construcción: 4.000.000,00 € por km de vía (justificación de la estimación realizada en el capítulo 2).
- Costes de rehabilitación: 3.000.000,00 € por km de vía (justificación de la estimación realizada en el capítulo 2).
- Coste total del trazado: En esta alternativa, todo el trazado será de rehabilitación, por tanto, para hallar el resultado final se ha multiplicado la totalidad de la longitud teórica por los costes de rehabilitación. Resultando un coste de 198.189.466,20 €.

Comparando el coste calculado de todas las alternativas, esta propuesta resulta ser la segunda más barata, por lo que se le ha asignado un valor de 8 en una escala del 0 al 10.

b) Análisis medioambiental

Puesto que en el apartado 3.1.1.2. se ha detallado el razonamiento de obtención de valoraciones, en la siguiente tabla se muestran las puntuaciones asignadas a este trazado:

2) Medio Ambiente		Valores	Justificación
Reducción GEI y ruido	50,0%	10	GEI = 10 y MEM = 2
Ruido y Vibraciones urb.	50,0%	1	El trazado que se pretende rehabilitar atraviesa 2 localidades, pero cabe la posibilidad de que el trazado definitivo sea otro.
TOTAL		5,50	

Tabla 3. 21. Valoración Medio Ambiente para la Alternativa 5.

c) Análisis social

Puesto que se ha detallado en la Alternativa 1 el proceso de evaluación de cada uno de los factores, se muestran a continuación las tablas que resumen los resultados obtenidos:

- Cálculos realizados para el análisis dedicado a la motivación de los desplazamientos: Laboral, Infraestructuras y Servicios, Ocio (tabla 3.22):

ALTERNATIVA 5							
Localidades	Orden Residencia	Valor asignado	Orden D. Periódico	Valor asignado	Orden D. Puntual	Valor asignado	
Jaén	2ª	9	1ª	10	1ª	10	
Torredelcampo	-	0	-	0	-	0	
Torredonjimeno	-	0	-	0	-	0	
Martos	-	0	7ª	4	-	0	
TOTAL		9		14		10	
Cálculos por cada factor							TOTAL
Laboral	100%	9	55%	7,7	0%	0	16,7
Infraestructuras y Servicios	100%	9	17%	2,38	40%	4	15,38
Ocio	100%	9	28%	3,92	60%	6	18,92

Tabla 3. 22. Cálculos realizados para el análisis dedicado a la motivación de los desplazamientos. Alternativa 5.

- Valoración del criterio y desglose de factores (tabla 3.23):

3) Impacto Social		Valores	Justificación
Laboral	20%	6	Calculado = 16,7 Valor asignado por comparación de alternativas

Infraestructuras y Servicios	20%	5	Calculado = 15,38 Valor asignado por comparación de alternativas
Ocio	5%	4	Calculado = 18,92 Valor asignado por comparación de alternativas
Crecimiento Industrial	10%	10	Nº P. Empr. = 2 Importancia = alta Paso x estación = Sí
Articulación del territorio	35%	4	Nº Localidades = 4 Nº Capitales = 1 Paso x estación = Sí Tramo autónomo? = Sí Rango población = BAJO
TOTAL		4,80	

Tabla 3. 23. Valoración Impacto Social para la Alternativa 5.

d) Análisis técnico

Conocida ya la sistemática de valoración para este criterio, se procede a mostrar la tabla resumen del análisis de esta alternativa (tabla 3.24), y posteriormente se detallará más información referente a la Geología y Estabilidad del terreno.

3) Impacto Social		Valores	Justificación
Topografía	35%	0,00	T1=121m/9km=1,34% T2=69m/5km=1,38% T3=103m/2,5km=4,12%
Trazado reutilizable	20%	7,00	Infraest.(Sí) = 3/3 Superest. (No) = 0/3 Km afect. (66) = 4/4
Geología y Estabilidad	45%	6,00	Pasa montaña = Sí (Sierra Sur) Materiales = Calizas y Margas Estabilidad = media
TOTAL		4,10	

Tabla 3. 24. Valoración Dificultad técnica para la Alternativa 5.

Para obtener la información geológica de este trazado se han consultado las hojas 946 y 947 del MAGNA 50 (Roldán-García et al., 1991), que corresponden a Martos y Jaén respectivamente. En ellas se observa mayoritariamente predominio de materiales del Mioceno y Cuaternario (como se puede apreciar en la figura 3.5), que se componen principalmente de Calizas y Margas. Estos materiales presentan mejores propiedades físicas que los analizados en otras alternativas, lo cual hace que se considere estabilidad media.

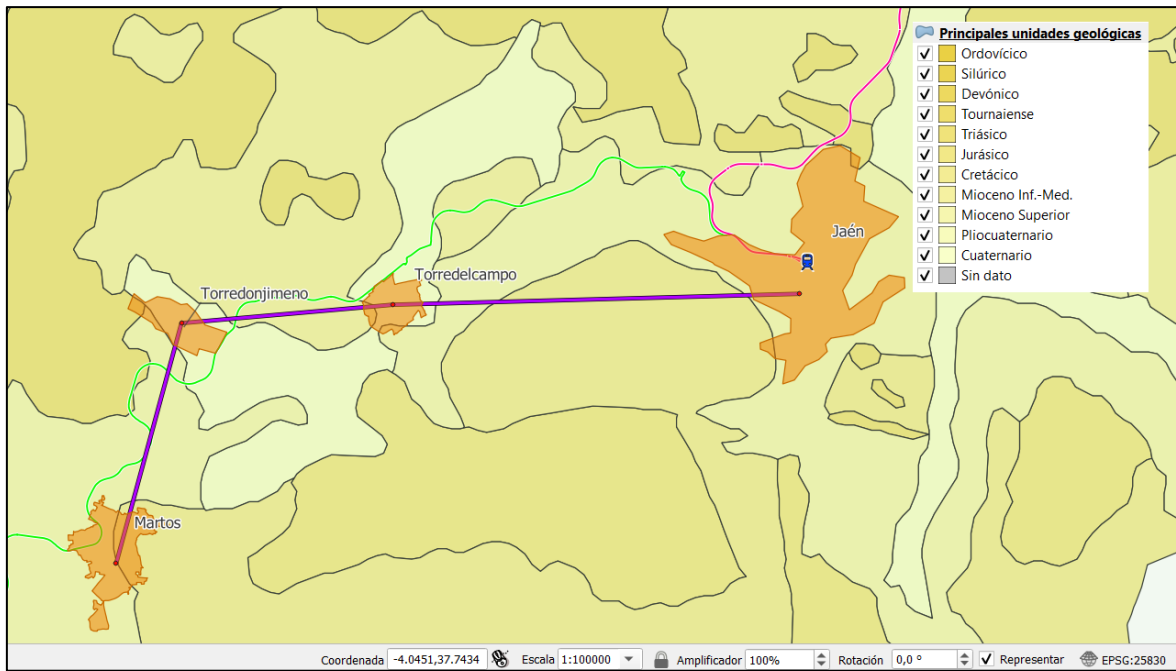


Figura 3. 5. Ámbito geológico del trazado de la Alternativa 5 (elaboración propia)

3.1.1.7.- Alternativa 6: Bailén – Andújar

a) Análisis económico

Para estimar el coste de esta alternativa se han realizado las siguientes aproximaciones:

- Longitud del trazado: Aplicando el factor de proporcionalidad (descrito con anterioridad en este texto) sobre la longitud total del esquema propuesto, se obtiene una longitud teórica de 88,96 m.
- Costes de nueva construcción: 4.000.000,00 € por km de vía (justificación de la estimación realizada en el capítulo 2).
- Costes de rehabilitación: 3.000.000,00 € por km de vía (justificación de la estimación realizada en el capítulo 2).
- Coste total del trazado: En esta alternativa, todo el trazado será de nueva construcción, por tanto, para hallar el resultado final se ha multiplicado la totalidad de la longitud teórica por los costes de nueva construcción. Resultando un coste de 355.828.083,60 €.

Comparando el coste calculado de todas las alternativas, esta propuesta resulta ser la tercera más cara, por lo que se le ha asignado un valor de 4 en una escala del 0 al 10.

b) Análisis medioambiental

Puesto que en el apartado 3.1.1.2. se ha detallado el razonamiento de obtención de valoraciones, en la siguiente tabla se muestran las puntuaciones asignadas a este trazado:

2) Medio Ambiente		Valores	Justificación
Reducción GEI y ruido	50,0%	6	GEI = 8 y MEM = 0
Ruido y Vibraciones urb.	50,0%	5	Se desconoce el diseño del trazado definitivo.
TOTAL		5,50	

Tabla 3. 25. Valoración Medio Ambiente para la Alternativa 6.

c) Análisis social

Puesto que se ha detallado en la Alternativa 1 el proceso de evaluación de cada uno de los factores, se muestran a continuación las tablas que resumen los resultados obtenidos:

- Cálculos realizados para el análisis dedicado a la motivación de los desplazamientos: Laboral, Infraestructuras y Servicios, Ocio (tabla 3.26):

ALTERNATIVA 6							
Localidades	Orden Residencia	Valor asignado	Orden D. Periódico	Valor asignado	Orden D. Puntual	Valor asignado	
Bailén	-	0	8ª	3	6ª	5	
Andújar	9ª	2	4ª	7	7ª	4	
TOTAL		2		10		9	
Cálculos por cada factor							TOTAL
Laboral	100%	2	55%	5,5	0%	0	7,5
Infraestructuras y Servicios	100%	2	17%	1,7	40%	3,6	7,3
Ocio	100%	2	28%	2,8	60%	5,4	10,2

Tabla 3. 26. Cálculos realizados para el análisis dedicado a la motivación de los desplazamientos. Alternativa 6.

- Valoración del criterio y desglose de factores (tabla 3.27):

3) Impacto Social		Valores	Justificación
Laboral	20%	2	Calculado = 7,5 Valor asignado por comparación de alternativas
Infraestructuras y Servicios	20%	2	Calculado = 7,3 Valor asignado por comparación de alternativas
Ocio	5%	1	Calculado = 10,2 Valor asignado por comparación de alternativas
Crecimiento Industrial	10%	6	Nº P. Empr. = 2 Importancia = media Paso x estación = Sí
Articulación del territorio	35%	3	Nº Localidades = 2 Nº Capitales = 1 Paso x estación = Sí Tramo autónomo? = No Rango población = BAJO
TOTAL		2,50	

Tabla 3. 27. Valoración Impacto Social para la Alternativa 6.

d) Análisis técnico

Conocida ya la sistemática de valoración para este criterio, se procede a mostrar la tabla resumen del análisis de esta alternativa (tabla 3.28), y posteriormente se detallará más información referente a la Geología y Estabilidad del terreno.

3) Impacto Social		Valores	Justificación
Topografía	35%	8,00	$T1=124m/19km=0,65\%$ $T2=12m/6km=0,2\%$
Trazado reutilizable	20%	0,00	-
Geología y Estabilidad	45%	6,00	Pasa montaña = No Materiales = gravas, arenas y limos Estabilidad = media
TOTAL		5,50	

Tabla 3. 28. Valoración Dificultad técnica para la Alternativa 6.

Para obtener la información geológica de este trazado se han consultado las hojas 904 y 905 del MAGNA 50 (Larrea et al., 2013; Azcárate y Esnaola, 1991), que corresponden a Andújar y Linares respectivamente. En ellas se observan alternancias de materiales del Mioceno, Triásico y Cuaternario (como se puede apreciar en la figura 3.6), que se componen principalmente de Gravas, Arenas y Limos. Esta variedad de granulometrías favorece a la estabilidad del terreno, que se considerará de estabilidad media.

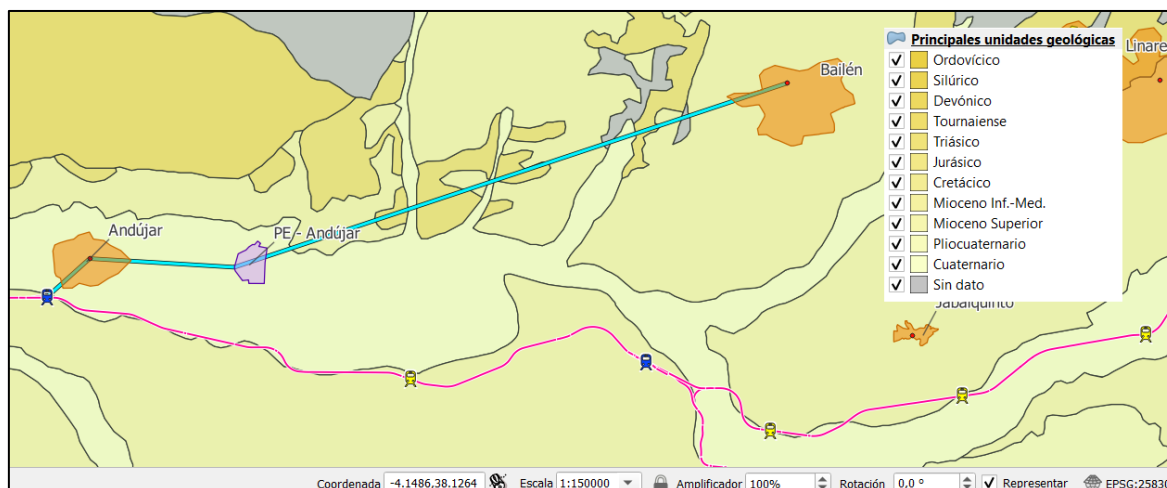


Figura 3. 6. Ámbito geológico del trazado de la Alternativa 6 (elaboración propia)

3.1.2.- Resultados obtenidos

Una vez se conocen todos los valores asignados a cada criterio y la lógica que se ha empleado para ello, se hace la sumatoria con sus correspondientes ponderaciones (definidas en el capítulo 2 de este documento) para determinar la viabilidad en conjunto de cada alternativa.

Las tablas en las que se encuentran el resumen de los datos extraídos y la valoración final con sus ponderaciones se incluirán en el Anexo de resultados del análisis multicriterio.

Los resultados obtenidos al final del análisis descrito son los siguientes (tabla 3.29):

ALTERNATIVAS DE TRAZADO PROPUESTAS						
0 Alternativa 0	1 Bailén – Úbeda	2 Bailén – La Carolina	3 Estación LB - Sabiote	4 Área Metropolitana de Linares	5 Jaén – Martos	6 Bailén – Andújar
45,00	57,30	50,60	35,70	25,60	56,90	38,50

Tabla 3. 29. Resultado final del análisis multicriterio.

A la vista de los resultados, se puede apreciar una alternativa ganadora, la alternativa 1, seguida de la alternativa 5 por muy poca diferencia, y una claramente desestimable tras este análisis, que sería la alternativa 4.

Por tanto, llegados a este punto del estudio se puede afirmar que la conexión ferroviaria más necesaria para la población jiennense es la que conecta las localidades de Bailén, Linares, Estación LB, Baeza y Úbeda, y dada la elevada puntuación de las siguientes 2 alternativas, se podrían proponer como fases futuras de ampliación de esta solución.

3.2. Comparación de los resultados.

A lo largo del apartado anterior se ha podido apreciar la fluctuación de prioridades en las alternativas dependiendo del criterio evaluado, que además se percibe de forma mucho más inmediata e intuitiva en las tablas del Anexo V.

Por tanto, como esa comparación de valores entre alternativas se puede realizar a simple vista con la mencionada tabla, en este apartado quisiera resaltar los contrastes más relevantes en el análisis.

En primer lugar, respecto al criterio económico, donde se observa que a pesar del orden de prioridades que establece, no hay ninguna alternativa que haya visto comprometida su valoración global a causa de esto. Desde luego se debe a las ponderaciones definidas, y por tanto demuestra que los porcentajes empleados se ajustan perfectamente a las prioridades y objetivos de este estudio.

Cabe destacar que el hecho de que la alternativa 4 sea la más cara no es razón única de peso para que se haya desestimado, sino que esto se debe también a la inviabilidad técnica por verse comprometida la seguridad de la explotación.

Además, también se observa cómo la alternativa 0, que obtiene valoraciones completamente extremas en los criterios 1 y 3 que se neutralizan entre sí, y finalmente resulta en la posición 4 de 7 en la jerarquía de prioridades.

En cuanto a la opción ganadora, se observa que también resulta la opción más favorable desde el punto de vista social y del medio ambiente y adopta una posición intermedia en lo relativo a la dificultad técnica, mientras que el resto de alternativas se han ubicado más en valoraciones neutras que finalmente han mermado su puntuación final. Estas con más cantidad de posiciones neutras sí se han visto más influenciadas por el peso de la valoración económica.

Por tanto, haciendo una última inspección global a los resultados obtenidos, la alternativa 1 se ha puesto en cabeza principalmente por el factor social, y la alternativa 2 ejerce una mayor influencia a nivel industrial y económico, siendo ambas soluciones muy necesarias en la provincia, aunque estoy de acuerdo con el orden de prioridades obtenido.

3.3. Gestión de prioridades según los resultados.

3.3.1.- Proyecto principal.

Como ya se ha introducido en los apartados anteriores, el proyecto principal que se debería diseñar y ejecutar es la alternativa 1.

Con el objetivo de agilizar la articulación de este trazado, lo ideal sería iniciar su construcción partiendo de la Estación Linares-Baeza en ambos sentidos simultáneamente, de tal forma que la conexión pudiera ser habilitada lo antes posible.

Esta solución además aporta la posibilidad de emplear las propias instalaciones de la Estación LB como cochera para los trenes cuando se encuentren fuera de servicio, o incluso rehabilitar las antiguas cocheras de Vadollano con tal objetivo.

La función de este trazado de cercanías es la comunicación entre localidades buscando favorecer especialmente el factor laboral y servicios, con lo que no se prevén estaciones en zonas céntricas de las localidades, sino próximas a los polígonos industriales y hospitales

comarcales. Por este motivo las capitales comarcales contarán con al menos 2 paradas, como es el caso de Linares, que tendría parada en Santana (habilitando el Puerto Seco), el Hospital de San Agustín / Universidad y el polígono de Los Jarales.

Para dar una visión más completa del trazado que se propone en esta alternativa, en el Anexo VI se puede consultar el diseño generado en Civil 3D.

3.3.2.-Líneas de investigación propuestas.

Una vez finalizada la construcción y puesta en marcha de la alternativa 1 de trazado, acorde con la jerarquía establecida con los resultados del análisis, propondría una primera fase de ampliación para realizar el trazado de la alternativa 5, y seguidamente una fase 2 para realizar las alternativas 2 y 6.

Desafortunadamente el factor seguridad impide plantear el trazado 4, aunque supondría una gran solución especialmente para los habitantes de Jabalquinto y La Cruz.

Quedarían diversas líneas de investigación abiertas:

- Conexión directa Linares – Jabalquinto – Bailén
- Ampliación de la red a las comarcas del este de la provincia
- Conexión Espeluy – Martos (reduciendo el número de paradas)
- Restauración del antiguo trazado Baeza-Utiel (esta conexión se prolongaba hasta el norte de la península y actualmente está inconexa)
- Conexión Estación LB – Murcia
- Conexión Estación LB – Alicante
- Rehabilitación de la conexión Estación LB – Granada

CAPÍTULO 4: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión.

4.1.1.- Pros y contras de la solución elegida.

La solución elegida presenta muchos beneficios puesto que cubre ampliamente las necesidades sociales que presenta la población, tanto a nivel personal de los habitantes como a nivel industrial para el crecimiento de la provincia.

Además, al emplearse un trazado de cercanías con ancho ibérico, permite el transporte de pasajeros y mercancías. Esto quizás podría considerarse a su vez un aspecto negativo, ya que el transporte de mercancías ralentiza el transporte de pasajeros, pero si se establece el transporte de pasajeros durante el día y el de mercancías durante la noche, no debería suponer un problema.

Por otra parte, no sólo aporta innumerables posibilidades de crecimiento empresarial a todas las comarcas, sino que también fomenta el turismo, ya que se está facilitando a los habitantes locales el transporte por la provincia ofreciendo una solución rápida, económica y que no requiere de la posesión de un vehículo propio o capacitación para conducir. Con lo que este aumento del flujo de turismo trae consigo un crecimiento económico también.

Como inconveniente se podría hablar del coste de la construcción, sin embargo, resulta tan cara porque también es uno de los trazados de mayor longitud propuestos, y además con la gran cantidad de beneficios que aporta, compensa sobradamente esta inversión.

Otro inconveniente vinculado con el coste es la elevada cantidad de olivares, puesto que estas construcciones implicarían expropiaciones por un precio demasiado elevado. Este factor como ya se comentó en capítulos anteriores, depende mucho de por dónde se proyecte el trazado definitivo, quizás calculando un presupuesto más detallado en fases posteriores del proyecto, se estime una solución que a priori pudiera parecer costosa, pero finalmente ahorre en expropiaciones y además solvente el problema de las pendientes.

Más allá de estos inconvenientes, la propuesta aporta una cantidad de beneficios lo suficientemente elevada para que el proyecto sea todo un éxito para la provincia.

Por último, hay un factor muy relevante a tener en cuenta, y es que con esta solución se va a fomentar también el uso del ferrocarril de media distancia, ya que gran parte de los habitantes podrán acceder de forma mucho más sencilla a las instalaciones de la Estación LB. Este aumento de demanda puede desembocar en la mejora de las conexiones actuales de media distancia, una ampliación de la Estación LB e incluso una implantación del tercer carril y adaptación de la infraestructura para la llegada del AVE al nordeste de Andalucía.

4.1.2.- Defensa de la solución actual frente al resto de alternativas propuestas.

Esta solución es la más completa, no sólo porque conecta 2 capitales de comarca, sino porque las conecta a través de la Estación LB, es decir, se facilita el transporte interurbano y a la vez hace de modo de intercambio entre el transporte local a pie y el transporte nacional por ferrocarril, sin necesidad de recurrir al transporte rodado.

Además, este trazado se presta a realizar varias ampliaciones complementarias que parten de este mismo eje, como podrían ser las alternativas 2, 3 y 6.

Las otras alternativas ofrecen buenas soluciones a un rango de población muy reducido, e incluso pueden resultar tramos aislados inconexos con la red actual (como es el caso de la alternativa 2 o la 6).

4.2. Conclusiones.

Finalmente haciendo balance de toda la información expuesta y analizada, considero que la metodología empleada en el análisis multicriterio ha llevado a satisfacer los objetivos iniciales con los que se ideó este estudio:

- Hallar una solución ferroviaria que dote de conectividad a la Estación Linares-Baeza y fomentar su demanda a futuro.
- Hallar una solución ferroviaria atendiendo a las necesidades de la población y que cubra el mayor rango posible de la misma.

Y además ha aportado una visión crítica sobre las otras propuestas de trazado realizadas, para poder discernir las prioridades de cara a futuras ampliaciones y líneas de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADIF. (sf). *Mapa de la Red Ferroviaria Española*. Recuperado el 17 de febrero de 2024 de: <https://www.adif.es/informacion-al-usuario/mapa>

ALONSO, F. (2006). *Sistemas de Información Geográfica (SIG)*, Universidad de Murcia. Recuperado de SIGMUR: <https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>

AZCÁRATE, J. E.; ESNAOLA, J. M. (1991). *Hoja nº 905 (Linares) del mapa Geológico de España. Escala 1:50.000*. IGME, Madrid, España.

AZCÁRATE, J. E.; ESPEJO, J. A. (1976). *Hoja nº 906 (Úbeda) del mapa Geológico de España. Escala 1:50.000*. IGME, Madrid, España.

CASTELLÓ, R.; ORVIZ, F. (1976). *Hoja nº 884 (La Carolina) del mapa Geológico de España. Escala 1:50.000*. IGME, Madrid, España.

CISNEROS, S. (20 de abril de 2022). *Ciudades y decibelios*. El Mundo. Medioambiente. Recuperado de: <https://urbanamente.elmundo.es/ciudades-y-decibelios#:~:text=La%20OMS%20define%20como%20ruido,que%20el%20sue%C3%B1o%20sea%20reparador>.

CONSEJERÍA DE FOMENTO, INFRAESTRUCTURAS Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO (agosto 2021). *Plan de Transporte Metropolitano de Jaén. Plan de Movilidad Sostenible*. Junta de Andalucía.

Constitución Española. Boletín Oficial del Estado, 311, de 29 de diciembre de 1978. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/pdf/1978/BOE-A-1978-31229-consolidado.pdf>

DIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS VIARIAS (2022). *Plan de aforos de la red autonómica de carreteras de Andalucía. Provincia de Jaén*. Junta de Andalucía. Recuperado el 25 de febrero de 2024 de: <https://www.juntadeandalucia.es/organismos/fomentoarticulaciondelterritorioyvivienda/areas/infraestructuras-viarias/trafico/paginas/planes-aforos.html>

DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO [DGT] (22 de diciembre de 2023). *Las principales cifras de la siniestralidad vial. España 2022*. Ministerio del Interior. Gobierno de España.

Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental. Diario Oficial de la Unión Europea, L 189/12, de 18 de julio de 2002. Recuperado de: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0049>

ENTERAT.COM. (sf). *Mapa de carreteras, autovías y autopistas de España en 2024*. Recuperado el 17 de febrero de 2024 de: <https://www.enterat.com/servicios/mapa-carreteras-autopistas-espana.php>

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY [EEA] (10 de diciembre de 2021). *Exposure of Europe's population to environmental noise*. Recuperado de: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/exposure-of-europe-population-to-noise?activeAccordion=ecdb3bcf-bbe9-4978-b5cf-0b136399d9f8>

FERROCARRILES ESPAÑOLES DE VÍA ESTRECHA [FEVE] (19 de julio de 1999). *NFI VIA 002. Parámetros geométricos para nuevas líneas y desdoblamiento de actual con modificación del trazado*. Normativa Técnica de ADIF.

FORCANO CATALÁN, A. (1931). *Mapa de los ferrocarriles en explotación, construcción y proyecto en España*. Madrid: Rivedeneyra.

GÓMEZ ACUÑA, J. (22 de diciembre de 2023). *¿A cuánto se paga el kilometraje en 2024?*. El blog de Pleo: <https://blog.pleo.io/es/cuanto-se-paga-kilometraje>

GÓMEZ LÓPEZ, B. (2012). *Linares y sus estaciones ferroviarias*, Linares (Jaén). Sin publicar.

GOOGLE ARTS & CULTURE. (sf). *El ferrocarril a través de sus mapas. Desarrollo y evolución de la cartografía ferroviaria en los siglos XIX y XX*. Colección Cartográfica de la Biblioteca Ferroviaria. Recuperado el 29 de diciembre de 2023 de: <https://artsandculture.google.com/story/MwVRvfvT2XN7Kg?hl=es>

HERNÁNDEZ, L. (13 de enero de 2016). *Contaminación acústica y ferrocarril*. Trenvista. Recuperado de: <https://www.trensim.com/foro/viewtopic.php?f=26&t=25479>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA [INE] (2023). *Vehículos de los hogares. Hogares según número de vehículos y número de miembros del hogar*. Jaén.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA [INE] (2024). *Tasas de actividad, paro y empleo por provincia y sexo*. Tasas de paro de la población (ambos sexos).

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA [INE] (2024). *Tasas de actividad, paro y empleo por provincia y sexo*. Tasas de desempleo de ambos sexos. Recuperado de: <https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=3996&L=0>

LARREA, F.J.; SANTISTEBAN, J.I.; CUETO, L.A.; QUESADA, C.; FERNÁNDEZ RUÍZ, F.J. Y MARTÍN-SERRANO, A. (2013). *Hoja nº 904 (Andújar) del mapa Geológico de España. Escala 1:50.000*. IGME, Madrid, España.

LÓPEZ PÉREZ, M. (1981). *Jaén, 1881-1981: Un siglo de ferrocarril*. Jaén, Instituto de Estudios Giennenses.

MINISTERIO DE FOMENTO (2021). *Mapa de tráfico 2021. Principales resultados del tráfico registrado en las carreteras y estaciones de la R.C.E. de la provincia*. Jaén. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Gobierno de España.

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA [MITMA] (31 de octubre de 2022). *Estudio de Accidentes 2021*. Gobierno de España.

OBSERVATORIO DEL TRANSPORTE Y LA LOGÍSTICA EN ESPAÑA [OTLE] (julio 2023). *La descarbonización del transporte*. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Gobierno de España.

Orden HFP/793/2023, de 12 de julio, por la que se revisa el importe de la indemnización por uso de vehículo particular establecida en el Real Decreto 462/2002, de 24 de mayo, sobre indemnizaciones por razón del servicio. Boletín Oficial del Estado, 169, de 17 de julio de 2023, páginas 103029-103030. Recuperado de: <https://www.boe.es/boe/dias/2023/07/17/pdfs/BOE-A-2023-16462.pdf>

ORGANIZACIÓN DE CONSUMIDORES Y USUARIOS [OCU] (23 de mayo de 2018). *Movilidad urbana, ¿cuál es el transporte más usado?*. Recuperado el 25 de febrero de 2024 de: <https://www.ocu.org/coches/coches/noticias/movilidad-urbana>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS [ONU] (s.f.). *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Objetivo 9: Industria, Innovación e Infraestructura*. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS [ONU] (s.f.). *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Objetivo 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles*. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD [OMS] (30 de enero de 2019). *Environmental noise guidelines for the European Region*. WHO Regional Office for Europe. Recuperado de: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289053563>

PESCADOR, D. (13 de abril de 2023). *El ruido del tráfico afecta a la salud y la productividad, ¿qué medidas tomar para reducirlo?*. Consumo claro (elDiario.es). Recuperado de: https://www.eldiario.es/consumoclaro/ruido-traffic-afecta-salud-productividad-medidas-reducirlo_1_10091024.html

Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. Boletín Oficial del Estado, 254, de 23 de octubre de 2007. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2007/BOE-A-2007-18397-consolidado.pdf>

Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. Boletín Oficial del Estado, 301, de 17 de diciembre de 2005. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2005/BOE-A-2005-20792-consolidado.pdf>

RED DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE ANDALUCÍA [REDIAM] (diciembre de 2023). *Emisiones contaminantes a la atmósfera por municipio y sectores de actividad, 2021 (Tema: 09 Calidad del aire. Subtema: 01 Emisiones)*. Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul. Junta de Andalucía. Recuperado de: https://portalrediam.cica.es/descargas?path=%2F16_INDICADORES_ESTADISTICAS%2F01_IMA%2FIMA_edicion_2023%2FDocumentos%2FEstadisticas_indicadores%2F09_Calidad_del_aire%2F09_01_Emisiones

RENFE (1958). *Mapa de los Ferrocarriles españoles publicado por Renfe con ocasión del XVII Congreso Internacional de Ferrocarriles*. Madrid: Rivedeneyra.

RENFE (s.f.). *Certificación de Carbono Neutro. Los más sostenibles*. Grupo Renfe. Recuperado de: <https://www.renfe.com/es/es/grupo-renfe/comunicacion/te-contamos-mas/certificacion-carbono-neutro-mas-sostenibles>

RENFE. (sf). *Mapas de líneas. Mapa de líneas AVE y Larga Distancia*. Recuperado el 17 de febrero de 2024 de: <https://www.renfe.com/es/es/viajar/informacion-util/mapas-y-lineas/ave-y-larga-distancia>

ROLDÁN GARCÍA, F.J; LUPIANI MORENO, E.; VILLALOBOS MEGÍA, M.; JEREZ MIR, L. (1991). *Hoja nº 946 (Martos) del mapa Geológico de España. Escala 1:50.000*. IGME, Madrid, España.

ROLDÁN GARCÍA, F.J; LUPIANI MORENO, E.; VILLALOBOS MEGÍA, M.; JEREZ MIR, L. (1991). *Hoja nº 927 (Baeza) del mapa Geológico de España. Escala 1:50.000*. IGME, Madrid, España.

ROLDÁN GARCÍA, F.J; LUPIANI MORENO, E.; VILLALOBOS MEGÍA, M.; JEREZ MIR, L. (1991). *Hoja nº 947 (Jaén) del mapa Geológico de España. Escala 1:50.000*. IGME, Madrid, España.

ROMERO, N. (11 de noviembre de 2022). *Los 5 medios de transporte más sostenibles*. Sport. Bicio. Recuperado de: <https://www.sport.es/bicio/los-5-medios-de-transporte-mas-sostenibles/>

SIERRA MARTÍNEZ, A. (27 de agosto de 2010). *Todas las Estaciones y Líneas de FC de España*. Trensım.com. Recuperado de: <https://www.trensım.com/foro/viewtopic.php?f=26&t=25479>

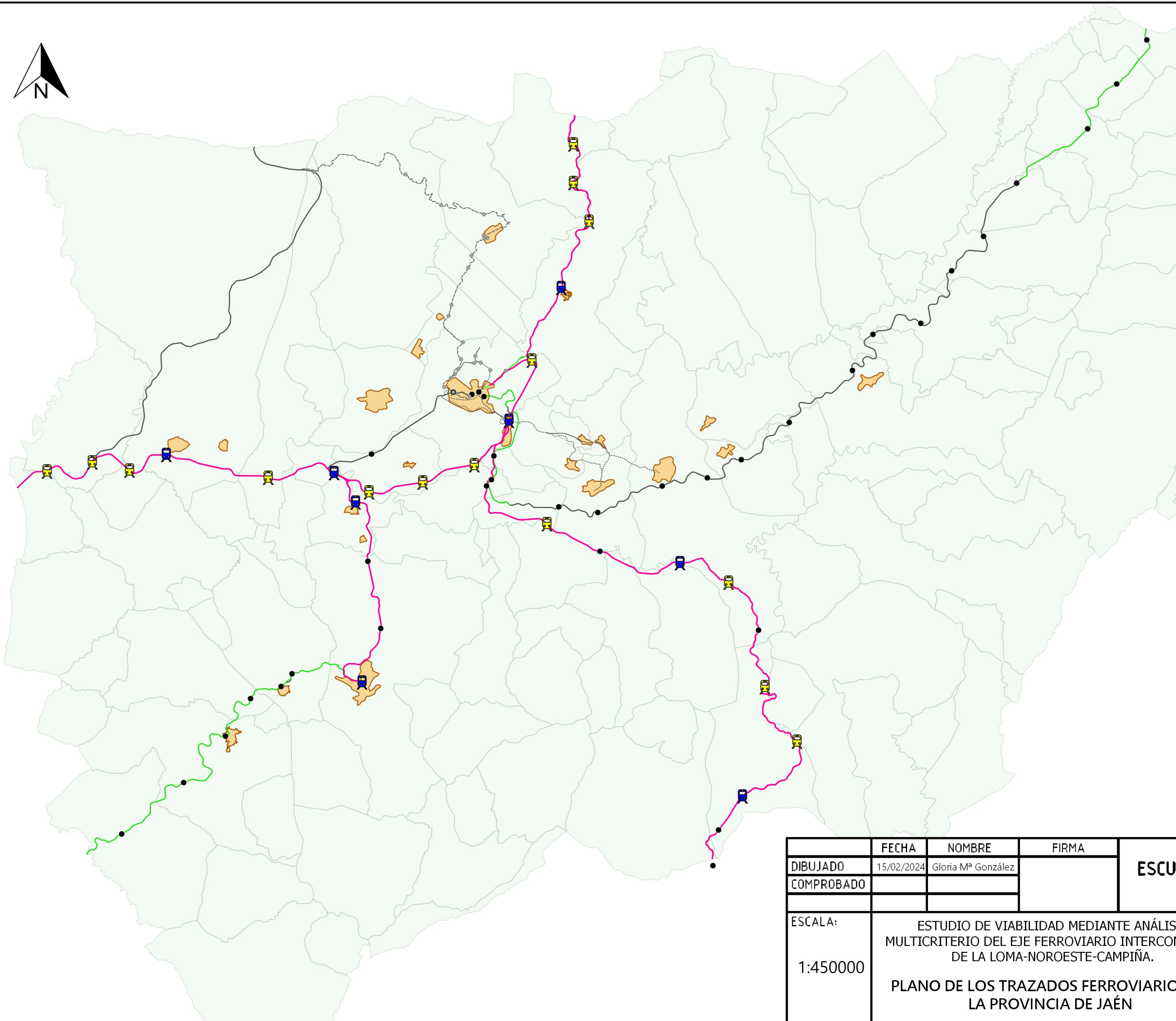
SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA [SICA] (2012). *Mapa estratégico de ruido de la red autonómica de carreteras de Andalucía. Provincia de Jaén documento resumen*. Ministerio para la Transición ecológica y el reto demográfico. Gobierno de España. Recuperado de: https://sicaweb.cedex.es/docs/mapas/fase2/carretera/Andalucia/JAEN/MEM_resumen_JA_EN.pdf

SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA [SICA] (s.f.). *Los mapas de ruido*. Ministerio para la Transición ecológica y el reto demográfico. Gobierno de España. Recuperado de: <https://sicaweb.cedex.es/los-mapas-de-ruido/>

VILLALONGA, A. (septiembre 2023). *El impulso de la movilidad cero emisiones*. Fundación 1º de Mayo.

ANEXOS

I. Cartografía generada con QGIS



LEYENDA

ESTACIONES Y APEADEROS

En activo

- Apartadero 
- Apartadero-cargadero 
- Estación 

Fuera de servicio

- Tren pasajeros/mercancías 
- Tren minero 
- Tranvía 

TRAZADOS FERROVIARIOS

En activo

- Trazado actual 
- Vías verdes 

Fuera de servicio

- Tren pasajeros/mercancías 
- Tren minero 
- Tranvía 

LOCALIDADES

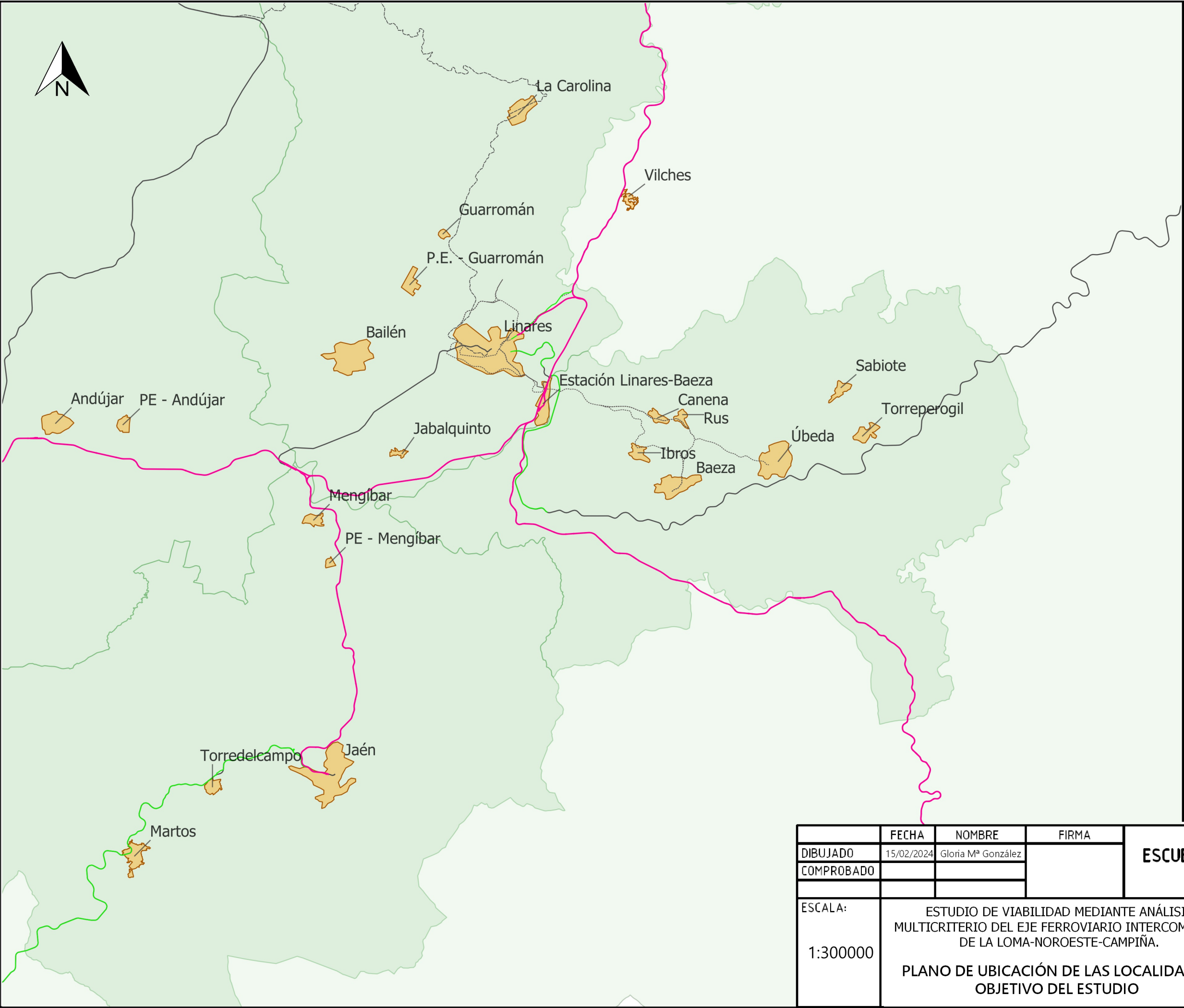
- Urbanizado 
- Límite administrativo 

Mapa de situación:



UNIVERSIDAD DE JAÉN

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	15/02/2024	Gloria Mª González			
COMPROBADO					
ESCALA:	ESTUDIO DE VIABILIDAD MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO DEL EJE FERROVIARIO INTERCOMARCAL DE LA LOMA-NOROESTE-CAMPIÑA. PLANO DE LOS TRAZADOS FERROVIARIOS DE LA PROVINCIA DE JAÉN			Nº PLANO	
1:450000				1	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	



LEYENDA

TRAZADOS FERROVIARIOS

En activo

Trazado actual

Vías verdes

Fuera de servicio

Tren pasajeros/mercancías

Tren minero

Tranvía

LÍMITES ADMINISTRATIVOS

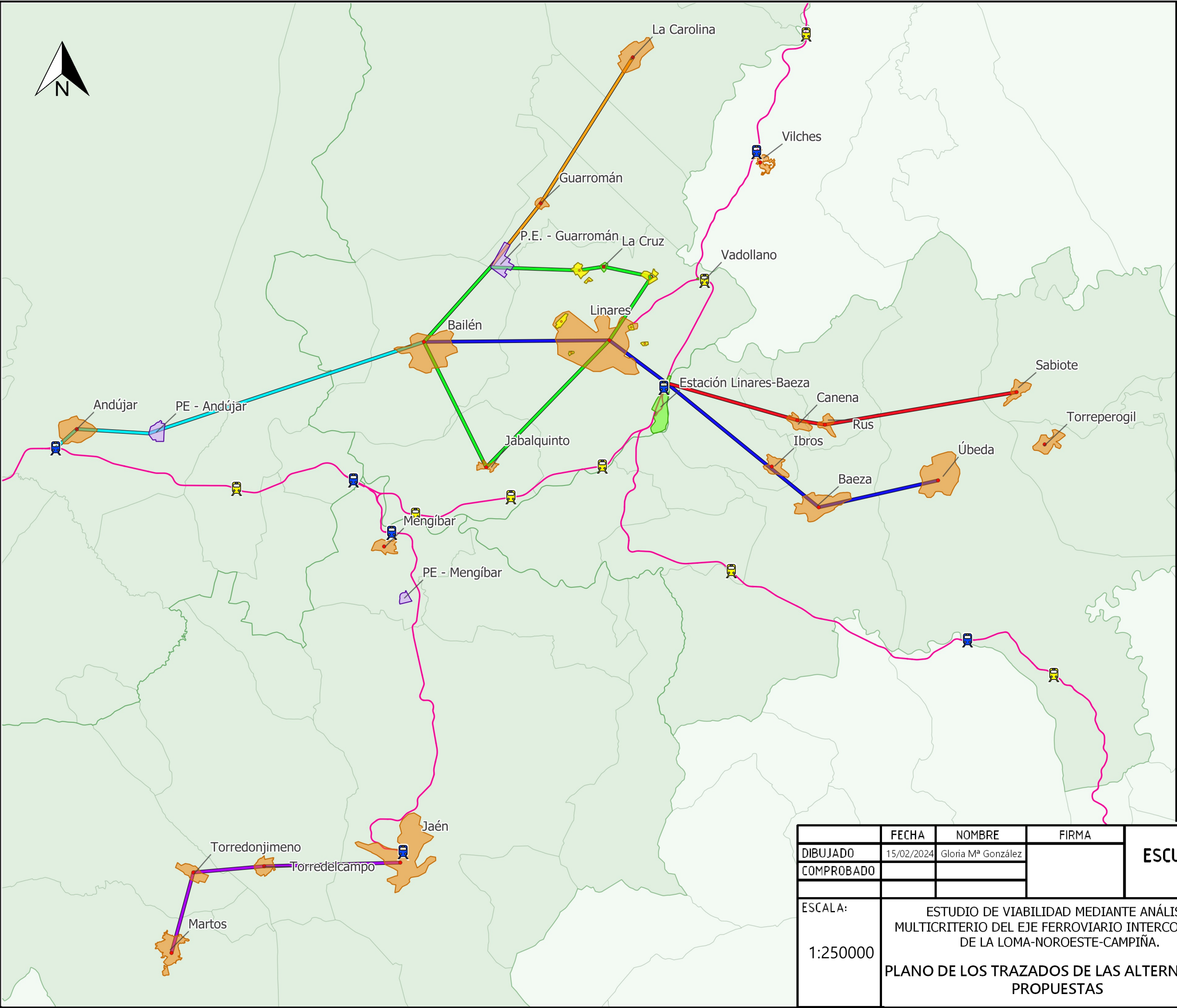
Localidades

Comarcas estudiadas

Mapa de situación:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	15/02/2024	Gloria Mª González			
COMPROBADO					
ESCALA:	ESTUDIO DE VIABILIDAD MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO DEL EJE FERROVIARIO INTERCOMARCAL DE LA LOMA-NOROESTE-CAMPIÑA. PLANO DE UBICACIÓN DE LAS LOCALIDADES OBJETIVO DEL ESTUDIO			Nº PLANO	
1:300000				2	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	



LEYENDA

Estaciones y apartaderos en activo

Apartadero-cargadero

Estación

Localidades

Urbanización

Núcleo secundario

Localidad

Parque Empresarial

Núcleo principal

Esquemas de Alternativas

Alternativa 1

Alternativa 2

Alternativa 3

Alternativa 4

Alternativa 5

Alternativa 6

Trazado actual

Límites Administrativos

Comarcas de estudio

Límites administrativos localidades

Mapa de situación:

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	15/02/2024	Gloria Mª González			
COMPROBADO					
ESCALA:	ESTUDIO DE VIABILIDAD MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO DEL EJE FERROVIARIO INTERCOMARCAL DE LA LOMA-NOROESTE-CAMPIÑA. PLANO DE LOS TRAZADOS DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS			Nº PLANO	
1:250000				3	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

II. Distancia entre las poblaciones estudiadas

A continuación, se muestra una tabla informativa de los trayectos que conectan las localidades estudiadas entre sí, comparando los tiempos y costes derivados del transporte ferroviario y el transporte rodado:

	<u>Andújar</u>	Baeza	Bailén	Canena	<u>Est. Linares-Baeza</u>	Guarromán	Ibros	Jabalquinto	<u>Jaén</u>	La Carolina	Linares	Martos	<u>Mengíbar</u>	Rus	Sabiote	Torredelcampo	Torreperogil	Úbeda	<u>Vilches</u>
<u>Andújar</u>		61 Km (46 min)	27 Km (25 min)	57 Km (39 min)	47 Km (35 min) 12,22€	40 Km (29 min)	57 Km (41 min)	42 Km (35 min)	45 Km (40 min) 11,70€	53 Km (37 min)	43 Km (33 min)	47 Km (45 min)	30 Km (30 min)	59 Km (42 min)	75 Km (51 min)	42 Km (39 min)	76 Km (52 min)	70 Km (49 min)	62 Km (47 min) 16,12€
Baeza			33 Km (30 min)	10 Km (12 min)	16 Km (18 min)	42 Km (33 min)	4 Km (6 min)	33 Km (29 min)	48 Km (34 min)	56 Km (41 min)	24 Km (25 min)	69 Km (46 min)	46 Km (35 min)	7 Km (10 min)	18 Km (18 min)	59 Km (39 min)	18 Km (19 min)	13 Km (16 min)	48 Km (39 min)
Bailén				28 Km (22 min)	19 Km (17 min)	15 Km (15 min)	28 Km (22 min)	16 Km (16 min)	37 Km (28 min)	28 Km (25 min)	14 Km (16 min)	58 Km (40 min)	15 Km (16 min)	31 Km (24 min)	47 Km (33 min)	48 Km (33 min)	48 Km (32 min)	42 Km (30 min)	34 Km (29 min)
Canena					13 Km (13 min)	38 Km (26 min)	6 Km (10 min)	29 Km (23 min)	59 Km (40 min)	52 Km (33 min)	19 Km (18 min)	80 Km (52 min)	42 Km (29 min)	2 Km (5 min)	19 Km (19 min)	70 Km (46 min)	20 Km (19 min)	14 Km (17 min)	44 Km (32 min)
<u>Est. Linares-Baeza</u>	1 tren (33 min) 7-10 €					28 Km (20 min)	11 Km (12 min)	19 Km (18 min)	54 Km (36 min) 14,04€	42 Km (29 min)	9 Km (13 min)	74 Km (48 min)	32 Km (24 min) 8,32€	15 Km (14 min)	31 Km (23 min)	64 Km (41 min)	32 Km (23 min)	26 Km (20 min)	34 Km (27 min) 8,84€
Guarromán							38 Km (26 min)	31 Km (22 min)	52 Km (34 min)	16 Km (13 min)	13 Km (16 min)	73 Km (47 min)	30 Km (22 min)	40 Km (27 min)	57 Km (37 min)	63 Km (41 min)	57 Km (37 min)	52 Km (34 min)	28 Km (24 min)
Ibros								29 Km (24 min)	51 Km (35 min)	52 Km (35 min)	19 Km (19 min)	71 Km (42 min)	42 Km (30 min)	8 Km (11 min)	22 Km (24 min)	61 Km (42 min)	23 Km (23 min)	17 Km (21 min)	44 Km (35 min)
Jabalquinto									37 Km (27 min)	44 Km (32 min)	16 Km (17 min)	58 Km (40 min)	15 Km (16 min)	30 Km (25 min)	47 Km (34 min)	48 Km (33 min)	47 Km (33 min)	42 Km (30 min)	41 Km (35 min)
<u>Jaén</u>	5 trenes (39 min) 6,25 €				4 trenes (41 min) 6,25 €					66 Km (44 min)	49 Km (35 min)	23 Km (22 min)	26 Km (21 min) 6,76€	58 Km (39 min)	65 Km (43 min)	13 Km (15 min)	65 Km (43 min)	59 Km (41 min)	69 Km (49 min) 17,94€
La Carolina											30 Km (27 min)	86 Km (57 min)	44 Km (32 min)	54 Km (38 min)	54 Km (41 min)	76 Km (50 min)	55 Km (42 min)	50 Km (40 min)	14 Km (17 min)
Linares												70 Km (50 min)	28 Km (24 min)	19 Km (21 min)	38 Km (30 min)	60 Km (42 min)	39 Km (30 min)	33 Km (28 min)	20 Km (23 min)
Martos													47 Km (34 min)	79 Km (52 min)	86 Km (56 min)	11 Km (11 min)	86 Km (56 min)	80 Km (54 min)	90 Km (61 min)
<u>Mengíbar</u>	-				3 trenes (18 min) 5,25 €				3 trenes (20 min) 3,80 €					44 Km (31 min)	61 Km (41 min)	36 Km (26 min)	61 Km (39 min)	55 Km (38 min)	47 Km (36 min) 12,22€
Rus															17 Km (18 min)	68 Km (46 min)	18 Km (17 min)	12 Km (15 min)	45 Km (36 min)
Sabiote																78 Km (51 min)	6 Km (9 min)	9 Km (12 min)	45 Km (36 min)
Torredelcampo																	76 Km (50 min)	71 Km (48 min)	84 Km (65 min)
Torreperogil																		10 Km (13 min)	46 Km (36 min)
Úbeda																			41 Km (38 min)
<u>Vilches</u>	1 tren (50 min) 8,05 €				5 trenes (13 min) 2,80 €				4 trenes (55 min) 9,85 €				3 trenes (34 min) 6,25 €						
Información de las conexiones ferroviarias disponibles																			

* Los tiempos de trayecto son los definidos por Renfe (en el caso del transporte ferroviario) y Google Maps (en el caso del transporte rodado).

** Precio empleado para estimar el coste del trayecto en coche: **Precio del kilometraje en España = 0,26€/km**. Esta cuantía es una estimación del coste de combustible, desgaste y averías del vehículo, seguro e impuestos.

***En la Disposición 16462 del BOE núm. 169 de 2023 se establece que la cuantía máxima sin impuestos que se paga al trabajador de cualquier empresa que realiza desplazamientos con su vehículo personal será de 26 céntimos/km. El excedente que se abone por encima de esa cuantía irá sujeto al IRPF. Según diversas fuentes, la mayor parte de las empresas abona la cantidad límite establecida en el BOE.

III. Cartografía geológica consultada (MAGNA 50)

Puesto que estos planos no son de elaboración propia, sino material de consulta para complementar la información aportada en el estudio, se procede a citar cada documento del presente anexo:

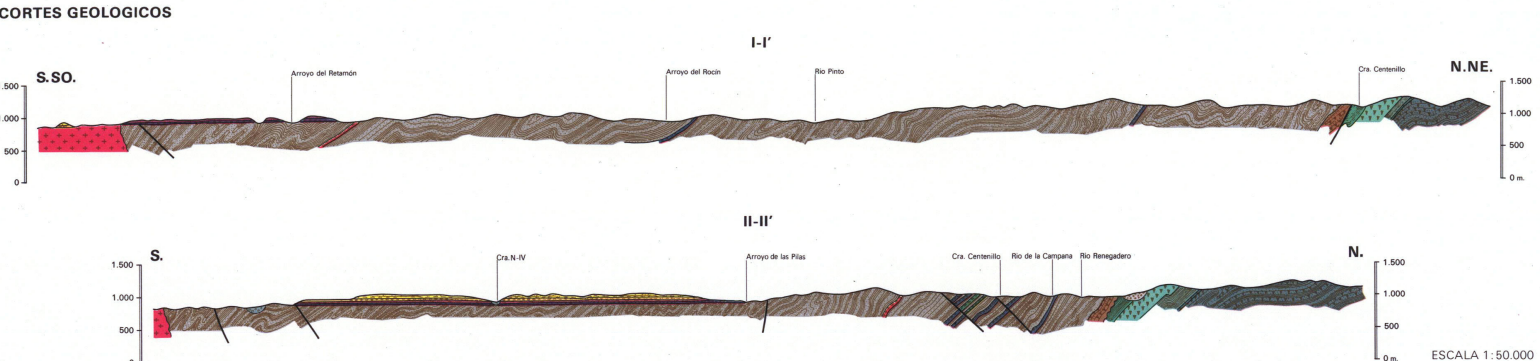
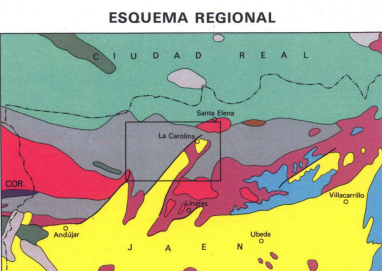
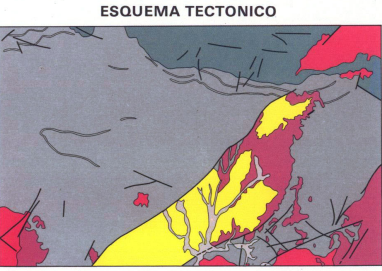
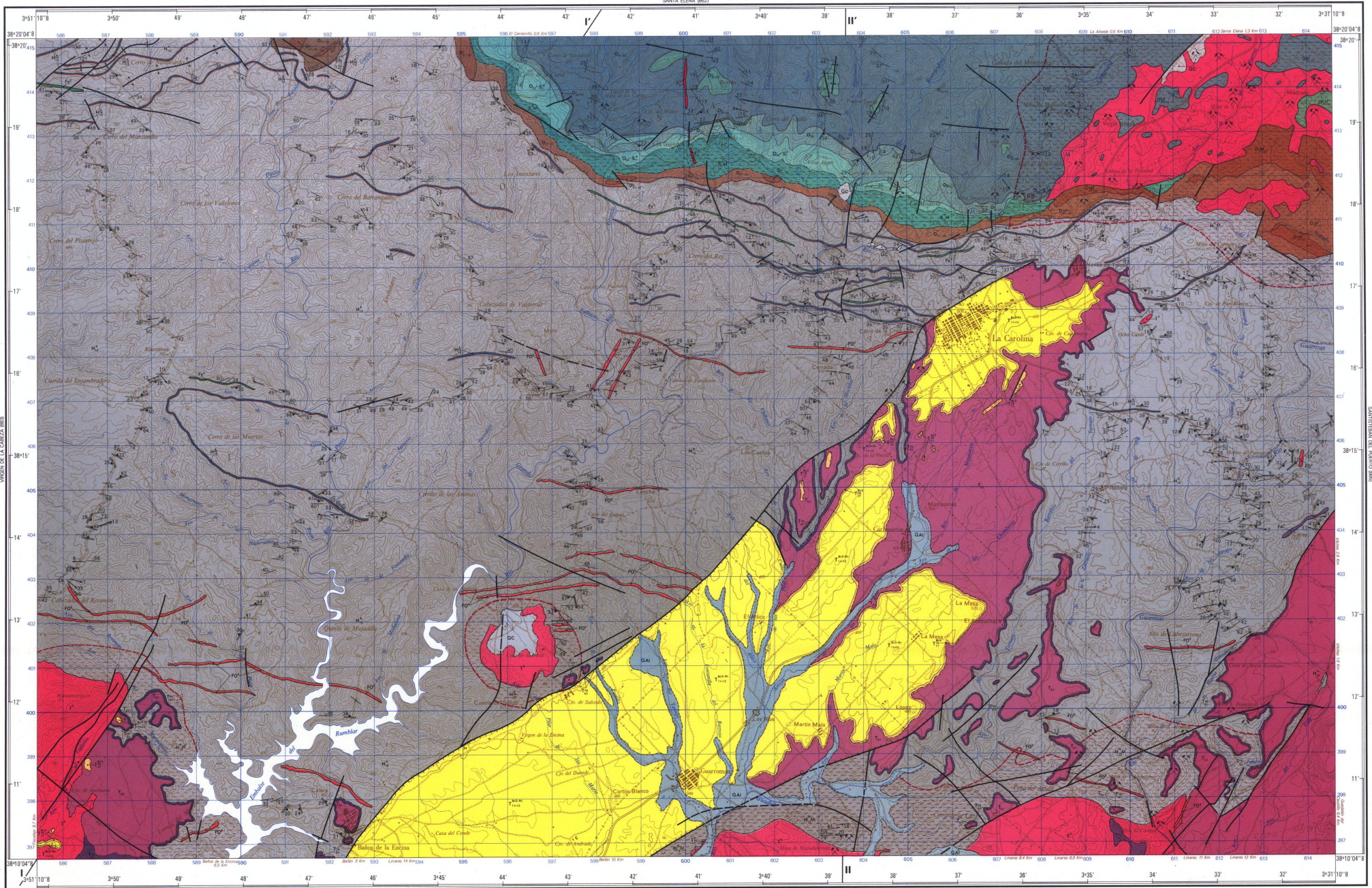
- Hoja nº 884 del MAGNA 50. La Carolina (Castelló y Orviz, 1976)
- Hoja nº 904 del MAGNA 50. Andújar (Larrea et al., 2013)
- Hoja nº 905 del MAGNA 50. Linares (Azcárate y Esnaola, 1991)
- Hoja nº 906 del MAGNA 50. Úbeda (Azcárate y Espejo, 1976)
- Hoja nº 927 del MAGNA 50. Baeza (Roldán-García et al., 1991)
- Hoja nº 946 del MAGNA 50. Martos (Roldán-García et al., 1991)
- Hoja nº 947 del MAGNA 50. Jaén (Roldán-García et al., 1991)

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

LA CAROLINA

884
19-35

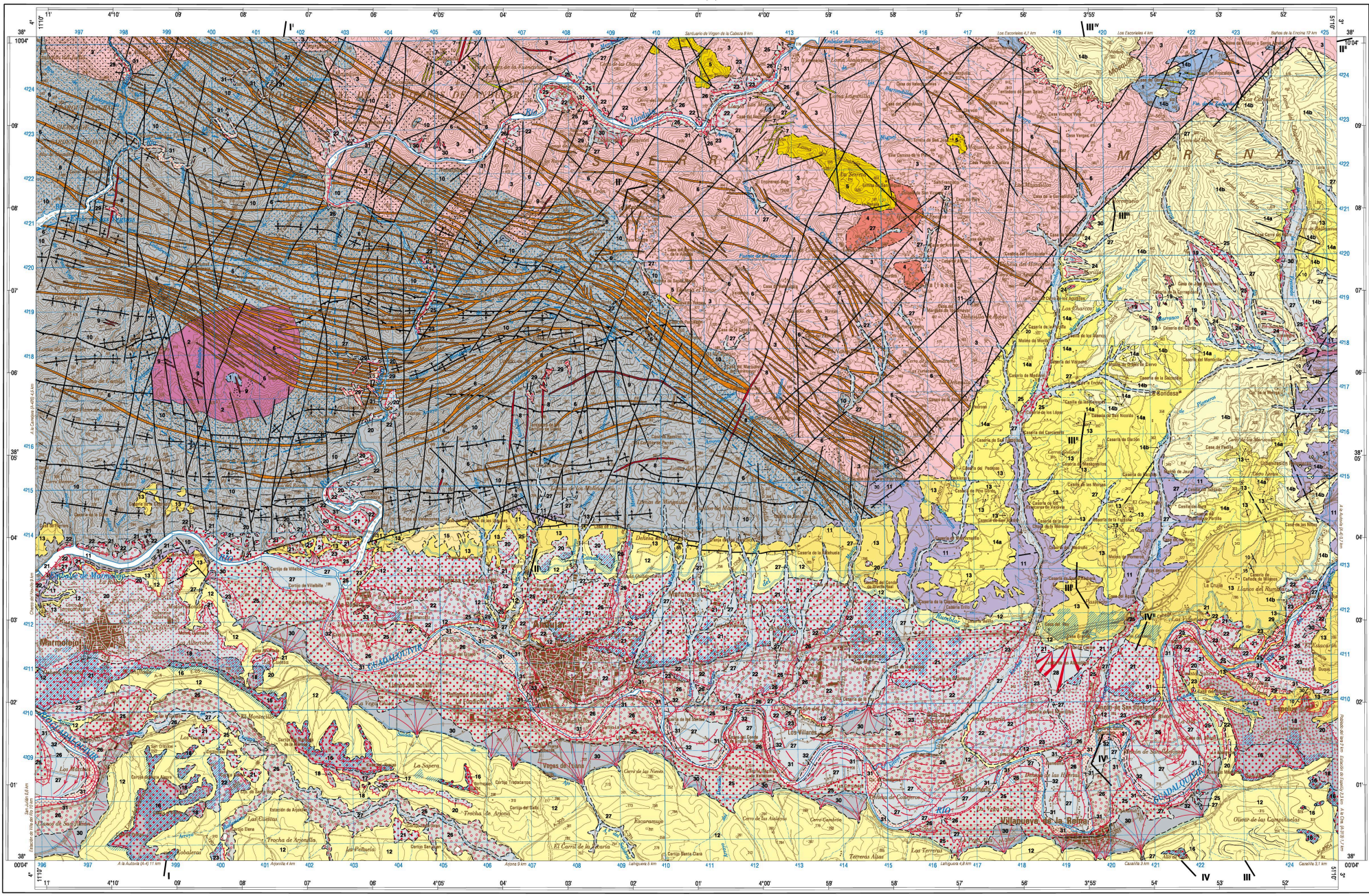
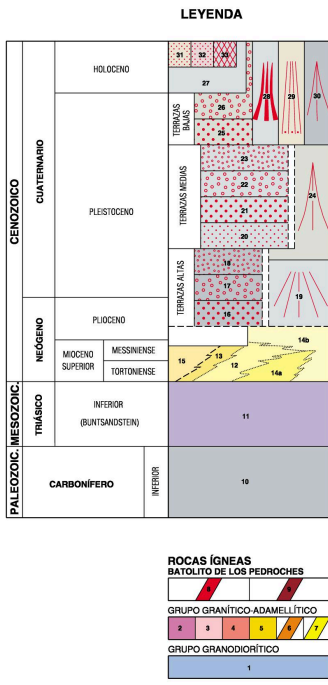


MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA
Escala 1:50.000

Instituto Geológico
y Minero de España

ANDÚJAR

904
18-36



Base Topográfica: INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
Cartografía: Imprenta Systems

ESCALA 1:50.000

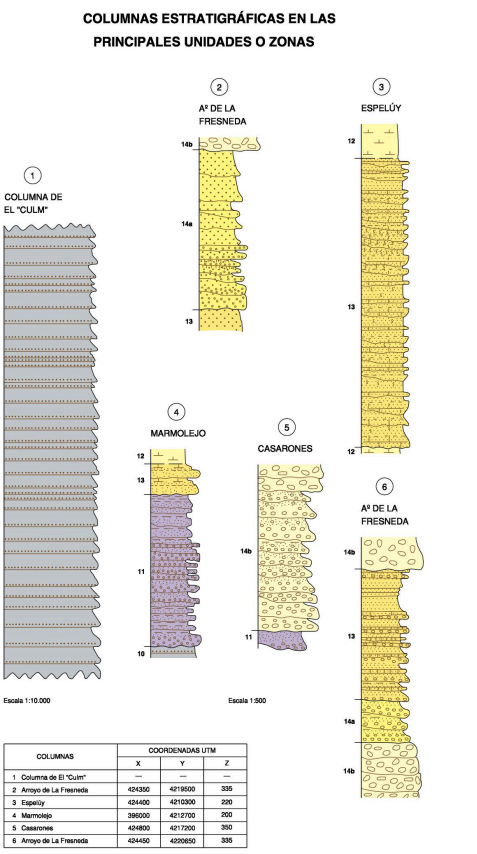
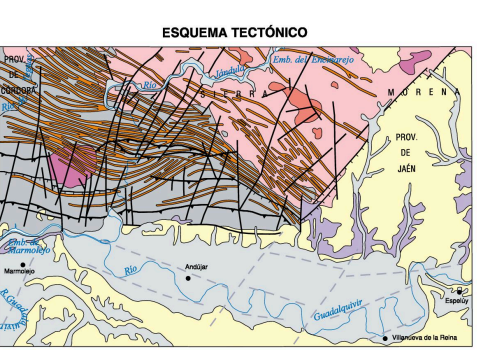
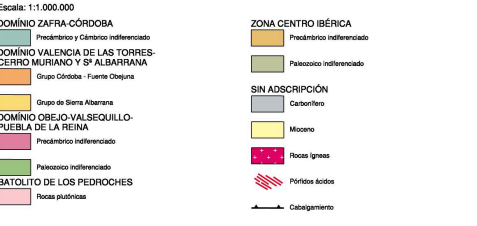
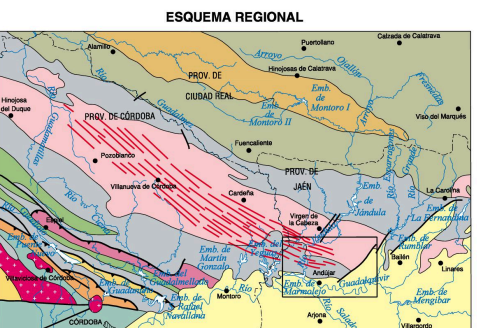
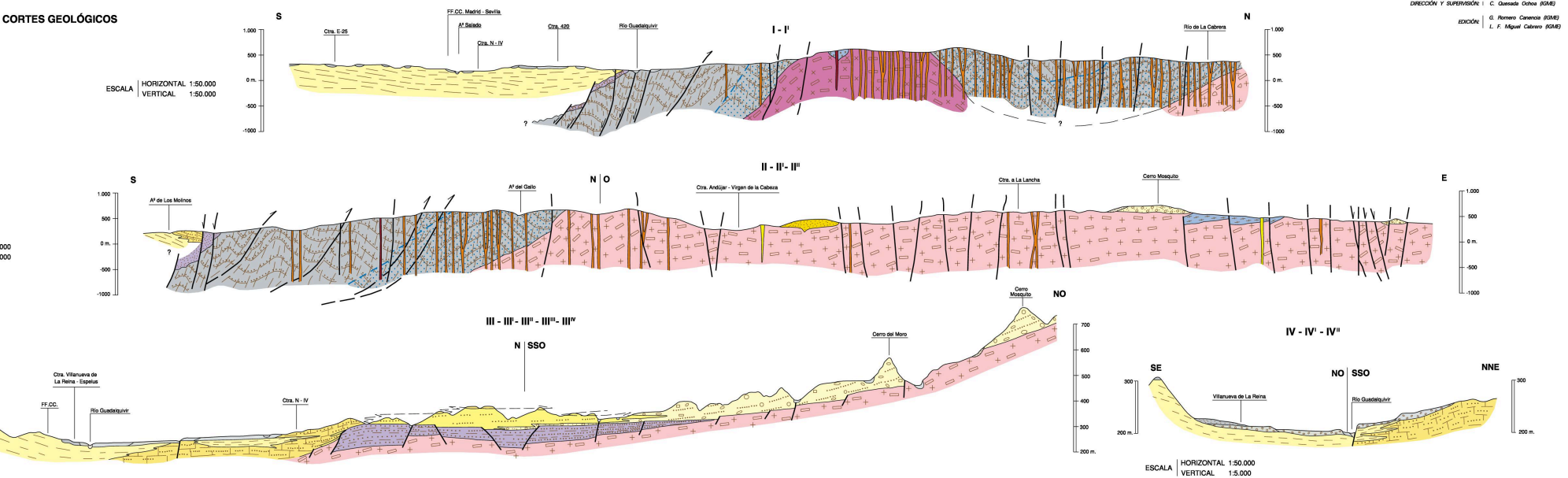
Las altitudes se refieren al nivel medio del Mediterráneo en Alicante
Equidistancia de las curvas de nivel 20 metros
Proyección y cuadrícula U.T.M. Etimología Internacional
Huso 30

NORMAS, DIRECCIÓN Y SUPERVISIÓN DEL I.G.M.E.
AÑO DE REALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA: 1982

AUTORES:
F. J. Lainez (IGME)
J. L. Santolucito (IGME)
I. A. Castejón (IGME)
C. Gascón (IGME)
F. J. Fernández (IGME)
A. Martín-Serrano (IGME)

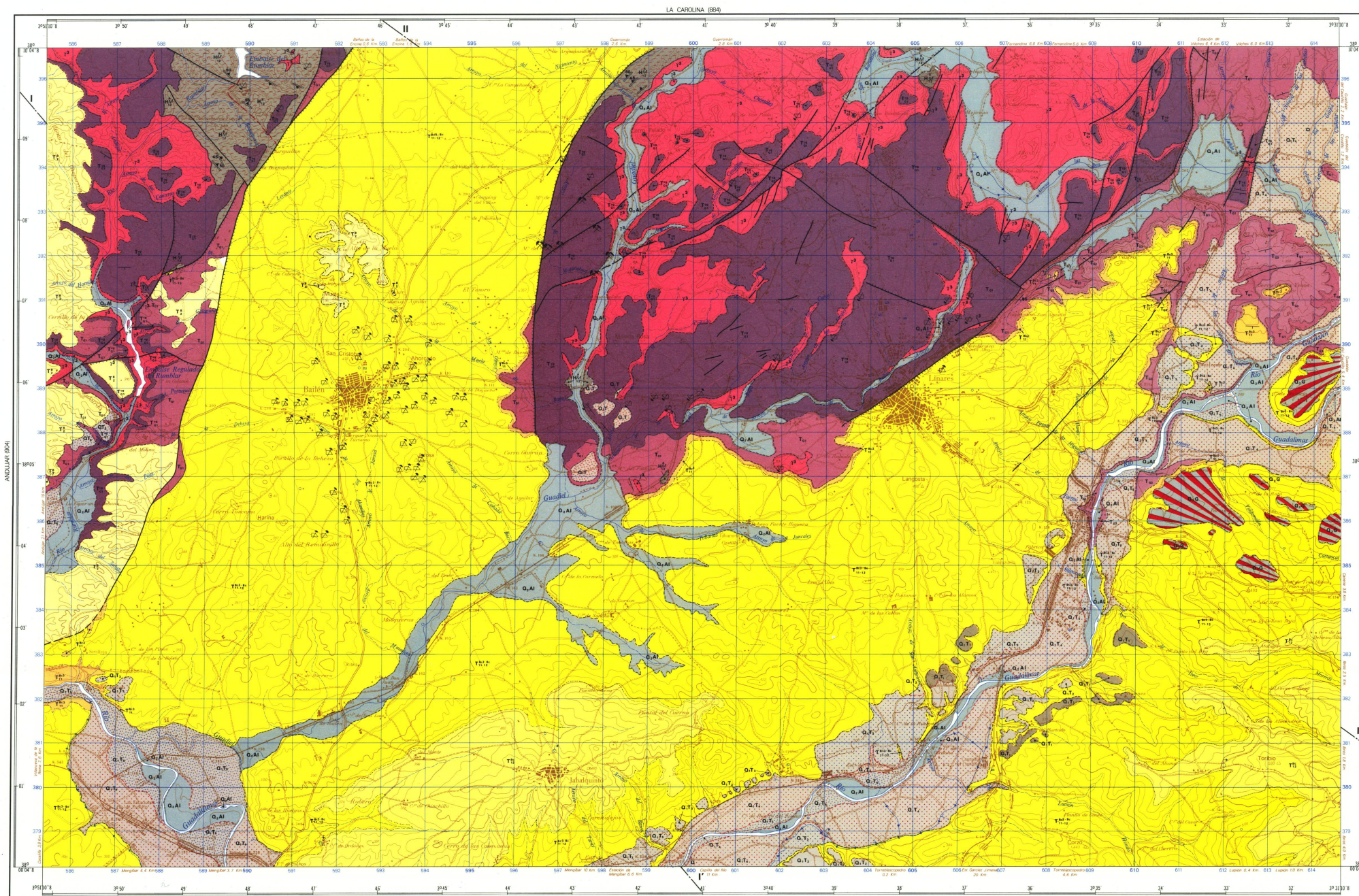
DIRECCIÓN Y SUPERVISIÓN:
C. Gascón (IGME)
G. Romero-Camacho (IGME)
L. F. Miguel Calvo (IGME)

EDICIÓN:
G. Romero-Camacho (IGME)
L. F. Miguel Calvo (IGME)



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

905
19-36

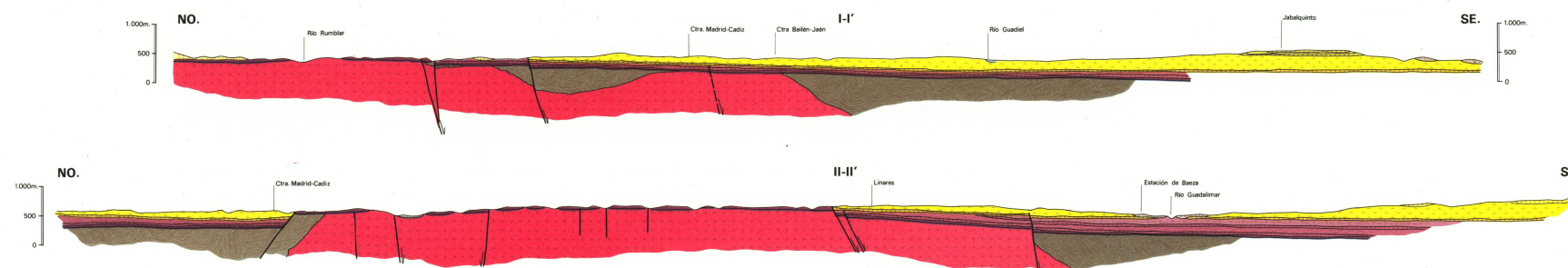
[illegible]

C.S.G. 1972
Base topográfica y tirada: Instituto Geográfico Nacional
Grabado y fotomecánica: Cartográfica Ibérica S. A. (Cíbsa)
Depósito legal: M-6.790-1978

Las altitudes se refieren al nivel medio del Mediterráneo en Alicante.
Cuadrícula Lambert. Equidistancia de las curvas de nivel 20 metros
Proyección U.T.M. Elipsoide Internacional.

ENADIMSA | J.E. Azcárate Martín
J.M. Esnaola Gómez
M. Maldonado

	Falla		Contacto normal o concordante
	Falla supuesta		Contacto normal o concordante supuesto
	Falla con indicación del hundimiento		Contacto mecánico
	Falla con indicación del hundimiento supuesta		Contactos por discordancia
	Dirección y cantidad del buceo		Borde de Terraza
	Dirección y cantidad de buceo: aproximado (30°-300°-60°-90°)		Glacis
	Rumbo y buceo de la granizada		Auróla de metamorfismo
	Carrera activa		Fuente o manantial
	Carrera inactiva		Pozo
	Mina activa		



ESCALA HORIZONTAL Y VERTICAL 1:50.000

Escala 1:250.000

[illegible]

Escala 1:1.000.000



MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

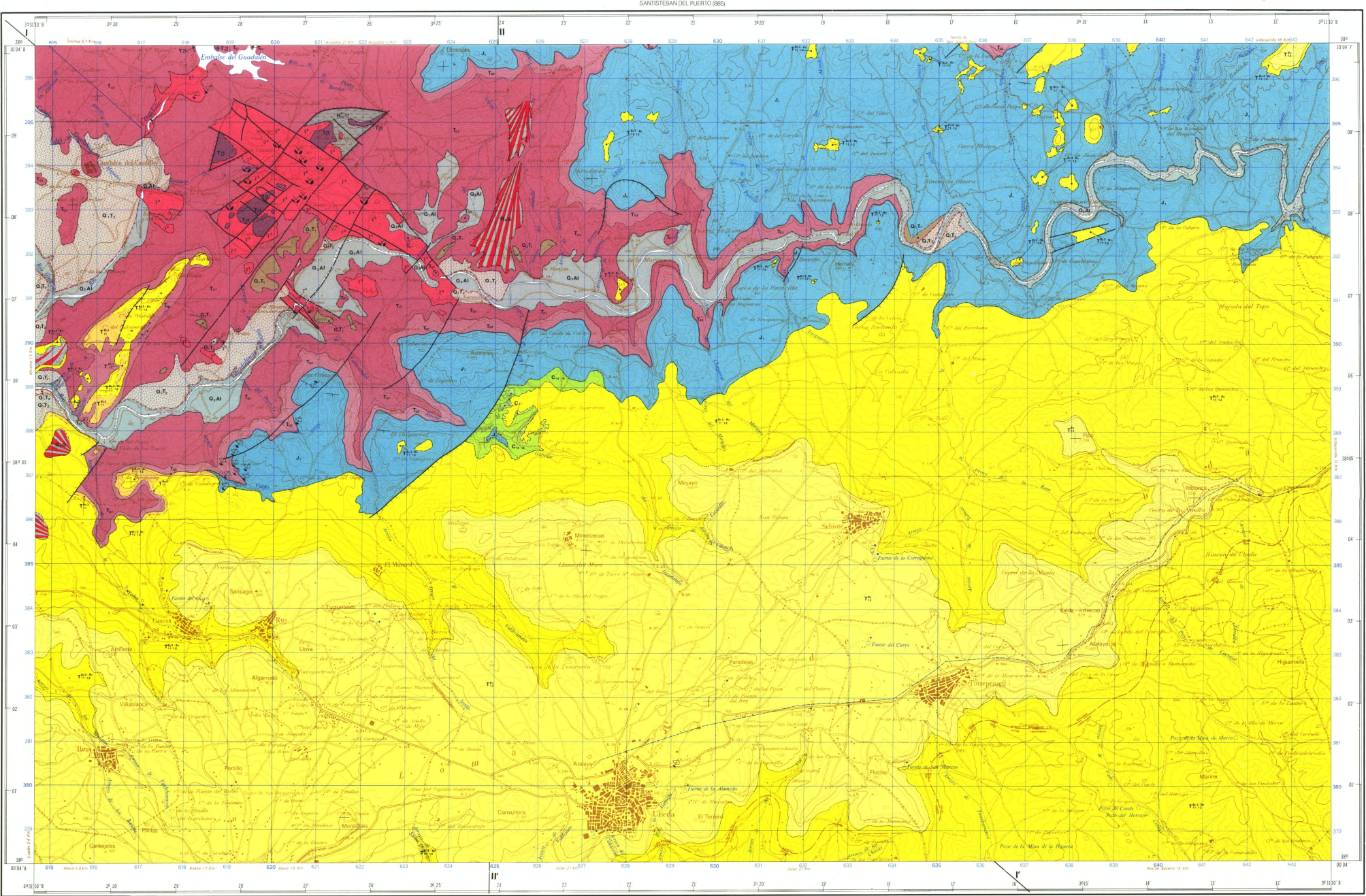
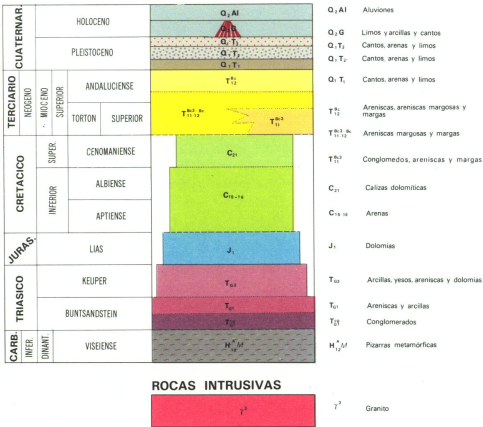


INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

UBEDA

906
20-36

LEYENDA



EDITA: SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
C.S.G. 1972
Base topográfica y tirada Instituto Geográfico y Catastral
Grabado y fotomecánica Cartográfica Ibérica S.A. (Cibesa)
Depósito legal M. 41.399-1977

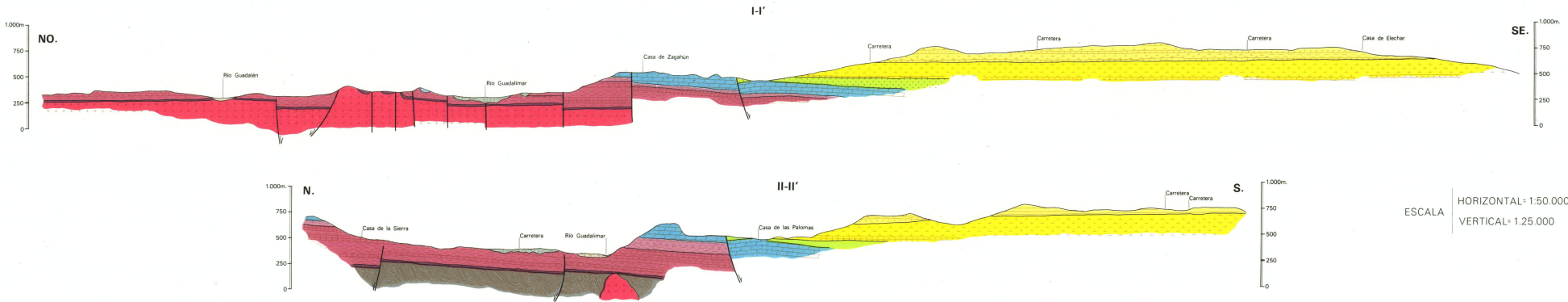
Escala 1:50.000
Las altitudes se refieren al nivel medio del Mediterráneo en Alicante.
Cuadrícula Lambert. Equidistancia de las curvas de nivel 20 metros.
Proyección U.T.M. Elipsoidal Internacional.

NORMAS DIRECCION Y SUPERVISION DEL I.G.M.E.
ENADIMSA J.E. Azcarán Martín
J.A. Espejo Molina

SIGNOS CONVENCIONALES



CORTES GEOLOGICOS

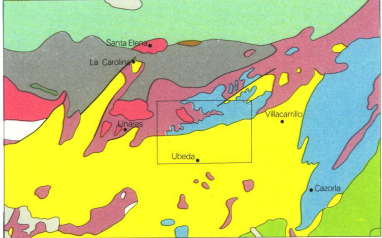


ESQUEMA TECTONICO



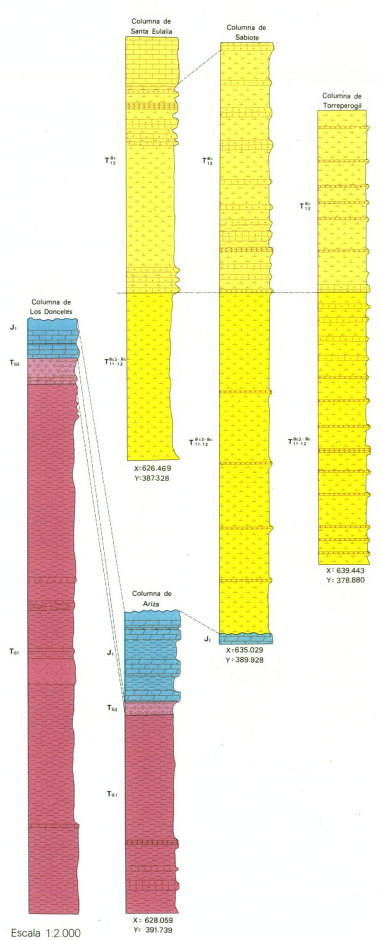
Escala 1:250.000
Cuaternario
Terciario
Cretácico
Jurásico
Triásico
Granito
Paleozoico

ESQUEMA REGIONAL



Escala 1:1.000.000
Cuaternario
Terciario
Cretácico
Jurásico
Triásico
Carbonífero
Devónico
Silúrico-Ordovícico
Cambrio
Rocas ígneas

COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN LAS PRINCIPALES UNIDADES ESTRUCTURALES



MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
Escala 1:50.000

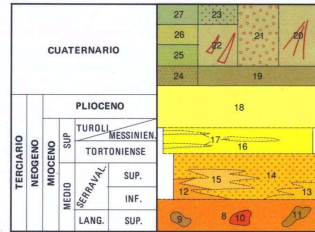
Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

BAEZA

927
20-37

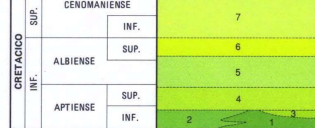
LEYENDA

UNIDADES DE LA DEPRESION DEL GUADALQUIVIR
Y DE LAS ZONAS EXTERNAS DE LAS CORDILLERAS
BETICAS

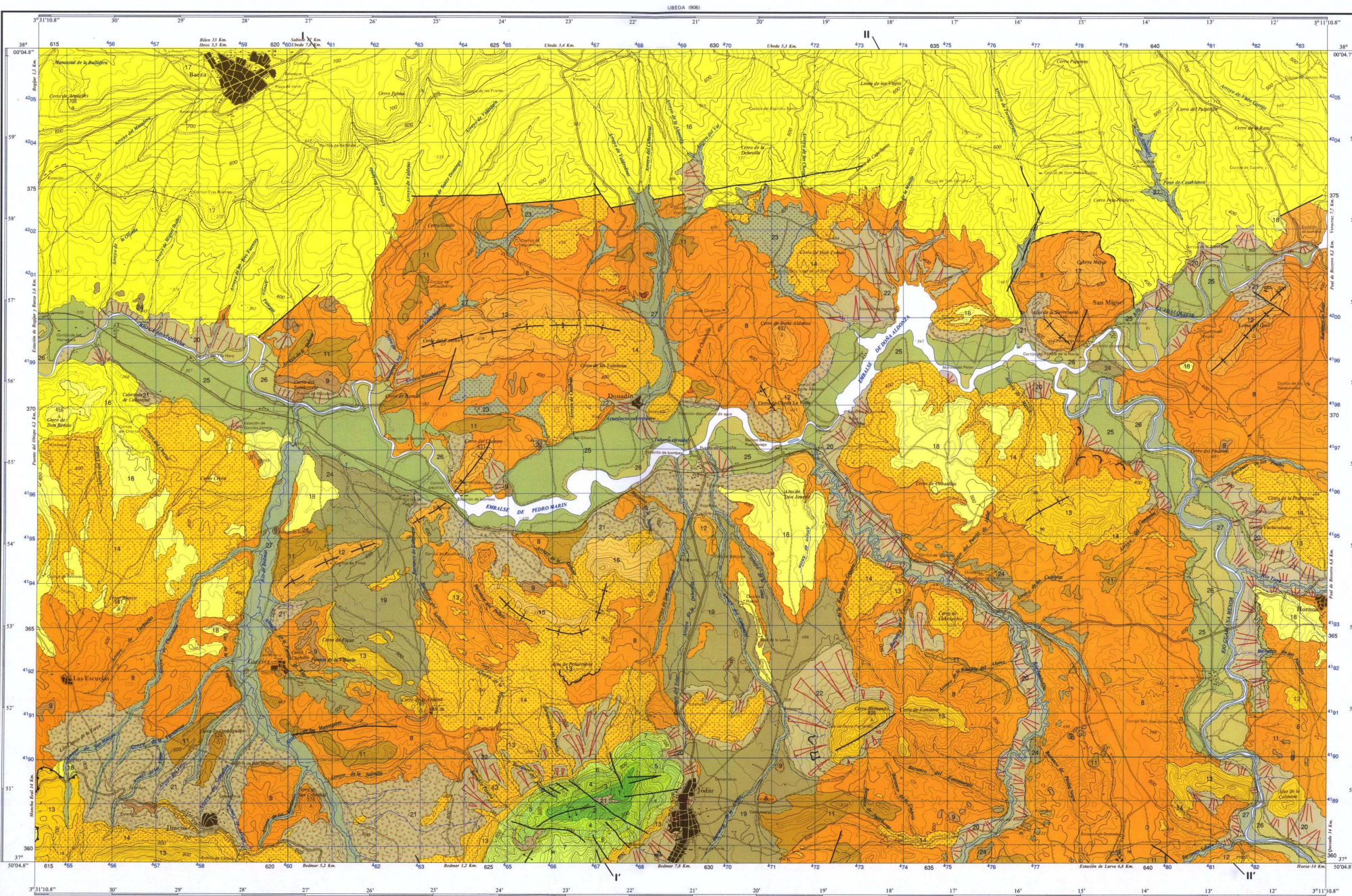


PREBETICO

PREBETICO INTERNO



1. Dolomitas masivas.
2. Calizas y dolomitas estratificadas y areniscas.
3. Dolomitas masivas.
4. Calizas y margas con rudistas y orbitolinas.
5. Margas verdosas.
6. Dolomitas arenosas, localmente calcarenitas.
7. Arenas silíceas areniscas.

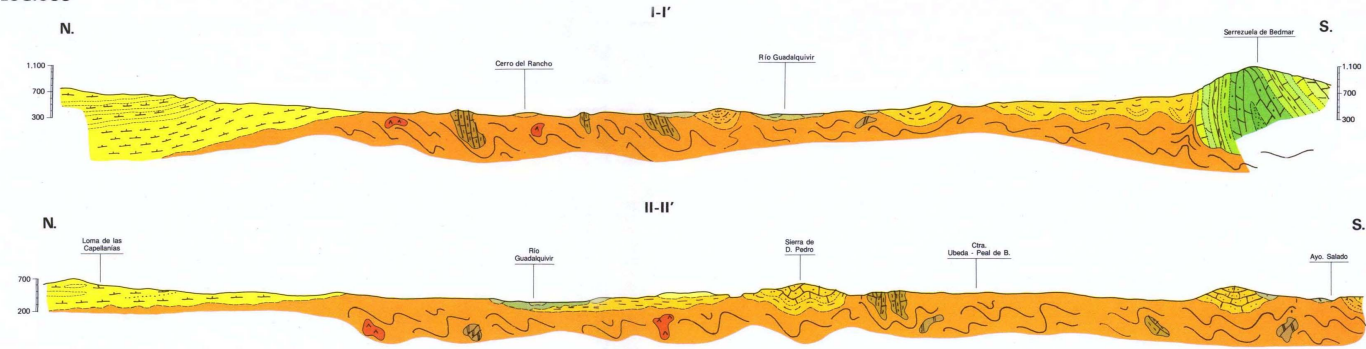


Base topográfica: INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
Cartografía: GEOTECNO, S.A. Dto. Cartografía Automatizada
Aprobado: C.O.S. 1972. Deseño: J. M. 1971-1982
Impreso: GRÁFICAS TOPADRI, S.A.
NPO: 241-82-011-7

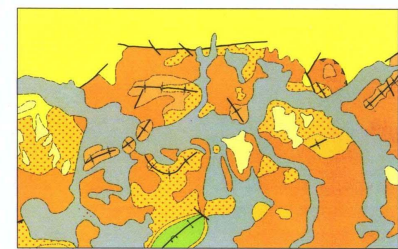
Escala 1:50.000

Las altitudes se refieren al nivel medio del Mediterráneo en Alicante
Proyección y Cuadrícula U.T.M. Epípedo Internacional
Ref. Coordenadas Lambert (en negro). Equidistancia de las curvas de nivel, 20 metros

CORTES GEOLOGICOS



ESQUEMA TECTONICO

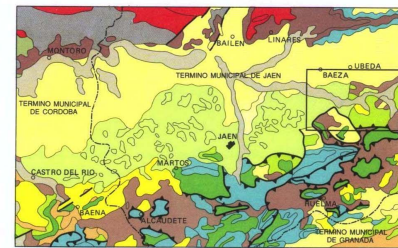


Escala 1: 250.000

CUATERNARIO
Aluvial coluvial y terrazas.
MIOCENO SUPERIOR-PLIOCENO
Conglomerados arenos y margas.
MIOCENO SUPERIOR
Margas grises azules y blanquecinas con areniscas amarillentas.

MIOCENO MEDIO-SUPERIOR
Formación de margas blancas arenosas (barbitas).
Formación turbidítica.
Calizas blancas y/o calcarenitas.
Unidad Olistostromática.
PREBETICO
Calizas dolomitas y margas del Cretácico.

ESQUEMA REGIONAL

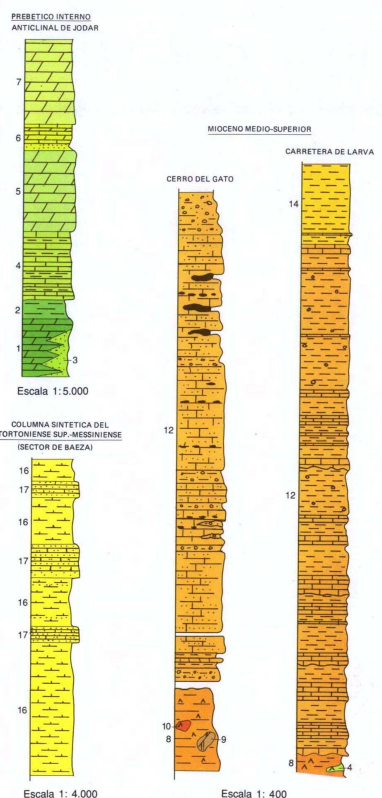


Escala 1:1.000.000

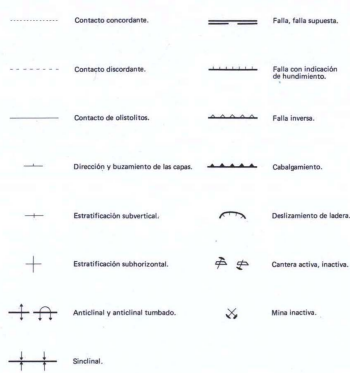
Quaternario
Mioceno Superior
Mioceno Medio - Superior
Mioceno Med. - Sup. (T. Turb. y U. Olistos.)
Eoceno - Oligoceno - Mioceno Inferior
Cretácico Superior - Paleoceno

Cretácico Inferior
Jurásico
Triásico Subbético
Triásico borde de Mieria
Carbonífero al Roca Ignia
Devónico

COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN LAS PRINCIPALES UNIDADES O ZONAS



SIGNOS CONVENCIONALES



LEYENDA

UNIDADES DE LA DEPRESION DEL GUADALQUIVIR Y
DE LAS ZONAS EXTERNAS DE LAS CORDILLERAS BÉTICAS

CUATERNARIO		43	41	
MIOCENO	SUPERIOR	39	38	41 Aluvial o relleno coluvial.
		37	36	42 Fondos de valle.
	INFERIOR	35	34	41 Derrubios de lava.
		33	32	40 Glacia (estuvial).
MEDIO	31	30	41 Terraza, aluvial.	
	29	28	39 Conglomerados de matriz fino-arenosa de color rojo.	
PLOCENO	SUPERIOR	27	26	37 Calcareas.
		25	24	36 Margas limosas de color crema.
	INFERIOR	23	22	35 Areniscas, calcarenitas calcáreas y conglomeradas. Lenticuladas calcáreas de algas.
		21	20	34 Arcillas y areniscas calcáreas de origen turbidítico.
MEDIO	19	18	33 Lentes de petróleo-carbonatadas, facies de moladura y zona marginal.	
	17	16	32 U. dentin, carac., facies turbidíticas.	
SUPERIOR	15	14	31 Ostréolas de moluscos del Plioceno.	
	13	12	30 Ostréolas de moluscos del Cretácico Terciario andinoamericano.	
INFERIOR	11	10	29 Unidad Discontinua.	
	9	8		

PREBETICO		28	27	26	25	24	23
CRETACICO	SUPERIOR	22	21	20	19	18	17
		16	15	14	13	12	11
CRETACICO INFERIOR	ALBIENSE	10	9	8	7	6	5
		4	3	2	1	0	0

UNIDADES INTERMEDIAS (SUBBETICO EXT. SEP.)

CRETACICO		20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10
CRETACICO INFERIOR	CENOMANIENSE	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
		6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0
CRETACICO SUPERIOR	ALBIENSE	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
		6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0
CRETACICO SUPERIOR	APTIENSE	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
		6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0
CRETACICO SUPERIOR	BARREMIENSE	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
		6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0
CRETACICO SUPERIOR	NEOCOMIENSE	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
		6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0
CRETACICO SUPERIOR	MALM	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
		6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0
CRETACICO SUPERIOR	OXFORDIENSE	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
		6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0
CRETACICO SUPERIOR	DOGDGE	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
		6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0
CRETACICO SUPERIOR	BAJOCIENSE	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
		6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0
CRETACICO SUPERIOR	MEDIO - SUPERIOR	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
		6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0
CRETACICO SUPERIOR	INFERIOR	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
		6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0

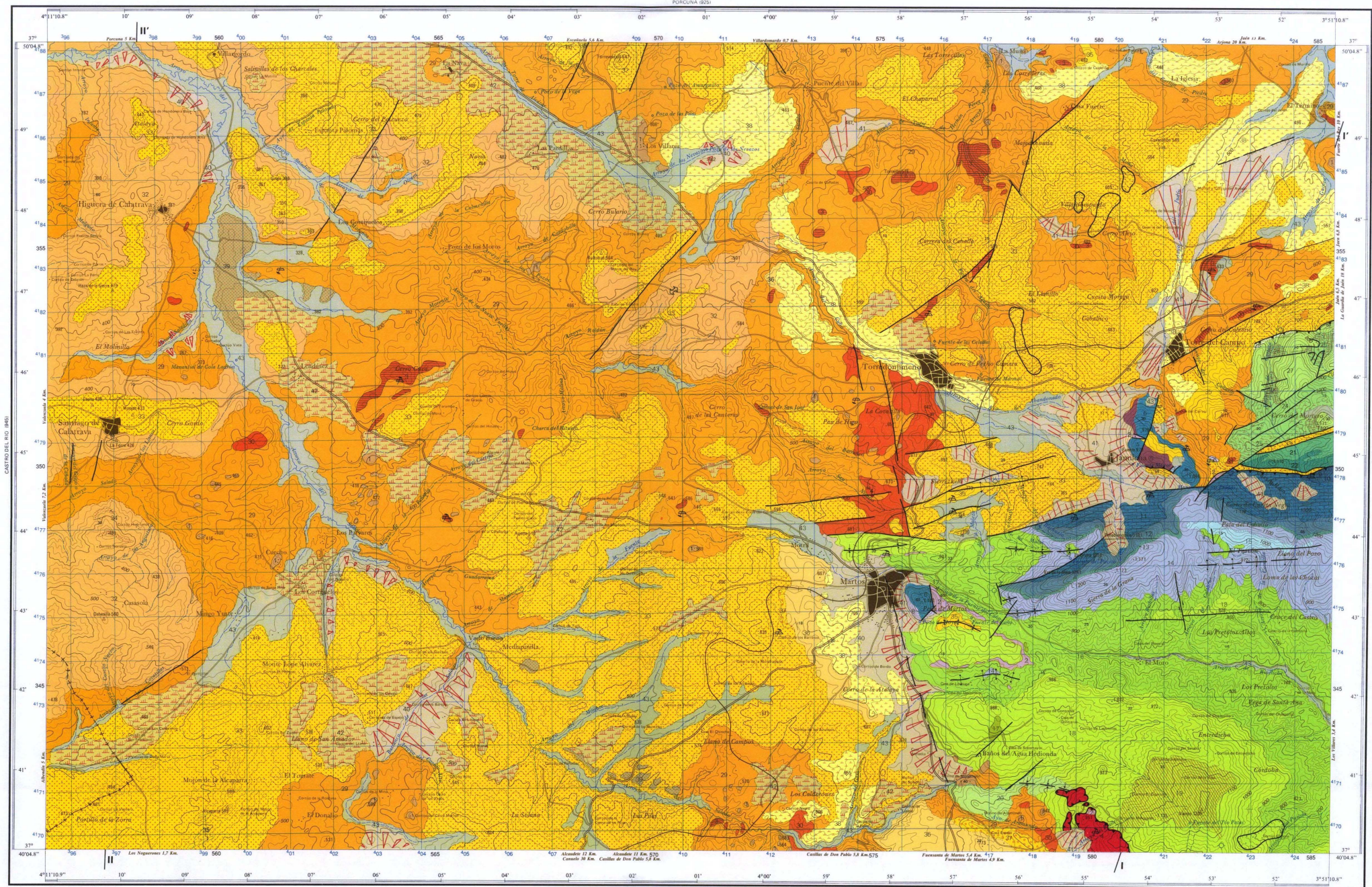
SUBBETICO

CRETACICO		8	7	6	5	4	3	2	1
CRETACICO INFERIOR	INF.	8	7	6	5	4	3	2	1
		8	7	6	5	4	3	2	1
CRETACICO SUPERIOR	SUP.	8	7	6	5	4	3	2	1
		8	7	6	5	4	3	2	1

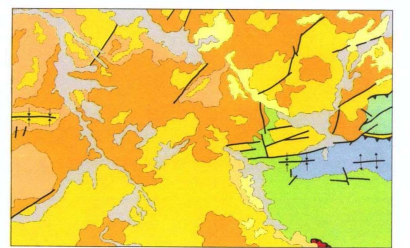
TRIAS		2	1
TRIAS	KEUPER	2	1
		2	1
TRIAS	MUSCHELKALK	2	1
		2	1

SIGNOS CONVENCIONALES

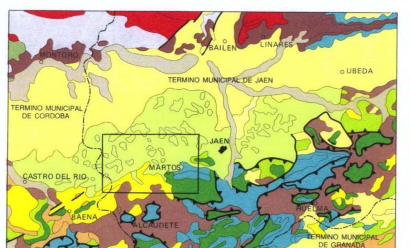
-----	Contacto concordante.	+	Sinclinal.
-----	Contacto concordante supuesta.	+	Falla, falla supuesta.
-----	Contacto discordante.	+	Falla con indicación de movimiento.
-----	Contacto de erosión.	+	Falla con indicación de bloque hundido.
-----	Dirección y buzamiento de las capas.	+	Cabalgamiento.
-----	Dirección y buzamiento vertical.	+	Centers activa.
-----	Dirección de Paleocorrientes.	+	Centers inactiva.
-----	Extrusión subhorizontal.	+	Deslizamiento de ladera.
-----	Extrusión vertical.	+	Manantial.
-----	Artificial.	+	Sondeo.



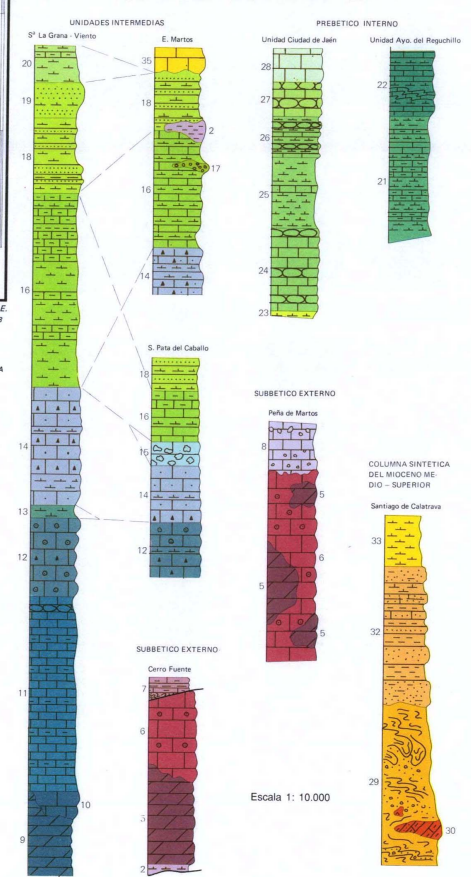
ESQUEMA TECTONICO



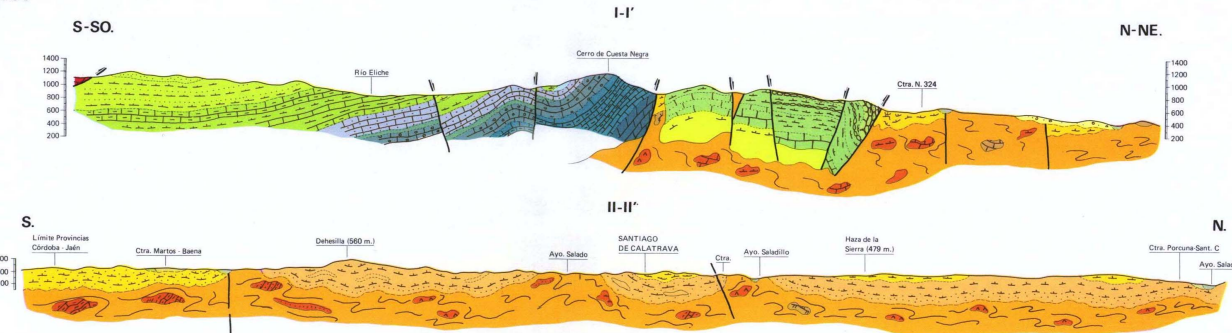
ESQUEMA REGIONAL



COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN LAS PRINCIPALES UNIDADES O ZONAS



CORTES GEOLOGICOS



ESCALA HORIZONTAL 1:50.000
VERTICAL 1:50.000

Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

947
19-38

LEYENDA

The map displays various geological units across the Iberian Peninsula, color-coded and numbered to match the legend. The units are categorized by geological period: CUATERNARIO, PLEOCENO, TERTIARIO, MIOGENEO, and CRETACEO.

CUATERNARIO

- 64: Relleno de fondo de valle - suelta, vérticos.
- 65: Conglomerados superficiales.
- 66: Lucha de inundación aluvial y terraza baja.
- 67: Derivação de lancha.
- 68: Cans de depósitos.
- 69: Terraza I y río Guadalquivir.
- 70: El Rieche.
- 71: Terraza II y río Guadalquivir.
- 72: El Rieche.
- 73: Terraza III y río Guadalquivir.
- 74: Glaciés.
- 75: Tverfjörðir.
- 76: Conglomerados, arenas y limos. Margas.
- 77: Conglomerados, arenas y limos. Margas.
- 78: Conglomerados de campos pedregales.
- 79: Margas grises y blancas, localmente con calcarenitas.
- 80: Calcarenitas.
- 81: Calcarenitas.
- 82: Bloques o paquetes de margas margales y arenosas calcáreas. Olistos. Olistos. y Terci.
- 83: Bloques o paquetes de calcarenías pedregales.
- 84: Bloques o paquetes de yesos (sólidos, triles).
- 85: Bloques o paquetes de calizas dolomíticas.
- 86: Unidades calcáreas. Arcillas, grises y blancas y clastos de cráneos variados de compuestos.
- 87: Margas tríticas, verdosas y terciarias.
- 88: Margas blancas con calcarenitas.
- 89: Conglomerados y breñales.
- 90: Unidad calcárea de elementos neocretácicos y terciarios.

PLEOCENO

- 50: TURLO.
- 51: MESSINIEN.
- 52: Tortonien.
- 53: SERRAVAL.
- 54: LANGHENSE.
- 55: BURDIGALENSE.
- 56: AQUITANENSE.

TERTIARIO

- 57: TURLO.
- 58: MESSINIEN.
- 59: Tortonien.
- 60: SERRAVAL.
- 61: LANGHENSE.
- 62: BURDIGALENSE.
- 63: AQUITANENSE.

MIOGENEO

- 64: TURLO.
- 65: MESSINIEN.
- 66: Tortonien.
- 67: SERRAVAL.
- 68: LANGHENSE.
- 69: BURDIGALENSE.
- 70: AQUITANENSE.

CRETACEO

- 71: TURLO.
- 72: MESSINIEN.
- 73: Tortonien.
- 74: SERRAVAL.
- 75: LANGHENSE.
- 76: BURDIGALENSE.
- 77: AQUITANENSE.

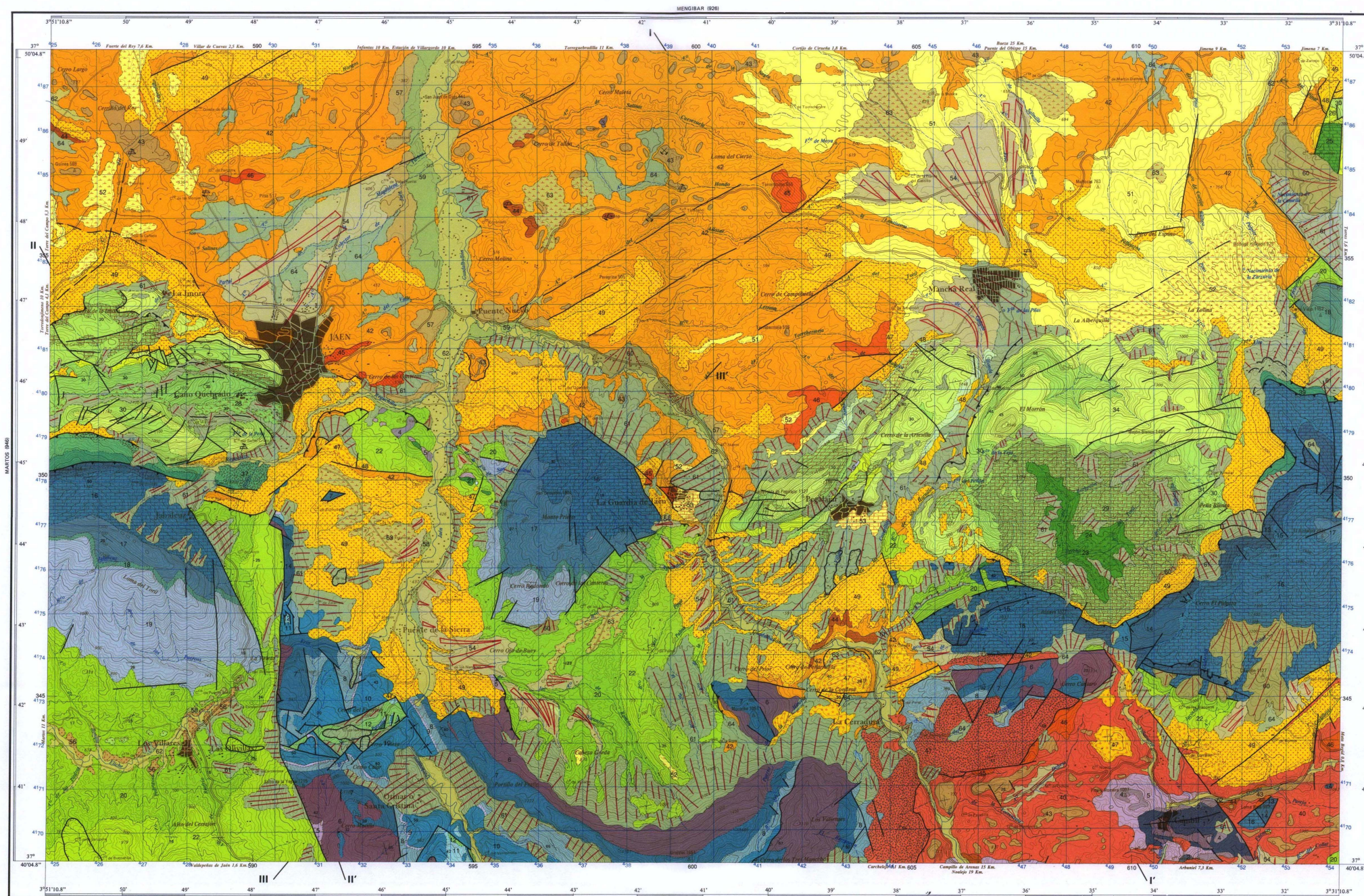
CATEGORIA	SUPERIOR		TURON		
CRETACICO	SUPERIOR	S	I	36	39 Calizas brechoides y margas.
				35	38 Margas y margolizales limenoides.
				34	37 Calizas arenosas y margas.
				33	36 Calizas en bancos.
				32	35 Margolizales y margas verdes.
	INFERIOR	I	I	31	34 Calizas blancas maris.
				30	33 Calizas nodulosas.
				29	32 Dolomitas arenosas.
				28	31 Margas verdes amarillentas.
				27	30 Calizas en bancos y calizas nodulosas.
ALBIENSE	I	I	26	29 Calizas en coqueles de rivas, y margas.	
			25	28 Margas, margolizales y calizas.	
			24	27 Calizas en bancos y calizas nodulosas localmente dolomitas.	
			23	26 Dolomitas blancas - calcáreas.	
			22	25 Dolomitas muy fracturadas.	
INFERIOR	I	I	21	24 Turbiditas terrígenas y calcáreas.	
			20	23 Margas calizas margosas y arenosas.	
			19		
VALANGIENSE	I	I	18	21	
			17	20	
BURGUNDIENSE	I	I	16	19	
			15	18	

JURÁFICO	CRETÁCICO			22 <i>Megalo y arménica</i>. Turbiditas terígenas. 21 <i>Diretios de calizas puras.</i> 20 <i>Megacalinas, megas y calizas.</i> 19 <i>Calizas grises, brechas y turbiditas calizas con raras y intercalaciones margosas.</i> 18 <i>Megas y megacalinas de tipo Jahobut (O y con calizas en Almadrén (E)).</i> 17 <i>Calizas con raras localmente con silíce.</i> 16 <i>Calizas grises tabuladas.</i> 15 <i>Megas y megacalinas amielíticas.</i> 14 <i>Calizas micriticas de tonos claros.</i> 13 <i>Dolomías grises.</i>
	INFERIOR	SUPERIOR		
JURÁFICO	LIM.	APTENSE-ALBIEN.		
		BARMENSE	22	
		INFERIOR	20	
		BARMENSE	19	
		MALM	18	
JURÁFICO	LIM.	OXFORDIENSE	17	
		DOGGER	16	
		TOARCIENSE	15	
		PLIENSCHACHENSE	14	15
		INFERIOR	13	15

DIRE.	SUPERFICIO		DESCRIPCION
	LAS	SUPER.	
NORTE		INFERIOR	12
		MALM	11
		DOGGER	
		BAJOIENSE	10
		ALENIENSE	8
		TOARCIENSE	9
SUR		PLIENSCHACHENSE	7
		INFERIOR	6
			5

TRIAS	KEUPER		5 Margas arcillas y areniscas variscolors.
	MUSCHELKALK		4 Dolomitas estratificadas.
	BUNTSANDSTEIN		3 Oñitas. 2 Yesos. 1 Lutitas rojas y areniscas.

	Contorno concordante		Falla, falla supuesta
	Contorno discordante		Falla normal
	Contacto de Olistolitos, y/o Klipes sedimentaria		Cobalcamiento, cobaje- miento supuesto.
	Contacto intrusivo		Falla inversa
	Estratificación		Falla inversa supuesta
	Estratificación subvertical		Deslizamiento de ladera
	Estratificación subhorizontal		Centera activa.
	Estratificación invertida		Centera inactiva
	Anticlinal		Mina activa.
	Sinclinal		Mina inactiva



Mapa de la zona de estudio en la provincia de Jaén, España. El mapa muestra la zona de estudio rodeada por los términos municipales de Baeza, Martos, Ubeda, Bailén, Linares, Jaén, San Roque, Castro del Río y San Juan. Se indica la escala 1:1.000.000.

The figure displays a geological column for the Salto de la Yegua section, with stratigraphic units and their correlation with other sections. The column is divided into three main sections: PREBITICO INTERNO, UNIDADES INTERMEDIAS, and NEOGENO.

PREBITICO INTERNO

- Ciudad de Jelo:** Units 34, 30, 29, 28, 27, 26.
- Mejón Blanco:** Units 34, 31, 30, 29, 28, 27, 26, 24, 23.
- Ayo. Reguichillo:** Units 39, 38, 37.

UNIDADES INTERMEDIAS

- Jabalot:** Units 22, 20, 20, 19, 18, 17.

NEOGENO

- Salto de la Yegua:** Units 51, 49, 47, 46, 45, 44, 43, 42, 41, 40.

SUBBITICO EXTERNO

- Salto de la Yegua:** Units 39, 38, 37, 36, 35, 34, 33, 32, 31, 30, 29, 28, 27, 26, 25, 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14.

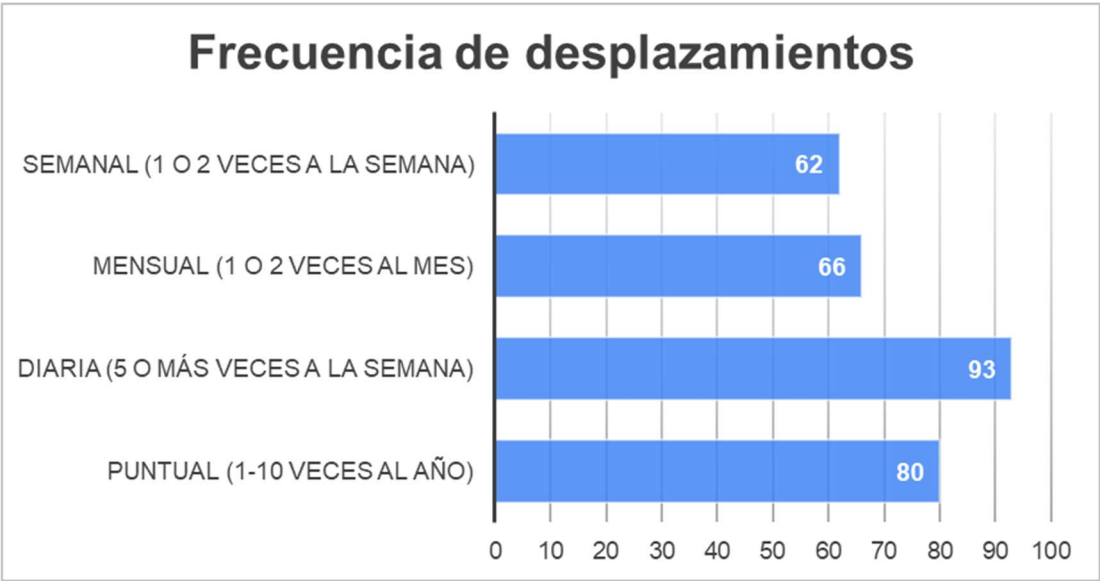
Escala 1: 10.000

IV. Resultados obtenidos de la Encuesta

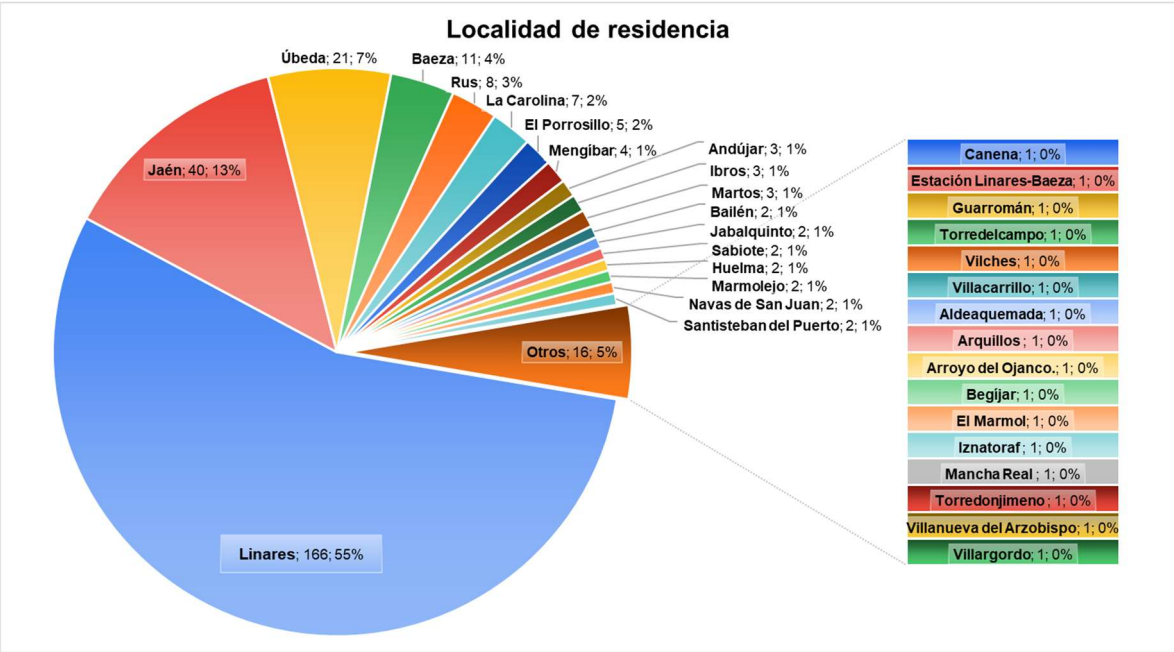
Como se ha explicado en el desarrollo del estudio, se realizó una encuesta anónima en noviembre de 2023 a los habitantes de la provincia de Jaén, recibiendo 311 respuestas que fueron exportadas a Excel para realizar el tratamiento de datos, resultando finalmente 300 respuestas válidas.

A continuación, se muestra la información obtenida a raíz de este tratamiento.

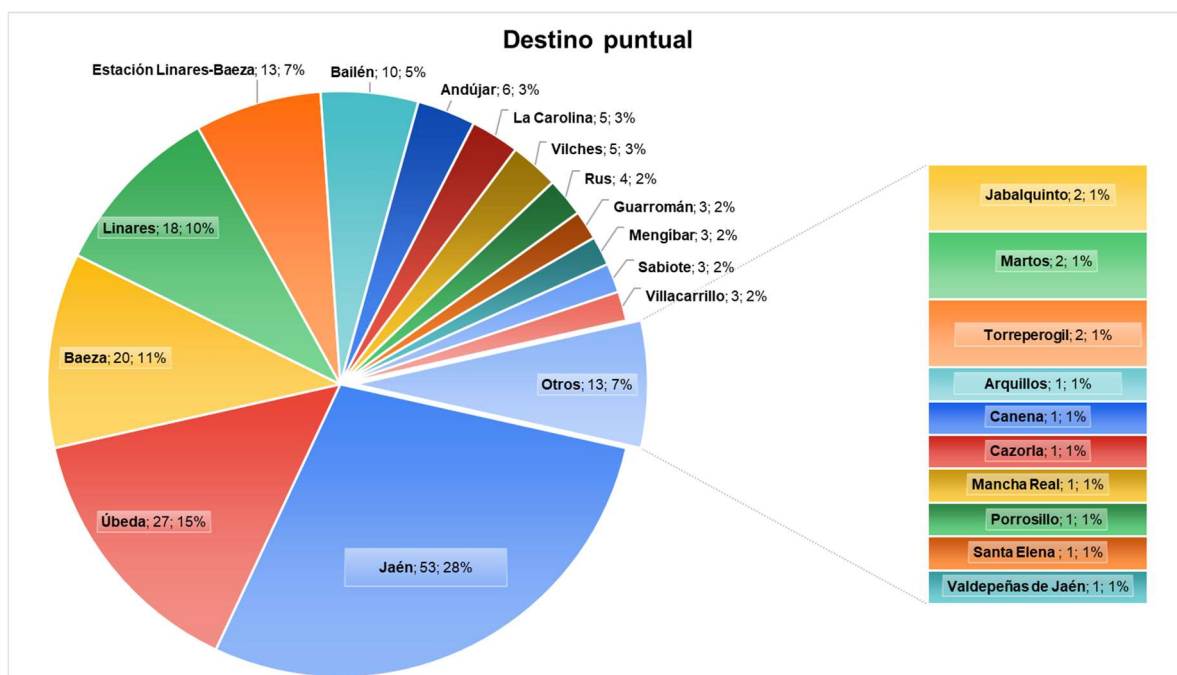
Desplazamientos



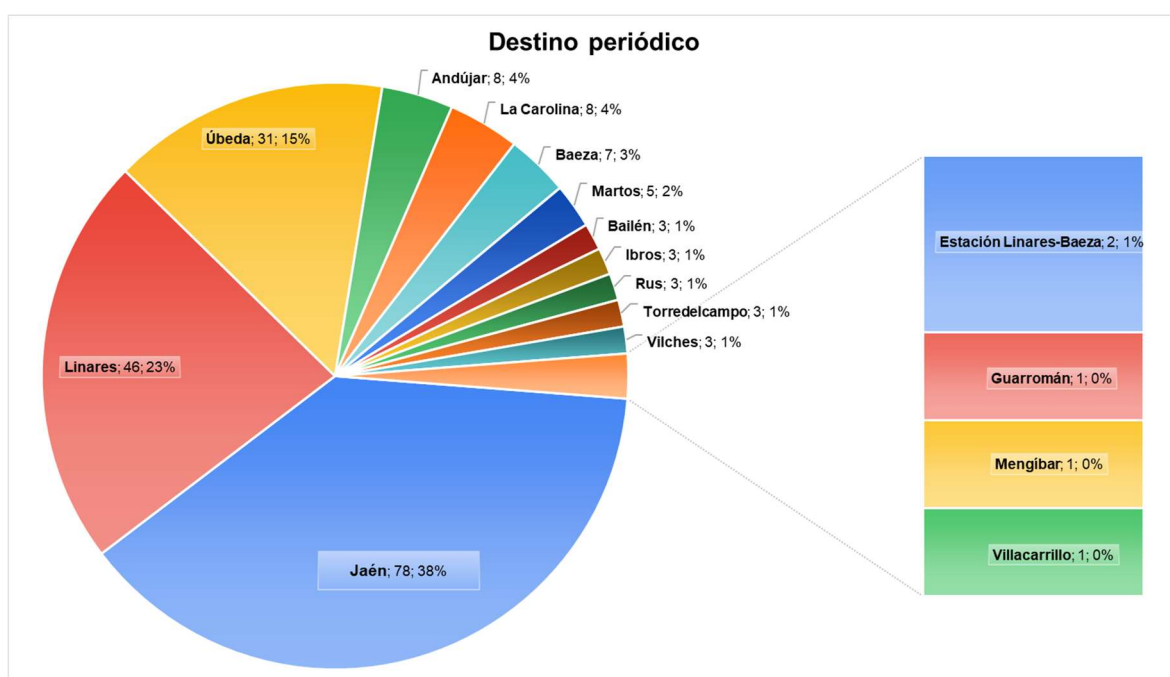
Localidad de residencia



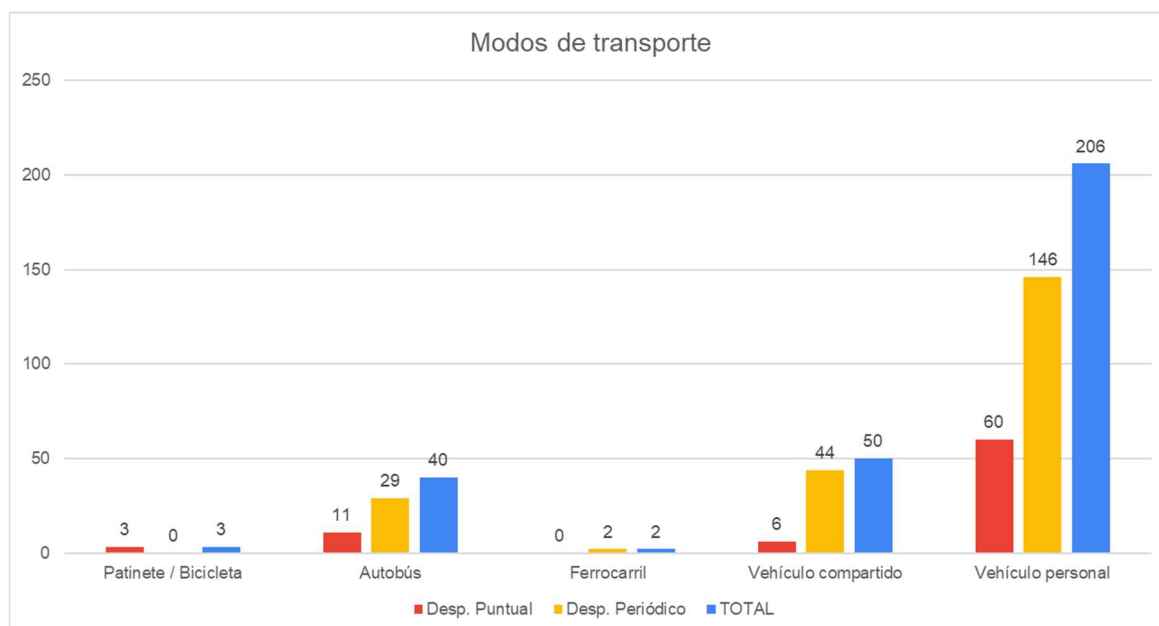
Destino puntual



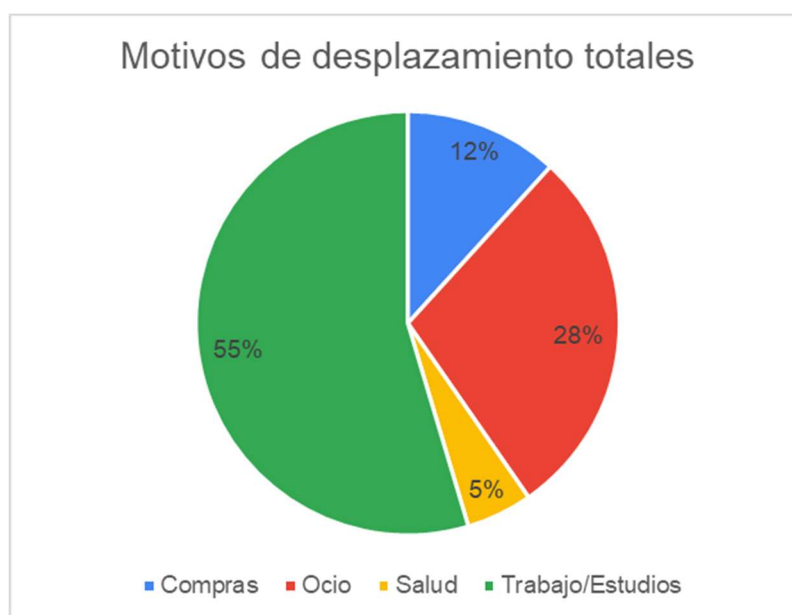
Destino periódico

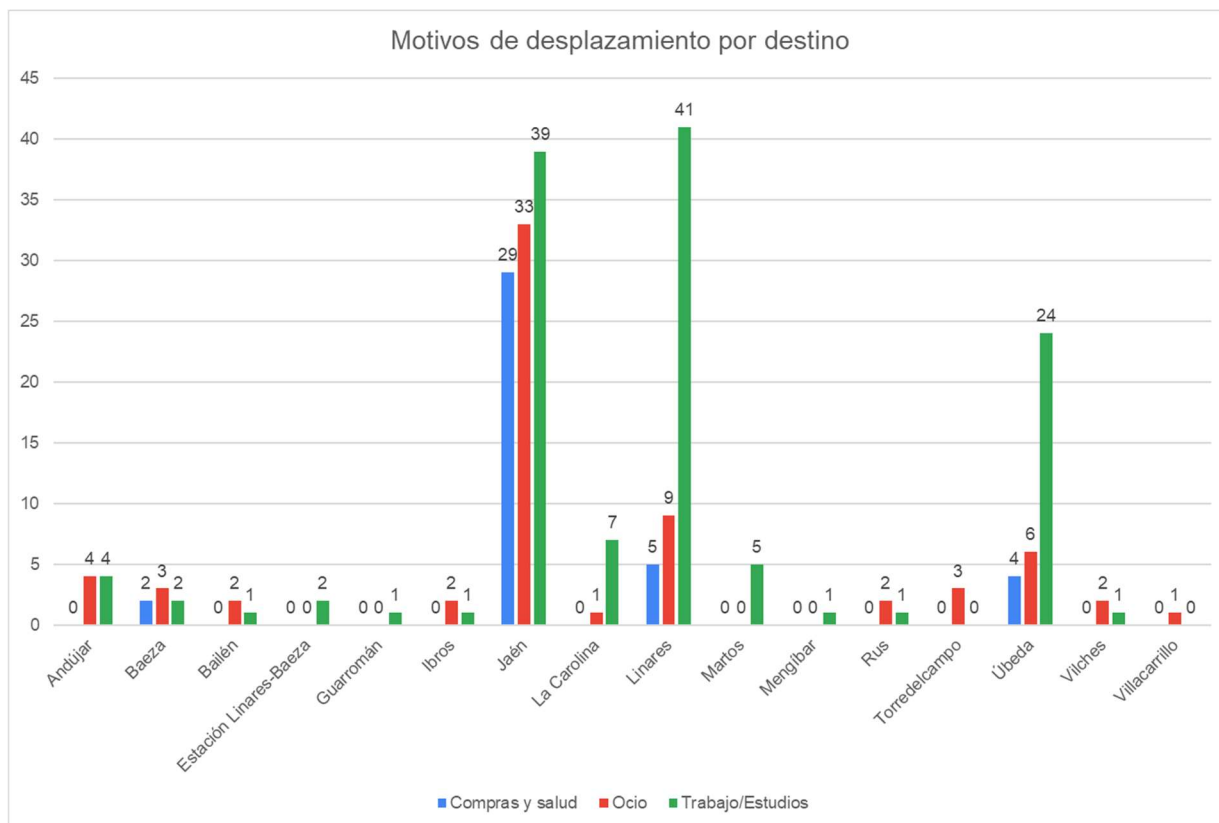


Modo de transporte más usado en cada tipo de desplazamiento



Motivación de los desplazamientos periódicos

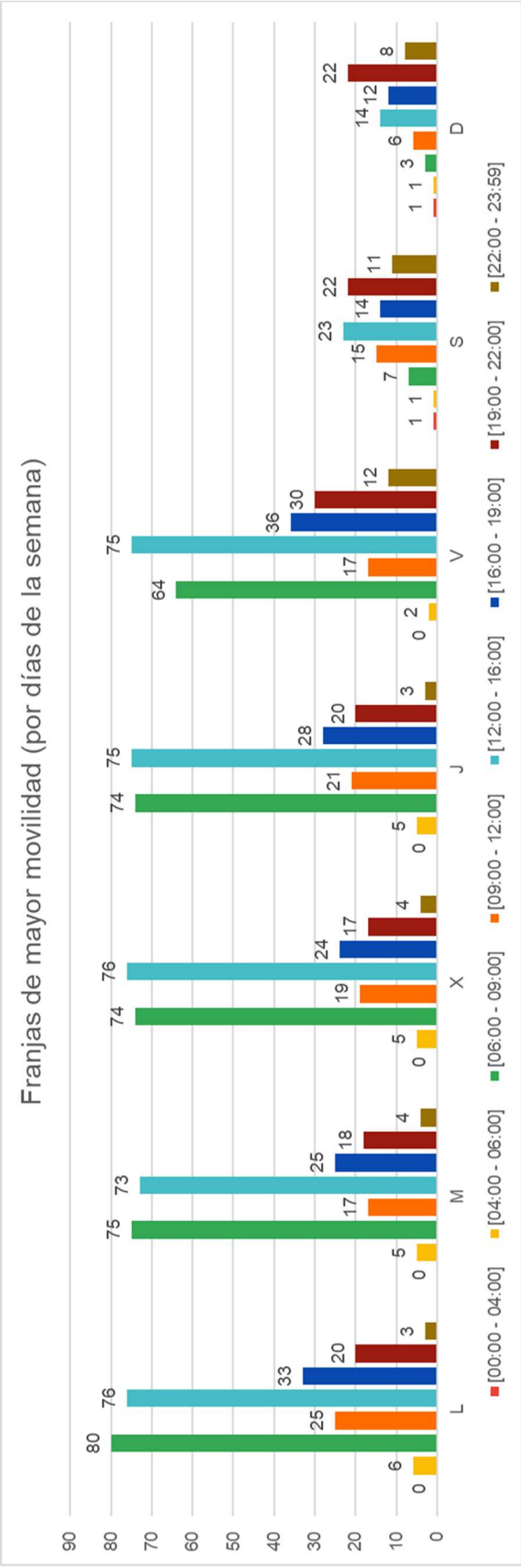
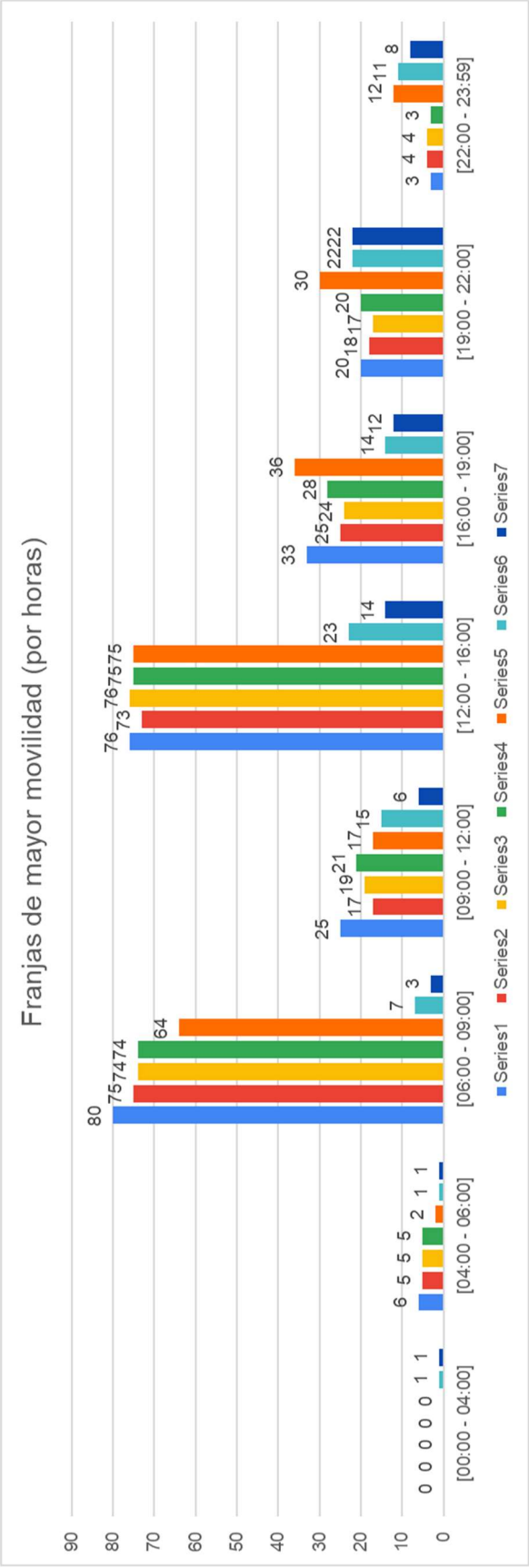




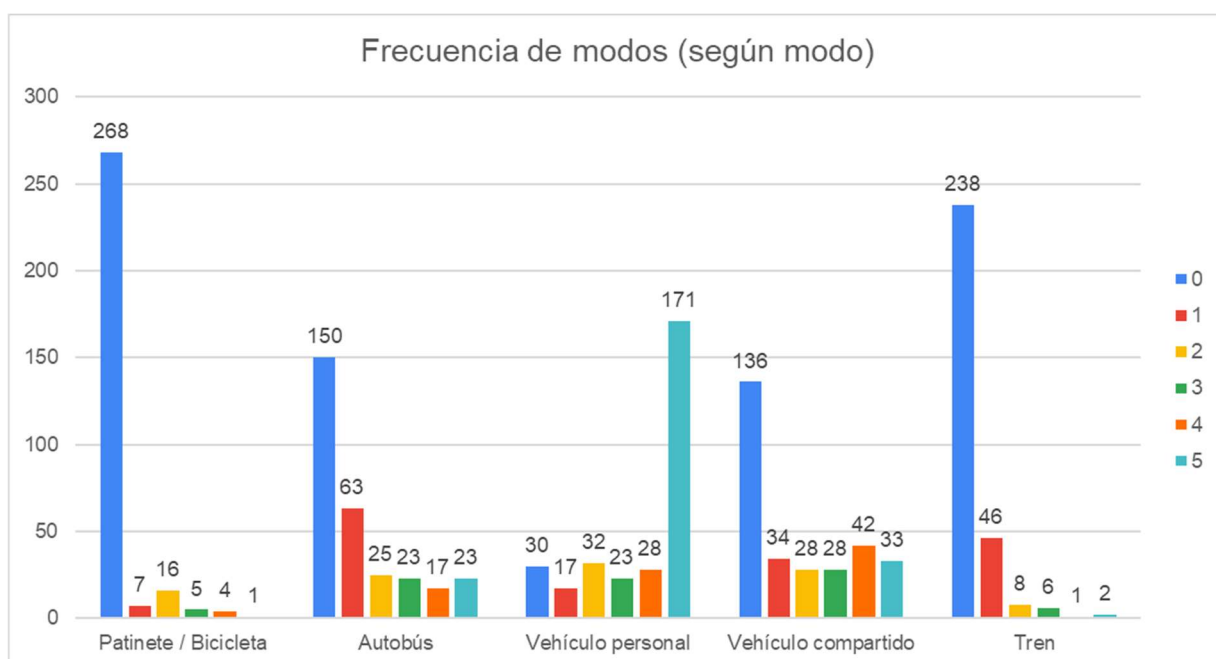
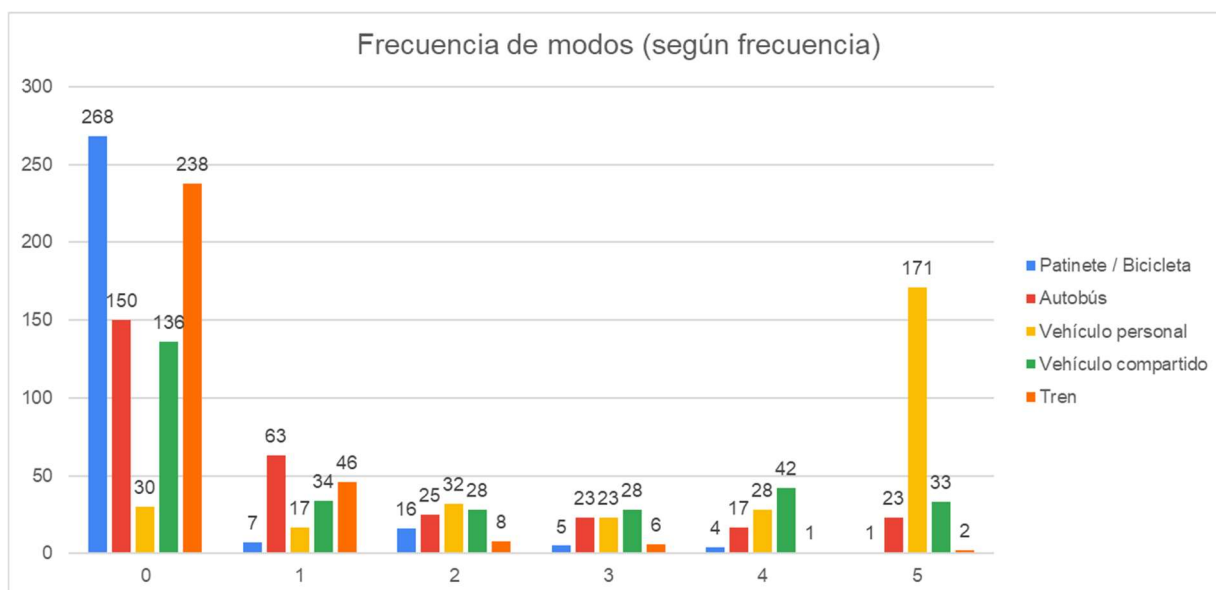
Franjas horarias de mayor demanda

Esta información no se ha expuesto en el estudio porque no es aplicable en esa fase del proyecto, sin embargo, es de gran utilidad para configurar la cantidad y frecuencia de trenes que se requerirán.

Franjas horarias	L	M	X	J	V	S	D
[00:00 - 04:00]	0	0	0	0	0	1	1
[04:00 - 06:00]	6	5	5	5	2	1	1
[06:00 - 09:00]	80	75	74	74	64	7	3
[09:00 - 12:00]	25	17	19	21	17	15	6
[12:00 - 16:00]	76	73	76	75	75	23	14
[16:00 - 19:00]	33	25	24	28	36	14	12
[19:00 - 22:00]	20	18	17	20	30	22	22
[22:00 - 23:59]	3	4	4	3	12	11	8



Frecuencia de uso de los modos de transporte (escala del 0 al 5)

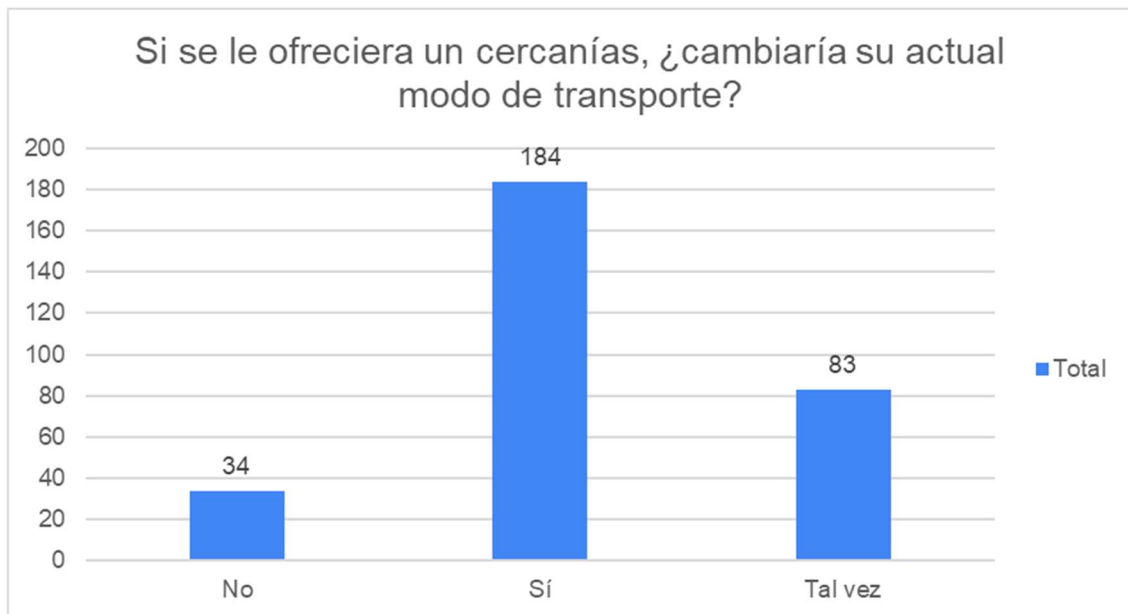


Aceptación social al cambio

A los encuestados se les planteó la siguiente cuestión:

Si se le ofreciera un cercanías (conexión ferroviaria interurbana) para sus trayectos habituales en la provincia, ¿cambiaría su actual modo de transporte?

Y estos fueron los resultados:

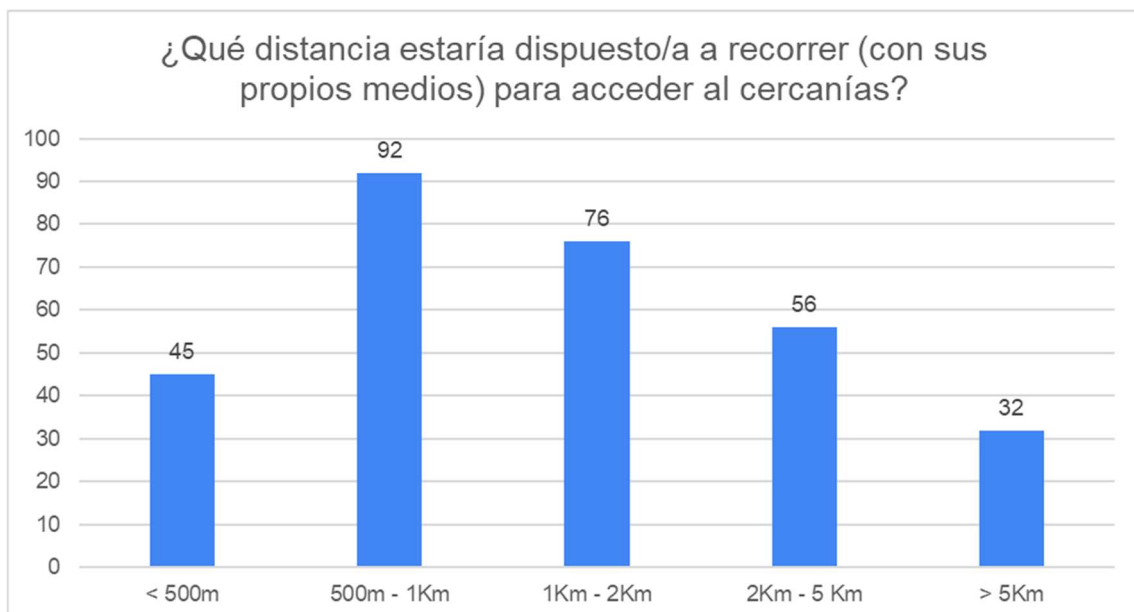


Distancia máxima de desplazamiento autónomo hasta la estación

A los encuestados se les planteó la siguiente cuestión:

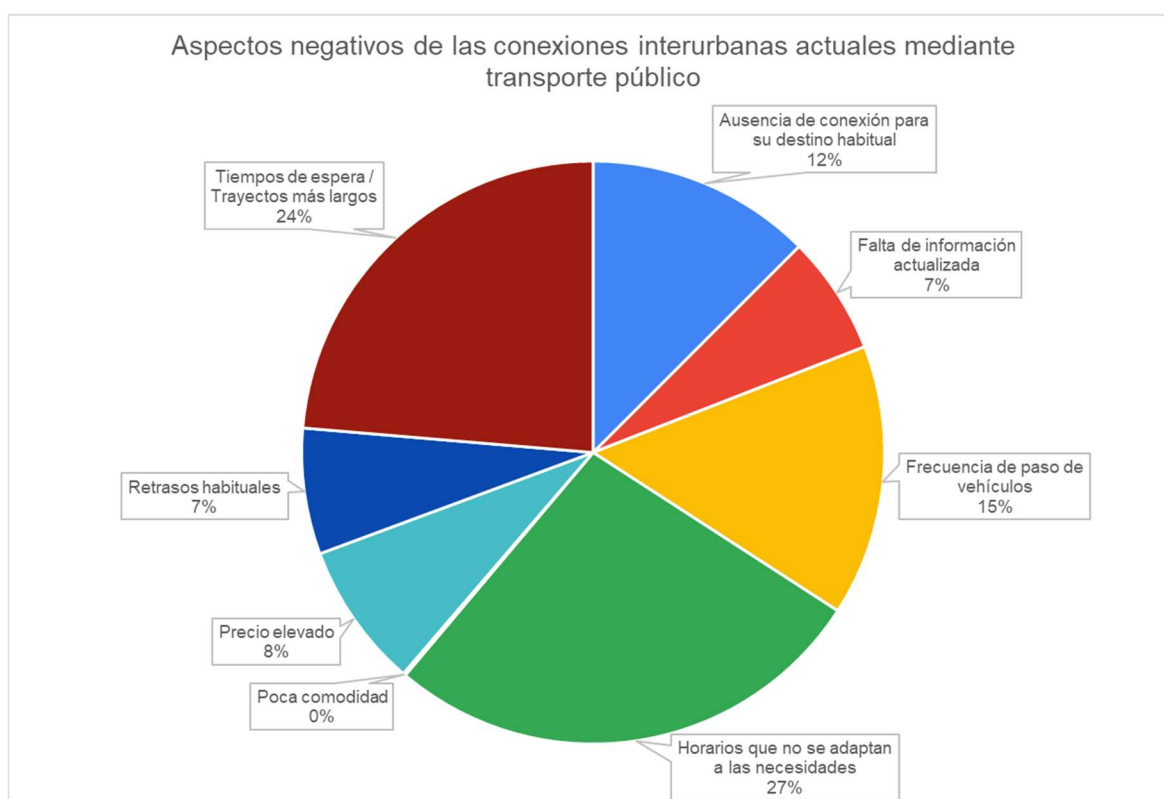
¿Qué distancia estaría dispuesto/a a recorrer (con sus propios medios) para acceder al cercanías?

Y estos fueron los resultados:



Aspectos negativos del transporte público actual

Aspectos negativos de las conexiones interurbanas actuales mediante transporte público	TOTAL
Horarios que no se adaptan a las necesidades	201
Tiempos de espera / Trayectos más largos	176
Frecuencia de paso de vehículos	112
Ausencia de conexión para su destino habitual	93
Precio elevado	60
Retrasos habituales	52
Falta de información actualizada	49
Poca comodidad	1



Beneficios del cercanías

¿Qué cree que le aportaría de beneficioso un cercanías que no le aporta actualmente el transporte público?	TOTAL
Menor emisión de CO2	169
Menor gasto económico	152
Trayecto con menor riesgo de accidentes	145
Reducción de tiempos de espera / trayectos	143
Horarios mejor adaptados	140
Mayor frecuencia de paso de vehículos	103
Puntualidad	81
Comodidad	3
No habría necesidad de buscar aparcamiento en el lugar de destino	1

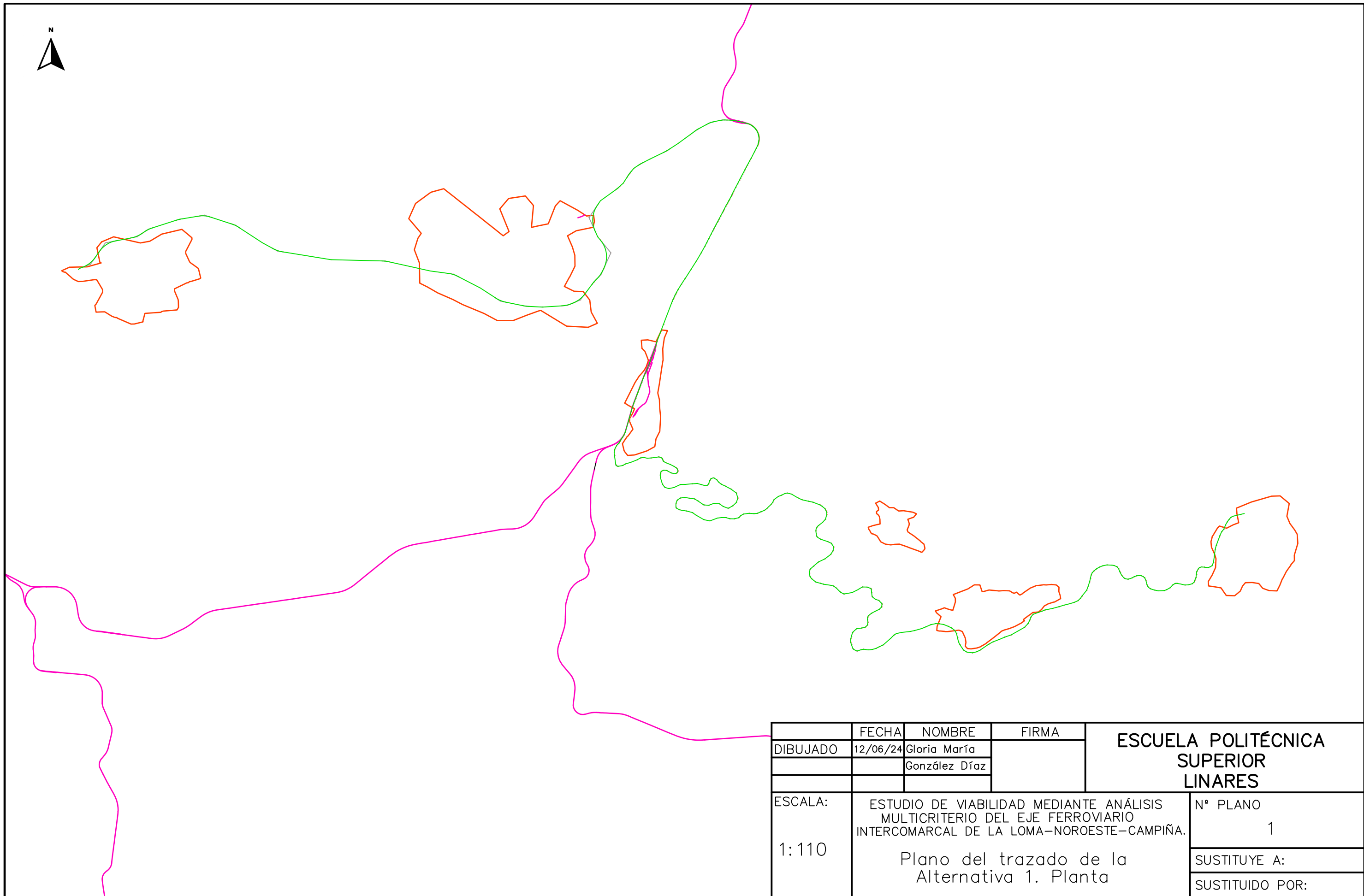
V. Resultados del Análisis multicriterio

	Datos complementarios	INFORMACIÓN RECOGIDA PARA CADA ASPECTO VALORADO						
		0 Alternativa 0	1 Bailén – Úbeda	2 Bailén – La Carolina	3 Estación LB - Sabiote	4 Área Metropolitana de Linares	5 Jaén – Martos	6 Bailén – Andújar
0) Longitud del tramo (km)	Factor calculado							
Esquema	3,3	0,00	39,65	24,38	24,62	45,14	20,02	26,96
Trazado Teórico		0,00	130,84	80,45	81,26	148,95	66,06	88,96
1) Valoración Económica (€/km)	Coste estimado/km							
Costes de nueva creación	4.000.000,00 €	- €	392.515.101,00 €	321.790.563,60 €	325.034.278,80 €	595.785.115,20 €	- €	355.828.083,60 €
Costes de rehabilitación	3.000.000,00 €	- €	98.128.775,25 €	- €	- €	- €	198.189.466,20 €	- €
TOTAL		- €	490.643.876,25 €	321.790.563,60 €	325.034.278,80 €	595.785.115,20 €	198.189.466,20 €	355.828.083,60 €
2) Medio Ambiente								
Reducción GEI y ruido		-	GEI = 9 MEM = 1	GEI = 4 MEM = 0	GEI = 2 MEM = 0	GEI = 9 MEM = 0	GEI = 10 MEM = 2	GEI = 8 MEM = 0
Ruido y Vibraciones urb.		-	NS/NC	NS/NC	NS/NC	Pasa cerca de urb.	Atraviesa 2 localidades	NS/NC
3) Impacto Social								
Laboral		-	Residencia = 1+3+4 D. Periódico = 2+3+6+8 D. Puntual = 2+3+4+5+6 TOTAL =10	Residencia = 6 D. Periódico = 5+8 D. Puntual = 6+8 TOTAL =3	Residencia = 5 D. Periódico = 10 D. Puntual = 5+10 TOTAL =1	Residencia = 1 D. Periódico = 2+8 D. Puntual = 4+6 TOTAL =5	Residencia = 2 D. Periódico = 1+7 D. Puntual = 1 TOTAL =6	Residencia = 9 D. Periódico = 4+8 D. Puntual = 6+7 TOTAL =2
Infraestruc. y Servicios		-	Nº Capitales= 2 TOTAL =10	Nº Capitales= 0 TOTAL =3	Nº Capitales= 0 TOTAL =2	Nº Capitales= 1 TOTAL =6+1	Nº Capitales= 1 TOTAL =4+1	Nº Capitales= 1 TOTAL =1+1
Ocio		-	TOTAL =10	TOTAL =3	TOTAL =2	TOTAL =6	TOTAL =4	TOTAL =1
Crecimiento Industrial		-	Nº P. Empr. = 3 Importancia PE = media Paso x estación = Sí	Nº P. Empr. = 2 Importancia = media/alta Paso x estación = No	Nº P. Empr. = 0 Importancia = - Paso x estación = Sí	Nº P. Empr. = 3 Importancia = media Paso x estación = No	Nº P. Empr. = 2 Importancia = alta Paso x estación = Sí	Nº P. Empr. = 2 Importancia = media Paso x estación = Sí
Articulación del territorio		-	Nº Localidades = 5 Nº Capitales = 2 Paso x estación = Sí Tramo autónomo? = Sí Rango población = ALTO	Nº Localidades = 3 Nº Capitales = 0 Paso x estación = No Tramo autónomo? = No Rango población = MED	Nº Localidades = 3 Nº Capitales = 0 Paso x estación = Sí Tramo autónomo? = Sí Rango población = BAJO	Nº Localidades = 4 Nº Capitales = 1 Paso x estación = No Tramo autónomo? = Sí Rango población = MED	Nº Localidades = 4 Nº Capitales = 1 Paso x estación = Sí Tramo autónomo? = Sí Rango población = BAJO	Nº Localidades = 2 Nº Capitales = 1 Paso x estación = Sí Tramo autónomo? = No Rango población = BAJO
4) Dificultad Técnica								
Topografía	Pendiente máxima en el Tramo (esquema)	-	T1=64m/12,5km=0,51% T2=154m/5km=3,08% T3=492m/12,5km=3,94% T4=14m/10km=0,14%	T1=11m/7,5km=0,15% T2=29m/5km=0,58% T3=262m/12,5km=2,1%	T1=285m/10,5km=2,85% T2=267m/14km=1,91%	T1=60m/12km=0,5% T2=131m/10km=1,31% T3=33m/8km=0,41% T4=88m/5km=1,76% T5=41m/2km=2,05% T6=104m/3km=3,47% T7=14m/5km=0,28%	T1=121m/9km=1,34% T2=69m/5km=1,38% T3=103m/2,5km=4,12%	T1=124m/19km=0,65% T2=12m/6km=0,2%
Trazado reutilizable		-	Infraest.(Sí) = 3/3 Superest. (Sí) = 3/3 Km afect. (33) = 2/4	-	-	-	Infraest.(Sí) = 3/3 Superest. (No) = 0/3 Km afect. (66) = 4/4	-
Geología y Estabilidad		-	Pasa montaña = No Materiales = Areniscas, Arcillas, margas (Mioceno Sup) Estabilidad = baja (arcillas)	Pasa montaña = No Materiales = Areniscas, pizarras y cuarcitas (Mioceno-Triásico) Estabilidad = media/alta	Pasa montaña = No Materiales = Areniscas, Arcillas, margas (Mioceno Sup) Estabilidad = baja (arcillas)	Pasa montaña = No Materiales = Arcillas, margas y rocas plutónicas Estabilidad = NO (minería abandonada)	Pasa montaña = Sí (Sierra Sur) Materiales = Calizas y Margas Estabilidad = media	Pasa montaña = No Materiales = gravas, arenas y limos Estabilidad = media

mín. = Peor
máx. = Mejor

	Factor de Ponderación	RESULTADO DEL ANÁLISIS CON PONDERACIÓN APLICADA						
		0 Alternativa 0	1 Bailén – Úbeda	2 Bailén – La Carolina	3 Estación LB - Sabiote	4 Área Metropolitana de Linares	5 Jaén – Martos	6 Bailén – Andújar
1) Valoración Económica (€/km)	30%							
Coste de construcción	100%	- €	490.643.876,25 €	321.790.563,60 €	325.034.278,80 €	595.785.115,20 €	198.189.466,20 €	355.828.083,60 €
TOTAL		10,00	2,00	7,00	6,00	0,00	8,00	4,00
2) Medio Ambiente	10%							
Reducción GEI y ruido	50,0%	0	9	3	1	7	10	6
Ruido y Vibraciones urb.	50,0%	10	5	5	5	2	1	5
TOTAL		5,00	7,00	4,00	3,00	4,50	5,50	5,50
3) Impacto Social	40%							
Laboral	20%	0	10	3	1	5	6	2
Infraestructura y Servicios	20%	0	10	3	2	7	5	2
Ocio	5%	0	10	3	2	6	4	1
Crecimiento Industrial	10%	0	8	5	1	3	10	6
Articulación del territorio	35%	0	10	6	3	5	4	3
TOTAL		0,00	8,80	3,95	1,85	4,75	4,80	2,50
4) Dificultad Técnica	20%							
Topografía	35%	5,00	2,00	5,00	4,00	3,00	0,00	8,00
Trazado reutilizable	20%	5,00	8,00	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00
Geología y Estabilidad	45%	5,00	5,00	7,00	5,00	0,00	6,00	6,00
TOTAL		5,00	4,55	4,90	3,65	1,05	4,10	5,50
TOTAL PONDERADO		45,00	57,30	50,60	35,70	25,60	56,90	38,50

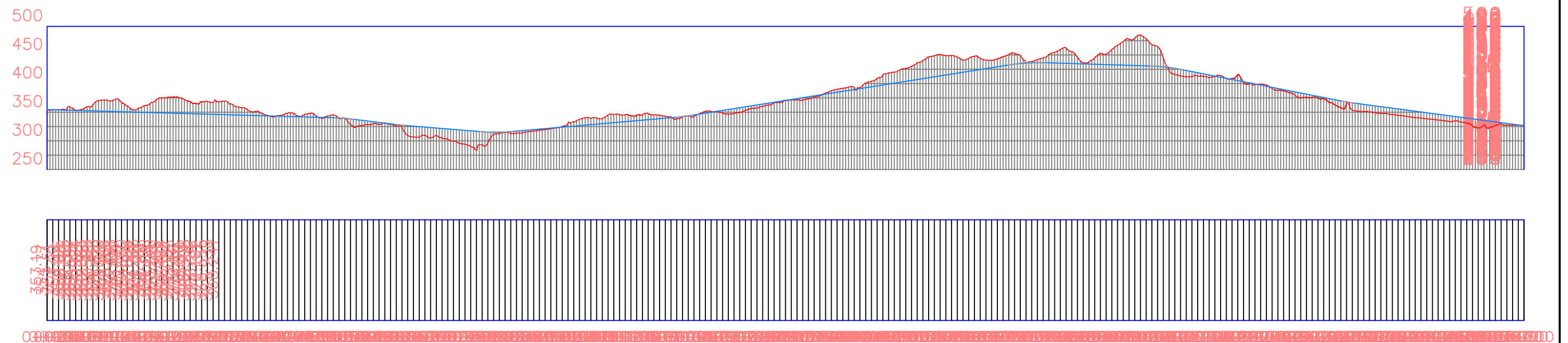
VI. Planos de la Alternativa con mayor puntuación (Civil 3D)



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	12/06/24	Gloria María		
		González Díaz		
ESCALA:	ESTUDIO DE VIABILIDAD MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO DEL EJE FERROVIARIO INTERCOMARCAL DE LA LOMA-NOROESTE-CAMPIÑA. Plano del trazado de la Alternativa 1. Planta			Nº PLANO 1
1:110				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



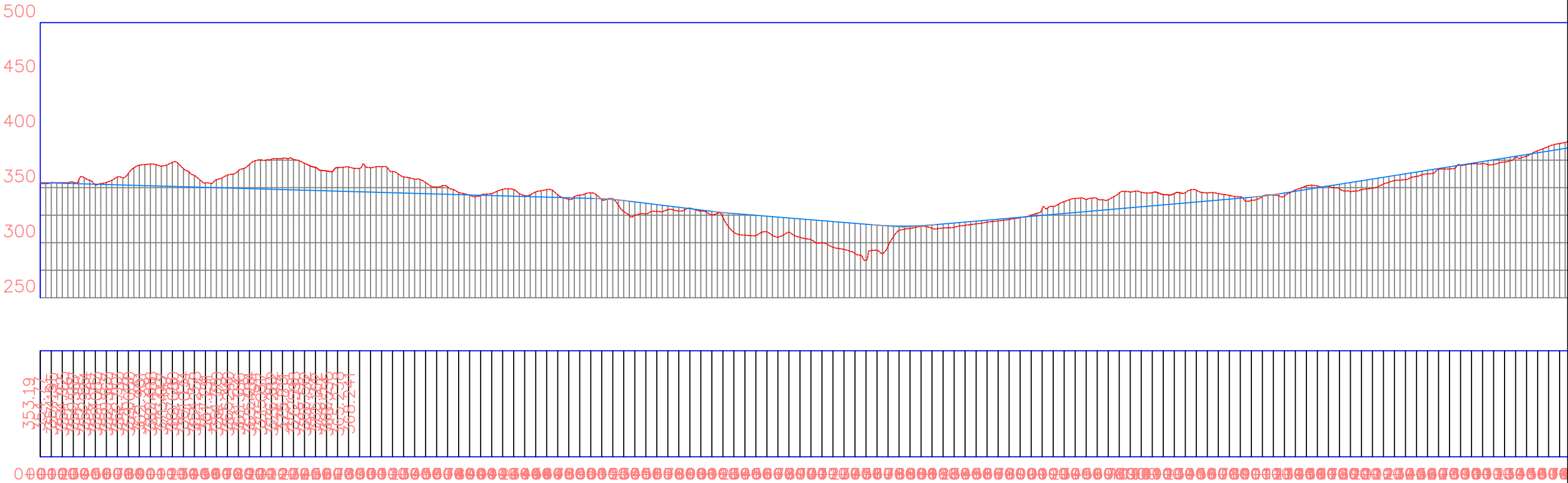
Tramo completo PERFIL LONGITUDINAL



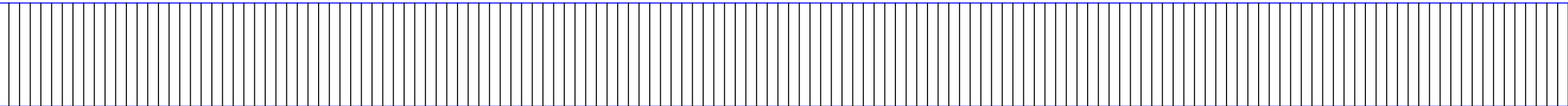
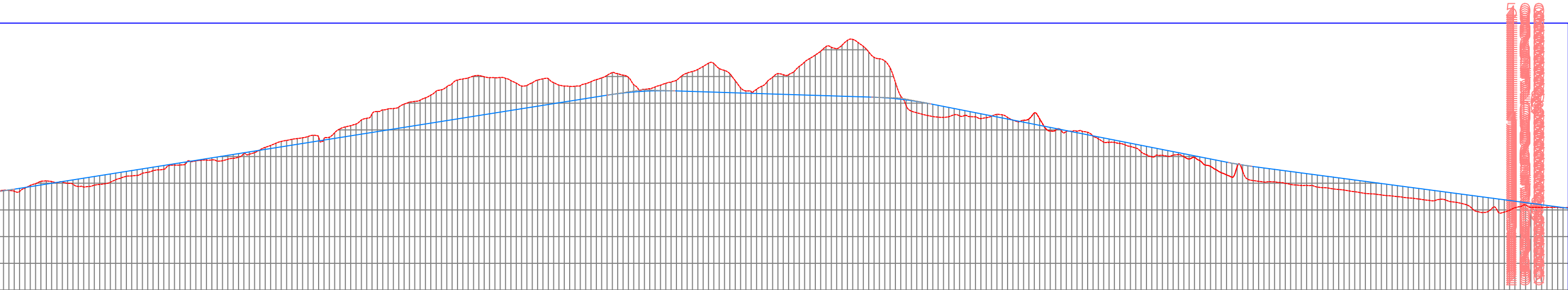
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	12/06/24	Gloria María		
		González Díaz		
ESCALA:	ESTUDIO DE VIABILIDAD MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO DEL EJE FERROVIARIO INTERCOMARCAL DE LA LOMA–NOROESTE–CAMPIÑA. Plano del trazado de la Alternativa 1. Perfil Bailén Vadollano			Nº PLANO
1: 70				2 (1/3)
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



Tramo completo PERFIL L



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	12/06/24	Gloria María		
		González Díaz		
ESCALA:	ESTUDIO DE VIABILIDAD MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO DEL EJE FERROVIARIO INTERCOMARCAL DE LA LOMA–NOROESTE–CAMPIÑA. Plano del trazado de la Alternativa 1. Perfil Bailén Vadollano			Nº PLANO 2 (2/3)
1:40				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

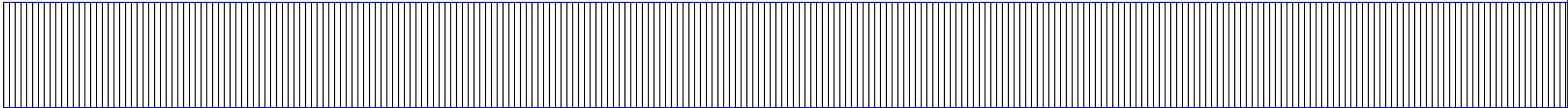
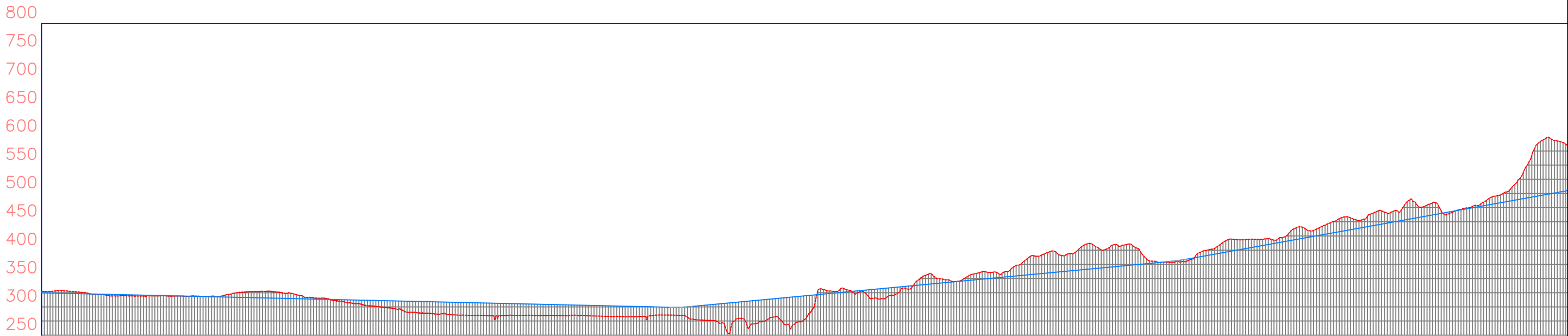


12345678910111213141516171819202122232425262728293031323334353637383940414243444546474849505152535455565758596061626364656667686970717273747576777879808182838485868788899091929394959697989900

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	12/06/24	Gloria María		
		González Díaz		
ESCALA: 1: 40	ESTUDIO DE VIABILIDAD MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO DEL EJE FERROVIARIO INTERCOMARCAL DE LA LOMA-NOROESTE-CAMPIÑA. Plano del trazado de la Alternativa 1. Perfil Bailén Vadollano			N° PLANO 2 (3/3)
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



Tramo completo2 PERFIL L

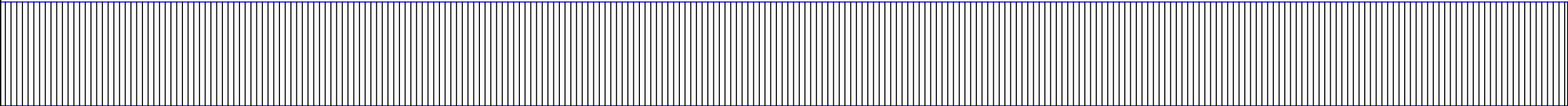
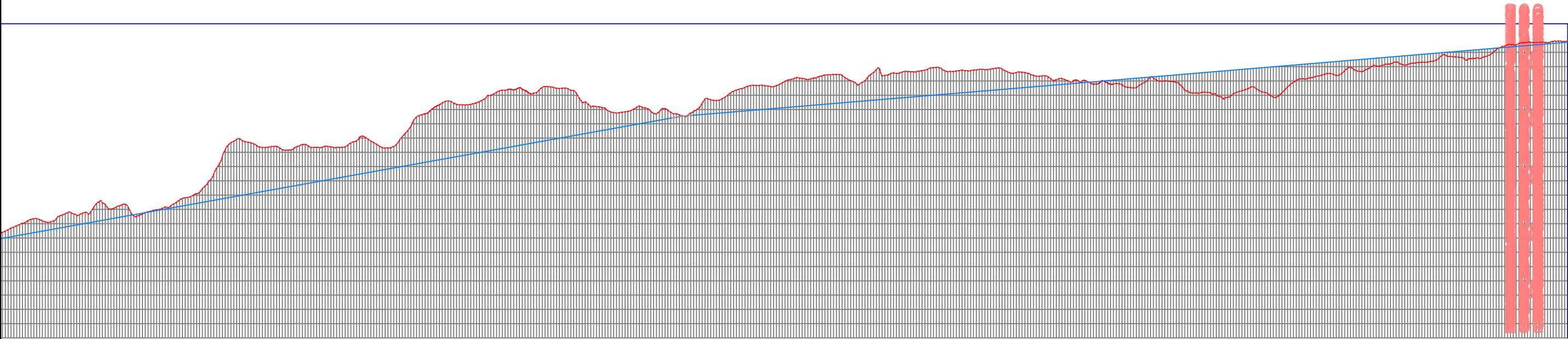


25000

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	12/06/24	Gloria María		
		González Díaz		
ESCALA:	ESTUDIO DE VIABILIDAD MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO DEL EJE FERROVIARIO INTERCOMARCAL DE LA LOMA–NOROESTE–CAMPIÑA.			Nº PLANO
1:70	Plano del trazado de la Alternativa 1. Perfil Vadollano Úbeda			3 (1/2)
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



pleto2 PERFIL LONGITUDINAL



006

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	12/06/24	Gloria María		
		González Díaz		
ESCALA:	ESTUDIO DE VIABILIDAD MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO DEL EJE FERROVIARIO INTERCOMARCAL DE LA LOMA–NOROESTE–CAMPIÑA.			Nº PLANO 3 (2/2)
1:70	Plano del trazado de la Alternativa 1. Perfil Vadollano Úbeda			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

ÍNDICE

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	2
ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	10
ÍNDICE DE ANEXOS	11
RESUMEN.....	12
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
Historia del ferrocarril en Linares y alrededores	13
Poblaciones de la provincia de Jaén y modos de intercambio	16
OBJETIVOS.....	19
Objetivos generales	19
Objetivos específicos	19
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES.....	20
1.1.- Estudio del transporte intercomarcal y previsiones de crecimiento	20
1.1.1.- Flujo de transporte y atascos	22
1.1.2.- Accidentabilidad	27
1.1.3.- Previsiones futuras.....	29
1.2.- Estudio medioambiental del impacto del transporte rodado	31
1.2.1.- Emisiones de CO2	31
1.2.2.- Contaminación acústica	33
1.2.3.- Comparación con el impacto medioambiental del ferrocarril.....	35
1.3.- Estudio de las necesidades de transporte de la población.....	37
1.3.1.- Metodología de obtención de datos de carácter anónimo	37
1.3.2.- Análisis de los resultados obtenidos en la encuesta a la población.....	37
1.3.3.- Resultados y orden de prioridades	41

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS MULTICRITERIO DE ALTERNATIVAS	44
2.1.- Herramientas empleadas para la obtención y generación de información aplicada al estudio.	44
2.1.1.-Encuesta de transporte (Google forms)	44
2.1.2.- Cartografía y diseño del trazado (Qgis, Google Earth Pro, Civil 3D)	46
2.2.- Tipo de ferrocarril óptimo para el proyecto	50
2.3.- Descripción de las alternativas propuestas.....	51
2.3.1.- Alternativa 0: Sin modificaciones del estado actual.	51
2.3.2.- Alternativa 1: Bailén – Úbeda.....	51
2.3.3.- Alternativa 2: Bailén – La Carolina	52
2.3.4.- Alternativa 3: Estación Linares-Baeza – Sabiote	53
2.3.5.- Alternativa 4: Metropolitano de Linares.....	53
2.3.6.- Alternativa 5: Jaén – Martos	55
2.3.7.- Alternativa 6: Bailén – Andújar	56
2.4.- Establecimiento de criterios para el análisis multicriterio.....	58
2.4.1.- Descripción del análisis multicriterio.....	58
2.4.2.- Criterio 1: Valoración Económica.....	58
2.4.3.- Criterio 2: Medio ambiente.....	60
2.4.4.- Criterio 3: Impacto Social.....	61
2.4.5.- Criterio 4: Dificultad Técnica	62
2.5.- Establecimiento de la ponderación de cada criterio.	62
2.5.1.- Ponderación de Conjuntos	63
2.5.2.- Ponderación de Subconjuntos	64
CAPÍTULO 3: RESULTADOS	65
3.1. Desarrollo del análisis multicriterio.	65
3.1.1.- Análisis de las alternativas en función de los criterios definidos y justificación de la puntuación asignada en cada caso	65

3.1.2.- Resultados obtenidos	90
3.2. Comparación de los resultados.	91
3.3. Gestión de prioridades según los resultados.	92
3.3.1.- Proyecto principal.	92
3.3.2.- Líneas de investigación propuestas.	93
CAPÍTULO 4: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	94
4.1. Discusión.	94
4.1.1.- Pros y contras de la solución elegida.	94
4.1.2.- Defensa de la solución actual frente al resto de alternativas propuestas.	95
4.2. Conclusiones.	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
ANEXOS	101
I. Cartografía generada con QGIS.....	102
II..Distancia entre las poblaciones estudiadas.....	106
III. Cartografía geológica consultada (MAGNA 50).....	108
IV. Resultados obtenidos de la Encuesta.....	117
V. Resultados del Análisis multicriterio.....	126
VI. Planos de la Alternativa con mayor puntuación (Civil 3D).....	129
ÍNDICE	136